

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA
Máster Universitario en Tecnología y Calidad
Agroalimentaria



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**Componentes de calidad sensorial,
caracterización físico-química y funcional de
la granada Mollar de Elche (*Punica
granatum L.*).**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Convocatoria Septiembre – 2019/2020

AUTOR: Alicia Dobón Suárez

DIRECTOR/ES: Salvador Castillo García

CO-DIRECTOR/A: María Emma García Pastor



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2019/2020

Director/es del trabajo
Salvador Castillo García María Emma García Pastor

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

Título del Trabajo
Componentes de calidad sensorial, caracterización físico-química y funcional de la granada Mollar de Elche (<i>Punica granatum</i> L.).
Alumno
Alicia Dobón Suárez

Orihuela, a 21 de septiembre de 2020

SALVADOR|
CASTILLO|
GARCIA

Firmado digitalmente por SALVADOR|CASTILLO|
GARCIA
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SALVADOR|
CASTILLO|GARCIA, serialNumber=27246131D,
givenName=SALVADOR, sn=CASTILLO GARCIA,
ou=CIUDADANOS, o=ACCV, c=ES
Fecha: 2020.09.21 20:20:27 +02'00'

MARIA EMMA|
GARCIA|
PASTOR

Firmado digitalmente
por MARIA EMMA|
GARCIA|PASTOR
Fecha: 2020.09.21
20:32:22 +02'00'

Firma/s tutores trabajo



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Componentes de calidad sensorial, caracterización físico-química y funcional de la granada Mollar de Elche (*Punica granatum* L.).

Title: Sensory quality components, physico-chemical and functional characterization of Mollar de Elche pomegranate (*Punica granatum* L.).

Modalidad (proyecto/experimental): Experimental

Type (project/research): Research

Autor/Author: Alicia Dobón Suárez

Director/es/Advisor: Salvador Castillo García y María Emma García Pastor

Convocatoria: Septiembre 2020

Month and year: September 2020

Número de referencias bibliográficas/number of references: 13

Número de tablas/Number of tables: 2

Número de figuras/Number of figures: 6

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): antocianos, color, DOP, fenoles, firmeza.

Key words (5 words): total anthocyanins, colour, PDO, phenolics, firmness.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

RESUMEN (mínimo 10 líneas):

El cultivo del granado en el sur de la provincia de Alicante es tradicional y se caracteriza por presentar una diversidad genética muy amplia. El manejo puede considerarse, al igual que en otras explotaciones, como convencional o ecológico. En concreto, la variedad de granada Mollar es un producto amparado por la Denominación de Origen Protegida (DOP) 'Granada Mollar de Elche'/'Granada de Elche' y, a pesar de existir, un pliego de condiciones específicas para dicha DOP, quedan sin especificar en dicha normativa muchas de las propiedades tanto físico-químicas como funcionales que caracterizan a esta variedad y que determinan su elevada calidad. Por ello, se ha realizado un estudio experimental sobre la granada Mollar de Elche dentro del proyecto 'Estudio de la influencia de los agroecosistemas y el manejo convencional y ecológico en las características cualitativas de la producción de la granada Mollar de Elche' (2019/VALORIZA/VSC/016) con el objetivo de valorizar dicho producto y caracterizar los distintos parámetros que influyen en la calidad del mismo.

Para ello, se han caracterizado muestras homogéneas provenientes de 10 parcelas localizadas en la zona geográfica de la DOP y se han estudiado los componentes que determinan la calidad organoléptica o sensorial y que promueven al consumidor en el momento de decisión de compra del fruto en el mercado, como son: la firmeza, el color externo e interno, los sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable (AT) y el contenido en ácidos y azúcares individuales, responsables del dulzor característico de dicha variedad. Además, se ha determinado la tasa de respiración, así como el contenido de compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante del fruto, realizándose una caracterización físico-química y funcional en distintos momentos de la recolección durante el ciclo de cultivo. Los resultados mostraron que esta variedad de granada se caracteriza por presentar una tasa de respiración baja en comparación con otras variedades, unos valores de firmeza entre 22 y 28 N mm⁻¹, un contenido en SST mínimo de 14 g sacarosa 100 g⁻¹ así como una AT de entre 0,25 y 0,40 g ácido málico 100 g⁻¹. La proporción de glucosa y fructosa fue similar para dicha variedad, mientras que el ácido orgánico mayoritario era el ácido málico. Finalmente, el color interno de los arilos fue el único parámetro que presentó diferencias significativas entre las distintas recolecciones, no observándose dicho efecto para el color externo. Respecto a los compuestos bioactivos, la granada Mollar presenta un alto contenido en polifenoles y antocianos que le otorgan una elevada actividad antioxidante hidrofílica. En conclusión, este trabajo aporta una caracterización de parámetros que no se contemplaban en el pliego de condiciones para dicha DOP y que permitirían su actualización. Se recomiendan líneas de ensayo futuras para comparar los resultados obtenidos entre distintos años incluyendo como factor de estudio el efecto de las condiciones ambientales.

Palabras clave: antocianos, color, DOP, fenoles, firmeza.

ABSTRACT (10 lines or more):

Pomegranate tree crop in the south of Alicante province is traditional and its characterized by presenting a very wide genetic diversity. Management can be considered, as in other farms, as conventional or organic. Specifically, Mollar pomegranate cultivar is a product safeguarded by 'Granada Mollar de Elche' / 'Granada de Elche' Protected Designation of Origin (PDO) and, despite the existence of a list of specific conditions for this PDO, they remain without specifying in this regulation many of the physico-chemical and functional properties that characterize this cultivar and that determine its high quality. Therefore, an experimental study has been performed in Mollar de Elche pomegranate within the project 'Study of the influence of agroecosystems and conventional and ecological management on the qualitative characteristics of the production of the Mollar de Elche pomegranate' (2019/VALORIZA/VSC/016) with the aim of valuing this product and characterizing the different parameters that influence its quality.

For this, homogeneous samples from 10 plots located in the geographical area of PDO have been characterized and the components that determine the organoleptic or sensory quality and that promote the consumer at decision time to buy the fruit in the market have been studied, such as: firmness, external and internal colour, total soluble solids (TSS), total acidity (TA) and individual organic acid and sugar content, responsible for the characteristic sweetness of this cultivar. In addition, respiration rate has been determined, as well as the content of bioactive compounds and fruit antioxidant capacity, carrying out a physico-chemical and functional characterization at different harvesting dates during the growing cycle. The results showed that this pomegranate cultivar is characterized by showing a low respiration rate compared to other cultivars, firmness values between 22 and 28 N mm⁻¹, a minimum TSS content of 14 g of sucrose 100 g⁻¹, as well as a TA range between 0.25 and 0.40 g of malic acid 100 g⁻¹. Glucose and fructose proportion was similar for this cultivar, while the main organic acid was malic acid. Finally, the internal colour of the arils was the only parameter that presented significant differences between the different harvesting dates, not observing this effect for the external colour. With regard to bioactive compounds, Mollar pomegranate has a high content of polyphenols and total anthocyanins that provide it with a high hydrophilic total antioxidant activity. In conclusion, this work provides a characterization of parameters that were not contemplated in the specifications for this PDO and that would allow its updating. Future test lines are recommended to compare the results obtained between different years, including the effect of environmental conditions as a study factor.

Keywords: total anthocyanins, colour, PDO, phenolics, firmness.



Programa Científico Preliminar

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

	<i>J. Piernas, M.E. García-Pastor, J. Medina-Santamarina, S. García, P.J. Zapata</i>
Sesión 3	Agricultura Sostenible. Cambio Climático y Estrés Ambientales. Moderador: Dra. María Jesús Pascual Villalobos (IMIDA Murcia).
12:45-14:00	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	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. Roca, A. Gálvez, F.M. del Amor</i>
S3-P4	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. Carbonell-Barrachina</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).
16:00-16:30	Presentaciones Orales
16:00-16:15 S4-O1	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>
16:15-16:30 S4-O2	Estudio de supervivencia de dos líneas de conejo seleccionadas divergentemente por variabilidad del tamaño de camada al parto. <i>I. Agea, M.L. García y M.J. Argente</i>
Sesión 5	Instalaciones Industriales y Agrícolas. Moderador: Dr. José Miguel Molina Martínez (Universidad Politécnica de Cartagena).
16:30-17:00	Presentaciones Orales
16:30-16:45 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-Cañó y M. Ferrández-Villena</i>
16:45-17:00 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	Resultados preliminares de un nodo inalámbrico de bajo coste y bajo consumo para medición de parámetros agroclimáticos. <i>C. Molina-Cabrera, J.J. Pérez-Solano, M. Oates, C. Colinas-González, J.M. MolinaMartínez, Fuqiang Yu, M. Ferrández-Villena, García, A. Ruiz-Canales</i>

Sesión 6	Gestión del Agua, Nutrición y Energía en Horticultura. Moderador: Dr. José Miguel Molina Martínez (Universidad Politécnica de Cartagena).
17:00-17:30	Presentaciones Orales
17:00-17:15 S6-O1	Caracterización de una cuenca hidrográfica y diseño de las infraestructuras necesarias para aplicar las escorrentías generadas mediante riego subterráneo. <i>A. Carrión-Antolí, V. Martínez-Álvarez y J.F. Maestre-Valero</i>
17:15-17:30 S6-O2	Plataforma integral para el control de explotaciones agrícolas mediante monitorización de parámetros agronómicos y control de la programación de riego. <i>M. Soler-Méndez, L. Ávila-Dávila, D. Parras-Burgos, D. Intrigliolo-Molina y J. M. Molina-Martínez</i>
17:30-17:40	Presentación en Póster Sesión 5 y Sesión 6
S6-P1	Estimación de la lluvia efectiva mediante utilización de lisimetría de pesada. <i>L. Ávila-Dávila, M. Soler-Méndez, D. Escarabajal-Henarejos y J.M. Molina-Martínez</i>
17:40-18:00	Pausa Café
Sesión 7	Usos del Territorio. Valoración de Recursos Agrarios. Desarrollo Rural. Moderador: Dra. María Ángeles Fernández Zamudio (IVIA-Valencia).
18:00-19:30	Presentaciones Orales
18:00-18:15 S7-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>
18:15-18:30 S7-O2	Estrategias de medios de vida de las explotaciones ganaderas extensivas de las comarcas del Pallars (Cataluña). <i>A. Lecegui, A.M. Olaizola, F. López-i-Gelats, B. Vidal y E. Varela</i>
18:30-18:45 S7-O3	Caracterización edafológica de los suelos de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche. <i>R. Castejón, E. Martínez-Sabater, M. A. Molina y C. Paredes</i>
18:45-19:00 S7-O4	Caracterización de la fibra dietética de frambuesa. <i>L. Sánchez-Martínez, V. Núñez-Gómez, N. Baenas, R. González-Barrio, F.J. García-Alonso y M.J. Periago</i>

19:00-19:15 S7-O5	Población y valor productivo de la quinoa peruana: relación y perspectivas en el acceso al superalimento. <i>J. Huilca-Quispe, B. Segura y L. Miranda</i>
Sesión 8	Economía Agraria y Gestión de Empresas. Moderador: Dra. María Ángeles Fernández Zamudio (IVIA-Valencia).
19:30-20:15	Presentaciones Orales
19:30-19:45 S8-O1	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-O2	La gestión sostenible de los agroecosistemas: ¿Qué y quiénes? <i>J. A. Zabala</i>
20:00-20:15 S8-O3	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-O1	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-O2	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-Tnguila, K. Salazar-García, A.A. Carbonell-Barrachina y C. Paredes.</i>
9:30-9:45 S9-O3	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 in situ 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).
11:15-14:00	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-O3	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. <i>M.E. García-Pastor, M. Serrano, D. Valero, F. Guillén y P.J. Zapata</i>
12:00-12:15 S11-O4	Los tratamientos con salicilatos estimulan la respuesta sistémica inducida en la uva de mesa 'Crimson' y 'Magenta' <i>A. Belda, M.E. García-Pastor, D. Valero y M. Serrano</i>
12:15-12:30 S11-O5	Efecto de los tratamientos con melatonina durante el desarrollo de la cereza en el árbol sobre su calidad en post-recolección. <i>L. Serrano, A. Carrión-Antolí, J.M. Lorente, M. Serrano y D. Valero</i>
12:30-12:45 S11-O6	Cambios en los compuestos bioactivos durante la conservación de la granada 'Mollar de Elche' a 10 y 2 °C. <i>I. Paqán-Navarro, J.M. Lorente, D. Valero, M. Serrano</i>
12:45-13:00 S11-O7	Influencia de las condiciones agronómicas y climáticas sobre la calidad del limón 'Fino' para su conservación postcosecha. <i>S. Pardo-Pina, V. Serna-Escolano y P.J. Zapata</i>
13:00-13:15 S11-O8	Estudio de los cambios fisiológicos durante la maduración de las variedades de limón 'Eureka', 'Fino' y 'Verna'. <i>R. Díaz-Puertas, V. Serna-Escolano y P.J. Zapata</i>
13:15-13:30 S11-O9	Influencia de la variedad y zona geográfica del cultivo en la calidad del limón para su comercialización. <i>A. Díaz, R. Díaz, S. Pardo-Pina, V. Serna-Escolano y P.J. Zapata</i>
13:30-13:45 S11-O10	Tratamientos pre-cosecha con elicitores para mejorar la producción y la calidad post-cosecha de cereza (<i>Prunus avium</i> L.) <i>C. Ruiz-Aracil, J.M. Lorente-Mento, L. Raducán y F. Guillén</i>
13:45-14:00 S11-O11	Aplicación de tratamientos post-cosecha para incrementar la calidad y reducir los daños por frío en calabacín (<i>Cucurbita pepo</i> L.). <i>J. Medina-Santamarina, M. Serrano, S. Castillo, D. Martínez-Romero y F. Guillén</i>
14:00-144-24	Presentación en Póster
S11-P1	Evolución de la calidad microbiológica y organoléptica de la ensalada de iv gama "gourmet" (canónigos, escarola y Radicchio) en los refrigeradores domésticos.

	<u>C. Manzanera</u> , J.M. Lorente, J.M. Valverde, M. Serrano y M.T. Pretel.
S11-P2	Obtención de gajos de cítricos ecológicos mediante pelado enzimático. Una alternativa sostenible para el consumo de conveniencia. <u>M.T. Pretel</u> , J.P. López, C. Orenes y M. Serrano
S11-P3	Incremento de la vida útil en almacenamiento refrigerado de limón 'Fino' por la aplicación precosecha de ácido oxálico. <u>V. Serna-Escolano</u> , D. Martínez-Romero, J.M. Valverde, M. Serrano y P.J. Zapata
S11-P4	Aplicación en precosecha de ácido oxálico para mejorar la calidad de uva durante su almacenamiento en frío. <u>E. Contreras-García</u> , M.E. García-Pastor y P.J. Zapata
11:30-11:45 S11-P5	Efecto de diferentes tratamientos de pasteurización sobre la calidad de gajos de clementina ecológica en V gama. <u>J.P. López</u> , C. Orenes., M. Serrano y M.T. Pretel
14:25-16:00	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	Importancia del concepto hidroSOSTenible en almendras tostadas en consumidores de diferentes regiones geográficas. <u>C. Teruel Andreu</u> , L. Lipan y Á.A. Carbonell-Barrachina
16:15-16:30 S12-O2	Desarrollo de un Check-List como herramienta para verificar el autocontrol del sistema de inocuidad en una empresa de distribución alimentaria. <u>M.A. Pastor</u> , P. Corraliza y J.M. Valverde
16:30-16:45 S12-O3	Desarrollo e implantación de un plan de acción frente al COVID-19 en los supermercados de la empresa Musgrave España SA. <u>A. Gelardo</u> , P. Corraliza, L. Noguera-Artiaga y J.M. Valverde
16:45-17:00 S12-O4	Desarrollo de una nueva cerveza artesanal con brócoli enriquecida en compuestos bioactivos. <u>M. Zoyo</u> , M.J. Giménez, C. García-Viguera y P.J. Zapata

17:00-17:15 S12-O5	Aprovechamiento de desechos generados en la industria de la aceituna rellena para la elaboración de nuevos productos alimenticios. <u>I. Paqán-Turpin</u> , M.E. Garcia-Pastor, M.J. Giménez y P. J. Zapata
17:15-17:30 S12-O6	Modelos de digestión <i>in vitro</i> y su aplicación para evaluar alimentos funcionales: espaguetis enriquecidos con harina de caqui. <u>R. Lucas-González</u> , J.A. Pérez-Álvarez, M. Viuda-Martos y J. Fernández-López
17:30-18:00	Pausa Café
18:00-18:15 S12-O7	Efecto del riego deficitario controlado sobre el perfil de compuestos bioactivos de aguacate. <u>M. Rabasco</u> , L. Lipan, A. Nems, H. Issa-Issa, V. H. Durán-Zuazo, I.F. García-Tejero, A. Carbonell-Barrachina
18:15-18:30 S12-O8	Formación de catabolitos colónicos a partir de frambuesa y sus fracciones de fibra dietética. <u>V. Núñez-Gómez</u> , R. González-Barrio, P. Campos-Cava, N. Baenas, L. Sánchez-Martínez, F.J. García-Alonso, M.J. Periago
18:30-18:45	Presentación en Póster
S12-P1	Influencia del tiempo de fermentación y digestión gastrointestinal <i>in vitro</i> en la viabilidad de <i>Lactobacillus plantarum</i> y <i>Bifidobacterium longum</i> en bebidas de quinoa roja. <u>D. Cerdá-Bernad</u> , E. Valero-Cases, M.J. Frutos
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. <u>L. Andreu-Coll</u> , A.A. Carbonell-Barrachina, E. Sendra, D. López-Lluch, A. Amoros, M. S. Almansa, F. Hernández y P. Legua
S12-P3	Crisis sanitarias/alimentarias: efectos en la industria agroalimentaria y cambios de legislación. <u>L. Morero-Sarrión</u> , A. Roldán Verdú, E. Sayas-Barberá, C. Navarro-Rodríguez de Vera
18:45-19:15	Ceremonia de Clausura

Componentes de calidad sensorial, caracterización físico-química y funcional de la granada Mollar de Elche (*Punica granatum L.*)

A. Dobón-Suárez¹, M.E. García-Pastor¹, A.M. Codes-Alcaráz¹ y S. Castillo¹

¹ Dept. Tecnología Agroalimentaria, EPSO, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel km. 3.2, 03312, Orihuela, Alicante, e-mail: dobonsuarezalicia@gmail.com

Resumen

El cultivo del granado en el sur de la provincia de Alicante es tradicional y se caracteriza por presentar una diversidad genética muy amplia. El manejo puede considerarse, al igual que en otras explotaciones, como convencional o ecológico. En concreto, la variedad de granada Mollar es un producto amparado por la Denominación de Origen Protegida (DOP) 'Granada Mollar de Elche'/'Granada de Elche' y, a pesar de existir, un pliego de condiciones específicas para dicha DOP, quedan sin especificar en dicha normativa muchas de las propiedades tanto físico-químicas como funcionales que caracterizan a esta variedad y que determinan su elevada calidad. Por ello, se ha realizado un estudio experimental sobre la granada Mollar de Elche dentro del proyecto 'Estudio de la influencia de los agroecosistemas y el manejo convencional y ecológico en las características cualitativas de la producción de la granada Mollar de Elche' (2019/VALORIZA/VSC/016) con el objetivo de valorizar dicho producto y caracterizar los distintos parámetros que influyen en la calidad del mismo.

Para ello, se han caracterizado muestras homogéneas provenientes de 10 parcelas localizadas en la zona geográfica de la DOP y se han estudiado los componentes que determinan la calidad organoléptica o sensorial y que promueven al consumidor en el momento de decisión de compra del fruto en el mercado, como son: la firmeza, el color externo e interno, los sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable (AT) y el contenido en ácidos y azúcares individuales, responsables del dulzor característico de dicha variedad. Además, se ha determinado la tasa de respiración, así como el contenido de compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante del fruto, realizándose una caracterización físico-química y funcional en distintos momentos de la recolección durante el ciclo de cultivo. Los resultados mostraron que esta variedad de granada se caracteriza por presentar una tasa de respiración baja en comparación con otras variedades, unos valores de firmeza entre 22 y 28 N mm⁻¹, un contenido en SST mínimo de 14 g sacarosa 100 g⁻¹ así como una AT de entre 0,25 y 0,40 g ácido málico 100 g⁻¹. La proporción de glucosa y fructosa fue similar para dicha variedad, mientras que el ácido orgánico mayoritario era el ácido málico. Finalmente, el color interno de los arilos fue el único parámetro que presentó diferencias significativas entre las distintas recolecciones, no observándose dicho efecto para el color externo. Respecto a los compuestos bioactivos, la granada Mollar presenta un alto contenido en polifenoles y antocianos que le otorgan una elevada actividad antioxidante hidrofílica. En conclusión, este trabajo aporta una caracterización de parámetros que no se contemplaban en el pliego de condiciones para dicha DOP y que permitirían su actualización. Se recomiendan líneas de ensayo futuras para comparar los resultados obtenidos entre distintos años incluyendo como factor de estudio el efecto de las condiciones ambientales.

Palabras clave: antocianos, color, DOP, fenoles, firmeza.

Sensory quality components, physico-chemical and functional characterization of Mollar de Elche pomegranate (*Punica granatum L.*)

Abstract

Pomegranate tree crop in the south of Alicante province is traditional and its characterized by presenting a very wide genetic diversity. Management can be considered, as in other farms, as conventional or organic. Specifically, Mollar pomegranate cultivar is a product safeguarded by 'Granada Mollar de Elche' / 'Granada de Elche' Protected Designation of Origin (PDO) and, despite the existence of a list of specific conditions for this PDO, they remain without specifying in this regulation many of the physico-chemical and functional properties that characterize this cultivar and that determine its high quality. Therefore, an experimental study has been

performed in Mollar de Elche pomegranate within the project ‘Study of the influence of agroecosystems and conventional and ecological management on the qualitative characteristics of the production of the Mollar de Elche pomegranate’ (2019/VALORIZA/VSC/016) with the aim of valuing this product and characterizing the different parameters that influence its quality.

For this, homogeneous samples from 10 plots located in the geographical area of PDO have been characterized and the components that determine the organoleptic or sensory quality and that promote the consumer at decision time to buy the fruit in the market have been studied, such as: firmness, external and internal colour, total soluble solids (TSS), total acidity (TA) and individual organic acid and sugar content, responsible for the characteristic sweetness of this cultivar. In addition, respiration rate has been determined, as well as the content of bioactive compounds and fruit antioxidant capacity, carrying out a physico-chemical and functional characterization at different harvesting dates during the growing cycle. The results showed that this pomegranate cultivar is characterized by showing a low respiration rate compared to other cultivars, firmness values between 22 and 28 N mm⁻¹, a minimum TSS content of 14 g of sucrose 100 g⁻¹, as well as a TA range between 0.25 and 0.40 g of malic acid 100 g⁻¹. Glucose and fructose proportion was similar for this cultivar, while the main organic acid was malic acid. Finally, the internal colour of the arils was the only parameter that presented significant differences between the different harvesting dates, not observing this effect for the external colour. With regard to bioactive compounds, Mollar pomegranate has a high content of polyphenols and total anthocyanins that provide it with a high hydrophilic total antioxidant activity. In conclusion, this work provides a characterization of parameters that were not contemplated in the specifications for this PDO and that would allow its updating. Future test lines are recommended to compare the results obtained between different years, including the effect of environmental conditions as a study factor.

Keywords: total anthocyanins, colour, PDO, phenolics, firmness.

Introducción

La granada es una de las frutas más antiguas y su origen está asociado con las civilizaciones del Medio Oriente, áreas que actualmente están ocupadas por Irán y Afganistán, desde donde se extendió hacia India, China, Turquía, Egipto, Túnez, Marruecos y España (Pareek, Valero y Serrano, 2015). España es el principal país productor y exportador de granada de la Unión Europea, con una superficie de producción de 18695 ha y una producción de 72115 t (MAGRAMA, 2019). La granada Mollar de Elche (*Punica granatum* L. cv. ‘Mollar de Elche’) es la variedad de granada más cultivada en el sudeste de España, representando aproximadamente un 96 % del total de la producción española. Recientemente, esta variedad ha sido amparada por la Denominación de Origen Protegida (DOP), estando constituida la zona de protección geográfica por los términos municipales pertenecientes a las comarcas de Bajo Vinalopó, Alacantí y Bajo Segura situadas en la provincia de Alicante. La DOP reconoce que las granadas de Elche tienen una calidad diferenciada y que la variedad ‘Mollar’ posee unas características únicas debido a la zona geográfica donde se producen.

La calidad comercial de la granada se basa en atributos externos como el tamaño, la forma y el color. Sin embargo, el color externo de la corteza no siempre indica su idoneidad para el consumo, además esta variedad en concreto presenta una tonalidad de color desde crema hasta rosa pálido. Se deben considerar también los atributos sensoriales internos, como el contenido en sólidos solubles totales y la acidez, que deben satisfacer los requisitos demandados en el mercado (Boussaa et al., 2019). Dado que la granada es una fruta no climatérica, es muy importante que las frutas se recolecten en su estado de maduración óptimo para obtener su mayor potencial con respecto a las propiedades nutricionales, funcionales y sensoriales. Actualmente, las recolecciones o corte en campo se realizan de acuerdo a los criterios comerciales fijados. De acuerdo con el pliego de condiciones para dicha DOP (Anexo 1 del Reglamento 12/2016) donde se especifican las características morfológicas, físico-químicas y organolépticas que deben presentar los frutos maduros, así como otros elementos o factores específicos para dicha variedad, se ha observado que no existe una caracterización físico-química completa acerca de dicha variedad, teniendo en cuenta todos los atributos organolépticos o sensoriales que componen o influyen en la calidad global tan apreciada por el consumidor en este fruto.

Las fechas de las distintas recolecciones en las distintas parcelas se muestran en la tabla 1, distinguiendo los periodos de cosecha desde 1 a 3 recolecciones realizadas desde finales de septiembre hasta finales de octubre. Para los parámetros físico-químicos, se representaron en los gráficos los resultados medios para cada parcela y para cada recolección. Sin embargo, el contenido de azúcares y ácidos orgánicos individuales, la determinación de los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante total se caracterizó solamente para el último corte (correspondiente con la segunda o tercera recolección de la parcela correspondiente).

Tabla 1. Localización y fechas de recolección de las distintas parcelas dentro de la DOP 'Mollar de Elche'.

Localización	SEPTIEMBRE							OCTUBRE																															
	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Desamparados	P-1													1 ^a													2 ^a												
Orihuela	P-2													1 ^a													2 ^a												
Albatera	P-3						1 ^a																2 ^a																
Albatera Trasvase	P-4	1 ^a												2 ^a																									
La Murada	P-5														1 ^a																								
Elche, l'Algoda	P-6									1 ^a																	2 ^a												
Rebollo de Alicante	P-7																1 ^a																					2 ^a	
S. Isidro	P-8											1 ^a															2 ^a												
Catral	P-9																																						
Elche, Hoya	P-10																																					2 ^a	

Tasa de respiración y parámetros físico-químicos

La tasa de respiración se cuantificó mediante un cromatógrafo de gases Shimadzu™ 14A (Kyoto, Japón) con un detector de conductividad térmica de acuerdo al protocolo descrito por García-Pastor et al. (2020a). La concentración de CO₂ se calculó comparando el área de integración del pico de la muestra con la del CO₂ atmosférico de concentración conocida (0,036 %) y los resultados se expresaron en mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. Por otro lado, la firmeza se determinó individualmente en cada granada usando un Texturómetro TAXT2i (Textura Analyzer, Stable Microsystems, Godalming, UK) y aplicando una deformación del 3 % del fruto. Los resultados se expresaron como la relación existente entre la fuerza aplicada y la distancia recorrida para dicha deformación (N mm⁻¹) (García-Pastor et al., 2020a). El color se determinó mediante un colorímetro triestímulo CR-400 Minolta (Martínez-Romero et al., 2002) a través del Sistema Cie Lab (L*, a* y b*), y se realizaron 2 mediciones sobre cada fruto tanto en la corteza del fruto (parámetro a* del color externo) como en la parte interna de los arilos (parámetro a* del color interno) de una de las mitades del fruto, tras realizar un corte transversal en la zona ecuatorial del mismo. De las mitades cortadas, se extrajeron manualmente los arilos y se obtuvo un zumo del que se midió el contenido en sólidos solubles totales (SST) y acidez total (AT) de acuerdo con el protocolo descrito por García-Pastor et al. (2020b), expresados en g de sacarosa 100 g⁻¹ y g de ácido málico 100 g⁻¹, respectivamente. Los resultados para todos estos parámetros se expresaron como la media ± ES de 10 frutos por parcela y fecha de recolección. Finalmente, del zumo obtenido de los frutos recolectados en cada parcela únicamente en la última recolección se cuantificó el contenido en ácidos orgánicos y azúcares individuales por HPLC en duplicado y se expresó en g 100 g⁻¹ de peso fresco, como la media ± ES de 10 frutos por parcela, de acuerdo con García-Pastor et al. (2020a),

Parámetros funcionales y actividad antioxidante total

Las extracciones de fenoles totales (mg equivalentes de ácido gálico 100 g⁻¹), antocianos totales (mg equivalentes de cianidina 3-O-glucósido 100 g⁻¹) y actividad antioxidante total (mg equivalentes de Trolox 100 g⁻¹) presente en las fases hidrofílica y lipofílica de la muestra fueron realizadas como se describe en García-Pastor et al. (2020a) en duplicado. Los resultados fueron expresados respecto al peso fresco de la muestra y eran la media ± ES de 10 frutos por parcela.

Análisis estadístico

Los datos de las diferentes determinaciones analíticas se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA). Las fuentes de variación fueron la parcela seleccionada y la recolección. También se analizó la interacción de ambos factores para examinar si existían diferencias significativas en dichos factores, con un nivel de significancia de $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**) y $P < 0,001$ (***) o no (NS). El análisis se realizó con el paquete de software SPSS v. 17.0 para Windows.

Resultados y Discusión

Tasa de respiración y parámetros físico-químicos

El presente estudio ha mostrado diferencias respecto a las parcelas evaluadas y en algunos parámetros para las diferentes recolecciones que se han llevado a cabo, y en ocasiones se ha encontrado una interacción entre estas variables como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis estadístico mediante la realización de un test ANOVA para los parámetros evaluados con la representación del valor de Fisher (F) y el nivel de significancia para cada factor estudiado.

Parámetro	Factor [†]		
	Recolección	Parcela	Recolección x Parcela
Tasa de respiración (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	5,31**	3,62***	4,31***
Firmeza (N mm ⁻¹)	27,90***	6,84***	1,34 NS
Color externo (a*)	2,12 NS	16,14***	1,62 NS
Color interno (a*)	35,55***	4,72***	3,42***
SST (g sacarosa 100 g ⁻¹)	4,64*	48,17***	5,96***
AT (g ácido málico 100 g ⁻¹)	10,54***	14,66***	4,92***
Glucosa (g 100 g ⁻¹)	-	4,55***	-
Fructosa (g 100 g ⁻¹)	-	3,75**	-
Ácido cítrico (g 100 g ⁻¹)	-	3,12**	-
Ácido málico (g 100 g ⁻¹)	-	3,13**	-
Ácido ascórbico (g 100 g ⁻¹)	-	3,12**	-
Fenoles totales (mg 100 g ⁻¹)	-	14,09***	-
Antocianos totales (mg 100 g ⁻¹)	-	25,59***	-
AAT-Hidrofílico (mg eqv Trolox 100 g ⁻¹)	-	25,92***	-
AAT-Lipofílica (mg eqv Trolox 100 g ⁻¹)	-	13,87***	-

† NS, no significativo ($P \geq 0,05$). Los símbolos *, ** y *** denotan diferencias significativas ($P < 0,05$, $P < 0,01$ y $P < 0,001$, respectivamente).

La tasa de respiración es un indicador de la actividad metabólica del fruto y, por lo tanto, puede servir de guía para evaluar la vida postcosecha de los frutos en determinadas condiciones de almacenamiento. En la variedad ‘Mollar de Elche’ (Figura 2A), se ha observado como las granadas recolectadas en las distintas parcelas presentaban unos valores de tasa de respiración medios relativamente bajos (rango entre 1 y 2,8 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) existiendo ciertas diferencias entre los valores obtenidos de las distintas recolecciones y una gran variabilidad entre los frutos recolectados de las distintas parcelas, siendo significativa ($P < 0,001$) la interacción para dicho parámetro (Tabla 2). Sin embargo, respecto a la firmeza (Figura 2B), las granadas recolectadas en las primeras recolecciones presentaron valores de firmeza significativamente superiores ($P < 0,001$; Tabla 2) al resto de cortes en campo o no presentaban dichas diferencias, en función de la parcela, dando una interacción no significativa ($P \geq 0,05$; Tabla 2). En términos generales, los valores de firmeza para dicha variedad amparada por la DOP se encuentran en un rango de 22 a 28 N mm⁻¹.

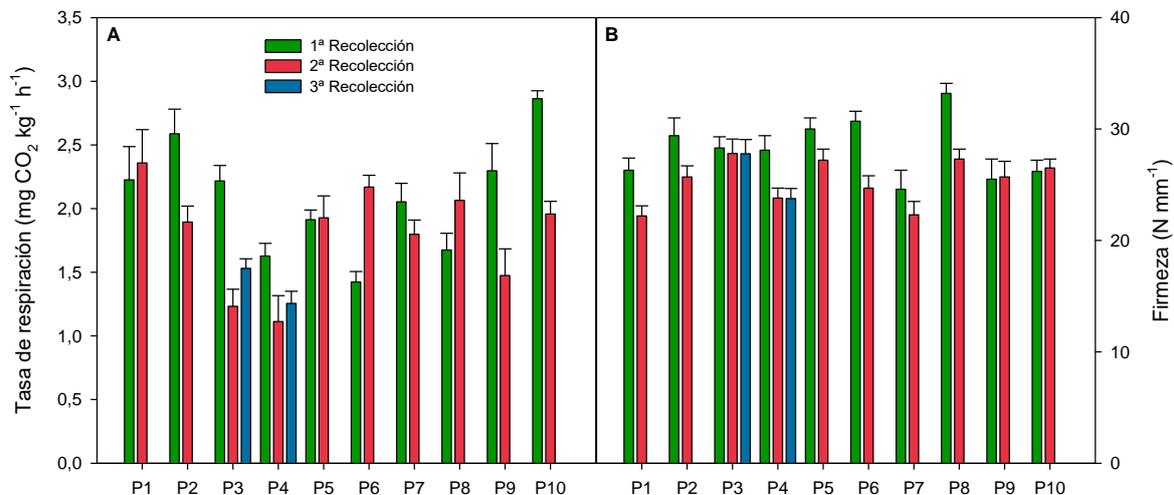


Figura 2. Tasa de respiración ($\text{mg kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) (A) y firmeza (N mm^{-1}) (B) de las granadas ‘Mollar de Elche’ recolectadas en las distintas parcelas seleccionadas de la DOP y en distintas recolecciones. Los datos son la media \pm ES de 10 frutos por parcela y momento de recolección.

Respecto el color externo de la granada (parámetro de color a^* ; Figura 3A), no se observaron diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre recolecciones, solamente las diferencias eran referentes a la parcela (Tabla 2). Sin embargo, el parámetro a^* del color interno de los frutos (color de los arilos; Figura 3B) sí que mostró unas diferencias significativas ($P < 0,001$; Tabla 2) entre las distintas recolecciones y parcelas y, por ende, una interacción significativa que se traducía en un mayor color rojo de los arilos conforme la recolección en campo de las granadas era más tardía. Por ello, se pudo observar que existía una correlación positiva ($y = 0,227x + 8,733$, $R^2 = 0,701$) entre dicho parámetro y el tiempo transcurrido en días desde la primera recolección, donde el fruto va alcanzando en las últimas recolecciones su color rosa-rojizo en los arilos característico de esta variedad a diferencia del color crema o rosa pálido presente en las granadas recolectadas en los primeros cortes.

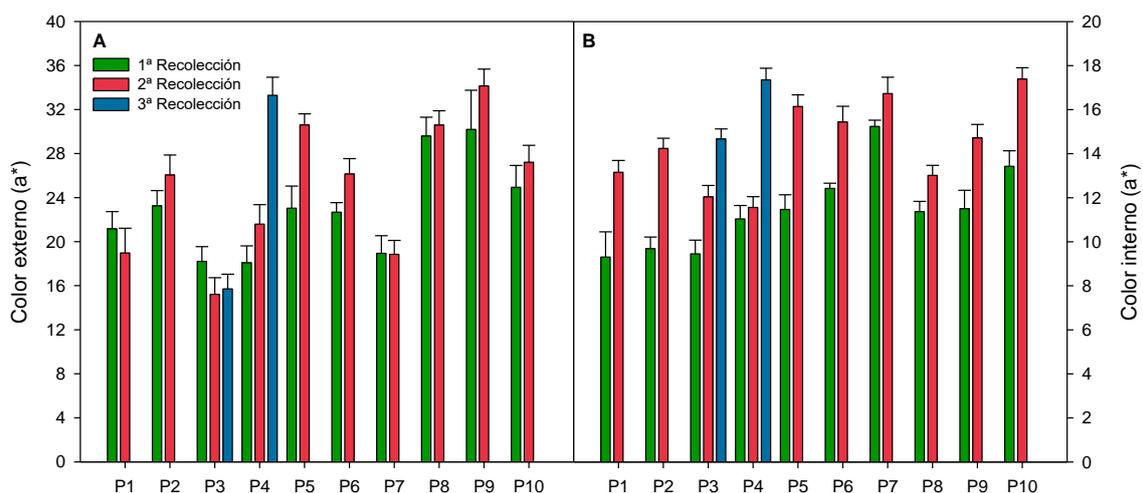


Figura 3. Color externo (a^*) (A) y color interno (a^*) (B) de las granadas ‘Mollar de Elche’ recolectadas en las distintas parcelas seleccionadas de la DOP y en distintas recolecciones. Los datos son la media \pm ES de 10 frutos por parcela y momento de recolección.

Una vez obtenido el zumo de la variedad Mollar, se observó que el contenido en SST oscilaba entre 15 y 17 g 100 g⁻¹ (Figura 4A) mientras que la acidez total presentó un mínimo de 0,25 g 100 g⁻¹ y

un máximo de $0,40 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ (Figura 4B). La interacción entre el momento de la recolección y la parcela fue significativa ($P < 0,001$) para ambos parámetros como se puede observar en la tabla 2.

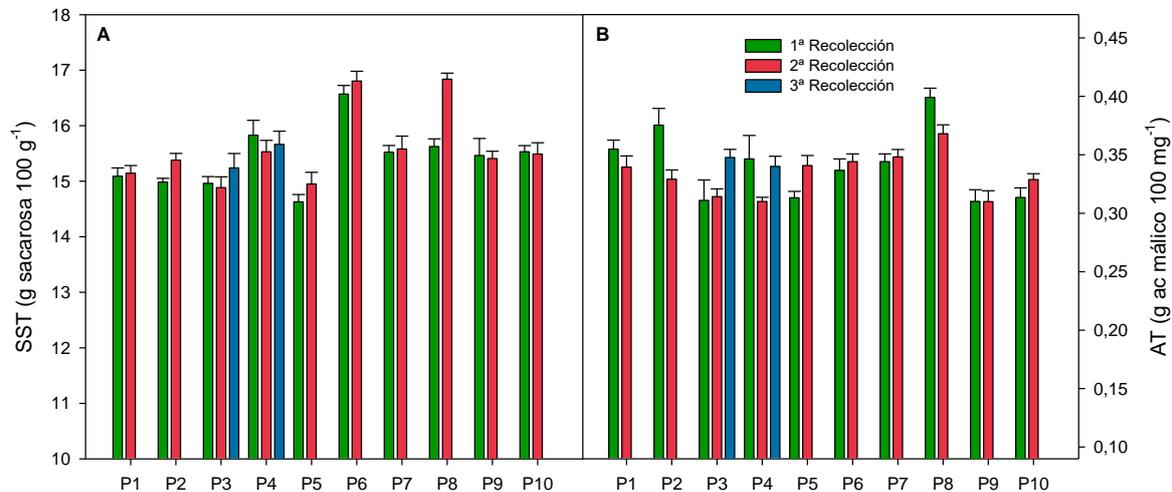


Figura 4. Contenido en sólidos solubles totales (SST) ($\text{g sacarosa } 100 \text{ g}^{-1}$) (A) y acidez total (AT) ($\text{g ácido málico } 100 \text{ g}^{-1}$) (B) de las granadas ‘Mollar de Elche’ recolectadas en las distintas parcelas seleccionadas de la DOP y en distintas recolecciones. Los datos son la media \pm ES de 10 frutos por parcela y momento de recolección.

Finalmente, el perfil de azúcares y ácidos orgánicos individuales (Figuras 5 A y B) que caracteriza a esta variedad de granada destaca por presentar la misma proporción de glucosa y fructosa (en un rango entre 7 y $10 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), mientras que el ácido orgánico mayoritario fue el ácido málico ($0,20$ - $0,30 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), seguido por el ácido cítrico ($0,05$ - $0,10 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) y, en último lugar, el ácido ascórbico ($<0,05 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). Existió una gran variabilidad entre las granadas recolectadas de las distintas parcelas siendo significativo dicho factor para la glucosa ($P < 0,001$; Tabla 2) así como para el resto de azúcares y ácidos ($P < 0,01$; Tabla 2).

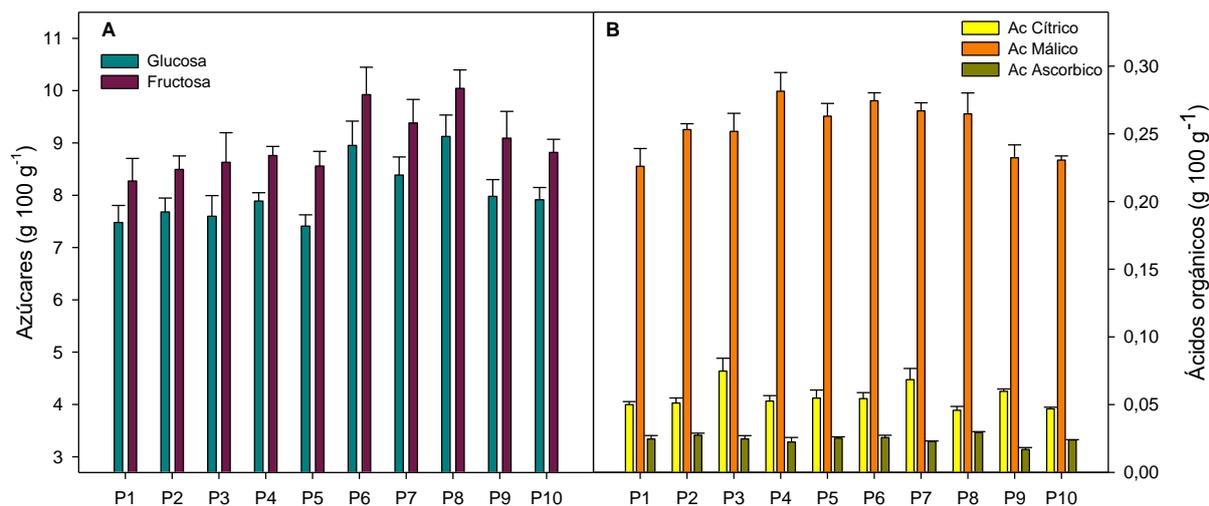


Figura 5. Contenido de azúcares; glucosa y fructosa ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) (A) y ácidos orgánicos individuales; ácido cítrico, ácido málico y ácido ascórbico ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) (B) de las granadas ‘Mollar de Elche’ recolectadas en las distintas parcelas seleccionadas de la DOP y en la última fecha de recolección. Los datos son la media \pm ES de 10 frutos por parcela.

La variabilidad presente entre parcelas respecto a la tasa de respiración (Figura 2A) puede ser debida al gran abanico de diversidad clonal de la granada Mollar con el que contamos hoy día y que

suma hasta más de 20 clones distintos (Mira, 2010) repartidos por el territorio de Alicante o a las condiciones agroambientales. Sin embargo, los resultados obtenidos están en concordancia con los publicados por García-Pastor et al. (2020a) para dicha variedad. Además, si comparamos estos valores con el de otras variedades de granada de gran importancia económica, como ‘Acco’ o ‘Wonderful’, podemos ver como la variedad ‘Mollar de Elche’ se caracteriza por presentar una tasa de respiración menor en comparación con las variedades citadas. En un estudio llevado a cabo por Banda et al. (2015) se observó que los arilos de ‘Wonderful’ mínimamente procesados presentaron una tasa de respiración significativamente más elevada ($\sim 149 \text{ nmol kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) a los valores obtenidos por Maghoumi et al. (2013) en arilos de granadas ‘Mollar de Elche’ ($17,7\text{-}23 \text{ nmol kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) sometidos en las mismas condiciones de envasado en atmosfera modificada (MAP) pasivo. Estas diferencias podrían deberse a la diferente tasa de respiración que presenta cada variedad y que en términos de calidad postcosecha podría hacer que la granada Mollar se diferenciase del resto también por presentar una menor tasa metabólica, así como una mayor vida útil.

Respecto a los parámetros físico-químicos (Figuras 2B, 3, 4 y 5), los valores o rangos de valores también cumplen con los publicados recientemente en ‘Mollar de Elche’ en el momento de la recolección en campo (García-Pastor et al. 2020a; 2020b). Sin embargo, respecto al pliego de condiciones para dicha DOP (Anexo 1 del Reglamento 12/2016) se ha podido comprobar que no existen especificaciones relacionadas con el mínimo de firmeza que deberían cumplir dichas granadas para considerarse de calidad, así como especificaciones relativas al color, ya que simplemente se especifica en dicha normativa: color de crema a rojo intenso en el exterior y de rosa intenso y/o rojo en el interior. La granada Mollar de Elche es una variedad dulce muy apreciada por los consumidores debido al equilibrio entre el contenido de azúcares y ácidos, con un rango de SST de 15 a 16 ° Brix y una acidez titulable de 0,2 a 0,3 g 100 g⁻¹. Estos rangos concuerdan con los resultados del presente trabajo, así como con otros publicados (Nuncio-Jáuregui et al., 2014). Sin embargo, en dicho pliego los valores de acidez que se especifican no coinciden con lo publicado para dicha variedad, ya que se especifica un mínimo de 0,18 y un máximo de 0,24 % de ácido cítrico, cuando el ácido orgánico mayoritario en Mollar es el ácido málico (Melgarejo, Salazar y Artés, 2000). Por todo ello, dicho pliego debería ser actualizado ya que además no incluye valores de parámetros o componentes sensoriales determinantes de la calidad global de dicha variedad. En concreto, la granada ‘Mollar de Elche’ presenta atributos sensoriales de alta calidad (Nuncio-Jáuregui et al., 2014), no solo por el alto contenido de azúcares y el bajo nivel de ácidos sino también por presentar un piñón pequeño y blando (Melgarejo, Salazar y Artés, 2000) que, aunque no ha sido objeto de estudio del presente trabajo su caracterización, también es importante de cara a las especificaciones de calidad de dicha variedad.

Por último, cabría resaltar que el efecto en la correlación positiva entre el color interno y los días transcurridos desde la primera recolección en campo es debido a la síntesis de antocianinas, compuestos responsables del color rosa y/o rojo característico de esta variedad, que incrementa durante la maduración del fruto en el árbol. Sin embargo, este efecto del momento de la recolección con respecto al color no se ha podido observar en el color externo de la corteza, el cual se ha mantenido en las mismas tonalidades cremas y/o rosa pálido durante todo el ciclo de cultivo.

Parámetros funcionales y actividad antioxidante total

El contenido de compuestos bioactivos, principalmente fenoles y antocianinas totales, se ve representado en la figura 6A. Se pudo observar como los fenoles totales se encuentran entre 90 y 120 mg 100 g⁻¹ para la variedad ‘Mollar de Elche’, mientras que un contenido inferior de antocianinas totales, uno de los grupos de polifenoles con mayor poder antioxidante, se observó que osciló entre 10 y 30 mg 100 g⁻¹ de peso fresco del fruto. Ambos parámetros funcionales presentaron un nivel de significancia de $P < 0,001$ entre las distintas parcelas estudiadas (Tabla 2). Finalmente, la actividad antioxidante total (Figura 6B) se caracterizó por ser superior en la fase hidrofílica frente a la fase lipofílica, con valores de entre 160 y 280 mg 100 g⁻¹ y en torno a 10 mg 100 g⁻¹, respectivamente. Se observó un nivel de significancia similar al obtenido en los compuestos bioactivos para dicho

parámetro antioxidante (Tabla 2) y una elevada correlación positiva entre el contenido de fenoles totales y la AAT-Hidrofílica ($y = 0,285x + 47,033$, $R^2 = 0,975$).

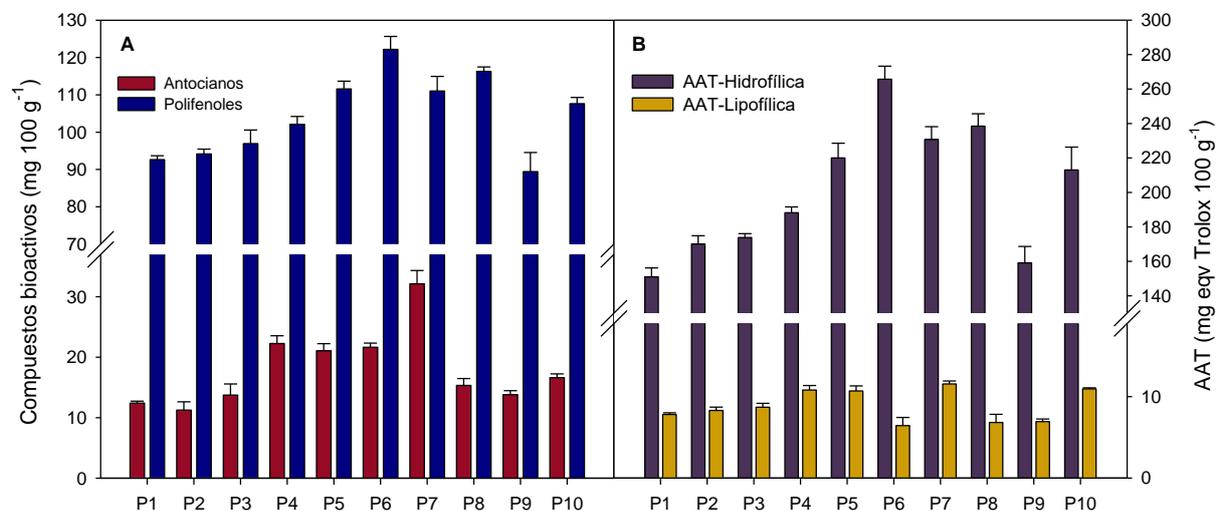


Figura 6. Contenido de compuestos bioactivos; antocianos y polifenoles ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) (A) y actividad antioxidante total; hidrofílica y lipofílica ($\text{mg eqv Trolox } 100 \text{ g}^{-1}$) (B) de las granadas ‘Mollar de Elche’ recolectadas en las distintas parcelas seleccionadas de la DOP y en la última fecha de recolección. Los datos son la media \pm ES de 10 frutos por parcela.

Las antocianinas son los principales compuestos fenólicos presentes en el zumo de granada. Sin embargo, la variedad ‘Mollar de Elche’ no tiene un alto contenido de antocianinas en comparación con otras variedades mundialmente conocidas como ‘Wonderful’ (Pareek, Valero y Serrano, 2015). La temperatura óptima para la acumulación de fenoles es de aproximadamente $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (Costa et al., 2020). Por lo tanto, unas diferencias de temperaturas entre regiones o parcelas con una temperatura más elevada, puede explicar la variabilidad de resultados para dicho factor. Por otro lado, el elevado contenido en compuestos fenólicos de algunos frutos es el gran responsable de la capacidad antioxidante de los mismos. Cabría resaltar, además, que en el pliego de condiciones para esta DOP (Anexo 1 del Reglamento 12/2016) no se definen las características funcionales que presenta la variedad ‘Mollar de Elche’ y que proporcionarían un beneficio en la salud del consumidor tras su consumo por el elevado contenido en compuestos bioactivos.

Conclusiones

Los frutos de granada ‘pertenecientes a la DOP ‘Mollar de Elche’ presentaron una tasa de respiración relativamente baja, unos valores de firmeza entre 22 y 28 N mm^{-1} , un contenido en SST mínimo de $14 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ y una acidez total entre $0,25$ y $0,40 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. El color interno fue el único parámetro que presentó un incremento significativo en las últimas recolecciones debido al proceso de maduración en el árbol. Además, dicha variedad presentó un alto contenido en compuestos bioactivos, principalmente fenoles, y en actividad antioxidante hidrofílica. Dichos componentes sensoriales que se han caracterizado en el presente trabajo deberían ser incluidos en el pliego de condiciones de dicha DOP para que sirva de herramienta útil en la definición de la calidad que deben cumplir las granadas amparadas por dicha DOP. Sin embargo, estudios futuros deberían seguir realizándose en este aspecto para obtener datos concluyentes de varios años en base a la posible influencia de las condiciones agroambientales.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto 2019/VALORIZA/VSC/016 concedido por la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, y ha recibido asesoramiento técnico por parte de la DOP ‘Granada Mollar de Elche’.

Bibliografía

Anexo 1 del Pliego de Condiciones de la Denominación de Origen Protegida ‘Granada Mollar de Elche’ / ‘Granada de Elche’ del reglamento 12/2016 de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Disponible en: http://www.agroambient.gva.es/es/web/desarrollo-rural/consejos-reguladores/-/asset_publisher/MDNbcvtvPQ5W/content/c-r-d-o-p-granada-mollar-de-elche [Último acceso: 12 de agosto de 2020].

Banda, K., Caleb, O.J., Jacobs, K., Opara, U.L., 2015. Effect of active-modified atmosphere packaging on the respiration rate and quality of pomegranate arils (*cv.* Wonderful). *Postharvest Biol. Technol.* 109, 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.002>.

Boussaa, F., Zaouay, F., Burló-Carbonell, F., Nuncio Jáuregui, N., Gmati, M., El Arbi, B., Melgarejo, P., Hernández, F., Mars, M., 2019. Combined effects of cropping system and harvest date determine quality and nutritional value of pomegranate fruits (*Punica granatum* L. *cv.* Gabsi). *Sci. Hortic.* 249, 419-431. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.007>.

Costa, C., Graça, A., Fontes, N., Teixeira, M., Gerós, H., Santos, J.A., 2020. The interplay between atmospheric conditions and grape berry quality parameters in Portugal. *Appl. Sci.* 10, 4943. <https://doi.org/10.3390/app10144943>.

García-Pastor, M.E., Serrano, M., Guillén, F., Giménez, M.J., Martínez-Romero, D., Valero, D., Zapata, P.J., 2020a. 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.* 1, 145-153. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10007>.

García-Pastor, M.E., Serrano, M., Guillén, F., Zapata, P.J., Valero, D., 2020b. Preharvest or a combination of preharvest and postharvest treatments with methyl jasmonate reduced chilling injury, by maintaining higher unsaturated fatty acids, and increased aril colour and phenolics content in pomegranate. *Postharvest Biol. Technol.* 167, 111226. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111226>.

Maghoubi, M., Gómez, P.A., Artés-Hernández, F., Mostofi, Y., Zamani, Z., Artés, F., 2013. Hot water, UV-C and superatmospheric oxygen packaging as hurdle techniques for maintaining overall quality of fresh-cut pomegranate arils. *J. Sci. Food Agric.* 93, 1162-1168. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5868>.

MAGRAMA, 2019. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. [En línea] Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp> [Último acceso: 15 de agosto de 2020].

Martínez-Romero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F., Valero, D., 2002. Effects of postharvest treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. *J. Food Sci.* 67, 1706-1712. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08710.x>.

Melgarejo, P., Salazar, D.M., Artés, F., 2000. Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. *Eur. Food Res. Technol.* 211, 185-190. <https://doi.org/10.1007/s002170050021>.

Mira, S. 2010. La granada: economía y comercialización. I Jornadas Nacionales sobre el granado. Organizadas por el Departamento de Producción Vegetal y Microbiología de la UMH.

Nuncio-Jáuregui, N., Calín-Sánchez, A., Carbonell-Barrachina, A., Hernández, F., 2014. Changes in quality parameters, proline, antioxidant activity and color of pomegranate (*Punica granatum* L.) as affected by fruit position within tree, cultivar and ripening stage. *Sci. Hortic.* 165, 181-189. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.11.021>.

Pareek, S., Valero, D., Serrano, M., 2015. Postharvest biology and technology of pomegranate. *J. Sci. Food Agric.* 95, 2360-2379. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7069>.