



Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha
ISSN: 1665-0204
rbaez@ciad.mx
Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.
México

Cambios en las Antocianinas y el Etileno Residual de Uva de Mesa Tratada con Promotores del Color

Báez-Sañudo, R.; Mercado-Ruiz, J. N.; González-García, L. C.; Sánchez-Estrada, A.; González-León, A.
Cambios en las Antocianinas y el Etileno Residual de Uva de Mesa Tratada con Promotores del Color
Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 22, núm. 2, 2021
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C., México
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81369610004>

Cambios en las Antocianinas y el Etileno Residual de Uva de Mesa Tratada con Promotores del Color

Changes in Anthocyanins and Residual Ethylene of Table Grapes Treated with Color Promoters

R. Báez-Sañudo ^{a*}

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.,
México
rebasa@hmo.megared.net.mx*

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81369610004>

J. N. Mercado-Ruiz ^b

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.,
México*

L. C. González-García ^c

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.,
México*

A. Sánchez-Estrada ^d

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.,
México*

A. González-León ^e

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.,
México*

Recepción: 22 Octubre 2021
Aprobación: 18 Diciembre 2021
Publicación: 31 Diciembre 2021

RESUMEN:

En uva de mesa cv. "Flame Seedless" se ensayaron diferentes tratamientos que promueven el color con el objetivo de evaluar los cambios sobre flavonoides como las antocianinas y la residualidad del etileno producido. Los tratamientos se aplicaron por aspersión al iniciar el envero. El testigo fue Ethrel a 250 ppm (ETH), Ácido Salicílico a 100 ppm (AS), Melatonina a 25 ppm (MEL) y las mezclas 1:1 de ETH+AS, ETH+MEL y AS+MEL. Los ensayos se realizaron por triplicado después de la cosecha, midiendo Sólidos Solubles Totales (% SST), acidez total (% ác. tartárico), pH, etileno residual (ppm) y contenido de antocianinas (mg.cm⁻²).

NOTAS DE AUTOR

- ^{a*} Consultor Independiente, Especialista en Sistemas de Gestión de la Inocuidad y Calidad
- ^b Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No. 46. Colonia La Victoria. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83304
- ^c Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No. 46. Colonia La Victoria. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83304
- ^d Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No. 46. Colonia La Victoria. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83304
- ^e Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No. 46. Colonia La Victoria. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83304

* E-mail: rebasa@hmo.megared.net.mx

Se encontró que los tratamientos ETH, AS, MEL y ETH+AS alcanzaron el 16 % SST, destacando con valores menores ETH +MEL (14.27 %) y AS+MEL (15.17 %) ($p \leq 0.05$). ETH alcanzó 0.83 ppm de etileno residual, mientras que se apreció un efecto sumatorio en ETH+AS (0.5 ppm) y ETH+MEL (0.35 ppm), más no benéfico pues no se reflejó en las características de calidad. Solo se registraron diferencias ($p \leq 0.05$) en el contenido de antocianinas entre ETH (0.019 mg.cm⁻²) y AS+MEL (0.003 mg.cm⁻²). El color subjetivo de los racimos de uva en campo permitió relacionarlo con los resultados objetivos de los análisis realizados. Esta investigación aporta información de importancia comercial en cuanto a la sustitución del Ethrel por compuestos naturales como el AS y MEL, al manifestar efectos semejantes a este sobre la calidad de la uva de mesa "Flame Seedless". Además, de que estos no presentan una residualidad de etileno mayor a 0.2 mg/kg.

PALABRAS CLAVE: color, residualidad, melatonina, ácido salicílico.

ABSTRACT:

In table grape cv. "Flame Seedless" different treatments that promote color were tested in order to evaluate the changes on flavonoids such as anthocyanins and the residuality of the ethylene produced. The treatments were applied by spraying at the beginning of the veraison. The control was Ethrel at 250 ppm (ETH), Salicylic Acid at 100 ppm (AS), Melatonin at 25 ppm (MEL) and the 1: 1 mixtures of ETH + AS, ETH + MEL and AS + MEL. The tests were carried out in triplicate after harvest, measuring Total Soluble Solids (% TSS), total acidity (% tartaric acid), pH, residual ethylene (ppm) and anthocyanin content (mg.cm⁻²). It was found that the ETH, AS, MEL and ETH + AS treatments reached 16% SST, standing out with lower values ETH + MEL (14.27%) and AS + MEL (15.17%) ($p \leq 0.05$). ETH reached 0.83 ppm of residual ethylene, while a summing effect was observed in ETH + AS (0.5 ppm) and ETH + MEL (0.35 ppm), but not beneficial as it was not reflected in the quality characteristics. Differences ($p \leq 0.05$) were only recorded in anthocyanin content between ETH (0.019 mg.cm⁻²) and AS + MEL (0.003 mg.cm⁻²). The subjective color of the grape clusters in the field made it possible to relate it to the objective results of the analyzes carried out. This research provides information of commercial importance regarding the substitution of Ethrel for natural compounds such as AS and MEL, as it shows effects similar to this on the quality of the "Flame Seedless" table grape. In addition, they do not present an ethylene residual greater than 0.2 mg / kg.

KEYWORDS: color, residuality, melatonin, salicylic acid.

INTRODUCCIÓN

En uvas de mesa, sobre todo en las rojas como cv. "Flame Seedless, se han realizado diversos estudios enfocados a obtener uniformidad en el color de la baya (Amiri *et al.*, 2010; Alenazi *et al.*, 2019; García-Pastor *et al.*, 2019), ya que esta es una de las características de calidad de relevancia tanto comercial, como para el consumidor. También, se conoce que el color de la baya se puede ver afectado durante el desarrollo y maduración de esta (Martínez de Toda, 2011). Las aplicaciones de compuestos que ayudan a la coloración de uva se han aplicado en envero, etapa donde precisamente inicia el cambio de color, hay un aumento de las antocianinas, de los sólidos solubles totales (SST) y compuestos aromáticos, y disminuye el contenido de ácidos orgánicos (Seymour *et al.*, 2013). Por un lado, hay una fuerte tendencia al uso de reguladores de crecimiento naturales, bioestimulantes, entre otros, que no generen residualidad y sean más compatibles con el ambiente. Sin embargo, aún se emplean compuestos como el Ethrel que, si bien se han obtenido algunos resultados favorables en aumentar el color en la uva (Lancaster *et al.*, 1997; Lombard *et al.*, 2004; Mohsen, 2021), también está siendo restringido por mercados internacionales como Europa (European Food Safety Authority, 2009). Por otra parte, el ácido salicílico (SA) es un regulador endógeno del crecimiento vegetal de naturaleza fenólica, es fácil y seguro de usar en aplicaciones antes o después de la cosecha (Lo'ay y EL-Boray, 2018). Este se ha empleado, solo o en combinación, en precosecha para aumentar el color y mantener la calidad en uva (Kassem *et al.*, 2011; Champa *et al.*, 2015; Alrashdi *et al.*, 2017). En un estudio previo, Gámez *et al.* (2020) trataron uva "Flame Seedless" durante envero con 50 ppm de AS a pH 7.5. Observaron un incremento en los valores de color de 1.10 a 4.26 en la escala CIRG, donde el valor de 3.66 es el estimado para uvas rojas. Asimismo, se ha evaluado que sustancias como el ácido abscísico y SA, inducen la síntesis endógena del etileno con efectos similares al Ethrel (Chuanfu y Zhonglin, 2011; Bandurska, 2013; Khalil, 2014). En cuanto a la Melatonina (N-acetyl-5-methoxytryptamina) (MEL), es un metabolito secundario en

plantas y su rol es como fitohormona (Paredes *et al.*, 2009). Vitallini *et al.* (2011), relacionaron alta actividad antiradical con un efecto sinérgico entre MEL y los polifenoles de la uva. La melatonina tiene la capacidad de atravesar membranas celulares y entrar en diferentes compartimentos subcelulares gracias a su naturaleza anfipática (Shida *et al.*, 1994), por lo que una aplicación exógena de melatonina es fácilmente absorbida. Durante el pre-envero, la aplicación exógena de melatonina en uvas provoca cambios en el tamaño y peso del fruto, favoreciendo su sincronización en el proceso de maduración, así como una mayor acumulación de azúcares (Meng *et al.*, 2015). Además de su capacidad antioxidante (Anisimov *et al.*, 2006), MEL aplicada (100 μ M) en fresas (Aghdam y Fard, 2017) favoreció la acumulación de antocianinas, activando enzimas para la alimentación de ATP para la vía de fenilpropanoides. Por lo anterior, el objetivo principal de la presente investigación fue aplicar de manera exógena AS, MEL y su combinación, como una alternativa para obtener los efectos que produce ethrel sobre las características de calidad de la uva de mesa “Flame Seedless”.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima y tratamientos

El estudio se realizó en 40 plantas de uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) cv. “Flame Seedless” dentro de la viña “Las Mercedes”, ubicado en la región de Pesqueira, San Miguel de Horcasitas, Sonora, México. Los tratamientos fueron de una sola aplicación por aspersión: el testigo consistió en una solución de Ethrel a 250 ppm (ETH), Ácido Salicílico a 100 ppm (AS), Melatonina a 25 ppm (MEL) y las mezclas 1:1 de ETH+AS, ETH+MEL y AS+MEL. Las mezclas se prepararon con agua bidestilada, se utilizó ethrel al 21.7 % (ETHREL^{MR} 240, BAYER), ácido salicílico (FAGALAB, MEX), melatonina 5 mg (tabletas) y alcohol etílico 95 % (FAGALAB, MEX). Las aplicaciones se realizaron a medio día, durante la etapa de envero, aproximadamente a los 60 días después de plena floración.

Análisis realizados

Posterior a la cosecha (14 días después de las aplicaciones), 15 racimos de cada 5 plantas se tomaron al azar de cada tratamiento e inmediatamente fueron trasladados en hieleras refrigeradas para reducir el calor de campo y enseguida realizar los análisis siguientes. Para la firmeza, de cada tratamiento se cortaron al azar 100 bayas de la parte alta, media y baja de los racimos. Para evaluar la acidez total titulable (AOAC 942.15, 1990), del grupo anterior, 40 bayas fueron molidas y el filtrado se neutralizó con NaOH 0.1 N (SIGMA, Missouri, EUA) en un titulador automático Mettler (DL67, Suiza) reportando el resultado como porcentaje de ácido tartárico (% AT). Del filtrado anterior se obtuvo la muestra para medir los Sólidos Solubles Totales (% SST) usando un refractómetro digital ATAGO (PR-101, Tokyo, Japón), utilizando agua HPLC como blanco.

Etileno residual

La evaluación de este gas se realizó mediante CG-HS, utilizando el método propuesto por Tseng *et al.* (2000), modificado por Gámez *et al.* (2020). Esta prueba se realizó por triplicado, incubando 250 μ L de la muestra a 60 °C por 1 h en un baño de agua Isotemp (128, Pensilvania, EUA). 1 mL del espacio de cabeza se inyectó en un cromatógrafo de gases VARIAN (Star 3400, California, EUA) con un detector de ionización de flama (FID) y una columna Haysep N 80/100. Se reportó al residualidad de C.H. en ppm.

Antocianinas

Estas fueron analizadas de acuerdo con el método descrito por Peppi (2004), Neff y Chory (1998) y Xu *et al.* (2018), con ciertas modificaciones. 1.0 g de cáscaras de uva obtenidas de 7 bayas se molieron en un mortero en frío por triplicado. Estas se mezclaron con 10 mL de metanol con HCl al 1 % (v/v). El filtrado de la mezcla se llevó a un espectrofotómetro Varian (Cary50, Mulgrave, Australia) tomando lecturas a 530 y 657 nm. El contenido de antocianinas se expresó como mg cm^{-2} .

Análisis de los resultados

El experimento se llevó a cabo sobre la base de un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía y las medias que resultaron con diferencias significativas se compararon con la prueba de Tukey-Kramer. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa NCSS, versión 12, con un nivel de confianza de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Características de calidad

En general, se obtuvieron resultados semejantes entre el testigo ETH y los tratamientos con sus combinaciones. Según la NMX-FF-026-SCFI-2006, la uva de mesa “Flame Seedless” debe contener un mínimo de 16 % SST en cualquiera de sus categorías. Como se observa en la tabla 1 ese valor se alcanzó en ETH, AS, MEL y ETH+AS. A pesar de las diferencias entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), los que destacaron con menor valor de SST fueron ETH+MEL (14.27 %) y AS+MEL (15.17 %). En esta última variable se obtuvo cerca de 0.1 % menos acidez con respecto a los demás tratamientos. En otro estudio (Mercado *et al.*, 2018), aplicando 100 ppm de AS en “Fame Seedless” se obtuvo un valor ligeramente más bajo de AT de 0.76 %, aunque un porcentaje mayor supone un grado menor de madurez (Blouin, y Guimberteau, 2012). El pH resultó ligeramente menor en los tratamientos combinados con MEL. Los resultados anteriores sugieren que MEL, en combinación con ETH o AS, redujo la maduración de la uva. Tijero-Esteve (2019), después de 19 días encontró una menor acumulación de antocianinas en las cerezas tratadas con 10^{-5} M de MEL respecto al testigo. El retraso en la acumulación de este pigmento afectó directamente en la maduración del fruto, por lo que sugirió que la aplicación exógena de melatonina inhibe el proceso de maduración de las cerezas.

TABLA 1
Cambios en las características de calidad de SST, AT y pH de uva de mesa “Flame Seedless” por efecto de las aplicaciones exógenas de Ethrel (ETH), ácido salicílico (AS), melatonina (MEL) y sus combinaciones.

Tratamientos	SST (%)	AT (%)	pH
ETH	16.33 ± 0.03 ^{b*}	0.87 ± 0.011 ^b	3.28 ± 0.003 ^{bc}
AS	16.13 ± 0.03 ^{bc}	0.88 ± 0.007 ^b	3.32 ± 0.018 ^b
MEL	16.70 ± 0.06 ^a	0.89 ± 0.006 ^b	3.42 ± 0.015 ^a
ETH+AS	16.10 ± 0.00 ^c	0.86 ± 0.002 ^b	3.38 ± 0.012 ^a
ETH+MEL	14.27 ± 0.07 ^e	0.97 ± 0.005 ^a	3.24 ± 0.007 ^{cd}
AS+MEL	15.17 ± 0.03 ^d	0.95 ± 0.008 ^a	3.20 ± 0.015 ^d

* Medias en columna con superíndice distinto son diferentes ($p \leq 0.05$). Error estándar ($\pm$).

Etileno residual

Era de esperarse que los valores mayores de etileno se encontraran en la aplicación de ETH. Este alcanzó 0.83 ppm de etileno, presentando diferencias significativas respecto a los demás tratamientos (Fig. 1). El etileno residual puede brindar una idea de que tanto de este compuesto se ha usado metabólicamente para producir algún efecto, en este caso para la uva. Es así, que se podría suponer que parte de las cantidades registradas para AS (0.16 ppm) y MEL (0.09 ppm), se utilizaron para producir los cambios como en las características de calidad antes mencionadas en este estudio. Además, se apreció un efecto sumatorio del contenido de etileno en ETH+AS (0.5 ppm) y ETH+MEL (0.35 ppm), más no benéfico pues no se reflejó en las características de calidad. En cuanto a la mezcla AS+MEL (0.23 ppm), el efecto sumatorio de los valores de etileno probablemente se deba al AS, ya que a MEL se le ha asociado con la reducción de uno de los promotores de la síntesis de etileno, como lo es el ABA (Li *et al.*, 2015).

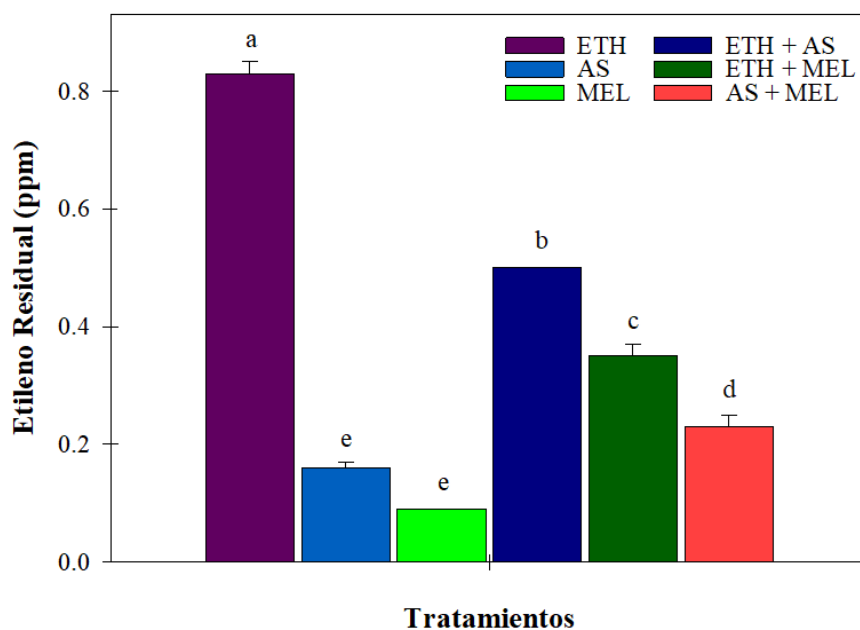


FIGURA 1

Respuesta del etileno residual (ppm) en uva de mesa “Flame Seedless” por efecto de las aplicaciones exógenas de Ethrel (ETH), ácido salicílico (AS), melatonina (MEL) y sus combinaciones.

Antocianinas

No se encontraron diferencias significativas en los valores de antocianinas totales para ETH (0.019 mg.cm^{-2}), AS ($0.0063 \text{ mg.cm}^{-2}$), MEL ($0.0086 \text{ mg.cm}^{-2}$), ETH+AS ($0.0082 \text{ mg.cm}^{-2}$) y ETH+MEL (0.013 mg.cm^{-2}). Mientras que la diferencia ($p \leq 0.05$) se presentó entre ETH y AS+MEL (0.003 mg.cm^{-2}) (Fig. 2). Es probable que la combinación con AS haya potenciado la respuesta del MEL. Se ha reportado que la aplicación exógena de AS en precosecha de uvas “Niagara Rosada” induce el incremento en el contenido de serotonina y MEL con efectos benéficos en el incremento de la vida de anaquel (Gomes *et al.*, 2021). De igual manera, la aspersión antes de la cosecha de 1.5 mM con AS demostró ser un medio eficaz para mejorar la calidad y prolongar la vida postcosecha de la uva cv. “Flame Seedless” (Champa *et al.*, 2015). También se logró mantener el contenido de antocianinas y el color de la cáscara de la uva. Por otra parte, Rodríguez-Naranjo *et al.*, (2011), no encontraron MEL en ninguna de las partes analizadas de la uva (pulpa, semilla o cáscara). Sin embargo, en un estudio previo con pruebas ELISA se encontró presente en la cáscara de ocho diferentes variedades de uva (Iriti *et al.*, 2006). De cualquier manera, estando o no presente MEL en la cáscara de la uva, se ha visto que la respuesta a la aplicación exógena de melatonina depende de la concentración aplicada, considerando que podría estar presente endógenamente. A concentraciones bajas (10^{-5} M), MEL retrasa la acumulación de antocianinas, mientras que a concentraciones elevadas (10^{-4} M), se observa un aumento de la acidez (Tijero-Esteve, 2019). En nuestro caso MEL por sí sola no retrasó la acumulación de antocianinas. Más bien, como se mencionó no se tuvieron cambios importantes en su acumulación que pudieran relacionarse con los cambios en el color de la cáscara. Respecto a lo anterior, Peppi *et al.*, (2006), mencionan que las concentraciones de antocianinas entre 0.01 y 0.04 mg.cm^{-2} tuvieron poco efecto sobre la luminosidad y el tono de las bayas, por lo que recomiendan medir el color, no solo las antocianinas, al evaluar la calidad de las uvas de mesa rojas. Estos son valores muy cercanos a los encontrados en nuestro experimento.

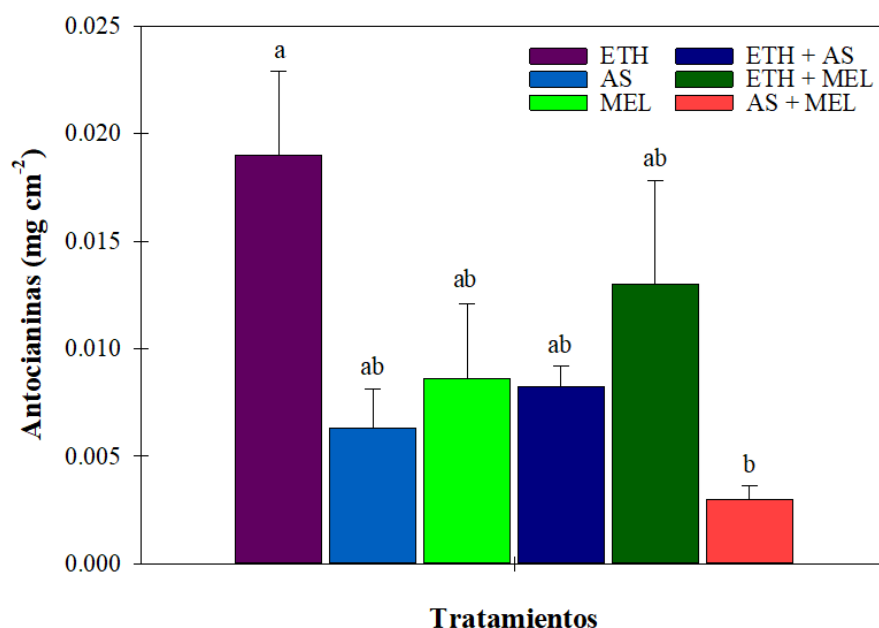


FIGURA 2

Contenido de antocianinas (mg cm⁻²) para uva de mesa “Flame Seedless” por efecto de las aplicaciones exógenas de Ethrel (ETH), ácido salicílico (AS), melatonina (MEL) y sus combinaciones.

Color de las uvas en campo

Lancaster *et al.*, (1997), refiriéndose a las antocianinas mencionó que las relaciones entre las concentraciones de pigmento de una fruta y su color pueden no ser lineales. Esto aplica a lo hallado en nuestro estudio. Resultó interesante ver que las mediciones objetivas, como lo fue el etileno residual, se relacionaron con las observaciones de los frutos en campo (Fig. 3). La fotografía muestra como ETH presentó mayor cantidad de bayas coloridas. Sin embargo, en muchos racimos no se cubrió el color de manera completa en toda la uva, además de observar bayas coloridas de diferente tamaño, aun en las pequeñas. En estas últimas el sabor fue ácido e insípido. Las observaciones de color con el tratamiento con AS, fueron muy semejantes a las de las aplicaciones con ETH. Como se ve en la imagen, con AS se encontró una cobertura del color más completa en la baya, no por zonas como se vio en ETH, incluso el tamaño de la uva se apreció más uniforme. El sabor de la uva con SA fue semejante al probar bayas de los demás tratamientos que tuvieran características parecidas en cuanto el tamaño y color. Excepto en las uvas con tratamiento ETH+MEL y AS+MEL, lo que coincidió con los datos obtenidos en SST. Otro aspecto que pudimos observar en esas combinaciones fue que la baya aparentemente presentó un tamaño mayor y más uniforme en los racimos. Este efecto fue reportado por Liu *et al.*, (2019), al aplicar una dosis de 100 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de MEL en pera variedad Zaosu, donde el tamaño y peso del fruto aumentó en comparación al testigo. Asimismo, las combinaciones de ETH+AS y ETH+MEL, visualmente fueron las que menos alcanzaron a cubrir de color las bayas con respecto a los demás tratamientos. Curiosamente, estas dos combinaciones presentaron mayor contenido de etileno residual que las bayas tratadas individualmente con AS o MEL. En el tratamiento solo con MEL se apreció que los racimos fueron más compactos y con más bayas verdes. Finalmente, las uvas con AS+MEL se vieron con más color rojo que solo MEL.

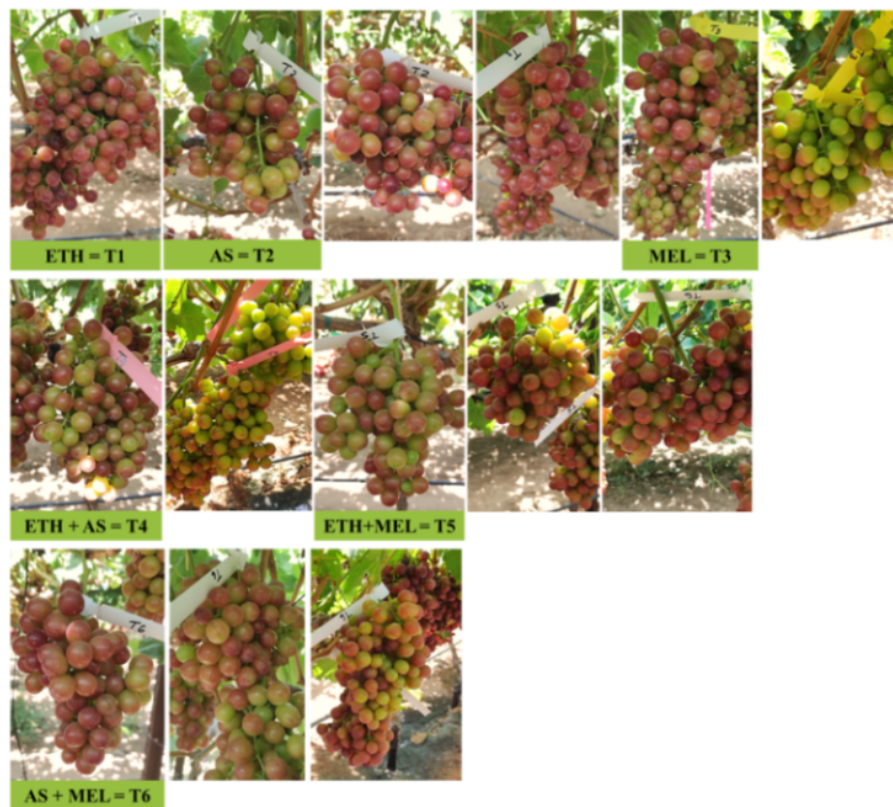


FIGURA 3
Imágenes de los racimos de uva de mesa “Flame Seedless”
en campo, con los tratamientos y justo antes de la cosecha.

Aun con estas observaciones, consideramos que se requería de una fecha más allá de los 14 días para realizar la cosecha y seguir evaluando los efectos de AS y MEL. Lo anterior tiene sustento en observaciones previas, en especial con AS donde el color de la baya se ha cubierto mejor incluso que con Ethrel en varias aplicaciones (Gámez, 2017; Gámez *et al.*, 2020). Por otra parte, la usanza agronómica en los viñedos ha sido la de hacer múltiples aplicaciones de etileno y otros químicos en su afán de alcanzar en menor tiempo la coloración de la uva. Por lo que esta investigación aporta información de importancia comercial en cuanto a la sustitución del Ethrel por compuestos naturales como el AS y MEL, al manifestar efectos semejantes a este sobre la calidad de la uva “Flame Seedless”. Además, de que estos no presentan una residualidad de etileno mayor a 0.2 mg/kg.

CONCLUSIONES

El ácido salicílico puede ser un potencial sustituto de Ethrel al permitir una respuesta semejante sobre las variables de calidad, el contenido de antocianinas y el color en cáscara de la uva de mesa “Flame Seedless”. La aplicación de melatonina y su combinación con ácido salicílico podrían resultar de gran utilidad durante el manejo pre y postcosecha de esta variedad.

BIBLIOGRAFÍA

Aghdam, M. S. y Fard, J. R. 2017. Melatonin treatment attenuates postharvest decay and maintains nutritional quality of strawberry fruits (*Fragaria × ananassa* cv. Selva) by enhancing GABA shunt activity, Food Chemistry, 221:1650-1657.

- Alenazi, M.M., Shafiq, M., Alobeed, R. S., Aldson, A. A., Abbasi, N. A., Ali, I., Mubushar, M. y Javed, I. 2019. Application of abscisic acid at veraison improves red pigmentation and accumulation of dietary antioxidants in red table grapes cv. Red Globe at harvest. *Scientia Horticulturae*. 257:108–672.
- Alrashdi, A. M., Al-Qurashi, A. D., Awad, M. A., Mohamed, S. A. y Al-rashdi A. A. 2017. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of 'El-Bayadi' table grapes at harvest as affected by preharvest salicylic acid and gibberellic acid spray. *Scientia Horticulturae*, 220:243-249.
- Amiri, M.E., Fallahi, E. y Parseh, Ph. 2010. Application of ethephon and ABA at 40% veraison advanced maturity and quality of 'Beidaneh Ghermez' grape. *Acta horticulturae*. 884:371–377.
- Anisimov, V. N., Popovich, I. G., Zabezhinski, M. A., Anisimov, S. V., Vesnushkin, G. M. y Vinogradova, I. A. 2006. Melatonin as antioxidant, geroprotector and anticarcinogen. *Biochim Biophys Acta*. 1757(5-6):573-89.
- Bandurska, H. 2013. Salicylic acid: An update on biosynthesis and action in plant response to water deficit and performance under drought. En: S. Hayat, A. Ahmad y N. M. Alyemeni (Eds.), *Salicylic acid: Plant growth and development*. Dordrecht: Springer Netherlands, Pp. 1-14.
- Blouin, J. y Guimberteau, G. 2012. Maduración y madurez de la uva. Ediciones Mundi-Prensa, España. Pp. 57-66.
- Champa, W.A.H., Gill, M.I.S., Mahajan, B.V.C. y Arora, N. K. 2015. Preharvest salicylic acid treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. "Flame Seedless". *J Food Sci Technol* 52, 3607–3616. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1422-7>.
- Chuanfu, A. y Zhonglin, M. 2011. Salicylic acid and its function in plant immunity F. *Journal of Integrative Plant Biology*, 53(6): 412-428.
- Gámez, E. M. 2017. Inducción del color en uva de mesa cv. "Flame Seedless" (*Vitis vinifera* L.) mediante el uso de ácido acetilsalicílico. Tesis de maestría. CIAD, A.C. Hermosillo, Sonora, México.
- Gámez, E. M., Mercado, R. J. N., García, R. J. M. y Báez, S. R. 2020. Interacción del Ácido Salicílico y el pH en la coloración de uva de mesa "Flame Seedless". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21(1); <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81363356006>.
- Gomes, E. P., Borges, C. V., Monteiro, G. C., Belin, M. F., Minatel, I. O., Pimentel, J. A., Tecchio, M. A. y Lima, G. P. 2021. Preharvest salicylic acid treatments improve phenolic compounds and biogenic amines in 'Niagara Rosada' table grape. *Postharvest Biology and Technology*, 176: 111505.
- Kassem, H. A., Al-Obeed, R. S., y Soliman, S. S. 2011. Improving yield, quality and profitability of "Flame Seedless" grapevine grown under arid environmental by growth regulators preharvest applications. *Middle East Journal of Scientific research*, 8(1), 165-172.
- Khalil H. 2014. Effects of pre-and postharvest salicylic acid application on quality and shelf life of "Flame Seedless" grapes. *Eur. J. Hortic. Sci.*, 79(1): 8-15.
- Lancaster, J.E., C. Lister, P.F. Reay, y C.M. Triggs. 1997. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruits and vegetables. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122:594–598.
- Li, C., Tan, D. X., Liang, D., Chang, C., Jia, D. y Ma, F. 2015. Melatonin mediates the regulation of ABA metabolism, free-radical scavenging, and stomatal behavior in two *Malus* species under drought stress. *Journal of Experimental Botany*. 66, 669-680.
- Liu, J., Yue, R., Si, M., Wu, M., Cong, L., Zhai, R., Yang, C., Wang, Z., Ma, F. y Xu, L. 2019. Effects of exogenous application of melatonin on quality and sugar metabolism in 'Zaosu' pear fruit. *Journal of Plant Growth Regulation*. 38: 1161-1169.
- Lombard, P. J., Viljoen, J. A., Wolf, E. E. H., y Calitz, F. J. 2004. The Effect of Ethephon on the Berry Colour of "Flame Seedless" and Bonheur Table Grapes. *South African Journal of Enology & Viticulture*, 25(1). doi:10.21548/25-1-2131.
- Meng, J.F., Xu, T.F., Song, C.Z., Yu, Y., Hu, F., Zhang, L., Zhang, Z.W. y Xi, Z.M. 2015. Melatonin treatment of pre-veraison grape berries to increase size and synchronicity of berries and modify wine aroma components. *Food Chemistry*. 185, 127-134.
- Mercado, J. N., García, J. M. y Báez, R. 2018. Acetilsalicílico, una alternativa viable para inducir la coloración de uva de mesa roja. *El Jornalero*. Ed. 90. 44-53 pp.

- Neff, M. M. y Chory, J. 1998. Genetic Interactions between Phytochrome A, Phytochrome B, and Cryptochrome 1 during Arabidopsis Development. *Plant Physiology*, 118(1), 27–35.
- Paredes, S. D., Korkmaz, A., Manchester, L. C., Tan, D. X., y Reiter, R. J. 2009. Phyto-melatonin: A review. *Journal of Experimental Botany*, 60, 57–69.
- Peppi M.C. 2004. Color development studies in table grapes. Univ. Calif., Davis, MS Thesis.
- Peppi M. C., Fidelibus, M. W., y Dokoozlian, N. 2006. Absciscic Acid Application Timing and Concentration Affect Firmness, Pigmentation, and Color of “Flame Seedless” Grapes. *HortScience*, 41(6):1440–1445.
- Rodriguez-Naranjo, M. I., Gil-Izquierdo, A., Troncoso A. M., Cantos-Villar, E. y Garcia-Parrilla, M. C. 2011. Melatonin is synthesised by yeast during alcoholic fermentation in wines. *Food Chemistry*, 126:1608–1613.
- Shida, C.S, Castrucci, A.M.L. y Lamy-Freund, M.T. 1994. High melatonin solubility in aqueous medium. *Journal of Pineal Research*. 16, 198-201.
- Tijero-Esteve, V. 2019. Regulación hormonal del crecimiento, maduración y sobremaduración en un modelo de fruto no climatérico: *Prunus avium* L var. Pime Giant. Tesis doctoral. Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales (BEECA) de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona, España.
- Tseng S. H., Chang P. C. y Chou S. S. 2000. A rapid and simple method for the determination of Ethephon residue in agricultural products by GC with headspace sampling. *Journal of Food and Drug Analysis*. 8(3):213-217.
- Vitalini, S., Gardana, C., Zanzotto, A., Simonetti, P., Faoro, F., Fico, G., et al. 2011. The presence of melatonin in grapevine (*Vitis vinifera* L.) berry tissues. *Journal of Pineal Research*, 51:331-337.
- Xu L., Yue Q., Xiang G., Bian F. y Yao Y. 2018. Melatonin promotes ripening of grape berry via increasing the levels of ABA, H₂O₂, and particularly ethylene. *Horticulturae research*. 5:41.