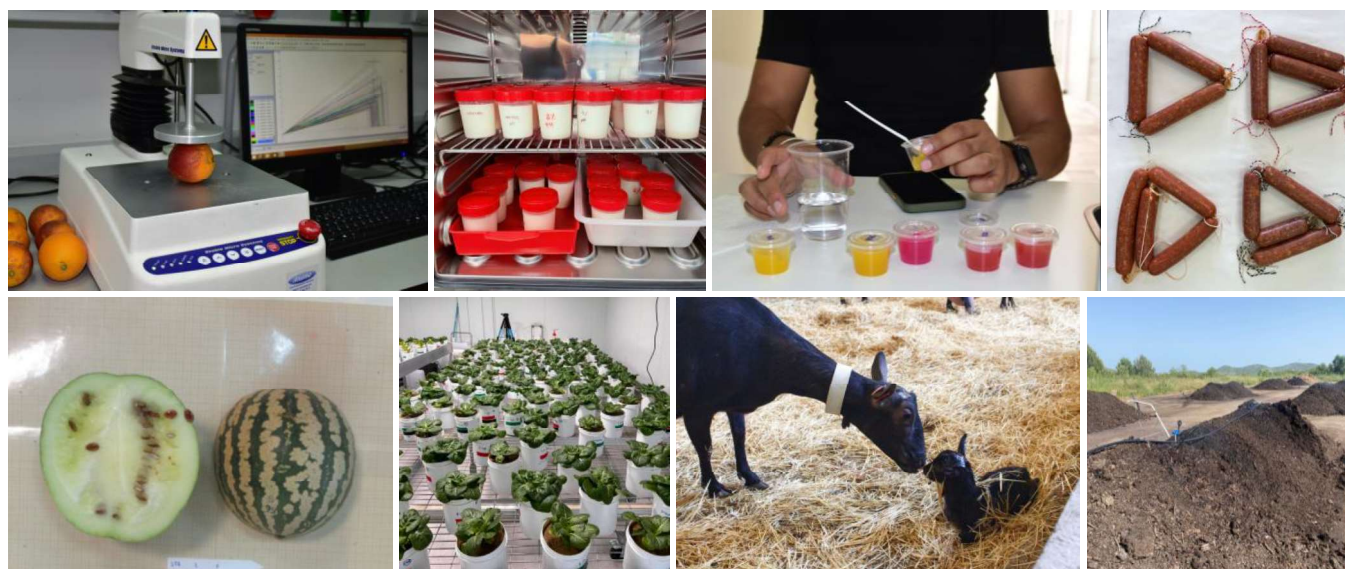


Actas del V Congreso Universitario Internacional en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria–2024



Editores: Dr. Santiago García Martínez y Dra. María Serrano Mula



Actas del V Congreso Universitario Internacional en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria – 2024

Editores:

Dr. Santiago García Martínez y Dra. María Serrano Mula

ISBN:

978-84-09-67196-0

DOI:

10.21134/PUMH.1960

Fecha de edición:

16/12/2024

Editorial:

Limencop, S.L. Alicante (España)

Maquetación:

Servicio de Innovación y Planificación Tecnológica (SIPT)

Índice

<u>Horticultura, Citricultura, Fruticultura, Viticultura y Protección de Cultivos</u>	15
Estudio comparativo de feromonas de agregación del picudo negro de la platanera (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar).	
<i>M. Paris, P. Guirao Moya, S. Perera González, T. Pérez Perdomo y A. Piedra-Buena Díaz.</i>	17
Estudio de los cambios fisiológicos durante el desarrollo de Finger lime (<i>Citrus australasica</i> L.).	27
<i>A. M. Solivella-Poveda, P. J. Zapata y M. J. Giménez.</i>	
Efecto de tratamientos pre-cosecha con sorbitol sobre la calidad y producción de nectarina cv. Garcima.	
<i>A. Guirao, A. Solana-Guilabert, J. M. Valverde, H. M. Díaz-Mula y D. Martínez-Romero.</i>	38
<u>Recursos Fitogenéticos, Mejora, Biotecnología y Producción Vegetal</u>	45
Estudio de la diversidad genética en almendro (<i>Prunus dulcis</i> (Miller) D.A. Webb)	47
<i>F. J. Gómez-López, F. Dicenta y P. J. Martínez.</i>	
Recursos genéticos en auyama (<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne ex Lam.) para apoyar los sistemas de producción sostenibles. Una revisión.	57
<i>J. Ortiz y S. García-Martínez.</i>	
Influencia factores edafológicos en los índices de vegetación y su impacto en la productividad y calidad del aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.)	67
<i>A. Morillo-De los Santos, M. Serrano, D. Martínez-Romero y D. Valero.</i>	
<u>Economía Agraria. Usos del Territorio y Desarrollo Rural. Agricultura Sostenible y Cambio Climático</u>	79
Keynote: Utilización de Python como lenguaje de desarrollo de aplicaciones WEB para la monitorización y almacenamiento de datos de narices electrónicas.	81
<i>Juan J. Pérez-Solano y Antonio Ruiz-Canales</i>	
Valoración económica de la producción de aguacate: análisis de la estructura productiva y socioeconómica, rentabilidad, cadena de valor e impacto ambiental.	82
<i>C. A. Martínez-Mateo y D. B. López-Lluch.</i>	

Evaluación agronómica de nuevos biofertilizantes pelletizados de base orgánica en un cultivo en condiciones controladas de rye-grass (<i>Lolium perenne</i> L.).	184
<i>S. Sánchez Méndez, L. Orden y R. Moral.</i>	
<u>Postcosecha y Procesado de Productos Vegetales</u>	191
Uso de la espectroscopía NIR para determinar el estado de madurez interno de la naranja sanguina.	193
<i>M. V. Pérez, S. Castillo-Gironés, D. Valero, S. Castillo y M. Serrano.</i>	
Efecto de la aplicación precosecha de ácido clorogénico en naranja Navel Late Powell.	204
<i>V. Torres-Vincent y P. Zapata-Coll.</i>	
Efecto del tratamiento precosecha de sorbitol sobre la calidad de <i>Prunus persica</i> (L). Batsch durante su periodo de conservación postcosecha.	214
<i>A. Solana-Guilabert, A. Guirao, H. M. Díaz-Mula, J. M. Valverde y D. Martínez-Romero.</i>	
Efecto de los tratamientos pre-cosecha con ácido cítrico en la calidad postcosecha de los pomelos ‘Star ruby’.	222
<i>J. A. Espinosa, V. Serna-Escolano y P. J. Zapata.</i>	
Factores determinantes de la presencia de cadmio en aguacates (<i>Persea americana</i> L.) en la provincia de Pedernales y en cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en las provincias Duarte (San Francisco de Macorís) y Monte Plata, República Dominicana.	230
<i>C. A. G. Castillo Vicioso, E. Valero Cases, L. V. Peña, D.A. Montes, D. Oca y M. J. Frutos.</i>	
Factores que afectan la calidad post cosecha de la cebolla en la República Dominicana: posibles herramientas para mejorar la calidad.	240
<i>A. Avilés-Quezada, D. Martínez-Romero, M. E. García-Pastor, J. Pastor, H. M. Díaz-Mula y L. Matos-Casado.</i>	
<u>Alimentación Funcional, Calidad Sensorial y Salud</u>	253
Studying the effect of mastication on bolus properties and in vitro starch digestibility of pulse-based pasta.	255
<i>S. Ribes, M. Arnal, L. Salcedo, y P. Talens.</i>	
Digestibilidad proteica y bioaccesibilidad del hierro de harinas de frijol negro hidrolizadas con un extracto de subproductos de la piña.	263
<i>M. Arnal, L. P. Flores-Prado, A. S. Hernández-Cázares, L. Mora y P. Talens.</i>	
Obtención de bacteriocinas de <i>L. plantarum</i> y <i>L. lactis</i> y actividad inhibitoria frente a <i>S. aureus</i> resistente causante de mastitis bovina.	272
<i>F. Aquino De La Cruz, E. Valero-Cases y M. J. Frutos.</i>	

Efecto de tratamientos pre-cosecha con sorbitol sobre la calidad y producción de nectarina cv. Garcima

A. Guirao¹, A. Solana-Guilabert¹, J.M. Valverde¹, H.M. Díaz-Mula¹, D. Martínez-Romero¹

¹ Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO), Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), Ctra. Beniel Km. 3.2, 03312 Orihuela, Alicante, España. e-mail: a.guirao@umh.es

Resumen

Las nectarinas Cv. Garcima (*Prunus persica* (L). Batsch) se caracterizan por la ausencia de vellosidades en su piel a diferencia de otros frutos del género *prunus* como el melocotón. Murcia es la principal región de cultivo en España, produciendo el 27.5 % de nectarinas en 2022. La recolección temprana de estos frutos conlleva una serie de desventajas en la calidad comercial, como menor concentración de azúcares, menor síntesis de pigmentos, color y minerales frente a frutos tardíos. Los polialcoholes juegan un importante papel en la fisiología vegetal, siendo capaces de transportar nutrientes hacia los frutos, que actúan como sumideros de azúcares y otros compuestos. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de aplicaciones foliares de sorbitol al 2 % y 5 % empezadas a aplicar en distintos momentos fenológicos en pre-cosecha y evaluar su efecto sobre la calidad y producción en el momento de la recolección. Se seleccionaron 7 árboles por dosis de sorbitol y estado fenológico de partida. Los estados fenológicos seleccionados se dan 2 semanas después de la floración completa, en el cambio de color del fruto y 2 semanas antes de la recolección, realizando 2 aplicaciones en cada estado fenológico. Para determinar la calidad de las nectarinas se llevan a cabo ensayos físicoquímicos como el color, la tasa respiratoria, tasa de etileno, sólidos solubles totales, acidez total e índice de madurez. Los resultados muestran que los tratamientos con sorbitol adelantan la producción manteniendo o incluso mejorando los parámetros de calidad con valores de sólidos solubles totales y acidez más altos que el grupo control, sin embargo, la aplicación de menor concentración (2 %) fue más adecuada para el mantenimiento de la firmeza frente al tratamiento 5 % de sorbitol y control. Estas diferencias son más pronunciadas cuando los tratamientos comienzan en el estado fenológico más temprano. Por otra parte, no hubo diferencias significativas respecto al color externo e interno de los frutos tratados frente al grupo control. De esta manera se muestra que los tratamientos con sorbitol 2% son efectivos para el mantenimiento de la calidad en el momento de la recolección además de promover una cosecha más temprana y mejor calidad.

Palabras clave: polioles, *Prunus persica* L. nectarina, rendimiento, azúcares, respiración.

Effect of pre-harvest sorbitol treatments on nectarine cv. Garcima quality and production

Abstract

Nectarines Cv. Garcima (*Prunus persica* (L). Batsch) are characterized by the absence of fuzz on their skin unlike other fruits of the *prunus* genre such as the peach. Murcia is the main growing region in Spain, producing 27.5 % of nectarines in 2022. Early harvesting of these fruits entails some disadvantages in commercial quality, such as lower concentration of sugars, lower synthesis of pigments, color and minerals compared to late harvest fruits. Polyols play an important role in plant physiology, being capable of transporting nutrients to the fruits, which act as sinks for sugars and other compounds. The objective of this work is to evaluate the effect of foliar applications of 2 % and 5 % sorbitol started to be applied at different phenological moments before harvest and to evaluate its effect on quality and production at the time of harvest. 7 trees were selected by sorbitol dose and initial phenological state. Phenological stages were 2 weeks after flowering phase, at color change and 2 weeks before commercial harvest date. 2 applications were made in each phenological stage. To determine the quality of nectarines, physicochemical tests are carried out such as color, respiratory rate, ethylene rate, total soluble solids, total acidity and maturity index. The results show that sorbitol treatments advance production while maintaining or even improving quality parameters with higher total soluble solids and acidity values than the control group, however, the application of a lower concentration (2 %) was more suitable for maintenance of

firmness compared to 5 % sorbitol treatment and control. These differences are wider when treatments begin at the earliest phenological stage. On the other hand, there were no significant differences regarding the external and internal color of the treated fruits compared to the control group. Thus, it is shown that treatments with 2 % sorbitol are effective in maintaining quality at the time of harvest in addition to promoting an earlier harvest and better quality.

Keywords: polioles, *Prunus persica* L. nectarina, yield, sugars, respiration.

Introducción

La nectarina (*Prunus persica* (L). Batsch) se trata de un fruto climatérico caracterizado por su sabor dulce, la jugosidad de la pulpa y la ausencia de vellosidades a diferencia de otras frutas del género *prunus*. Además, es un fruto valorado por el consumidor debido al contenido en vitamina C, compuestos fenólicos, carotenoides y otros compuestos bioactivos que han demostrado ser beneficiosos para la salud humana (Gil et al., 2002). En España, los frutos de hueso tienen un gran peso, siendo el principal productor europeo (42 % de la producción) en 2023 con un volumen de 1.74 millones de toneladas, de las cuales aproximadamente el 30 % corresponden a nectarina, incrementando la proporción con respecto al 27.5 % de 2022 (MAPA, 2023).

Es conocido que, desde el momento de la cosecha, los productos vegetales dependen de sus reservas para regular sus funciones fisiológicas hasta el final de su vida útil. Los polioles como el sorbitol son compuestos orgánicos con una estructura molecular similar a los azúcares con varios grupos -OH en su estructura. Tienen un rol fundamental en la fisiología vegetal puesto que actúan como osmo-protectores, crioprotectores y secuestrantes de especies reactivas de oxígeno (Pleyerová et al., 2022), además de haber demostrado tener función de transporte de minerales relativamente inmóviles en las plantas como zinc (Zhang et al., 2013), boro (Will et al., 2011) o calcio (Guirao et al., 2024). Algunas frutas como es el caso del género *prunus* son capaces de acumular sorbitol de forma significativa como reserva. Aunque la aplicación de polioles se ha practicado en otras ocasiones, la variabilidad metabólica de acumulación de sustratos entre especies frutales ocasiona la necesidad de determinar los efectos fisiológicos, así como la cantidad y el momento de aplicación óptimos de sorbitol para la nectarina. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo es determinar el efecto en la producción, así como en la calidad de la fruta en el momento de la cosecha tras aplicar tratamientos de sorbitol a concentraciones del 2 % y del 5 % y a partir de 3 estados fenológicos diferenciados que van desde la floración hasta la maduración comercial.

Materiales y Métodos

Metodología

Los tratamientos se llevaron a cabo en la Región de Murcia, concretamente en la finca Agrícola Don Fernando (Frutas Esther, S.A.) ubicada en el municipio de Molina de Segura. Las nectarinas seleccionadas fueron de la variedad ‘Garcima’. Los tratamientos consistieron en aplicaciones foliares de concentraciones de sorbitol (Barcelonesa de Drogas y Productos Químicos SAU, España) al 2 % y al 5 %. Se utilizó mochila pulverizadora de 15 litros de capacidad y como mojante éter de alcohol poliglicol 20 % p/v (Elogium, Sipcam Iberia SL, España). Los árboles control se pulverizaron únicamente con agua y mojante.

Se seleccionaron 21 árboles dispuestos en fila para cada tratamiento. Los tratamientos se aplicaron en distintos momentos fenológicos del fruto. En el estado 1 (E1) los tratamientos se aplicaron 2 semanas tras la floración en los árboles y se trataron solo 7 árboles a partir de este día hasta el día de la recolección comercial. Los árboles del estado 2 (E2) se comenzaron a aplicar en el viraje de color del fruto de verde a amarillo y rojo, un mes y medio después de la floración hasta la recolección comercial. El estado 3 (E3) se aplicó a los últimos 7 árboles de cada tratamiento y estas aplicaciones fueron desde que los frutos alcanzaron un diámetro comercial igual o superior a 56 mm (3 meses desde la floración), hasta el día de la recolección comercial. Se aplicaron los tratamientos cada 2

semanas, de forma que en cada estado se realizaron 2 aplicaciones, llegando a acumular 6, 4 y 2 tratamientos en E1, E2 y E3, respectivamente.

Tras una semana desde la última aplicación, se seleccionaron frutos comercialmente maduros de cada concentración y en cada estado de aplicación y se trasladaron al laboratorio del Departamento de Tecnología Agroalimentaria de la Universidad Miguel Hernández (Orihuela, Alicante) para realizar las determinaciones y los análisis de calidad de la nectarinas como: el color, tasa de respiración y de etileno, sólidos solubles totales, acidez total e índice de madurez.

Producción

La producción se midió escalonadamente de acuerdo con la recogida comercial de la empresa productora. Solo los frutos con diámetro ≥ 66 mm y sin color verde se recogieron en cada recolección. En total fueron 7 recolecciones en las que se determinaron los kg de fruta de cada tratamiento con las especificaciones mencionadas anteriormente.

Color

Se determinó el color midiendo los parámetros L^* , a^* y b^* en el espacio de color CIELAB con un colorímetro CR200 (Konica Minolta, Japón). Se realizó la media de 3 lecturas de la superficie de cada fruto con una rotación de 120° en cada lectura. Para el color interno, se abrieron los frutos y se midió el color de la pulpa, alrededor del hueso, también rotando el fruto y haciendo la media de 3 lecturas. El tamaño de muestra fue $n = 16$ y los resultados se muestran como ángulo Hue (H^*), croma (C^*) y luminosidad (L^*) $\pm$ ES.

Tasa de respiración y etileno

Los frutos se introdujeron en botes cilíndricos estancos de 3.7 L de capacidad con un septum incorporado para la extracción de muestras. Tras 1 h, se tomaron las muestras de aire con jeringuillas de 1 mL de capacidad. Las muestras fueron inyectadas en un cromatógrafo de gases Shimadzu CG-14B con detector de conductividad térmica y a un cromatógrafo de gas GC 2010 con detector de ionización de llama. Se introdujeron 4 frutos por bote y cada tratamiento se hizo por triplicado. Los resultados se expresan como $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1} \pm \text{ES}$ para la tasa respiratoria y $\text{nmol kg}^{-1} \text{ h}^{-1} \pm \text{ES}$ para la tasa de etileno.

Firmeza

Para el análisis de firmeza se colocaron horizontalmente los frutos y se sometieron a una fuerza de deformación del 5 % con una sonda plana de 10 mm de diámetro acoplada a un analizador de textura TX-XT2i (Stable Microsystems, Godalming, RU). Esta deformación se aplicó de forma paralela a la costura del fruto y en ambas caras de cada fruto. Los resultados se expresan como $\text{N mm}^{-1} \pm \text{ES}$ ($n=16$).

Sólidos solubles totales, acidez total e índice de maduración

Las nectarinas fueron homogeneizadas y con un paño de tela se extrajo el zumo del cual se midieron los sólidos solubles totales (SST), la acidez total (AT) y el índice de madurez (IM). Los zumos se extrajeron de 3 réplicas por tratamiento y cada réplica contenía 4 frutos.

Para la determinación de SST, se utilizó un refractómetro Atago PR-101 (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japón) y para la AT un titulador automático (785 DMP Titrino, Metrohm), empleando una solución de NaOH al 0.1N y hasta llegar a un pH de 8.1. El índice de madurez se calculó mediante la ecuación (1). Los resultados se expresan en $^\circ \text{Brix} \pm \text{ES}$ para los SST y $\text{g eq. ác. málico } 100 \text{ g}^{-1} \pm \text{ES}$ para la AT.

$$\text{IM} = \text{SST } (^\circ \text{Brix}) / \text{AT } (\text{g eq. ác. málico } 100 \text{ g}^{-1}) \quad (1)$$

Análisis estadístico

Se empleó el programa SigmaPlot V. 11 para Windows como software para el análisis de datos. Se sometieron los diferentes tratamientos a la prueba estadística ANOVA de una vía junto a la prueba de Tukey para encontrar diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

En cuanto a la producción, en la Tabla 1 se puede apreciar que el tratamiento control junto a los tratamientos con las dosis bajas de sorbitol (2 %) en cualquier estado tienen la producción más baja, mientras que la producción de los tratamientos al 5 %, especialmente en los estados 2 y 3 son superiores al control en 5.34 % y 3.65 %, respectivamente. A partir del tercer pase, los tratamientos en todos los estados tienen mayor tasa de cosecha que el control, del cual se recolectó la mayoría de los frutos en los últimos dos pases, 37.05 % y 38.98 %, respectivamente. La mayor diferencia de cosecha se da en el pase 5, donde el control ha cosechado el 24.01 % de sus frutos mientras que en el resto de los tratamientos se ha cosechado entre el 29.43 % y el 37.20 %.

El sorbitol podría mejorar el transporte y acumulación de minerales y otros electrolitos en el fruto. Esto repercutía en un incremento del tamaño de los y adelanto de la cosecha. En otros trabajos como el de Conde et al. (2024) la aplicación de polioles estimuló enzimas como el ABA, y las enzimas implicadas en la ruta de los fenilpropanoides, especialmente la PAL. Además, obtuvo incrementos en el contenido de antocianinas, compuestos fenólicos, ácido fértrico, E-resveratrol, E-piceatanol, y más compuestos en el exocarpo de uva, poniendo de manifiesto la capacidad bioestimulante de los tratamientos con polioles.

Tabla 1. Producción (kg árbol⁻¹) en cada pase de recolección para cada estado y dosis de aplicación.

	Estado 1			Estado 2		Estado 3	
	Control	2 %	5 %	2 %	5 %	2 %	5 %
1° Pase	0.102	0.36	0.51	0.35	0.30	0.41	0.13
2° Pase	0.69	0.41	1.06	0.63	0.48	0.75	0.80
3° Pase	0.89	1.28	2.09	1.23	1.26	1.34	1.38
4° Pase	1.69	2.07	2.12	2.41	2.79	2.28	3.36
5° Pase	2.74	3.30	4.85	3.43	3.69	3.69	2.43
6° Pase	9.43	9.53	9.05	11.5	10.4	9.20	10.5
7° Pase	9.91	8.26	5.83	4.33	7.85	5.10	7.74
Total	25.5	25.2	25.5	23.9	26.8	22.8	26.4

El transporte de minerales por parte del sorbitol aplicado, como ocurre en el trabajo de Guirao et al. (2024) también podría promover la maduración temprana de los frutos. En otras frutas como la granada se ha observado aumentos de la producción con la aplicación de otros minerales como el zinc y el boro sin grandes efectos en los parámetros de calidad y contenido en antocianinas (Davarpanah et al., 2016) así como en minerales como el fósforo y potasio, los cuales además de aumentar el rendimiento, también aumentaron la acidez total, el ácido ascórbico, contenido en compuestos fenólicos y contenido en antocianinas (Maity et al., 2022).

Tabla 2. *Firmeza, tasa de respiración, tasa de etileno, sólidos solubles totales, acidez total, índice de madurez y color externo e interno de los tratamientos en el momento de la recolección.*

	Estado 1			Estado 2		Estado 3	
	Control	2 %	5 %	2 %	5 %	2 %	5 %
Firmeza (N mm ⁻¹)	22.2±0.78 a	25.8±1.27 a	22.3±1.02 a	24.6±1.19 a	22.8±1.01 a	21.9±0.86 a	22.7±1.20 a
Tasa respiración (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	39.2±2.85 a	40.5±2.73 a	41.8±0.83 a	36.5±2.74 a	44.0±1.85 a	38.1±2.16 a	38.1±1.20 a
Tasa de etileno (nmol kg ⁻¹)	0.65±0.26 b	0.74±0.58 b	8.11±3.00 a	7.39±4.25 a	0.30±0.09 b	7.79±3.44 a	7.99±0.97 a
SST (° Brix)	9.64±0.06 b	9.83±0.11 b	10.8±0.10 a	9.70±0.08 b	9.98±0.05 b	9.97±0.10 b	9.85±0.06 b
AT (g eq. ác. málico 100 g⁻¹)	1.26±0.01 b	1.31±0.01 a	1.31±0.02 a	1.26±0.01 b	1.32±0.01 a	1.27±0.01 b	1.22±0.01 b
IM	7.64±0.03 b	7.52±0.08 b	8.15±0.07 a	7.69±0.03 b	7.59±0.05 b	7.84±0.07 a	8.09±0.14 a
L* externo	51.6±1.49 a	51.9±1.55 a	50.1±1.48 a	52.0±1.45 a	52.3±1.33 a	51.1±1.46 a	49.1±1.47 a
h* externo	53.5±2.93 a	56.8±3.27 a	52.3±3.07 a	58.5±3.50 a	56.0±2.60 a	54.9±3.44 a	50.1±3.10 a
C* externo	43.1±0.61 a	41.1±0.63 a	41.5±0.56 a	40.6±0.64 a	42.0±0.83 a	42.3±0.52 a	42.6±0.74 a
L* interno	69.2±0.78 a	67.9±0.75 a	69.4±0.44 a	68.5±0.84 a	68.1±0.77 a	66.3±0.86 a	68.7±0.95 a
h* interno	97.9±0.97 a	97.5±0.88 a	95.2±1.00 a	95.9±0.96 a	95.6±0.61 a	94.5±1.17 a	96.2±0.88 a
C* interno	40.7±0.60 a	40.8±0.67 a	41.0±0.52 a	40.7±0.62 a	40.4±0.36 a	38.8±0.59 a	38.8±1.16 a

Respecto a los parámetros de calidad expuestos (Tabla 2), se aprecia que no hay diferencias significativas entre el control y los tratamientos con respecto a la firmeza. En cuanto al color, hay que destacar que no existen diferencias significativas externas o internas.

Tampoco lo hay respecto a la tasa respiratoria. Sí existen diferencias en cuanto a la tasa de etileno, aunque los valores son muy bajos (< 10 nmol kg⁻¹) en cualquier caso. Los frutos, como hemos indicado anteriormente, se cosechan cuando alcanzan la coloración propia de la variedad y un tamaño igual o superior a 66 mm. A pesar de adelantar la cosecha, no se provocan daños o estrés, o factores que activen enzimas hidrolíticos o que activen la producción de etileno auto catalítico y que podrían afectar a la calidad de la fruta.

Sin embargo, en relación con los SST (Tabla 2), todos los tratamientos tuvieron mayor contenido que el tratamiento control, si bien, solo el tratamiento del estado 1 al 5 % de dosis fue significativamente mayor, es decir, los frutos que más dosis y más aplicaciones recibieron. Este fenómeno puede tener su explicación en que el sorbitol puede acelerar el metabolismo de la sacarosa como explican Zhou et al. (2023). La acidez total actúa de la misma manera que los SST, teniendo los valores más altos en el estado más temprano, y sigue siendo significativamente más alto que el control en el estado 2 con la dosis más alta (5 %). Parece que se da una relación entre la producción de ácidos orgánicos y la dosis aplicada junto a una aplicación más temprana. Consecuentemente, el índice de madurez más alto lo expresan los frutos del estado 1 al 5 %. De la misma manera, en otro trabajo las aplicaciones foliares de sorbitol y complejo sorbitol-calcio tuvieron el mismo efecto en el incremento de SST y acidez en uva de mesa ‘Doña María’ (Guirao et al., 2024).

Conclusiones

Los tratamientos con sorbitol han demostrado adelantar la cosecha en todos los casos. Este efecto es destacable en estados de aplicación más tempranos. Además, ha mostrado una dosis-dependencia entre la concentración de sólidos solubles totales y acidez en los frutos con la dosis de sorbitol y la aplicación en los estados fenológicos más tempranos. Por otra parte, no ocasionaron defectos fisiológicos de firmeza y respiración ni tampoco provocaron cambios en el color.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del trabajo de investigación PID2022-137282OB-I00 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

Los autores agradecen a la Generalitat Valenciana, Conselleria de Educación, Universidad y Empleo por las becas de doctorado de Alberto Guirao Carrascosa (CIACIF/2022/270) para realizar estudios de doctorado y al Fondo Social Europeo por la cofinanciación de dichas becas.

Bibliografía

Conde, A., Badim, H., Dinis, L.T., Moutinho-Pereira, J., Ferrier, M., Unlubayir, M., Lanoune, A., Gerós, H., 2024. Stimulation of secondary metabolism in grape berry exocarps by a nature-based strategy of foliar application of polyols. *OENO One* 58, 1. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2024.58.1.7537>.

Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadía, J., Khorasani, R., 2016. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Sci. Hortic* 210, 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.003>.

Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Kader, A.A., 2002. Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. *J. Agric. Food Chem* 50, 17, 4976–4982. <https://doi.org/10.1021/jf020136b>.

Guirao, A., Valverde, J.M., Díaz-Mula, H.M., Valero, D., Serrano, M., Martínez-Romero, D., 2024. Role of Pre-Harvest Sorbitol–Calcium Treatments in Controlling Berry Drop in Bagged Table Grapes of the “Doña María” Variety. *Horticulturae* 10, 7, 698. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10070698>.

Maity, A., Marathe, R.A., Sarkar, A., Basak, B.B., 2022. Phosphorus and potassium supplementing bio-mineral fertilizer augments soil fertility and improves fruit yield and quality of pomegranate. *Sci. Hortic* 303, 111234. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111234>.

MAPA, 2023. Boletín fruta de hueso campaña 2023. https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/frutas-y-hortalizas/Documentos_fruta_hueso_2023.aspx/ (consultado el 08 de septiembre de 2024).

Will, S. Eichert, T. Fernández, V. Römheld, V., 2011. Absorption and mobility of foliar-applied boron in soybean as affected by plant boron status and application as a polyol complex. *Plant Soil* 344, 283–293. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0746-6>.

Zhang, Y. Fu, C. Yan, Y. Cheng, S., 2013. Zinc sulfate and sugar alcohol zinc sprays at critical stages to improve apple fruit quality. *Hort. Tech.* 23, 490–497. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.23.4.490>.

Zhou, H., Su, M., Du, J., Zhang, X., Li, X., Zhang, M., Hu, Y., Huan, C., Ye, Z., 2023. Crucial roles of sorbitol metabolism and energy status in the chilling tolerance of yellow peach. *Plant Physiol. Bioch.* 204, 108092. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108092>.

Efecto del tratamiento precosecha de sorbitol sobre la calidad de *Prunus persica* (L). Batsch durante su periodo de conservación postcosecha

A. Solana-Guilabert¹, A. Guirao¹, H. M. Díaz-Mula¹, J. M. Valverde¹ y D. Martínez-Romero¹

¹ Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO), Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel km. 3.2, 03312, Orihuela, España, e-mail: asolana@umh.es

Resumen

La nectarina, *Prunus persica* (L). Batsch cv ‘Garcima’, es una subespecie de melocotón cultivada y consumida en todo el mundo la cual presenta una piel suave debido a la falta de tricomas y que exhibe sutiles variaciones en cuanto a sabor y tamaño en comparación con el melocotón. La nectarina contiene una gran variedad de compuestos nutricionalmente destacables que promueven la salud, entre los que destacan la fibra dietética, cantidades significativas de vitamina C y β -caroteno y un alto contenido de polifenoles. Entre los parámetros de calidad de los frutos que logran una mayor aceptación por parte de los consumidores se encuentran los sólidos solubles, la acidez y la firmeza, factores de calidad que podrían verse mejorados y preservados a lo largo de la conservación del fruto gracias a la aplicación de sorbitol exógeno durante la precosecha, lo que constituye el objetivo de este estudio. El sorbitol es el principal fotosintato de los árboles frutales de la familia *Rosaceae*, y se trata de una forma reducida de la glucosa. Se ha observado el efecto osmoprotector del sorbitol, el cual mejora la tolerancia al estrés de las plantas, y la estrecha relación entre el contenido de minerales con la presencia y distribución de sorbitol dentro de la planta. Se aplicaron tratamientos en campo mediante pulverización foliar con una solución de sorbitol en una concentración al 2% en tres estados diferentes de crecimiento del fruto, (E1) tras el cuajado del fruto, (E2) en el momento del viraje y (E3) 15 días antes de la recolección, y los frutos tratados y control se almacenaron a 2°C y 95% de humedad relativa durante 30 días. El tratamiento con sorbitol dio lugar a mejoras significativas en parámetros de calidad clave como la pérdida de peso, la firmeza o la tasa de respiración, observándose mejores resultados para los frutos que recibieron el tratamiento en los estados E2 y E3.

Palabras clave: nectarina, polialcoholes, almacenamiento, maduración, fotosintato

Role of pre-harvest sorbitol treatment on the quality of *Prunus persica* (L). Batsch during its post-harvest conservation

Abstract

Nectarine, *Prunus persica* (L). Batsch cv ‘Garcima’, is a subspecies of peach cultivated and consumed throughout the world which has a soft skin due to the lack of trichomes and which exhibits subtle variations in flavor and size compared to peaches. Nectarine contains a wide variety of nutritionally remarkable compounds that promote health, among which dietary fiber, significant amounts of vitamin C and β -carotene, and a high content of polyphenols stand out. Among the quality parameters of the fruits that achieve greater acceptance by consumers are soluble solids, acidity and firmness, quality factors that could be improved and preserved throughout the conservation of the fruit thanks to the application of exogenous sorbitol during preharvest, which constitutes the objective of this study. Sorbitol is the main photosynthate of fruit trees of the *Rosaceae* family, and it's a reduced form of glucose. The osmoprotective effect of sorbitol has been observed, which improves the stress tolerance of plants, and the close relationship between the mineral content and the presence and distribution of sorbitol within the plant. Treatments were applied by foliar spraying with a 2% sorbitol concentration solution in three different states of fruit growth, (E1) after fruit setting, (E2) at the time of color turning and (E3) 15 days before harvesting, and the treated and control fruits were stored at 2°C and 95% relative humidity for 30 days. Sorbitol treatment led to significant improvements in key quality parameters such as weight loss, firmness or respiration rate, with better results observed for fruits that received the treatment in states E2 and E3.

Keywords: nectarine, polyalcohols, storage, ripening, photosynthate

Introducción

La nectarina (*Prunus persica* (L.) Batsch cv. ‘Garcima’), tiene su origen en el mismo árbol que el melocotón, *Prunus persica* L., de la familia de las rosáceas, siendo una subespecie que se cultiva y se consume en todo el mundo (Konopacka et al., 2010), tratándose del tercer cultivo frutal económicamente más importante tras las manzanas y las peras (Weisskopf y Fuller, 2020). La producción mundial supera los 24,2 millones de toneladas, siendo China, Italia, Estado Unidos, España y Grecia los principales productores (USDA, 2023). Se trata de una fruta de hueso típica, compuesta por una semilla en un hueso duro (endocarpio), una pulpa blanda y carnosa que rodea el hueso (mesocarpio), y la superficie recubierta por una piel relativamente fina (epicarpio) (Blattný, 2003; Pande et al., 2017). La mayoría de frutas de hueso de clima templado pertenecen al género *Prunus*, son frutas climatéricas y, debido a su naturaleza altamente perecedera, una gran cantidad de estas se desperdicia.

La nectarina presenta una variedad de componentes nutricionalmente importantes que promueven la salud, entre los que se incluyen la fibra dietética, cantidades significativas de vitamina C y β -carotenos, y altos contenidos de polifenoles y antocianinas, siendo estos últimos los que presentan una mayor contribución a la actividad antioxidante (Gil et al., 2002), y habiendo sido reportada, especialmente en el caso de antocianinas y antocianidinas, su influencia en la inhibición de la carcinogénesis química (Hou, 2003). La reducción de los niveles de enfermedades cardiovasculares también se asocia con el consumo de alimentos vegetales ricos en flavonoides y otros compuestos fenólicos.

Estudios demuestran que el ácido clorogénico es el principal derivado hidroxicinámico de las nectarinas. En cuanto a los flavanoles, destaca la catequina, con cantidades menores de epicatequina, galocatequina y epigallocatequina. Respecto a los pigmentos de antocianina, sólo se encontraron cianidina-3-glucósido y 3-rutinósido. Estos compuestos se encontraron, principalmente, en la piel de las nectarinas. (Tomás-Barberán et al., 2001).

La calidad de los frutos es determinante de cara a su comercialización. En las frutas de hueso de clima templado, entre los criterios de calidad principales destacan su apariencia, color, tamaño, textura, aroma y composición interna (azúcares, fenoles...). El tamaño de la fruta de hueso es muy variable y depende de la temperatura, mientras que la nutrición mineral determina los niveles de fotosintatos, azúcares, ácidos y otros compuestos (Mir et al., 2021). La calidad no se puede mejorar tras la cosecha, pero se puede conservar. La tendencia en la demanda de los consumidores va enfocada a la mayor preservación de la calidad de los frutos durante su conservación.

El sorbitol es un polialcohol que se encarga de una serie de funciones determinantes para la supervivencia de las plantas. Principalmente se produce en los órdenes rosales y lamiales, destacando el género *Prunus* como mayores productores de sorbitol. Es un fotosintato primario que puede formarse de manera reversible a partir de glucosa-6-fosfato, glucosa o fructosa, siendo transportado por el floema y pudiendo almacenarse para su posterior uso. Su papel es importante en plantas expuestas a estreses abióticos y bióticos (Pleyerová et al., 2022).

Los datos sugieren que el sorbitol desempeña un papel importante en la mitigación del estrés abiótico, principalmente a la tolerancia a bajas temperaturas, la sequía y el estrés salino. Además, se conoce que los polialcoholes pueden formar compuestos estables con otros metabolitos, facilitando así su transporte a través del floema. Esto ha sido determinado para minerales, los cuales tienen baja movilidad por el floema (Guirao et al., 2024).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar la influencia del sorbitol al 2%, aplicado en 3 estados fenológicos del fruto diferentes, en los parámetros de calidad de las nectarinas durante su conservación en postcosecha.

Materiales y Métodos

Diseño experimental

El material vegetal utilizado para este proyecto fue la nectarina (*Prunus persica* (L.) Batsch cv. 'Garcima'), recolectadas en su momento de maduración comercial. Se realizaron 6 tratamientos con una solución de sorbitol a una concentración del 2%, aplicando 2 L de la solución a cada árbol mediante un rociador mecánico por pulverización foliar en 3 estados fenológicos del fruto: E1 (tras el cuajado del fruto), E2 (en el momento del viraje) y E3 (15 días antes de la recolección), como se observa en la figura 1. Se seleccionaron 4 filas de árboles y se distribuyeron según se observa en la figura 1, dejando una fila como control tratada con agua, mientras que al resto de filas se les aplicó la solución en el estado fenológico indicado y hasta la recolección, realizando 2 tratamientos por estado.

Una vez recolectados los frutos, se seleccionaron aquellos que no presentaban desórdenes fisiológicos o podredumbres, y se conservaron 45 frutos por tratamiento, dividiéndose en 3 lotes de tres repeticiones de 5 frutos, los cuales correspondían con los análisis determinados para el día 0, M1 y M2. Estos lotes se conservaron a 2°C y, cada 7 días, con un periodo de vida útil de 2 días a 20°C, se realizó un muestreo en el que se llevaron a cabo las determinaciones analíticas que se comentan a continuación. Todos los resultados se indicaron como la media $\pm$ ES de las tres repeticiones de cinco frutos.



Figura 1. Diseño experimental

Pérdida de peso y firmeza

Se registró el peso individual de todas las nectarinas que se conservaron durante el día 0 para poder realizar una comparación los días determinados de muestreo. Las pérdidas de peso acumuladas durante la conservación se han expresado como el porcentaje de pérdida de peso con respecto al anotado el día 0.

Se determinó la firmeza individual de cada nectarina mediante el uso de un analizador de textura TX-XT2i (Stable mycosystems, Godalming, Reino Unido), el cual se programó para aplicar la fuerza necesaria hasta alcanzar una deformación del 5% del diámetro de la nectarina. Los resultados se representaron como la relación existente entre la fuerza aplicada y la distancia recorrida (N mm^{-1}).

Color externo

Se analizó el color externo de los frutos mediante el uso de un colorímetro Minolta (CRC200, Minolta Camera Co., Kanto, Tokio, Japón) y se expresó como Hue ($\arctg b^*/a^*$) según las coordenadas del espacio de color CIELab. Se realizaron medidas en 3 puntos diferentes del perímetro del fruto.

Tasa de respiración

Se depositaron 4 nectarinas de cada repetición en un recipiente cerrado herméticamente con un volumen de 3.7 L durante 1 hora. Transcurrido este tiempo, se recogieron muestras de 1 mL de la atmósfera del interior del recipiente mediante jeringas para posteriormente medir por duplicado la tasa de respiración ($\text{mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ de CO_2) mediante un cromatógrafo de gases Shimadzu CG-14B, que contaba con un detector de conductividad térmica y una columna Chromosorb 102 80/100 de 2 m por 1/8 de pulgada.

Sólidos solubles totales, acidez total e índice de maduración

Finalizados los análisis no destructivos del fruto, se procedió a extraer zumo de las nectarinas mediante un paño de algodón. Se evaluaron por duplicado los sólidos solubles totales (SST) a 20°C mediante un refractómetro digital (Atago PR-101, Atago Co. Ltd., Tokio, Japón), y se indicó por °Brix ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de SST en peso fresco). Por su parte, se determinó la acidez total (AT), también por duplicado, diluyendo 1 mL de zumo a 25 mL de agua destilada, y se tituló a pH 8.1 mediante un titulador automático (785 DMP Titrino, Metrohm) con NaOH 0.1 N. Los resultados se expresaron como $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ equivalentes de ácido málico en peso fresco. El índice de maduración (IM) se derivó como la relación entre SST y AT.

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a un ANOVA de dos vías para evaluar los efectos del tratamiento, las variaciones temporales y sus interacciones en cada experimento. Posteriormente, se empleó la prueba de Tukey para detectar diferencias significativas entre los tratamientos y en diferentes puntos temporales. La significancia estadística se determinó en $p < 0.05$. Los resultados se presentan como medias $\pm$ error estándar (ES) en base a tres réplicas. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando SigmaPlot para Windows versión 11.0.

Resultados y Discusión

De acuerdo con lo ya comentado en el diseño experimental del proyecto, las nectarinas recolectadas en estado de madurez comercial se seleccionaron y se conservaron a 2°C durante 30 días, realizándose un análisis de los parámetros de calidad el día de la recolección y cada 7 días, previo un periodo de vida útil de 2 días a 20°C.

Los resultados obtenidos para los diferentes análisis realizados son los que se indican en la Tabla 1. Dicha tabla permite comparar los resultados en función del tiempo de almacenamiento, del tratamiento aplicado y del estado fenológico del fruto en el que se aplicó dicho tratamiento.

La tendencia por parte del consumidor respecto a productos frescos se dirige hacia la exigencia de mayor calidad de los frutos, así como la conservación de esta calidad durante el mayor tiempo posible. Las nectarinas presentan un alto contenido de agua durante su etapa temprana de postcosecha, y debido a la transpiración y al metabolismo respiratorio, las plantas pierden agua gradualmente, marchitándose y afectando a su apariencia, calidad y sabor (Lan et al., 2024). Por lo tanto, reducir la pérdida de agua durante el almacenamiento y conservación de las nectarinas se presenta como un aspecto crucial para garantizar su calidad.

Las nectarinas conservadas en los lotes se pesaron el día de la recolección y los días de muestreo indicados, permitiendo determinar el porcentaje de peso perdido. Como se pudo observar en el primer muestreo, las diferencias no fueron prácticamente apreciables. Sin embargo, a los 14 días de conservación, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, obteniéndose una mayor pérdida de peso en los frutos control ($8,51 \pm 0,47 \%$), mientras que el tratamiento aplicado a partir de E2 fue el que dio lugar a una menor pérdida de peso ($5,67 \pm 0,3 \%$). Todos los tratamientos presentaron resultados favorables en cuanto a la reducción de la pérdida de peso se refiere.

La firmeza es un factor importante de cara a la calidad y la comercialización de estos frutos. El ablandamiento es un índice de madurez que se produce en los tejidos debido a la actividad de algunas

enzimas que alteran los componentes estructurales de la pared celular, disminuyendo la adherencia de las células. El día de la recolección se pudo observar como los tratamientos aplicados para los estados E1 y E2 presentaron valores de firmeza superiores ($26,58 \pm 1,08 \text{ N mm}^{-1}$ y $24,59 \pm 1,19 \text{ N mm}^{-1}$) a los frutos control ($22,15 \pm 0,78 \text{ N mm}^{-1}$). Durante los 14 días de conservación, se siguieron observando valores superiores de firmeza para los frutos tratados, aunque estos resultados no fueron estadísticamente significativos.

Estudios como el realizado por Kim et al. (2014) analizaron la influencia de tratamientos con sorbitol 0,5 mM y 1 mM, solos o en combinación con ácido salicílico, observando aumentos en la firmeza, entre otros parámetros de calidad, lo que refuerza los resultados obtenidos.

Según la literatura, los frutos del género *Prunus* contienen diferentes tipos de azúcares solubles y polialcoholes, siendo la sacarosa el principal azúcar en la pulpa del melocotón en su madurez, seguido de fructosa, glucosa y sorbitol (Petrucelli et al., 2023). Por su parte, los ácidos orgánicos mayoritarios que podemos encontrar son el málico y el cítrico (Colarić et al., 2004).

Estudios previos sobre la aplicación de tratamientos precosecha basados en sorbitol o en complejos de sorbitol con calcio, han dado lugar a mejoras en el contenido de SST e IM en frutas como el mango (Talang et al., 2016), tomate (Kim et al., 2014) y uva de vino (Ma et al., 2022), teorizándose que podría deberse a la capacidad de los polialcoholes como el sorbitol de facilitar el transporte de nutrientes a los tejidos de las plantas (Guirao et al., 2024), aunque todos estos estudios se realizaron en géneros habitualmente no productores de sorbitol. Sin embargo, prácticamente no se observaron diferencias entre los tratamientos y los controles en este aspecto, alcanzándose el máximo contenido en SST durante el M2 para las nectarinas control ($11,44 \pm 0,15$ °Brix) y E3 ($11,07 \pm 0,1$ °Brix), y observándose un mayor IM para las nectarinas control durante el M2 ($9,59 \pm 0,24$).

De manera similar, los niveles de AT no fueron prácticamente alterados por los tratamientos, observándose los mayores valores de acidez para los controles en el M1 ($1,42 \pm 0,01 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ equivalente de ácido málico), y el menor valor también para los frutos control, pero en este caso durante el M2 ($1,2 \pm 0,02 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ equivalente de ácido málico).

Respecto a la tasa de respiración, un incremento de esta constituye un aumento en el metabolismo de la planta, traduciéndose en un descenso en la vida útil. El día de la recolección no se observaron diferencias significativas en la tasa de respiración de los frutos control y tratados, sin embargo, tras su conservación, se apreció un constante aumento de la tasa de respiración con el tiempo.

A los 7 días de conservación, en el M1, destacó la influencia de los tratamientos en E1 y E2 con valores más bajos de respiración, $38,69 \pm 0,79 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ y $39,1 \pm 0,75 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, respectivamente, en comparación con los observados para los controles ($48,96 \pm 1,85 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$). Por su parte, fueron los frutos tratados hasta E3 los que dieron una menor tasa respiratoria durante el M2 ($48,8 \pm 1,45 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) en comparación con el control ($54,63 \pm 1,5 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$).

Finalmente, se llevó a cabo el análisis del color externo de las nectarinas en diferentes puntos de la piel del fruto. Es un factor interesante debido a que las antocianinas son los principales compuestos de color en muchas frutas rojas, moradas y azules, incluidos melocotones y nectarinas, y desempeñan un papel importante en la determinación de la aceptación de los consumidores.

Analizando el ángulo Hue obtenido, menores grados indican colores más rojos. Los valores más bajos de ángulo Hue que se observaron fueron, en M1, para los frutos E2 ($47,56 \pm 3,34$ °) y E3 ($49,72 \pm 3,87$ °) en comparación con el control ($55,94 \pm 3,05$ °), y de igual manera en M2 siendo E2 ($47,72 \pm 3,08$ °) y E3 ($49,87 \pm 4,53$ °) en comparación con el control ($53 \pm 3,63$ °). Sin embargo, los resultados no fueron estadísticamente significativos, por lo que no podemos asegurar que el incremento en la coloración roja de los frutos se deba a un aumento en las antocianinas y carotenoides y no sea debido al azar.

Tabla 1. *Parámetros de calidad de las nectarinas analizados durante los muestreos programados. Los datos se expresaron como la media $\pm$ ES de 5 muestras para cada réplica y tratamiento. Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos en el mismo día de muestreo, mientras que las letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre muestras del mismo tratamiento en diferentes días de almacenamiento.*

Control			Sor 2%			Control			Sor 2%			Control			Sor 2%		
E1			E2			E3			E1			E2			E3		
D0			M1			M2			M1			M2			M2		
Pérdida peso (%)						2.61±0.2	2.03±0.11	2.13±0.14	3±0.2	8.51±0.47	7.12±0.36	5.67±0.3	6.19±0.2				
Firmeza (N mm ⁻¹)	22.15±0.78	26.58±1.08	24.59±1.19	21.93±0.86	10.81±0.81	12.06±0.48	12.54±0.39	11.93±0.58	6.40±0.39	7.38±0.35	7.68±0.29	8.22±0.39					
Acidez (g 100 g ⁻¹)	1.26±0.00	1.31±0.01	1.26±0.01	1.27±0.01	1.42±0.01	1.37±0.01	1.37±0.01	1.32±0.01	1.20±0.02	1.27±0.03	1.23±0.02	1.24±0.02					
SST (° Brix)	9.64±0.06	9.83±0.11	9.7±0.08	9.97±0.1	10.89±0.11	10.37±0.12	10.11±0.02	10.97±0.07	11.44±0.15	11.2±0.2	10.87±0.11	11.07±0.1					
IM	7.64±0.03	7.52±0.08	7.69±0.03	7.84±0.07	7.59±0.05	7.55±0.12	7.39±0.05	8.28±0.04	9.59±0.24	8.67±0.11	8.85±0.25	9±0.24					
Tasa respiración (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	39.23±2.85	40.51±2.73	36.52±2.74	38.05±2.16	48.96±1.85	38.69±0.79	39.1±0.75	43.32±1.31	54.63±1.5	56.63±1.96	52.89±1.38	48.8±1.45					
Color externo (° Hue)	53.49±2.93	56.78±3.27	57.39±3.42	54.9±3.44	55.94±3.05	51.28±4.25	47.56±3.34	49.72±3.87	53±3.63	54.92±3.37	47.72±3.08	49.87±4.53					

Conclusiones

Este trabajo muestra como los tratamientos en precosecha con sorbitol a una concentración del 2%, y aplicado en diferentes momentos clave de la maduración del fruto (tras el cuajado del fruto, en el momento del viraje, y 15 días antes de la recolección), redujeron las pérdidas de peso y la tasa de respiración, y aumentaron la firmeza de las nectarinas. Estos parámetros de calidad son determinantes ya que cumplen con las exigencias principales de los consumidores, un fruto de mayor calidad en el momento de la compra, y que sea capaz de prolongar esta calidad durante su conservación. El descenso observado en la tasa de respiración conlleva un descenso en la actividad metabólica de los frutos, lo que a su vez da lugar a un aumento en la vida útil de estos. Por su parte, el descenso observado en las pérdidas de peso, además de un aumento en la firmeza de los frutos, supone una mejora en la calidad de las nectarinas, especialmente al tratarse de frutos que tienden a reblandecerse con facilidad. Finalmente, se puede concluir que el momento de aplicación de los tratamientos es un factor importante, observándose los mejores resultados para los frutos tratados a partir de E2 y E3.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del trabajo de investigación PID2022-137282OB-I00 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

Los autores agradecen a la Generalitat Valenciana, Conselleria de Educación, Universidad y Empleo por las becas de doctorado de Alberto Guirao Carrascosa (CIACIF/2022/270) para realizar estudios de doctorado y al Fondo Social Europeo por la cofinanciación de dichas becas.

Bibliografía

- Colarič, M., ŠTAMPAR, F., & Hudina, M. (2004). Contents of sugars and organic acids in the cultivars of peach (*Prunus persica* L.) and nectarine (*Prunus persica* var. *nucipersica* Schneid.). *Acta agriculturae slovenica*, 83(1), 53-61.
- Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., & Kader, A. A. (2002). Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(17), 4976-4982.
- Guirao, A., Valverde, J. M., Díaz-Mula, H. M., Valero, D., Serrano, M., & Martínez-Romero, D. (2024). Role of Pre-Harvest Sorbitol–Calcium Treatments in Controlling Berry Drop in Bagged Table Grapes of the “Doña María” Variety. *Horticulturae*, 10(7), 698.
- Hou, D. X. (2003). Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins. *Current molecular medicine*, 3(2), 149-159.
- Kim, J. T., Kim, Y. H., Choi, J. S., & Lee, I. J. (2014). Effect of sorbitol and salicylic acid on quality and functional food contents of tomato fruit (*Solanum lycopersicum*). *Horticultural Science & Technology*, 32(6), 771-780.
- Konopacka, D., Jesionkowska, K., Kruczyńska, D., Stehr, R., Schoorl, F., Buehler, A., ... & Bonany, J. (2010). Apple and peach consumption habits across European countries. *Appetite*, 55(3), 478-483.
- Lan, Y., Liu, Y., Li, X., & Wu, S. (2024). Fucoidan-based coatings extend the shelf-life of nectarines. *Food Chemistry: X*, 22, 101479.
- Ma, T., Hui, Y., Zhang, L., Su, B., & Wang, R. (2022). Foliar application of chelated sugar alcohol calcium fertilizer for regulating the growth and quality of wine grapes. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 15(3), 153-158.
- Mir, M. M., Iqbal, U., & Mir, S. A. (Eds.). (2021). *Production technology of stone fruits*. Springer Singapore.

Pande, K. K., Dimri, D. C., Rao, V. K., Lal, S., Uniyal, S. P., & Pal, R. S. (2017). Response of different nitrogen regimes through neem coated urea and calcium sprays on bio-chemical attributes and antioxidant activities of peach. *International Journal of Chemical Studies*, 5, 1528-1534.

Petrucelli, R., Bonetti, A., Ciaccheri, L., Ieri, F., Ganino, T., & Faraloni, C. (2023). Evaluation of the fruit quality and phytochemical compounds in peach and nectarine cultivars. *Plants*, 12(8), 1618.

Pleyerová, I., Hamet, J., Konrádová, H., & Lipavská, H. (2022). Versatile roles of sorbitol in higher plants: luxury resource, effective defender or something else?. *Planta*, 256(1), 13.

Talang, H. D., Dutta, P., Mukhim, C., & Patil, S. (2016). Effect of calcium, boron and sorbitol on fruit-set, yield and quality in mango cv. Himsagar. *Journal of Horticultural Sciences*, 11(2), 166-169.

Tomás-Barberán, F. A., Gil, M. I., Cremin, P., Waterhouse, A. L., Hess-Pierce, B., & Kader, A. A. (2001). HPLC– DAD– ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10), 4748-4760.

U.S. Department of Agriculture, 2023. Peaches and Nectarines: Global Growth in Production Slowing While Exports Plateau. <https://fas.usda.gov/data/peaches-and-nectarines-global-growth-production-slowing-while-exports-plateau> (accessed 4 September 2024).

Weisskopf, A., & Fuller, D. Q. (2020). Peach: Origins and development. In *Encyclopedia of global archaeology* (pp. 8459-8461). Cham: Springer International Publishing.