

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

Máster Universitario en Tecnología y Calidad Agroalimentaria



**CAMBIOS EN LOS COMPUESTOS
BIOACTIVOS DURANTE LA
CONSERVACIÓN DE LA GRANADA
“MOLLAR DE ELCHE” A 2 Y 10 °C**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Septiembre – 2020

AUTOR: Irene Pagán Navarro

DIRECTOR/ES: María Serrano Mula y Daniel Valero Garrido



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2019/2020

Director/es del trabajo
María Serrano Mula Daniel Valero Garrido

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

Título del Trabajo
Cambios en los compuestos bioactivos durante la conservación de la granada 'Mollar de Elche' a 2 y 10 °C
Alumno
Irene Pagán Navarro

Orihuela, a 22 de Septiembre de 2020

DANIEL
VALERO
GARRIDO

Firmado digitalmente por DANIEL|VALERO|GARRIDO
Fecha: 2020.09.23 15:53:08 +02'00'

Daniel Valero Garrido

MARIA
SERRAN
O|MULA

Firmado digitalmente por MARIA|SERRANO|MULA
Nombre de reconocimiento (DN): cn=MARIA|SERRANO|MULA, serialNumber=23226058Z, givenName=MARIA, sn=SERRANO MULA, ou=CIUDADANOS, o=ACCV, c=ES
Fecha: 2020.09.24 15:52:02 +02'00'

Firma/s tutores trabajo



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Cambios en los compuestos bioactivos durante la conservación de la granada ‘Mollar de Elche’ a 2 y 10 °C.

Title: Changes in bioactive compounds during the conservation of ‘Mollar de Elche’ pomegranate at 2 and 10 °C.

Modalidad (proyecto/experimental): Experimental

Type (project/research): Research.

Autor/Author: Irene Pagán Navarro

Director/es/Advisor: María Serrano Mula y Daniel Valero Garrido

Convocatoria: Septiembre

Month and year: Septiembre 2020

Número de referencias bibliográficas/number of references: 21

Número de tablas/Number of tables: 0

Número de figuras/Number of figures: 4

Número de fotografías/Number of photographs: 4

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): *Punica granatum*, antioxidantes, antocianinas, fenoles, calidad

Key words (5 words): *Punica granatum*, antioxidants, anthocyanins, phenols, quality



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

RESUMEN:

La granada es un fruto sensible a sufrir daños por frío (CI) cuando se conserva a temperaturas inferiores a los 10 °C, daños que se manifiestan con la aparición de depresiones y puntos marrones en la piel (*pitting*), que deprecian considerablemente su calidad. Sin embargo, se conoce muy poco sobre si este síndrome fisiológico del CI afecta también al contenido en compuestos bioactivos de los arilos. Por tanto, el objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura de conservación en la concentración de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y beneficios para la salud, durante la conservación de la granada 'Mollar de Elche'. Con esta finalidad, las granadas se recolectaron en estado de maduración comercial y se conservaron a dos temperaturas, 2 y 10 °C durante 1, 2 y 3 meses, más un período adicional de 2 días a 20 °C, para simular sus condiciones de comercialización. Los resultados mostraron que el contenido en compuestos antioxidantes, como fenoles y antocianinas, fue más bajo en las granadas conservadas a 2 °C que en las conservadas a 10 °C durante todo el experimento. Además, las granadas conservadas a 2 °C desarrollaron los síntomas visuales de CI, tanto en el exterior como en el interior de la corteza, que fueron más severos al aumentar el tiempo de conservación. Por tanto, se puede concluir que el CI, además de deprecia la calidad visual y otros parámetros organolépticos como la firmeza y el contenido en sólidos solubles y acidez, tiene un efecto importante disminuyendo el contenido en compuestos antioxidantes de este fruto y, por tanto, los beneficios que aporta a la salud de los consumidores.

ABSTRACT:

Pomegranate is a fruit sensitive to chilling injury (CI) when it is preserved at temperatures below 10 °C, damage that manifests itself with the appearance of depressions and brown spots on the skin ("pitting"), which depreciate considerably its quality. However, very little is known about whether this physiological IC syndrome also affects the content of bioactive compounds in aryls. Therefore, the aim of this work was to evaluate the effect of conservation temperature on the concentration of bioactive compounds with antioxidant properties and health benefits, during the conservation of 'Mollar de Elche' pomegranate. For this purpose, pomegranates were collected in commercial maturation state and were stored at two temperatures, 2 and 10 °C for 1, 2 and 3 months, with an additional period of 2 days at 20 °C, to simulate their commercialization conditions. The results showed that the content of antioxidant compounds, such as phenols and anthocyanins, was lower in pomegranates stored at 2 °C than in those stored at 10 °C throughout the experiment. In addition, pomegranates preserved at 2 °C developed the visual symptoms of IC, both on the outside and on the inside of the cortex, which were more severe with increasing shelf life. Therefore, it can be concluded that IC, in addition to depreciating visual quality and other organoleptic parameters such as firmness and content of soluble solids and acidity, has an important effect by decreasing the content of antioxidant compounds in this fruit, and therefore, the benefits that it brings to the health of consumers.



Programa Científico

Fecha	24 de septiembre de 2020
9:00-9:15	Ceremonia de Apertura
9:15-10:00	Conferencia Inaugural: La investigación en la Comunidad Valenciana: ayudas disponibles para recién graduados. Dr. Ángel Carbonell (Universidad Miguel Hernández)
Sesión 1	Recursos Fitogenéticos, Mejora y Biotecnología en Producción Vegetal. Moderador: Dr. Pedro Martínez Gómez (CEBAS-CSIC Murcia).
10:00-10:45	Presentaciones Orales
10:00-10:15 S1-O1	Evaluación y selección de la generación BC4 del programa de mejora de la EPSO-UMH para la introducción del gen ty-5. <i>J.A. Cabrera, J.F. Salinas, P. Carbonell, A. Grau, A. Alonso, S. García-Martínez y J.J. Ruiz</i>
10:15-10:30 S1-O2	Evaluación de líneas de mejora de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) Muchamiel con resistencia genética a virus y menor carga de ligamiento durante el año 2019. <i>M.E. Sánchez, J.A. Cabrera y S. García-Martínez</i>
10:30-10:45 S1-O3	Recuperación de la variedad de cáñamo (<i>Cannabis sativa</i> L.) cultivada tradicionalmente en la Vega Baja del Segura durante el siglo XX. <i>S. García-Martínez, V. Rodríguez, R. Andreu, M. Valdés, A. Grau y J.J. Ruiz</i>
10:45-11:00	Presentación en Póster
S1-P1	Evaluación de nuevos híbridos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) Muchamiel con resistencia genética a virus. <i>J.F. Salinas, J.A. Cabrera, P. Carbonell, A. Grau, A. Alonso, S. García-Martínez y J.J. Ruiz</i>
S1-P2	Caracterización de variedades tradicionales de tomate tipo Muchamiel. <i>A. Soler, J. F. Salinas, A. Alonso y M. Asunción</i>

S1-P3	<p>Caracterización de distintas variedades tradicionales de tomate tipo Pera.</p> <p><i>M. Asunción, J. F. Salinas, A. Alonso, A. Soler</i></p>
11:00-11:15	Pausa Café
Sesión 2	<p>Horticultura, Citricultura, Fruticultura, Viticultura y Protección de Cultivos.</p> <p>Moderador: Dr. Pablo Melgarejo Moreno (Universidad Miguel Hernández).</p>
11:15-12:30	Presentaciones Orales
11:15-11:30 S2-O1	<p>Estudio de cicadélidos (Hemiptera: Cicadellidae) en cultivos herbáceos y leñosos.</p> <p><i>F. Martín-Pérez, M. Cantó-Tejero, J. Nicolás y P. Guirao</i></p>
11:30-11:45 S2-O2	<p>La incorporación de selenio en la solución nutritiva disminuye la toxicidad del cadmio en plantas de pimiento cultivadas en condiciones hidropónicas.</p> <p><i>R. Pérez-Millán, M. Alfosea-Simón, E.A. Zavala-Gonzalez, F. García-Sánchez, S. Simón-Grao</i></p>
11:45-12:00 S2-O3	<p>Respuestas fisiológicas, nutricionales y metabólicas en plantas de tomate a la aplicación foliar de los aminoácidos Aspártico, Glutámico y Alanina.</p> <p><i>M. Alfosea-Simón, S. Simón-Grao, E. A. Zavala-Gonzalez, J.M. Cámara-Zapata, J.J. Martínez-Nicolás, V. Lidón y F. García-Sánchez</i></p>
12:00-12:15 S2-O4	<p>Características morfológicas del limón (<i>Citrus limon</i>) en cultivos ecológico y convencional.</p> <p><i>M. Aguilar-Hernández, F. Hernández, J. Pastor y P. Legua</i></p>
12:15-12:30 S2-O5	<p>Gestión integrada de mosca blanca (<i>Paraleyrodes minei</i>) y mosca algodonosa (<i>Aleurothrixus floccosus</i>) en naranja Navelina.</p> <p><i>J.S. Andrade-Macas y P.J. Zapata</i></p>
12:30-12:40	Presentación en Póster
S2-P1	<p>Influencia de la compacidad del racimo en uva Monastrell sobre la calidad final del vino.</p> <p><i>S. Soriano-Filiu, J. Medina-Santamarina, J. Piernas-Párraga, M.E. García-Pastor, M.J. Giménez, y P. J. Zapata</i></p>
S2-P2	<p>Ácido oxálico como herramienta precosecha para mejorar la calidad de Uva Monastrell para vinificación.</p> <p><i>J. Piernas, M.E. García-Pastor, J. Medina-Santamarina, S. García,</i></p>

	<i>P.J. Zapata</i>
Sesión 3	Agricultura Sostenible. Cambio Climático y Estreses Ambientales. Moderador: Dra. María Jesús Pascual Villalobos (IMIDA Murcia).
12:45-14:15	Presentaciones Orales
12:45-13:00 S3-O1	Estrategias de reducción de agua de riego en producción de aceite de oliva. <i>J. M. García-Garvía, J. Clemente-Villalba, L. Sánchez-Rodríguez y A. A. Carbonell-Barrachina</i>
13:00-13:15 S3-O2	Cómo entienden los consumidores el concepto de sostenibilidad. <i>P. Sánchez-Bravo, E. Sendra, D. López y Á. A. Carbonell-Barrachina</i>
13:15-13:30 S3-O3	Etnobotánica, contribución al Desarrollo Sostenible de una zona rural. Ejemplo de aplicación en Casasimarro (Cuenca) y pueblos de alrededor. <i>J.V. Mondejar Peñaranda y C. Obón de Castro</i>
13:30-13:45 S3-O4	Resultados preliminares de los efectos del uso de hidromulch en escarola (<i>Cichorium endivia</i>). <i>M. Romero-Muñoz, F.M. del Amor, A. Albacete y J. López-Marín</i>
13:45-14:00 S3-O5	Termotolerancia en el cultivo de la coliflor: influencia de la aplicación exógena de arginina en compuestos fenólicos y las poliaminas. <i>J. Collado-González, M.C. Piñero, G. Otálora, J. López-Marín, J. M. Gambín, M. Marín, J. Sáez-Sironi, F.M. del Amor</i>
14:00-14:15 S3-O6	Respuestas fisiológicas y morfológicas al exceso de boro en la solución nutritiva de diferentes variedades de tomate. <i>S. Simón-Grao, F.J. Alfosea-Simón, L. Larrosa-Gilabert, M. Alfosea-Simón, I. Simon, F. García-Sánchez</i>
14:15-14:30	Presentación en Póster
S3-P1	Propuesta metodológica de análisis del carácter sostenible-resiliente de agrosistemas andinos: caso kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en Perú. <i>L. Miranda, I. Marques y J. Huillca-Quispe</i>
S3-P2	Estudio de los impactos ambientales en la zona de influencia del volcán Tungurahua (Ecuador). <i>L. Carrera-Beltrán, V. H. Valverde, I. Gavilanes-Terán, J. Idrovo-Novillo, V. Morales-Cruz, E. Erazo-Macas, C. Paredes y A.A.</i>

	<i>Carbonell-Barrachina</i>
S3-P3	El estrés por alta temperatura modifica el color y la composición mineral de la coliflor (<i>Brassica oleracea</i> L. var. Botrytis) tratada con espermidina. <i>J. Collado-González, M. C. Piñero, G. Otálora, J. López-Marín, R., A. Gálvez, F. M. del Amor.</i>
14:30-16:00	Pausa Comida
Sesión 4	Producción, Bienestar, Genética y Calidad en la Producción Animal. Moderador: Dra. Ana Martí de Olives (Universidad Miguel Hernández).
16:00-16:45	Presentaciones Orales
16:00-16:15 S4-O1	Fenoles totales y capacidad antioxidante de leche de cabra: efecto de la alimentación del ganado con ensilados de brócoli y planta de alcachofa <i>M. Romo, R. Muelas, J.R. Díaz-Sánchez, G. Romero y E. Sendra</i>
16:15-16:30 S4-O2	Uso de subproducto de brócoli y alcachofa ensilados en dietas de caprino lechero: efecto en el suero de quesería. <i>J. Martín Lobo, J.R. Díaz Sánchez, G. Romero, P. Monllor, R. Muelas y E. Sendra</i>
16:30-16:45 S4-O3	Estudio de supervivencia de dos líneas de conejo seleccionadas divergentemente por variabilidad del tamaño de camada al parto. <i>I. Aqea, M.L. García y M.J. Argente</i>
Sesión 5	Instalaciones Industriales y Agrícolas. Moderador: Dr. José Miguel Molina Martínez (Universidad Politécnica de Cartagena).
16:45-17:15	Presentaciones Orales
16:45-17:00 S5-O1	Estudio de variables de influencia en el ensayo de Limitación de Velocidad para Ciclomotor de 2 ruedas (L1/L1e) en condiciones estáticas, de aplicación para Estaciones ITV. <i>M.M. Paricio-Caño y M. Ferrández-Villena</i>
17:00-17:15 S5-O2	<i>Listeria spp.</i> en superficies alimentarias en el ámbito doméstico: presencia y métodos de desinfección. <i>C. Martínez-Giner y E. Sendra</i>
	Presentación en Póster (al final de la sesión 6)
S5-P1	Prototipo de estación meteorológica de bajo coste y mínimo consumo

	<p>con plataforma de gestión de datos en la nube.</p> <p><i>C. Molina-Cabrera, A. Ruiz-Canales, J.M. Molina-Martínez, J.J. Pérez-Solano, J.M. Oates</i></p>
Sesión 6	<p>Gestión del Agua, Nutrición y Energía en Horticultura. Moderador: Dr. José Miguel Molina Martínez (Universidad Politécnica de Cartagena).</p>
17:15-17:45	Presentaciones Orales
17:15-17:30 S6-O1	<p>Caracterización de una cuenca hidrográfica y diseño de las infraestructuras necesarias para aplicar las esorrentías generadas mediante riego subterráneo.</p> <p><i>A. Carrión-Antolí, V. Martínez-Álvarez y J.F. Maestre-Valero</i></p>
17:30-17:45 S6-O2	<p>Plataforma integral para el control de explotaciones agrícolas mediante monitorización de parámetros agronómicos y control de la programación de riego.</p> <p><i>M. Soler-Méndez, L. Ávila-Dávila, D. Parras-Burgos, D. Intrigliolo-Molina y J. M. Molina-Martínez</i></p>
17:45-17:55	Presentación en Póster Sesión 5 y Sesión 6
S6-P1	<p>Estimación de la lluvia efectiva mediante utilización de lisimetría de pesada.</p> <p><i>L. Ávila-Dávila, M. Soler-Méndez, D. Escarabajal-Henarejos y J.M. Molina-Martínez</i></p>
17:55-18:15	Pausa Café
Sesión 7	<p>Usos del Territorio. Valoración de Recursos Agrarios. Desarrollo Rural. Moderador: Dra. María Ángeles Fernández Zamudio (IVIA-Valencia).</p>
18:15-19:30	Presentaciones Orales
18:15-18:30 S7-O1	<p>Estrategias de medios de vida de las explotaciones ganaderas extensivas de las comarcas del Pallars (Cataluña).</p> <p><i>A. Lecegui, A.M. Olaizola, F. López-i-Gelats, B. Vidal y E. Varela</i></p>
18:30-18:45 S7-O2	<p>Caracterización edafológica de los suelos de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche.</p> <p><i>R. Castejón, E. Martínez-Sabater, M. A. Molina y C. Paredes</i></p>
18:45-19:00 S7-O3	<p>Caracterización de la fibra dietética de frambuesa.</p> <p><i>L. Sánchez-Martínez, V. Núñez-Gómez, N. Baenas, R. González-Barrio, F.J. García-Alonso y M.J. Periago</i></p>
19:00-19:15	Población y valor productivo de la quinoa peruana: relación y

S7-04	perspectivas en el acceso al superalimento. <i>J. Huillca-Quispe, B. Segura y L. Miranda</i>
S7-05 19:15-19:30	<i>Diplotaxis eruroides</i> , como nuevo ingrediente culinario. <i>J. Clemente-Villalba, D. Ariza, J. M. García-Garvía, H. Issa-Issa, P. Sánchez-Bravo, L. Lipan, Marina Cano-Lamadrid, Luis Noguera-Artiaga, F. Hernández, Á. A. Carbonell-Barrachina</i>
Sesión 8	Economía Agraria y Gestión de Empresas. Moderador: Dra. María Ángeles Fernández Zamudio (IVIA-Valencia).
19:30-20:00	Presentaciones Orales
19:30-19:45 S8-01	El papel de la tecno-educación de las mujeres en la sostenibilidad Agroalimentaria. <i>H. Kerras, J.L. Sanchez Navarro, E.I. López Becerr y M.D. de-Miguel Gómez</i>
19:45-20:00 S8-02	La gestión sostenible de los agroecosistemas: ¿Qué y quiénes? <i>J. A. Zabala</i>
20:00-20:15 S8-03	Evaluación de medidas de seguridad en el suministro de agua de riego. El caso de la comunidad de regantes de Santaella. <i>V. Martínez García</i>
Fecha	25 de septiembre de 2020
Sesión 9	Gestión y Valorización de Residuos Orgánicos en la Agricultura. Moderador: Dra. Aurelia Pérez Espinosa (Universidad Miguel Hernández).
9:00-10:15	Presentaciones Orales
9:00-9:15 S9-01	Valorización del extrusionado de frambuesa residual: Extracción de compuestos de alto valor añadido y digestión anaerobia <i>A. Trujillo-Reyes, C. Paredes y F.G. Feroso</i>
9:15-9:30 S9-02	Situación del sector agrícola y ganadero en pequeñas poblaciones de la provincia de Chimborazo (Ecuador). El caso de la parroquia de San Andrés. <i>V.H. Valverde, I. Gavilanes-Terán, L. Carrera-Beltrán, S. Buri-Tanguila, K. Salazar-García, A.A. Carbonell-Barrachina y C. Paredes.</i>
9:30-9:45 S9-03	Análisis y evaluación actual del abono tipo bocashi como alternativa ecológica ante los agroquímicos. <i>J. Moneva y C. Paredes</i>

9:45-10:00 S9-O4	Elaboración de abono orgánico con residuos domésticos de alimentos separados en sitio y tratados con microorganismos efectivos EM1®. <i>G.I. Díaz Tolentino y M.J. López</i>
10:00-10:15 S9-O5	Elaboración de cerveza artesana de naranja con subproductos de la industria. <i>N. Sirvent-Pérez, M.J. Giménez, P.J. Zapata</i>
Sesión 10	Procesado e Innovación en Productos de Origen Animal. Moderador: Dr. José Ángel Pérez Álvarez (Universidad Miguel Hernández).
10:15-10:30	Presentaciones Orales
10:15-10:30 S10-O1	Métodos experimentales para inactivación de anisakis en subproductos de pescado. <i>C. Rodríguez, L. Noguera-Artiaga y J. M. Valverde</i>
10:30-10:40	Presentación en Póster
S10-P1	Caracterización química y físico-química de aceites extraídos de diferentes insectos comestibles. <i>C.M. Botella-Martínez, J. Fernández-López, J.A. Pérez-Álvarez y M. Viuda-Martos</i>
S10-P2	Incorporación de fracciones ricas en fibra de quínoa a modelos cárnicos. <i>M.T. Valero Asencio, A. Roldán Verdú, C. Navarro-Rodríguez de Vera, J.A. Pérez-Álvarez, E. Sayas-Barberá</i>
10:40-11:15	Pausa Café
Sesión 11	Postcosecha y procesado de productos vegetales. Moderador: Dr. Daniel Valero Garrido (Universidad Miguel Hernández).
11:15-14:15	Presentaciones Orales
11:15-11:30 S11-O1	Ensalada mezclada (canónigos, escarola y radicchio): popularidad entre los consumidores y evolución de su calidad funcional en refrigeradores domésticos. <i>J.M. Lorente, C. Manzanera, J.M. Valverde, M. Serrano y M.T. Pretel.</i>
11:30-11:45 S11-O2	Componentes de calidad sensorial, caracterización físico-química y funcional de la granada Mollar de Elche (<i>Punica granatum</i> L.). <i>A. Dobón Suárez, M. E. García Pastor, A. M. Codes Alcaraz, S. Castillo García</i>

11:45-12:00 S11-03	<p>La aplicación en campo de jasmonato de metilo incrementa la calidad y reduce la pudrición por <i>Botrytis cinerea</i> en uva de mesa durante su almacenamiento postcosecha.</p> <p><u>M.E. García-Pastor</u>, M. Serrano, D. Valero, F. Guillén y P.J. Zapata</p>
12:00-12:15 S11-04	<p>Los tratamientos con salicilatos estimulan la respuesta sistémica inducida en la uva de mesa 'Crimson' y 'Magenta'</p> <p><u>A. Belda</u>, M.E. García-Pastor, D. Valero y M. Serrano</p>
12:15-12:30 S11-05	<p>Efecto de los tratamientos con melatonina durante el desarrollo de la cereza en el árbol sobre su calidad en post-recolección.</p> <p><u>L. Serrano</u>, A. Carrión-Antolí, J.M. Lorente, M. Serrano y D. Valero</p>
12:30-12:45 S11-06	<p>Cambios en los compuestos bioactivos durante la conservación de la granada 'Mollar de Elche' a 10 y 2 °C.</p> <p><u>I. Pagán-Navarro</u>, J.M. Lorente, D. Valero, M. Serrano</p>
12:45-13:00 S11-07	<p>Influencia de las condiciones agronómicas y climáticas sobre la calidad del limón 'Fino' para su conservación postcosecha.</p> <p><u>S. Pardo-Pina</u>, R. Díaz-Puertas, A. Díaz, V. Serna-Escolano y P.J. Zapata</p>
13:00-13:15 S11-08	<p>Estudio de los cambios fisiológicos durante la maduración de las variedades de limón 'Eureka', 'Fino' y 'Verna'.</p> <p><u>R. Díaz-Puertas</u>, S. Pardo-Pina, A. Díaz, V. Serna-Escolano y P.J. Zapata</p>
13:15-13:30 S11-09	<p>Influencia de la variedad y zona geográfica del cultivo en la calidad del limón para su comercialización.</p> <p><u>A. Díaz</u>, R. Díaz-Puertas, S. Pardo-Pina, V. Serna-Escolano y P.J. Zapata</p>
13:30-13:45 S11-010	<p>Tratamientos pre-cosecha con elicitores para mejorar la producción y la calidad post-cosecha de cereza (<i>Prunus avium</i> L.)</p> <p><u>C. Ruiz-Aracil</u>, J.M. Lorente-Mento, L. Raducán y F. Guillén</p>
13:45-14:00 S11-011	<p>Aplicación de tratamientos post-cosecha para incrementar la calidad y reducir los daños por frío en calabacín (<i>Cucurbita pepo</i> L.).</p> <p><u>J. Medina-Santamarina</u>, M. Serrano, S. Castillo, D. Martínez-Romero y F. Guillén</p>
14:00-14:15 S11-012	<p>Aplicación en precosecha de ácido oxálico para mejorar la calidad de uva durante su almacenamiento en frío.</p> <p><u>E. Contreras-García</u>, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata</p>

14:15-14:35	Presentación en Póster
S11-P1	<p>Evolución de la calidad microbiológica y organoléptica de la ensalada de iv gama “gourmet” (canónigos, escarola y Radicchio) en los refrigeradores domésticos.</p> <p><i>C. Manzanera, J.M. Lorente, J.M. Valverde, M. Serrano y M.T. Pretel.</i></p>
S11-P2	<p>Obtención de gajos de cítricos ecológicos mediante pelado enzimático. Una alternativa sostenible para el consumo de conveniencia.</p> <p><i>M.T. Pretel, J.P. López, M.C. Martínez y M. Serrano</i></p>
S11-P3	<p>Incremento de la vida útil en almacenamiento refrigerado de limón ‘Fino’ por la aplicación precosecha de ácido oxálico.</p> <p><i>V. Serna-Escolano, D. Martínez-Romero, J.M. Valverde, M. Serrano y P.J. Zapata</i></p>
S11-P4	<p>Efecto de diferentes tratamientos de pasteurización sobre la calidad de gajos de clementina ecológica en V gama.</p> <p><i>J.P. López, M.C. Martínez, M. Serrano y M.T. Pretel</i></p>
14:35-16:00	Pausa Comida
Sesión 12	Alimentación Funcional, Calidad Sensorial y Salud. Moderador: Dra. Cristina García Viguera (CEBAS-CSIC, Murcia).
16:00-18:15	Presentaciones Orales
16:00-16:15 S12-O1	<p>Importancia del concepto hidroSOstenible en almendras tostadas en consumidores de diferentes regiones geográficas.</p> <p><i>C. Teruel Andreu, L. Lipan y Á.A. Carbonell-Barrachina</i></p>
16:15-16:30 S12-O2	<p>Desarrollo de un Check-List como herramienta para verificar el autocontrol del sistema de inocuidad en una empresa de distribución alimentaria.</p> <p><i>M.A. Pastor, P. Corraliza y J.M. Valverde</i></p>
16:30-16:45 S12-O3	<p>Desarrollo e implantación de un plan de acción frente al COVID-19 en los supermercados de la empresa Musgrave España SA.</p> <p><i>A. Gelardo, P. Corraliza, L. Noguera-Artiaga y J.M. Valverde</i></p>
16:45-17:00 S12-O4	<p>Aprovechamiento de desechos generados en la industria de la aceituna rellena para la elaboración de nuevos productos alimenticios.</p> <p><i>I. Pagán-Turpin, M.E. Garcia-Pastor, M.J. Giménez y P. J. Zapata</i></p>
17:00-17:15 S12-O5	<p>Modelos de digestión <i>in vitro</i> y su aplicación para evaluar alimentos funcionales: espaguetis enriquecidos con harina de</p>

	caqui. <i>R. Lucas-González, J.A. Pérez-Álvarez, M. Viuda-Martos y J. Fernández-López</i>
17:15-17:45	Pausa Café
17:45-18:00 S12-O6	Efecto del riego deficitario controlado sobre el perfil de compuestos bioactivos de aguacate. <i>M. Rabasco, L. Lipan, A. Nems, H. Issa-Issa, V. H. Durán-Zuazo, I.F. García-Tejero, A. Carbonell-Barrachina</i>
18:00-18:15 S12-O7	Formación de catabolitos colónicos a partir de frambuesa y sus fracciones de fibra dietética. <i>V. Núñez-Gómez, R. González-Barrio, P. Campos-Cava, N. Baenas, L. Sánchez-Martínez, F.J. García-Alonso, M.J. Periago</i>
18:15-18:30	Presentación en Póster
S12-P1	Influencia del tiempo de fermentación y digestión gastrointestinal in vitro en la viabilidad de <i>Lactobacillus plantarum</i> y <i>Bifidobacterium longum</i> en bebidas de quinoa roja. <i>D. Cerdá-Bernad, E. Valero-Cases, M.J. Frutos</i>
S12-P2	Propiedades antioxidantes, caracterización química y perfil de ácidos grasos de dos cultivares de <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. En condiciones homogéneas de cultivo. <i>L. Andreu-Coll, A.A. Carbonell-Barrachina, E. Sendra, D. López-Lluch, A. Amoros, M. S. Almansa, F. Hernández y P. Legua</i>
S12-P3	Crisis sanitarias/alimentarias: efectos en la industria agroalimentaria y cambios de legislación. <i>L. Morero-Sarrión, A. Roldán Verdú, E. Sayas-Barberá, C. Navarro-Rodríguez de Vera</i>
18:30-19:00	Ceremonia de Clausura

Cambios en los compuestos bioactivos durante la conservación de la granada ‘Mollar de Elche’ a 2 y 10 °C

I. Pagán-Navarro¹, J.M. Lorente², D. Valero³ y M. Serrano²

¹ E-mail: irene.pagan@graduado.umh.es

² Dept. Biología Aplicada, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel, km 3,2. 03312, Orihuela, Alicante.

³ Dept. Tecnología Agroalimentaria, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel, km 3,2. 03312, Orihuela, Alicante.

Resumen

La granada es un fruto sensible a sufrir daños por frío (CI) cuando se conserva a temperaturas inferiores a los 10 °C, daños que se manifiestan con la aparición de depresiones y puntos marrones en la piel (*pitting*), que deprecian considerablemente su calidad. Sin embargo, se conoce muy poco sobre si este síndrome fisiológico del CI afecta también al contenido en compuestos bioactivos de los arilos. Por tanto, el objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura de conservación en la concentración de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y beneficios para la salud, durante la conservación de la granada ‘Mollar de Elche’. Con esta finalidad, las granadas se recolectaron en estado de maduración comercial y se conservaron a dos temperaturas, 2 y 10 °C durante 1, 2 y 3 meses, más un período adicional de 2 días a 20 °C, para simular sus condiciones de comercialización. Los resultados mostraron que el contenido en compuestos antioxidantes, como fenoles y antocianinas, fue más bajo en las granadas conservadas a 2 °C que en las conservadas a 10 °C durante todo el experimento. Además, las granadas conservadas a 2 °C desarrollaron los síntomas visuales de CI, tanto en el exterior como en el interior de la corteza, que fueron más severos al aumentar el tiempo de conservación. Por tanto, se puede concluir que el CI, además de depreciar la calidad visual y otros parámetros organolépticos como la firmeza y el contenido en sólidos solubles y acidez, tiene un efecto importante disminuyendo el contenido en compuestos antioxidantes de este fruto y, por tanto, los beneficios que aporta a la salud de los consumidores.

Palabras clave: *Punica granatum*, antioxidantes, antocianinas, fenoles, calidad

Changes in bioactive compounds during the conservation of ‘Mollar de Elche’ pomegranate at 2 and 10 °C

Abstract

Pomegranate is a fruit sensitive to chilling injury (CI) when it is preserved at temperatures below 10 °C, damage that manifests itself with the appearance of depressions and brown spots on the skin (“pitting”), which depreciate considerably its quality. However, very little is known about whether this physiological IC syndrome also affects the content of bioactive compounds in aryls. Therefore, the aim of this work was to evaluate the effect of conservation temperature on the concentration of bioactive compounds with antioxidant properties and health benefits, during the conservation of ‘Mollar de Elche’ pomegranate. For this purpose, pomegranates were collected in commercial maturation state and were stored at two temperatures, 2 and 10 °C for 1, 2 and 3 months, with an additional period of 2 days at 20 °C, to simulate their commercialization conditions. The results showed that the content of antioxidant compounds, such as phenols and anthocyanins, was lower in pomegranates stored at 2 °C than in those stored at 10 °C throughout the experiment. In addition, pomegranates preserved at 2 °C developed the visual symptoms of IC, both on the outside and on the inside of the cortex, which were more severe with increasing shelf life. Therefore, it can be concluded that IC, in addition to depreciating visual quality and other organoleptic parameters such as firmness and content of soluble solids and acidity, has an important effect by decreasing the content of antioxidant compounds in this fruit, and therefore, the benefits that it brings to the health of consumers.

Keywords: *Punica granatum*, antioxidants, anthocyanins, phenols, quality

Introducción

La granada (*Punica granatum L.*) es una especie originaria del área comprendida entre Irán y el Himalaya, en el norte de la India, que se ha cultivado y naturalizado en toda la región del Mediterráneo desde tiempos antiguos (Meerts et al., 2009). El granado, junto con las palmeras, es uno de los árboles frutales más característicos del Campo de Elche. Su fruto es la granada, que desde el punto de vista botánico es una infrutescencia formada por numerosos frutos, denominados arilos, que componen su parte comestible. Los arilos contienen una pequeña semilla en su interior cuya cubierta puede ser más o menos dura, y de ahí la diferencia entre granadas de “piñón” duro y granadas de “piñón” blando. En España, la variedad más popular es la granada “Mollar de Elche”, siendo también la más cultivada. Además, este producto posee una Denominación de Origen Protegida, la DOP “Granada Mollar de Elche/Granada de Elche”. Destaca por su dulzor, baja acidez, su “piñón” blando y su color exterior, que oscila del crema al rojo intenso. Sus características únicas hacen que esté considerada como una de las mejores granadas del mundo y es una de las más valoradas.

Este fruto se ha utilizado ampliamente en medicina popular en muchas civilizaciones. Su uso se remonta a los tiempos bíblicos y las referencias sobre sus cualidades terapéuticas han repercutido a lo largo de los milenios (Longtin, 2003). En los últimos años, muchas publicaciones científicas han informado sobre sus propiedades beneficiosas para la salud, haciendo especial hincapié en su actividad antioxidante y sus efectos beneficiosos contra la aterosclerosis y ciertos tipos de cáncer, entre otras enfermedades degenerativas (Mertens-Talcott et al., 2006; Aviram et al., 2008; Baradaran et al., 2020).

Además de azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas y minerales, en la granada se han identificado más de cien compuestos fenólicos diferentes, entre los que destacan flavonas, flavonoles, antocianos, taninos y punicalaginas, y otros compuestos como alcaloides y esteroides. Todas estas sustancias son típicas del metabolismo secundario de las plantas y tienen la función de protegerlas frente a agresiones y enfermedades externas, pero también aportan color y aroma a los frutos. Su concentración puede variar según la parte del árbol (raíz, corteza, flor, fruto o semillas). El fruto es rico en antocianos, ácidos orgánicos y polifenoles. Gran parte de los beneficios que se le atribuyen se debe a su gran concentración de antioxidantes naturales, siendo los polifenoles uno de los grupos más estudiados en la actualidad. Destacan dos compuestos polifenólicos, las antocianinas y los taninos hidrolizables, que representan el 92% de la actividad antioxidante de la totalidad del fruto (Gil et al., 2000).

La temperatura de refrigeración es uno de los factores más importantes que influyen en la calidad post-cosecha de frutas y verduras almacenadas. Ralentiza el crecimiento microbiano y facilita el control de insectos, parásitos o procesos de modificación relacionados con la maduración. Sin embargo, también puede causar daños por frío. A pesar de que este fruto tiene un periodo extendido de cosecha y la refrigeración es el único método para ampliar su vida útil en fresco hasta 3 meses, ha sido poca la atención que han recibido los estudios sobre la conservación en cámara frigorífica de granada. Si se almacenan durante más de 2 meses a temperaturas inferiores de 5 °C las granadas son frutos susceptibles a sufrir daños por frío o *chilling injury* (Elyatem y Kadar, 1984). Los síntomas más comunes de los daños por frío en este fruto incluyen el pardeamiento de la corteza, tanto por su parte externa como interna, la mayor sensibilidad al ataque microbiano y la decoloración y el pardeamiento interno de los arilos (Rahemi y Mirdehghan, 2004). Estos daños se manifiestan cuando las granadas pasan del almacenamiento en frío a temperatura ambiente y deprecian considerablemente su calidad. Con el fin de limitar la incidencia de los daños por frío y ampliar la capacidad de almacenamiento y comercialización de granadas se han realizado estudios con poliaminas (Mirdehghan et al., 2007a), tratamientos térmicos antes del almacenamiento en frío (Mirdehghan et al., 2007b), ácido salicílico (Sayyari et al., 2009), ácido oxálico (Sayyari et al., 2010) o tratamientos con metil jasmonato y salicilato de metilo (Sayyari et al., 2011), obteniendo buenos resultados. No obstante, se conoce muy poco sobre si este síndrome fisiológico afecta también al contenido en compuestos bioactivos de los arilos. Por tanto, el objetivo principal de este trabajo fue evaluar si temperaturas de conservación que producen daños por frío afectan también a la evolución de la concentración de compuestos bioactivos (fenoles y antocianinas) durante la conservación de la granada ‘Mollar de Elche’ y, por tanto, a sus propiedades antioxidantes y beneficios para la salud.

Material y Métodos

Material vegetal y diseño experimental

Se recolectaron granadas (*Punica granatum* L. cv. Mollar de Elche) de un huerto comercial de Elche (Alicante) en estado de maduración comercial y se transportaron inmediatamente al laboratorio. Allí se descartaron las granadas con defectos (quemaduras solares, grietas, magulladuras y cortes en la cáscara) y, a continuación, se seleccionaron 105 frutos homogéneos (peso promedio 400 g), de los cuales se utilizaron tres repeticiones de 5 frutos para determinar las características en la cosecha. Los 90 frutos restantes se dividieron, al azar, en 18 lotes de 5 frutos, de los cuales 9 lotes se pusieron en una cámara a 2 °C y otros 9 lotes en una cámara de 10 °C. Después del período de conservación, las granadas estuvieron a 20 °C durante 2 días con el fin de simular sus condiciones de comercialización. Finalmente, se llevaron a cabo 3 muestreos M1, M2 y M3 a los 30, 60 y 90 días de almacenamiento, respectivamente, en los cuales se realizaron las determinaciones analíticas que se indican a continuación.

Determinaciones analíticas

Los pesos de las granadas individuales se registraron el día de la cosecha y en las fechas de muestreo. Las pérdidas de peso acumuladas se expresaron como porcentaje de pérdida de peso con respecto al peso del día de la recolección y los datos son la media \pm ES de tres repeticiones de 5 frutos.

La firmeza se midió individualmente en cada uno de los 5 frutos de cada repetición, utilizando un analizador de textura TX-XT2i (Stable Microsystems, Godalming, Reino Unido), que aplicó una fuerza para lograr una deformación del 5% del diámetro del fruto. Los resultados se expresaron como la relación entre la fuerza aplicada y la distancia recorrida (N mm^{-1}) y son la media \pm ES.

Después de estas determinaciones las 5 granadas de cada repetición se pelaron manualmente y sus arilos se mezclaron, al igual que las cortezas, para obtener una muestra homogénea de arilos o cortezas de cada repetición. Una muestra de unos 100 g de arilos se exprimió usando una tela doble de algodón y en el zumo extraído se midieron los sólidos solubles totales (SST) por duplicado utilizando un refractómetro digital (Atago PR-101, Atago Co. Ltd., Tokio, Japón) a 20 °C. Los resultados se expresaron como $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ en peso fresco y son la media \pm ES.

La acidez total (AT) se midió por duplicado en el mismo zumo, utilizando 1 mL de zumo diluido en 25 mL de H_2O destilada, el cual se valoró con NaOH 0.1 N hasta pH 8,1 en un valorador automático (785 DMP Titrino, Metrohm) y los resultados se expresaron como g equivalentes de ácido málico 100 g^{-1} en peso fresco y son la media \pm ES.

La tasa de fuga de electrolitos se determinó por duplicado en cada muestra. Para cada medida se utilizaron 16 discos (10 mm de diámetro) de la corteza de las granadas, que se cortaron con un sacabocados (3 discos de cada una de las cortezas de cada granada). Estos discos se incubaron durante 3 h en una disolución de manitol 0.4 M. Después de las 3 h de incubación se midió la conductividad en un conductímetro Crison (Metrohm 664). Tras tomar las lecturas, los viales se pusieron en autoclave a 121 °C durante 20 min y se midió de nuevo la conductividad a las 24 h. La tasa de fuga de electrolitos se expresó como un porcentaje de la conductividad inicial con respecto de la final: $(\text{inicial} \times 100) / \text{final}$ y los resultados son la media \pm ES.

Cuantificación de fenoles totales y antocianinas totales

Para extraer los compuestos fenólicos, se homogeneizaron 5 g de arilos con 15 mL de agua:metanol (2:8, v/v) que contenía NaF 2 mM utilizando un homogeneizador (Ultraturrax, T18 basic, IKA, Berlín, Alemania) durante 1 min. Los extractos se agitaron durante 1 h y a continuación se centrifugaron a 10.000 g durante 15 min a 4 °C. El sobrenadante se utilizó para cuantificar los fenoles totales (por duplicado en cada extracto) mediante el uso del reactivo de Folin-Ciocalteu como se describió previamente por Sayyari et al. (2011). Los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (GAE) 100 g^{-1} y son la media \pm ES de tres repeticiones.

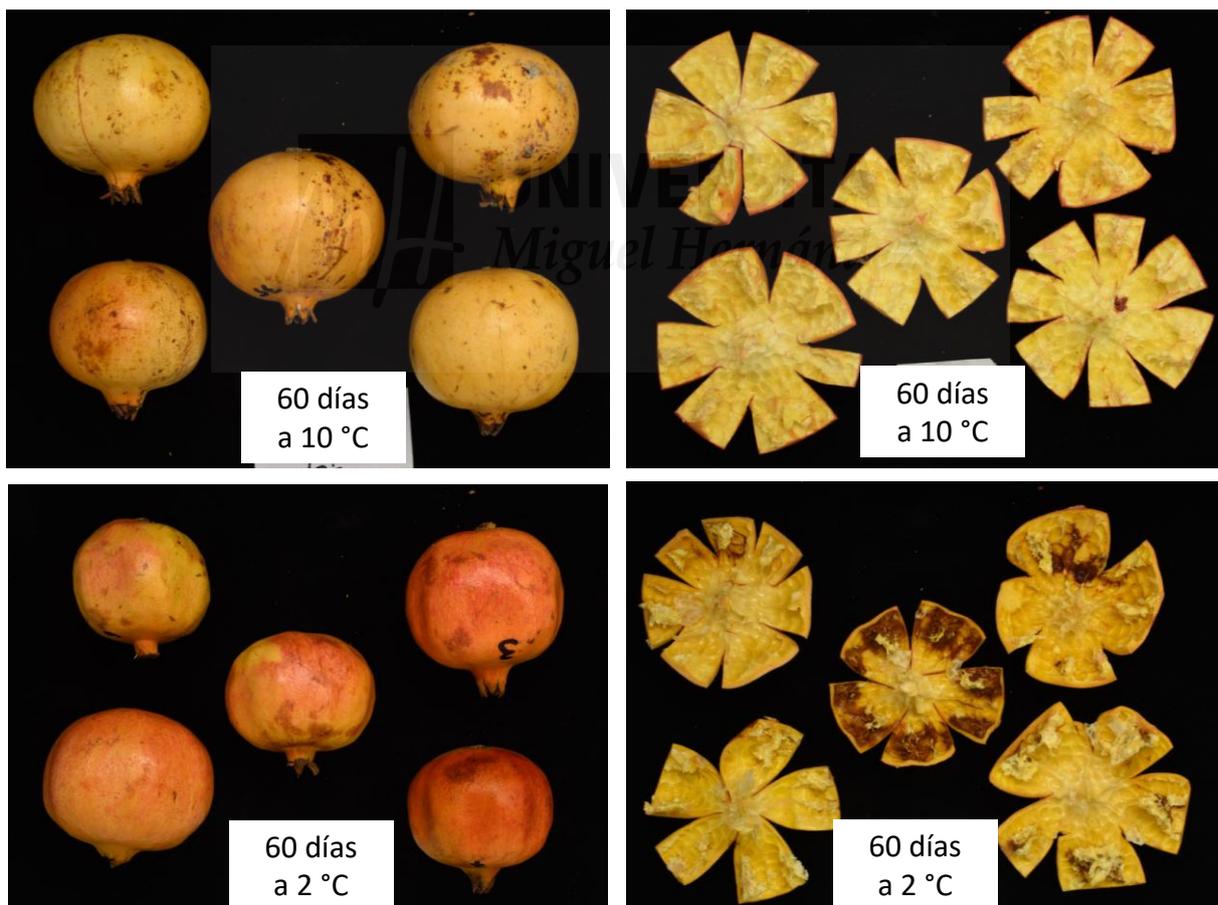
Para la extracción de antocianinas, se homogeneizaron 5 g de arilos como se indicó anteriormente en 15 mL de metanol:ácido fórmico:agua (79:1:20, v/v/v) y luego se centrifugaron a 10.000 g durante 10 min a 4 ° C. Se midió la absorbancia a 520 nm en el sobrenadante (por duplicado para cada muestra) y el contenido total de antocianinas se expresó como mg 100 g⁻¹ en equivalentes de cianidina 3-O-glucósido (Cyn 3-gluc, coeficiente de absorción molar de 23,900 L cm⁻¹ mol⁻¹ y peso molecular de 449,2 g mol⁻¹) y es la media ± ES de tres repeticiones.

Análisis estadístico

Se realizó un Análisis de varianza (ANOVA) con el software SPSS, versión 17.0 para Windows (SPSS, Chicago, IL, EE. UU.), siendo las fuentes de variación el tiempo de almacenamiento y los tratamientos. Se utilizó la prueba t de Student para comprobar si los datos de los frutos almacenados a las dos temperaturas cada día de muestreo son diferentes a p <0,05.

Resultados y Discusión

Como cabía esperar, los daños por frío o *chilling injury* (CI) aumentaron durante el almacenamiento a 2 °C manifestándose como depresiones en la corteza y manchas marrones, que afectaban tanto al exterior como al interior de la corteza, síntomas que fueron más severos al aumentar el tiempo de conservación. Sin embargo, ninguno de estos síntomas de CI se observó en las granadas conservadas a 10 °C, incluso después de 3 meses de almacenamiento (Fotografías 1-4).



Fotografías 1-4: Aspecto externo e interno de la corteza de las granadas después de 60 días de conservación a 10 o 2 °C.

Uno de los principales problemas asociados con la granada es la pérdida excesiva de peso, lo cual puede resultar en el endurecimiento de la corteza y el pardeamiento de la corteza y los arilos (Caleb, Opara y Witthuhn, 2012). En el presente estudio, las pérdidas de peso alcanzaron niveles de hasta el $16.10 \pm 0.65\%$ a los 90 días de conservación para las granadas a 2°C , el doble que para las granadas a 10°C ($7.23 \pm 0.51\%$) en el mismo período de tiempo (Fig. 1). Por tanto, se confirma la pérdida de calidad de los frutos debido a las bajas temperaturas. En otros frutos sensibles a sufrir daños por frío, como el melón Piel de Sapo de la variedad “Sancho”, la pérdida de peso es superior cuando la conservación se realiza a 2°C que cuando es a 8°C , lo que podría explicarse por el deterioro de la corteza como consecuencia del CI (Valdenegro, 2006).

Respecto a la fuga de electrolitos en la corteza, también hubo diferencias significativas entre las granadas conservadas a las dos temperaturas de estudio. Mientras que en los frutos conservados a 10°C los niveles de electrolitos se mantuvieron relativamente constantes a lo largo de todo el experimento ($40.5 - 42.9 \pm 0.50 - 1.57\%$), en las granadas conservadas a 2°C la fuga electrolítica fue más pronunciada, llegando a alcanzar valores de hasta $65.97 \pm 2.57\%$ (Fig. 1). Estos resultados concuerdan con los observados en cítricos sometidos a daños por frío, donde también se observó un aumento en la fuga de electrolitos (Martínez-Téllez y Lafuente, 1993; Vázquez, Martínez-Jávega y Monterde, 1998).

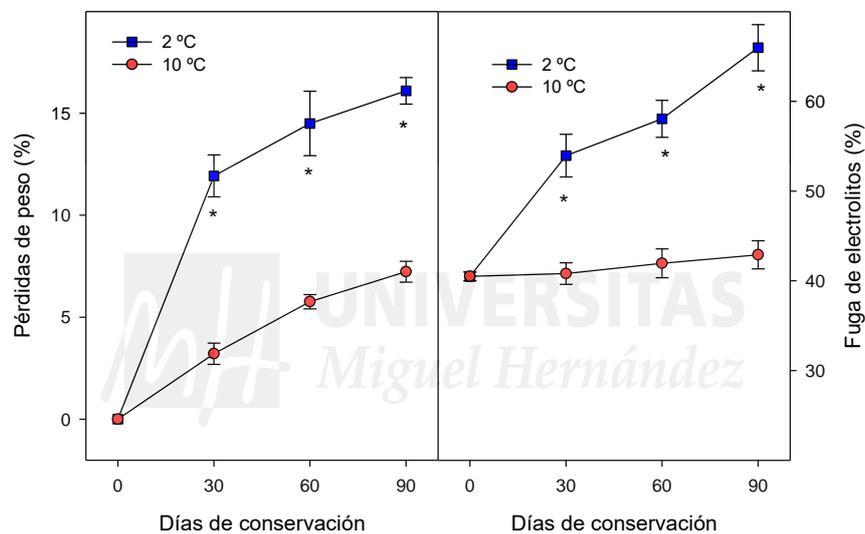


Fig. 1. Pérdidas de peso (%) y fuga de electrolitos (%) en las granadas y sus cortezas, respectivamente, durante su conservación a 2 y 10°C . Los datos son la media \pm ES de las determinaciones realizadas en tres repeticiones de 5 frutos. Los asteriscos muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre temperaturas para cada día de muestreo.

El almacenamiento post-cosecha de la granada conlleva la pérdida de la integridad de la pared celular del fruto ya que las sustancias pécticas se descomponen, lo que conduce a un aumento de la pectina soluble y una disminución de la firmeza (Huber, 1983). Durante la conservación en frío de las granadas, la pérdida de firmeza se produjo rápidamente dentro de los primeros 30 días, presentando niveles significativamente menores aquellos frutos conservados a 2°C ($15.03 \pm 0.54 \text{ N mm}^{-1}$) en comparación con los almacenados a 10°C ($22.83 \pm 0.88 \text{ N mm}^{-1}$) (Fig. 2). En los días posteriores, la tasa de ablandamiento fue menos pronunciada, pero las diferencias entre granadas conservadas a ambas temperaturas siguieron siendo significativas. Estos aumentos en la pérdida de firmeza muestran la evolución normal del proceso de maduración post-cosecha de la granada 'Mollar de Elche' y otros cultivares de granada (Sayyari et al., 2011; García-Pastor et al., 2020), que se vió adelantado por la conservación a 2°C . Por tanto, la pérdida de firmeza parece presentar una correlación con la incidencia del CI.

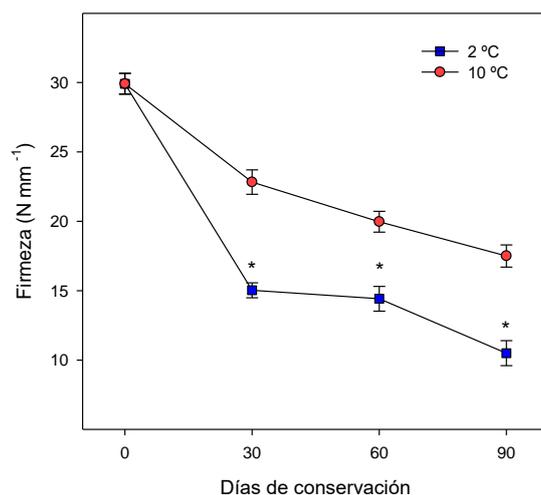


Fig. 2. Firmeza (N mm⁻¹) de las granadas durante su conservación a 2 y 10 °C. Los datos son la media ± ES de las determinaciones realizadas en tres repeticiones de 5 frutos. Los asteriscos muestran diferencias significativas (P<0.05) entre temperaturas para cada día de muestreo.

Los fenoles y las antocianinas de las granadas son compuestos lábiles que durante su almacenamiento pueden sufrir numerosas reacciones de degradación. Se observa como la concentración total de estas sustancias se incrementa a medida que transcurre el tiempo de conservación, sin embargo, durante todo el experimento los niveles son más bajos cuanto menor es la temperatura (Fig. 3). La concentración de antocianinas crece moderadamente durante todo el estudio, no obstante, los niveles alcanzados son siempre significativamente menores a la temperatura de 2 °C. Por su parte, la concentración total de fenoles aumenta de igual manera en los primeros 30 días de conservación a ambas temperaturas. Sin embargo, se observa que a partir de este primer mes los niveles de estos compuestos decaen en los arilos almacenados a 2 °C (Fig. 3), lo cual debe estar relacionado con el síndrome fisiológico del CI que sufre el fruto, para después volver a incrementarse hasta concentraciones de $71.48 \pm 4.67 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ a los 90 días (significativamente más bajas que en los arilos almacenados a 10 °C, donde las concentraciones alcanzadas a los 90 días son de $85.24 \pm 3.51 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). En algunas investigaciones (Pérez-Tello et al., 2001) han atribuido el incremento de la concentración de compuestos fenólicos en frutos sensibles a sufrir CI cuando son almacenados a bajas temperaturas a un aumento en la actividad PAL (fenilalanina amonio liasa), que es la primera enzima de la ruta de síntesis de compuestos fenólicos, como consecuencia del daño. Otros autores parecen indicar que el aumento de la actividad de esta enzima es un mecanismo de defensa frente al CI (Lafuente et al., 2001).

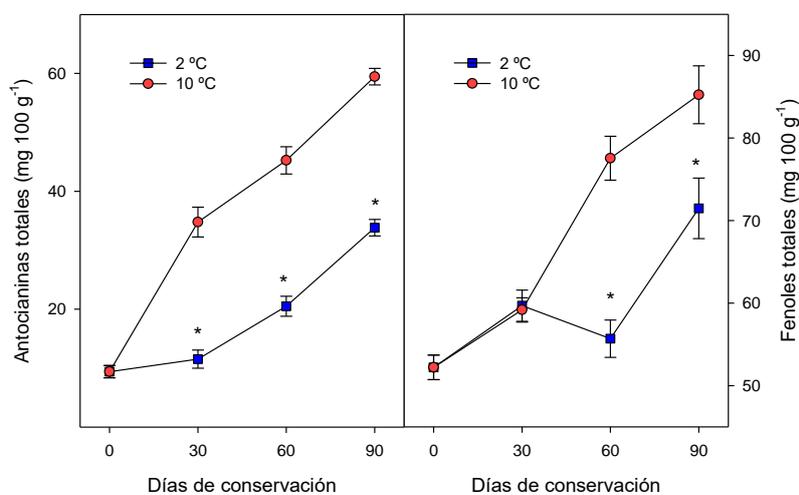


Fig. 3. Concentración total de antocianinas y fenoles (mg 100 g⁻¹) en arilos de granada durante su conservación a 2 y 10 °C. Los datos son la media ± ES de las determinaciones realizadas por duplicado en tres repeticiones distintas. Los asteriscos muestran diferencias significativas (P<0.05) entre temperaturas para cada día de muestreo.

Otros parámetros de calidad de la granada son los SST y la AT. El SST a la cosecha fue de $15.28 \pm 0.15 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ y se mantuvo constante durante todo el almacenamiento tanto a 2 como a 10 °C (Fig. 4). Por el contrario, los valores de AT en cosecha se redujeron a lo largo de la conservación a 10 °C, sin diferencias significativas entre ambas temperaturas hasta los 90 días de almacenamiento (Fig. 4). Estos cambios podrían ser el resultado del proceso de maduración normal que ocurre en estos frutos no climatéricos (Mirdehghan et al., 2007a; Sayyari et al., 2009). Por tanto, tanto los SST como la AT son atributos de calidad que se ven poco afectados por la temperatura de conservación.

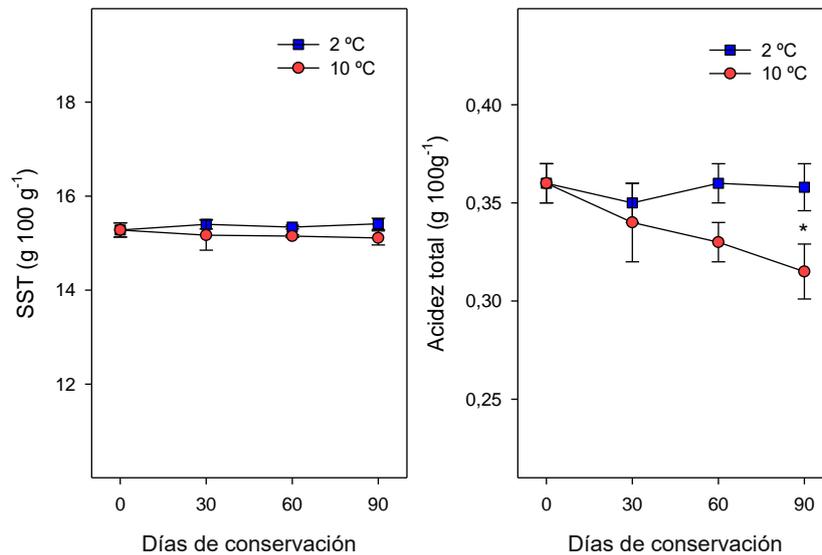


Fig. 4. SST y AT ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) en zumo de granada durante su conservación a 2 y 10 °C. Los datos son la media \pm ES de las determinaciones realizadas por duplicado en tres repeticiones distintas. Los asteriscos muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre temperaturas para cada día de muestreo.

Conclusiones

La temperatura de refrigeración es uno de los factores más importantes que influyen en la calidad post-cosecha de las frutas y verduras almacenadas y la refrigeración es el único método para ampliar la vida útil en fresco de las granadas hasta 3 meses. Sin embargo, si estos frutos se almacenan durante mucho tiempo a temperaturas inferiores a 10 °C pueden sufrir daños por frío. Con esta investigación, se concluye que los daños por frío, además de depreciar la calidad visual y otros parámetros organolépticos como la firmeza y el contenido en sólidos solubles y acidez, tienen un efecto importante disminuyendo el contenido en compuestos antioxidantes de este fruto y, como consecuencia, los beneficios que aporta a la salud de los consumidores. Por tanto, la conservación en frío para la granada no podrá ser tan baja como en otros frutos, con la desventaja de que el metabolismo del fruto no se puede ralentizar y los procesos de sobremaduración y senescencia se producen antes.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el Grupo de Post-recolección de Frutos y Hortalizas de la Universidad Miguel Hernández, en el marco del proyecto RTI2018-099664-B-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y con fondos FEDER.

Bibliografía

Aviram, M., Volkova, N., Coleman, R., Dreher, M., Reddy, M.K., Ferreira, D., Rosenblat, M. 2008. Pomegranate phenolics from the peels, arils, and flowers are antiatherogenic: studies *in vivo* in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient (E^0) mice and *in vitro* in cultured macrophages and lipoproteins. J. Agric. Food Chem. 56, 1148–1157. <https://doi.org/10.1021/jf071811q>

- Baradaran Rahimi, V., Ghadiri, M., Ramezani, M., Askari, V.R. 2020. Antiinflammatory and anti-cancer activities of pomegranate and its constituent, ellagic acid: Evidence from cellular, animal, and clinical studies. *Phytother. Res.* 34(4), 1 685-720. <https://doi.org/10.1002/ptr.6565>
- Caleb, O.J., Opara, U.L. Witthuhn, C.R. 2012. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils. *Food Bioprocess Tech.* 5, 15-30. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0525-7>
- Elyatem, S.M., Kadar, A.A. 1984. Postharvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. *Scientia Hort.* 24, 287-298. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(84\)90113-4](https://doi.org/10.1016/0304-4238(84)90113-4)
- García-Pastor, M.E., Serrano, M., Guillén, F., Giménez, M.J., Martínez-Romero, D., Valero, D., Zapata, P.J. 2020. Preharvest application of methyl jasmonate increases crop yield, fruit quality and bioactive compounds in pomegranate ‘Mollar de Elche’ at harvest and during postharvest storage. *J. Sci. Food Agric.* 100, 145-153. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10007>
- Gil, M., Tomás-Barberán, I., Hess-Pierce, F., Holcroft, B., D.M., Kader, A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.* 48(10), 4581-4589. <https://doi.org/10.1021/jf000404a>
- Huber, D.J. 1983. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Hort. Rev.* 5, 169-219. <https://doi.org/10.1002/9781118060728.ch4>
- Lafuente, M.T., Zacarias, L., Martínez-Tellez, M.A., Sánchez-Ballesta, M.T., Dupille, E. 2001. Phenylalanine ammonia-lyase as related to ethylene in the development of chilling symptoms during cold storage of citrus fruits. *J. Agric. Food Chem.* 49, 6020-6025. <https://doi.org/10.1021/jf010790b>
- Longtin, R. 2003. The pomegranate: nature’s power fruit? *J. Natl. Cancer Inst.* 95, 346-8. <https://doi.org/10.1093/jnci/95.5.346>
- Martínez-Téllez, M.A., Lafuente, M.T. 1993. Chilling-induced changes in phenylalanine ammonia-lyase, peroxidase, and polyphenol oxidase activities in citrus flavedo tissue. *Acta Hort.* 343, 257-263. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.343.58>
- Meerts, I.A.T.M., Verspeek-Rip, C.M., Buskens, C.A.F., Keiser, H.G., Bassaganya-Riera, J., Jouni, Z.E., Van Huygevoort, A.H.B.M., Van Otterdijk, F.M., Van De Waart, E.J. 2009. Toxicological evaluation of pomegranate seed oil. *Food Chem. Toxicol.* 47(6), 1085-92. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.01.031>
- Mertens-Talcott, S.U., Jilma-Stohlawetz, P., Ríos, J., Hingorani, L., Derendorf, H. 2006. Absorption, metabolism, and antioxidant effects of pomegranate (*Punica granatum L.*) polyphenols after ingestion. *J. Agric. Food Chem.* 54, 8956–8961. <https://doi.org/10.1021/jf061674h>
- Mirdehghan, S.H., Rahemi, M., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Serrano, M., Valero, D. 2007a. Pre-storage application of polyamines by pressure or immersion improves shelf life of pomegranate stored at chilling temperature by increasing endogenous polyamine levels. *Postharvest Biol. Technol.* 44, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.010>
- Mirdehghan, S.H., Rahemi, M., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J.M., Zapata, P.J., Serrano, M., Valero, D. 2007b. Reduction of pomegranate chilling injury during storage after heat treatment: role of polyamines. *Postharvest Biol. Technol.* 44, 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.001>
- Pérez-Tello, G.O., Silva-Espinoza, B.A., Martínez-Téllez, M.A. 2001. Effect of temperature on enzymatic and physiological factors related to chilling injury in carambola fruit (*Averrhoa carambola L.*). *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 287, 846- 851. <https://doi.org/10.1006/bbrc.2001.5670>
- Rahemi, M., Mirdehghan, S.H. 2004. Effect of temperature conditioning on reducing chilling injury of pomegranate fruits during storage. *Acta hort.* 662: 87-91. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.662.9>
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M., Valero, D. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biol. Technol.* 53, 152–154. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.03.005>

Sayyari, M., Valero, D., Babalar, M., Kalantari, S., Zapata, P.J., Serrano, M. 2010. Prestorage oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2 °C. *J. Agric. Food Chem.* 58, 6804–6808. <https://doi.org/10.1021/jf100196h>

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Serrano, M., Valero, D. 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chem.* 124, 964–970. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.036>

Valdenegro, M. 2006. Influencia y control de los factores que influyen en la maduración, calidad y conservación del melón Piel de Sapo. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

Vázquez, D.E., Martínez-Jávega, J.M., Monterde, A. 1998. Ethylene, phenylalanine ammoniolyase and electrolyte leakage on lemons or mandarins as affected by chilling stress. COST915 Conference. Madrid, España. Octubre.

