

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



**SUSTANCIAS DE ORIGEN NATURAL
FRENTE A COMPUESTOS DE ORIGEN
ARTIFICIAL: EFECTO SOBRE EL
ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Septiembre –2021

AUTOR:

Ester Bernabé García

DIRECTOR/ES:

María Celeste Ruiz Aracil
Antonio Fabián Guillén Arco



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2020/2021

Director/es del trabajo
Antonio Fabián Guillén Arco María Celeste Ruiz Aracil

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

Título del Trabajo
Sustancias de origen natural frente a compuestos de origen artificial: efecto sobre el almacenamiento refrigerado de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)
Alumno
Ester Bernabé García

Orihuela, a 15 de septiembre de 2021
Firma/s tutores trabajo



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Sustancias de origen natural frente a compuestos de origen artificial: efecto sobre el almacenamiento refrigerado de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Title: Substances of natural origin versus compounds of artificial origin: effect on the refrigerated storage of tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

Modalidad (proyecto/experimental): experimental

Type (project/research): research

Autor/Author: Ester Bernabé García

Director/es/Advisor: Antonio Fabián Guillén Arco y María Celeste Ruiz Aracil

Convocatoria: septiembre 2021

Month and year: 09/2021

Número de referencias bibliográficas/number of references: 38

Número de tablas/Number of tables: 0

Número de figuras/Number of figures: 5

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): Conservación, calidad, refrigeración, carotenos, clorofilas

Key words (5 words): Conservation, quality, cold storage, carotenoid, chlorophyll



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

RESUMEN (mínimo 10 líneas):

El cultivo del tomate es uno de los más importantes a nivel nacional, de hecho, España es uno de los principales países exportadores. Los tomates son frutos con una vida útil muy corta, y pese a que la refrigeración suele ser una buena herramienta para alargar la vida útil del tomate puede provocar daños que impide su comercialización o consumo. En este estudio hemos evaluado el efecto de distintos tratamientos postcosecha con demostrada efectividad en la reducción de estas fisiopatías, ya que son capaces de incrementar la tolerancia de los tomates a las bajas temperaturas. Para ello se ha comparado un compuesto comercial de origen artificial con un elicitor presente de forma natural en los diferentes órganos de las plantas. Los elicitores en los tejidos vegetales inducen cambios fisiológicos a partir de los cuales se activan mecanismos similares a las respuestas de defensa afectando así al metabolismo de la planta. Tras aplicar los tratamientos y una vez evaluados los frutos se observó que mantuvieron la calidad general de los tomates y retrasaron la degradación de los compuestos bioactivos. Así, los elicitores naturales aplicados afectaron al contenido endógeno de compuestos bioactivos presentes en los tomates en comparación con los frutos controles o los tratados con sustancias de origen artificial. Por tanto, la utilización de compuestos de origen natural podría sustituir o permitir la reducción de compuestos de origen artificial ampliamente utilizados en la comercialización de estos frutos. De esta forma se fomentaría una comercialización más sostenible dado el origen natural de estos compuestos.

ABSTRACT (10 lines or more):

Tomato cultivation is one of the most important at national level, moreover, Spain is one of the major exporters countries. Tomatoes have a short shelf life, refrigeration is used to expand its shelf life but it can cause chilling injures and prevent it commercialization and intake. In this study we have evaluated the effects of different postharvest treatments that have demonstrated effectivity on decrease this physiopathies, because it can increase tomato tolerance to low temperatures. In order to achieve that, an artificial commercial compound has been compared to an elicitor present in some plant organs. Vegetal tissues elicitors promote physiological changes which activate defense response like mechanism and affects to plant metabolism. Once the treatments were applied and the fruits were evaluated, general high-quality values were observed and a delay in bioactive compounds degradation. This way, natural applicated elicitors were able to affect in endogenous bioactive compound present in tomato in comparison to the control fruits or the artificial origin substance treatment. For that, the use of natural compounds could substitute or lend the artificial compound reduction mainly used on fruit commercialization. This way, a more sustainable commercialization of those fruits will be enhanced.



II Congreso Universitario en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria (CUISA)

Programa Científico

Fecha	16 de septiembre de 2021
8:45-9:00	Ceremonia de Apertura
9:00-9:45	Conferencia Inaugural: "Impacto de la genómica en investigación e innovación agroalimentaria". Dr. Manuel Jamilena (Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería)
Sesión 1	Recursos Fitogenéticos, Mejora y Biotecnología en Producción Vegetal. Moderador: Dra. Nuria Albuquerque Ferrando (CEBAS-CSIC, Murcia)
	Presentaciones Orales
S1-01 9:45-10:00	Mejora de la micropropagación en variedades de albaricoquero (<i>Prunus armeniaca</i> L.) mediante Sistemas de Inmersión Temporal. <i>C. Pérez-Caselles, L. Burgos, V. Origüela y N. Albuquerque.</i>
S1-02 10:00-10:15	Efecto de la aplicación de ácido salicílico en precosecha sobre la calidad de pimiento verde en la recolección y conservación. <i>A. Rodríguez, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, P.J. Zapata y M. Giménez.</i>
S1-03 10:15-10:30	Cultivo a media escala de líneas de tomate Muchamiel con resistencia a virus para su comercialización en Alicante. <i>P. Carbonell, J.A. Cabrera, J.F. Salinas, A. Grau, A. Alonso, J.J. Ruiz, S. García-Martínez.</i>
S1-04 10:30-10:45	Introducción del gen <i>Ty-2</i> en el Programa de Mejora Genética de Variedades Tradicionales de Tomate del CIAGRO-UMH. <i>J.A. Cabrera, P. Carbonell, J.F. Salinas, A. Grau, A. Alonso, S. García-Martínez y J.J. Ruiz.</i>
S1-05	Seguimiento de tres ensayos de tomate Muchamiel con resistencia a virus en el término municipal de Mutxamel durante el ciclo de primavera-

10:45-11:00	<p>verano 2021.</p> <p><i>S. García-Martínez, J.M. Sánchez, A. Gómez, F. Hernández, M. Juárez, P. Guirao, A.M. Ortega, L. Noguera, A. Alonso, J.J. Ruiz.</i></p>
S1-06 11:00-11:15	<p>Efecto de nanotubos de carbono sobre diferentes combinaciones de citoquininas en la proliferación in vitro del portainjertos Garnem.</p> <p><i>J. A. Medina, F. Hernández y A. Galindo.</i></p>
Presentaciones en Póster	
S1-P1	<p>Diferencias en fenoles, flavonoides, flavonoles y actividad antioxidante totales entre 24 cultivares de tápenas de dos subespecies, <i>spinosa</i> y <i>rupestris</i>.</p> <p><i>M. Grimalt, M.S. Almansa, S. García, F. Hernández, P. Legua y A. Amorós.</i></p>
11:15-11:30	Pausa Café
Sesión 2	<p>Horticultura, Citricultura, Fruticultura, Viticultura y Protección de Cultivos.</p> <p>Moderador: Dr. Jesús García Brunton (IMIDA, Murcia)</p>
Presentaciones Orales	
S2-01 11:30-11:45	<p>Influencia del envejecimiento sobre la composición volátil y sensorial del vino tinto.</p> <p><i>I. González-Sánchez, F. Burló y L. Noguera-Artiaga.</i></p>
S2-02 11:45-12:00	<p>Estudio sobre calidad sensorial y aromática de vino tinto.</p> <p><i>A. Grao-Ruiz, P. J. Zapata y L. Noguera-Artiaga.</i></p>
S2-03 12:00-12:15	<p>Influencia de las propiedades del suelo en mostos de la variedad Monastrell en la Comarca del Noroeste-Región de Murcia.</p> <p><i>M.A. Martínez, N. Martí y C. Paredes.</i></p>
S2-04 12:15-12:30	<p>Efecto del tratamiento de limoneros con melatonina sobre la producción y calidad del fruto.</p> <p><i>F. Badiche, M. Serrano, J.M. Valverde, A. Carrión-Antolí, D. Martínez-Romero, D. Valero, S. Castillo.</i></p>
S2-05 12:30-12:45	<p>Los tratamientos con melatonina de cerezos 'Sweet Heart' aumentan el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto en la recolección y durante la conservación.</p> <p><i>M.V. Arias A. Carrión, F. Garrido, J.M. Lorente, P.J. Zapata, D. Valero, M. Serrano.</i></p>
S2-06 12:45-13:00	<p>La aplicación precosecha de jasmonato de metilo incrementa el rendimiento y la calidad del cultivo de pimiento verde.</p> <p><i>A. Dobón-Suárez, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata.</i></p>

S2-07 13:00-13:15	Caracterización temporal del limón mediterráneo para su aprovechamiento en la industria del zumo. <i>M.J. Rubio-Martínez, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor, V. Serna-Escolano y P.J. Zapata.</i>
Sesión 3	Economía Agraria y Gestión de Empresas. Moderador: Dra. Margarita M. Brugarolas (UMH, Orihuela)
	Presentaciones Orales
S3-01 13:15-13:30	Estudio a consumidores sobre la aceptación de carne de cordero trashumante. <i>A. Ros Almela, N. Godoy Morales y L. Martínez-Carrasco Martínez.</i>
S3-02 13:30-13:45	Black soldier fly (<i>Hermetia illucens</i>) breeding and processing company in Aranda de Duero (Burgos). <i>P. Saiz Valle, I. Blanco-Gutiérrez, L. Luna.</i>
S3-03 13:45-14:00	Aspectos valorados por los consumidores a la hora de comprar o consumir ensaladas de IV gama. <i>J.M. Lorente, M. Serrano y M.T. Pretel.</i>
14:00-15:00	Pausa Comida
Sesión 4	Producción, Bienestar, Genética y Calidad en la Producción Animal. Moderador: Dr. Alberto Atzori (UNISS, Sassari, Italia)
	Presentaciones Orales
S4-01 15:00-15:15	Crioconservación de dos líneas de conejos seleccionadas divergentemente por variabilidad del tamaño de camada. <i>B. Ruiz, M.L. García y M.J. Argente.</i>
S4-02 15:15-15:30	Conductas individuales y expresiones faciales en ovinos estabulados criados libres de parásitos gastrointestinales. <i>A.A. Luna Bojórquez, P.G. González Pech, F.A. Méndez Ortíz, C.A. Sandoval Castro, J.F.J. y Torres Acosta.</i>
S4-03 15:30-15:45	Estudio del porcentaje de inclusión de subproducto de alcachofa (brácteas) en dietas de cabras lecheras para una producción sostenible y circular. <i>P. Monllor, R. Muelas, A. Roca, E. Sendra, J.R. Díaz y G. Romero</i>
	Presentaciones en Póster
S4-P1	Las actividades formativas del IFAPA en el sector ganadero, en la provincia de Almería. <i>S. Aparicio, A. González, V. Navarro, L. Lara, S. Parra, y M.C. García-</i>

	<i>García.</i>
--	----------------

Sesión 5	Agricultura Sostenible. Cambio Climático y Estrés Ambientales. Moderador: Dr. José Antonio Sánchez Zapata (UMH, Elche)
	Presentaciones Orales
S5-01 15:45-16:00	Optimización de un método para evaluar la capacidad antifúngica de extractos de cianobacterias. <i>M.P. Marí, A.D. Asencio, M.T. Pretel y G. Díaz</i>
S5-02 16:00-16:15	Mejora de la sostenibilidad del cultivo de fresa: mecanismos fisiológicos desencadenados por bacterias PGP bajo condiciones subóptimas de fertilización. <i>E. Romano, J.V. García López, N.J. Flores-Duarte, S. Merino, J. Mesa-Marín, I.D. Rodríguez-Llorente, S. Redondo-Gómez, E. Pajuelo y E. Mateos-Naranjo.</i>
S5-03 16:15-16:30	Estudio de caracterización de suelos contaminados con ceniza volcánica y forraje destinado a consumo animal en la zona de Bilbao-Ecuador. <i>L. Carrera-Beltrán, I. Gavilanes-Terán, J. Idrovo-Novillo, V. H. Valverde, T. Albán-Guerrero, S. Ruiz- Illapa, C. Paredes y A.A. Carbonell-Barrachina.</i>
S5-04 16:30-16:45	Influencia de la micorrización con <i>Glomus sp.</i> sobre sustancias farmacológicamente activas en el cultivo de <i>Cistus albidus</i> L. <i>D. Raus de Baviera, E. Barraión-Catalán, A. Ruiz Canales, M. Losada-Echeberría y F. J. Álvarez-Martínez.</i>
S5-05 16:45-17:00	Especies de <i>Variovorax</i> asociadas al nódulo que mejoran el crecimiento y la nodulación de <i>Medicago sativa</i> en situaciones de estrés. <i>N.J. Flores-Duarte, J. Pérez-Pérez, E. Mateos-Naranjo, S. Redondo-Gómez, E. Pajuelo, I.D. Rodríguez-Llorente y S. Navarro-Torre.</i>
S5-06 17:00-17:15	Aplicaciones con poliaminas en floración y durante el desarrollo en el árbol reducen fisiopatías e incrementan la calidad de cereza (<i>Prunus avium</i> L.) de la IGP montaña de Alicante <i>M. Nicolás, M.C. Ruiz-Aracil, A. Carrión-Antolí, J.M. Lorente-Mento, J.M. Valverde y F. Guillén.</i>
S5-07 17:15-17:30	Climate Change, Food Crisis, Covid-19 in Mozambique. <i>Jérôme Etsong Mbang.</i>

Presentaciones en Póster	
S5-P1	<p>Biofertilizantes: herramientas para optimizar la producción de fresa con reducciones de riego y fertilización química.</p> <p><i>J.V. García López, N.J. Flores-Duarte, E. Romano, J. Mesa-Marín, I.D. Rodríguez-Llorente, S. Redondo-Gómez, E. Pajuelo y E. Mateos-Naranjo.</i></p>
S5-P2	<p>Efecto de la aplicación de biofertilizantes basados en hongos micorrícicos y <i>Trichoderma harzianum</i> en el desarrollo de plantas de puerro.</p> <p><i>G. Díaz, V. Fernández y P. Torres</i></p>
17:30-17:45	Pausa Café
Sesión 6	<p>Gestión y Valorización de Residuos Orgánicos en la Agricultura.</p> <p>Moderador: Dr. Antonio Rosal Raya (UPO, Sevilla)</p>
Presentaciones Orales	
S6-O1 17:45-18:00	<p>Efectos del tipo de estiércol en la evolución de su co-compostaje con residuos vegetales y en la calidad agronómica del compost obtenido.</p> <p><i>C. Santiago-Cubas y C. Paredes.</i></p>
S6-O2 18:00-18:15	<p>Aplicación agronómica de los digeridos procedentes de residuos de frutas y verduras.</p> <p><i>C. Álvarez, M.P. Bernal y R. Clemente.</i></p>
S6-O3 18:15-18:30	<p>Importancia del manejo de pilas de compostaje en la evolución y calidad del compost en Liria (Valencia)</p> <p><i>J.O. Medina Benavides, M.T. Fernández Suarez, A. Pérez Espinosa, M.D. Pérez Murcia y R. Moral.</i></p>
S6-O4 18:30-18:45	<p>Caracterización de residuos orgánicos agrícolas y ganaderos generados en la provincia de Chimborazo (Ecuador) para el estudio de alternativas a su gestión actual.</p> <p><i>V.H. Valverde, I. Gavilanes-Terán, J. Idrovo-Novillo, L. Carrera-Beltrán, S. Buri Tanguila, K. Salazar García y C. Paredes.</i></p>
S6-O5 18:45-19:00	<p>Combined effect on substrate, plastic biofilm and earthworms (<i>Eisenia fetida</i>) in presence of different type of plastic material under vermicomposting.</p> <p><i>Z. Emil Blesa, Marcela Pedraza-Torres, J.A. Sáez, J.C. Sánchez-Hernández y R. Moral.</i></p>
S6-O6 19:00-19:15	<p>Efecto sobre la calidad del fruto del naranjo Navel v. Chislett Summer empleando varias opciones de manejo agronómico en una finca del sureste español.</p> <p><i>S. Sánchez Méndez, E. Martínez Sabater, A. Pérez Espinosa, J. Sáez Tovar y R. Moral.</i></p>

S6-O7 19:15-19:30	Presencia de plaguicidas en mezclas iniciales y compost maduros de productores agroecológicos. El rol del compostaje en su eliminación. <i>A. García-Rández, M.T. Fernández-Suárez, M.D. Pérez-Murcia y R. Moral.</i>
Presentaciones en Póster	
S6-P1	Valorización de residuos de la industria agroalimentaria mediante compostaje. <i>C. Álvarez y M.A. Bustamante.</i>

Sesión 7	Instalaciones Industriales y Agrícolas. Moderador: Dr. Andrés Fernando Jiménez López (Universidad de los Llanos, Colombia)
Presentaciones Orales	
S7-O1 19:30-19:45	Diseño de un velocímetro de banda de rodadura para ensayo de velocidad máxima en ciclomotor de 2 ruedas (L1/L1e) en condiciones estáticas. <i>M.M. Paricio-Caño y M. Ferrández-Villena.</i>
Presentaciones en Póster	
S7-P1	Empleo de nariz, lengua y ojo electrónicos de bajo coste para el monitoreo de procesos agroalimentarios <i>M. Fernández, M. Ferrández-Villena, M. Oates, C. Molina, A. Conesa, J. Ramos, N. Abu Khalaf y A. Ruiz Canales.</i>
S7-P2	Empleo de nariz electrónica de bajo coste en el monitoreo de colmenas de abejas <i>E. González, M.A. Madueño y A. Ruiz Canales.</i>
19:45-20:15	Presentaciones de los Pósteres del día 1 (Sesiones 1-7)
Fecha	17 de septiembre de 2021
Sesión 8	Gestión del Agua, Nutrición y Energía en Horticultura. Moderador: Dr. Alejandro Galindo Egea (Departamento de Agronomía, Universidad de Sevilla)
Presentaciones Orales	
S8-O1 9:00-9:15	Estimación de la huella de carbono: caso práctico en diez Comunidades de Regantes. Estrategias para su reducción. <i>S. Colino Jiménez, A. Melián Navarro y A. Ruiz Canales.</i>
S8-O2	Obtención automática del punto de capacidad de campo a través de

9:15-9:30	sensores de humedad de suelo. <i>M. Soler-Méndez, D. Parras-Burgos, A. Cisterne-López, E. Mas-Espinosa, J.M. Molina-Martínez y D. Intrigliolo.</i>
S8-O3 9:30-9:45	Aplicaciones de teledetección para la mejora del riego de granado en la Vega Baja del Segura (Alicante, España). <i>J. Solano-Jimenez, S. Rodriguez-Cámara, H. Puerto-Molina y J.M. Cámara-Zapata.</i>
Presentaciones en Póster	
S8-P1	Determinación de la variación de la huella hídrica y la huella de carbono en una comunidad de regantes como medida de la mejora medioambiental de las instalaciones. Aplicación a un caso de estudio. <i>F. López Peñalver, J. Chazarra Zapata, A. Melián Navarro y A. Ruiz Canales.</i>
Sesión 9	Usos del Territorio. Valoración de Recursos Agrarios. Desarrollo Rural. Moderador: Dra. María Dolores de Miguel (UPCT, Cartagena)
Presentaciones Orales	
S9-O1 9:45-10:00	Caracterización edafológica de los suelos de la comarca “La Marina Alta” para determinar su capacidad vitícola. <i>B. López, E. Martínez-Sabater, M.A. Molina-Huertas y C. Paredes.</i>
S9-O2 10:00-10:15	Diversidad social y agroambiental en los paisajes mediterráneos costeros: el ENP La Muela y Cabo Tiñoso (Cartagena – Murcia). <i>J. Martínez Sánchez y L. Martínez-Carrasco Martínez.</i>
S9-O3 10:15-10:30	Gotas de tierra: Mejora de las parcelas de cultivo, la equidad y seguridad alimentaria de mujeres rurales en Colombia desde la perspectiva de los ODS. <i>P. Espitia-Zambrano y J.A. Pérez-Álvarez.</i>
Presentaciones en Póster	
S9-P1	Peligrosidad del combustible en la Región de Murcia. El abandono de los cultivos agrícolas incrementa el riesgo de incendio en la interfaz urbano-forestal <i>J.F. Sarabia y M.T. Pretel.</i>
S9-P2	Desarrollo territorial en las marismas de la margen izquierda del Guadalquivir. <i>M.A. Falcón Sánchez</i>
Sesión 10	Procesado e Innovación en Productos de Origen Animal. Moderador: Dr. José Manuel Lorenzo Rodríguez (Centro Tecnológico de

	la Carne, CTC, Galicia)
	Presentaciones Orales
S10-O1 10:30-10:45	Reformulación de hamburguesas de ternera con geles de emulsiones de agua y aceites vegetales. <i>A. <u>Gea-Quesada</u>, E. Sayas-Barberá, C. Botella-Martínez y M. Viuda-Martos.</i>
S10-O2 10:45-11:00	Aplicación de un subproducto de mango como antioxidante en un producto cárnico. <i>L. <u>Morocho</u>, F. Reyes, M.C. Guamán-Balcázar</i>
11:00-11:15	Pausa Café
S10-O3 11:15-11:30	Caracterización de queso curado de oveja con y sin DOP Manchego basado en el perfil de compuestos volátiles, pH, humedad y ATR-FTIR. <i>R. <u>Pesci de Almeida</u>, K. A. Iglér, M. Cano-Lamadrid, E. Sendra, A. Beltrán y A. Valdés.</i>

S10-O4 11:30-11:45	Reducción parcial de sal y grasa en salchichas tipo Frankfurt con adición de harinas de <i>Agaricus bisporus</i> y <i>Pleurotus ostreatus</i> . <i>M.I. <u>Cerón-Guevara</u>, E. Rangel-Vargas, J.M. Lorenzo, R. Bermúdez, M. Pateiro, J.A. Rodríguez, I. Sánchez-Ortega y E.M. Santos.</i>
S10-O5 11:45-12:00	Efecto de la incorporación un coproducto de semillas de chía a un embutido sobre las propiedades fisicoquímicas durante la etapa secado-maduración. <i>J. <u>García-Martín</u>, A. Roldán-Verdú y J.A. Pérez-Álvarez.</i>
	Presentaciones en Póster
S10-P1	Modificación del perfil lipídico en salchichas tipo Frankfurt mediante una emulsión gelificada a base de trigo sarraceno y aceite de cáñamo. <i>C. <u>Botella-Martínez</u>, J. Fernández-López, J.A. Pérez-Álvarez y M. Viuda-Martos.</i>
S10-P2	Aplicación de agentes de carga de aceite de oliva para desarrollar salchichas Frankfurt saludables y sostenibles. <i>T. <u>Pintado</u>, A.M. Herrero y C. Ruiz-Capillas.</i>
Sesión 11	Postcosecha y procesado de productos vegetales. Moderador: Dr. Lorenzo Ángel Zacarías (IATA, Valencia)
	Presentaciones Orales
S11-O1	Efectos del tratamiento en precosecha con melatonina sobre los

12:00-12:15	parámetros de calidad en granada ‘Mollar de Elche’. <i>F. Garrido, J.M. Lorente-Mento, D. Valero y M. Serrano.</i>
S11-O2 12:15-12:30	Proteína PeAfpA: optimización de su producción biotecnológica y aplicación en patosistemas postcosecha. <i>C. Roperó, J.F. Marcos y P. Manzanares.</i>
S11-O3 12:30-12:45	Sustancias de origen natural frente a compuestos comerciales de origen artificial: efecto sobre la prolongación del almacenamiento refrigerado de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) y el mantenimiento de compuestos bioactivos. <i>E. Bernabé-García, M.C. Ruiz-Aracil, F. Guillén y J.M. Valverde.</i>
S11-O4 12:45-13:00	Aplicación de tratamientos post-cosecha para incrementar la calidad durante el almacenamiento de aguacate (<i>Persea americana</i> M.). <i>M.I. Madalina-Ileg, M.C. Ruiz-Aracil, J.M. Valverde, M. Nicolás y F. Guillén.</i>
S11-O5 13:00-13:15	Aprovechamiento de un subproducto de la industria de aceituna para el desarrollo de alimentos con un valor añadido. <i>M. Ródenas, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata.</i>

S11-O6 13:15-13:30	Mejora de la conservación de la granada “Mollar de Elche” mediante tratamientos precosecha con Jasmonato de Metilo. <i>A.M. Codes-Alcaraz, A. Dobón-Suárez, M.E. García-Pastor y S. Castillo.</i>
S11-O7 13:30-13:45	Efecto de la aplicación postcosecha de nitroprusiato de sodio sobre la calidad de limón ecológico. <i>A. Del Cerro, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, M. Giménez y P.J. Zapata.</i>
S11-O8 13:45-14:00	Melatonina aplicada como tratamiento en campo incrementa los sistemas antioxidantes en las cerezas ‘Prime Giant’. <i>A. Carrión-Antolí, F. Badiche, J.M. Lorente-Mento, F. Guillén, S. Castillo, M. Serrano y D. Valero.</i>
14:00-15:00	Pausa comida
Sesión 11- Continuación	Postcosecha y procesado de productos vegetales. Moderador: Dr. Salvador Castillo (UMH, Orihuela)
S11-O9 15:00-15:15	Eliminación de etileno con un reactor de luz ultravioleta con titanio y su efecto sobre brócoli en condiciones de conservación. <i>A. Guirao, P. García-Ponsoda, S. Castillo, F. Guillén, M. Serrano y D. Martínez-Romero.</i>
S11-O10	Efecto de una trampa de ozono acoplada a un eliminador de etileno

15:15-15:30	fotocatalítico: caso práctico en tomate Raf. <i>P. García-Ponsoda, A. Guirao, J.M. Valverde, D. Valero y D. Martínez-Romero.</i>
S11-O12 15:30-15:45	Evaluación de las condiciones de almacenamiento de hojas de <i>Aloe vera</i> para su comercialización en fresco. <i>A. Campaña, P. García-Ponsoda, A. Guirao y D. Martínez-Romero.</i>
S11-O13 15:45-16:00	Estudio del contenido en polifenoles de cuatro variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.): aptitud para cuarta gama. <i>M. Giménez-Berenquer, M. J. Giménez, P. Carbonell, J. A. Cabrera y P. J. Zapata.</i>
Sesión 12	Alimentación Funcional, Calidad Sensorial y Salud. Moderador: Dra. María José Frutos Fernández (UMH, Orihuela)
	Presentaciones Orales
S12-O1 16:00-16:15	Esteroles vegetales en matrices líquidas: obtención e incorporación en una bebida de frutas. <i>M. Álvarez-Henao, J. Londoño-Londoño y C. Jiménez-Cartagena.</i>
S12-O2 16:15-16:30	Efecto de endulzantes alternativos sobre la biodisponibilidad y bioactividad de antocianos y flavanonas de una bebida de maqui-limón. <i>V. Agulló, R. Domínguez-Perles y C. García-Viguera.</i>
S12-O3 16:30-16:45	Influencia de edulcorantes sobre compuestos bioactivos en un sistema modelo. <i>A. Bica, V. Agulló y C. García-Viguera.</i>
S12-O4 16:45-17:00	Microencapsulación de <i>L. Plantarum</i> en cápsulas simples y de doble capa: efecto de las condiciones térmicas y la digestión gastrointestinal sobre la viabilidad probiótica. <i>E. López-Martínez, M.J. Frutos y E. Valero-Cases.</i>
17:00-17:15	Pausa Café
S12-O5 17:15-17:30	Variabilidad de los parámetros de calidad funcional y sensorial de la canela molida. <i>C. Muñoz-Ezcurra, M. Cano-Lamadrid, E. Sendra, F. Hernández y L. Lipan.</i>
S12-O6 17:30-17:45	Comparación de distintos parámetros de quesos curados de oveja DOP Manchego (Denominación de Origen Protegida) vs no-DOP. <i>K. A. Iglér Marí, E. Sendra, A. Valdés García, A. Beltrán Sanahuja, R. Pesci De Almeida y M. Cano Lamadrid.</i>
S12-O7	Leche fermentada enriquecida con <i>Cinnamomum cassia</i> y <i>Cinnamomum</i>

17:45-18:00	<i>verum</i> molida: efecto de la canela en la fermentación y calidad del yogur. <u>A. E. Vargas</u> , M. Cano y E. Sendra.
S12-O8 18:00-18:15	Caracterización de las flores y estigmas de <i>Crocus sativus</i> L. argelino y su valor como alimento. <u>R. Vicente</u> , D. Cerdá, E. Valero y M.J. Frutos.
S12-O9 18:15-18:30	Estudio del grado de implementación de Clean Label en alimentos de gran consumo en España: propuestas de mejora. <u>N. Jiménez-Redondo</u> , M. Cano-Lamadrid y J. M. Valverde.
S12-O10 18:30-18:45	Elaboración de cerveza artesana sin alcohol enriquecida funcionalmente con brotes de brócoli ecológico. <u>J. Gerth</u> , A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, M. Giménez y P.J. Zapata.
S12-O11 18:45-19:00	Revisión científica y visión del sistema de alertas RASFF del contenido de metales pesados en alimentos. <u>R.M. Franco-Calderón</u> , E. Sendra y M. Cano-Lamadrid.
Presentaciones en Póster	
S12-P1	Composición nutricional y actividad antioxidante del azafrán (<i>Crocus sativus</i> , L.) y sus subproductos florales para el desarrollo de nuevos ingredientes funcionales. <u>D. Cerdá-Bernad</u> , E. Valero-Cases y M.J. Frutos .
S12-P2	Alteración de la microbiota intestinal en pacientes con COVID-19. P. Bersano-Reyes y G. Nieto-Martínez.

S12-P3	Aplicación de subproducto de mango como antioxidante en un producto de panadería. <u>J. Rueda</u> , N. Ortega y M. Guamán.
S12-P4	Caracterización de compuestos bioactivos de las semillas de dos cultivares de <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. en condiciones homogéneas de cultivo. <u>L. Andreu-Coll</u> , J. Kolniak-Ostek, A. Kita, J. Miedzianka, P. Legua y F. Hernández.
S12-P5	Desarrollo de galletas funcionales sin gluten adaptadas a los requerimientos nutricionales de celíacos. <u>C. Campuzano</u> y G. Nieto.
19:00-20:00	Presentaciones de los Pósteres del día 2 (Sesiones 8-12)
20:00-20:30	Ceremonia de Clausura

Dr. Santiago García-Martínez (Presidente del Comité Organizador)
Dra. María Serrano (Presidenta del Comité Científico)

Sustancias de origen natural frente a compuestos de origen artificial: efecto sobre el almacenamiento refrigerado de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

E. Bernabé-García ¹, M.C. Ruiz-Aracil, F. Guillén, J.M. Valverde

¹ Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental CIAGRO. Grupo de Investigación en Post-recolección de Frutas y Hortalizas. Universidad Miguel Hernández, carretera de Beniel km 3.2 Orihuela, Alicante., e-mail: ester.bernabe@goumh.umh.es

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertenece a la familia de las solanáceas y, como tal, es un fruto climatérico. Por lo tanto, el etileno desempeña un papel esencial en la maduración normal y completa del tomate durante la etapa postcosecha (Shinozaki et al., 2018; Li et al., 2019). El etileno inicia una cascada de cambios bioquímicos que desencadena el cambio de un tomate verde, duro y sin sabor en una fruta atractiva, con un color brillante, succulenta y nutritiva (Li et al., 2019). Las acciones desencadenadas por el etileno se pueden regular en distintos niveles desde la biosíntesis del etileno hasta en los receptores de este (Karlova et al., 2014; Mata et al., 2018; Li et al., 2019).

El tomate es el segundo cultivo mayoritario de frutas y hortalizas tras la patata (*Solanum tuberosum* L.). Es un ingrediente esencial dentro de la alimentación a nivel mundial, destacando principalmente en la dieta mediterránea, donde se consume tanto crudo como incluido en una gran variedad de recetas. Al ser un producto que se ofrece para consumo fresco, hay dos aspectos clave en su calidad: apariencia (color y firmeza) y sabor (sólidos solubles totales y acidez). Además, el tomate está asociado con efectos beneficiosos para la salud, por lo que estas sustancias bioactivas (compuesto fenólicos y carotenoides) también se consideran un indicador de calidad en el tomate (Kim et al., 2016; Livingstone et al., 2019; Fraser et al., 2020). Al ser un producto tan ampliamente consumido, también existe una alta comercialización y, es por esto, que es necesario aplicar tecnologías postcosecha para prolongar su calidad y vida útil. La tecnología aplicada universalmente es el almacenamiento en frío, que es capaz de detener el proceso natural de maduración al reducir el metabolismo vegetal, haciendo que el fruto alcance una menor tasa de respiración y producción de etileno, aumentando así su vida útil (Park et al., 2021; Zhou et al., 2021). Sin embargo, el almacenamiento en frío prolongado provoca daños por frío, produciendo un desorden fisiológico acumulativo que se caracteriza por pérdida de sabor, olor, firmeza, ablandamiento y defectos visuales. Además, los daños por frío pueden hacer que los frutos sean más susceptibles al ataque de diferentes especies microbianas produciendo podredumbres (Park et al., 2021; Zhou et al., 2021).

Todo esto puede afectar a la síntesis de metabolitos secundarios, entre los que se encuentran los componentes bioactivos. Los metabolitos secundarios se empiezan a sintetizar una vez que el fruto ha crecido y su síntesis se prolonga durante la etapa de maduración, generalmente después del estado “breaker” de la maduración. Entre estos metabolitos secundarios encontramos compuestos orgánicos volátiles (derivados de ácidos orgánicos, de aminoácidos, de carotenoides, etc.), carotenoides y alcaloides (Thoge et al., 2013).

Con el fin de prolongar la vida útil de los productos vegetales, así como su calidad, se emplean distintos tratamientos postcosecha. Entre estos tratamientos se encuentran: envasado en atmósfera protectora (Fagundes et al., 2015), aplicación de metil jasmonato (Min et al., 2020), recubrimientos comestibles (Peralta-Ruiz et al., 2020; Safari et al., 2020), liposomas de nitroxilo (Liu et al., 2021), e incluso tratamientos biológicos como el uso de *Bacillus subtilis* L1-21 o *Streptomyces* sp (Evangelista-Martínez et al., 2020; Bu et al., 2021).

Por otro lado, y de forma generalizada, actualmente las aplicaciones comerciales con 1-metilciclopropeno o 1-MCP han adquirido gran relevancia. El 1-MCP es una sustancia de origen

artificial que actúa como un potente inhibidor de la acción del etileno, manteniendo de forma muy significativa la calidad general tras la recolección tanto del tomate como de otros muchos productos vegetales. Está clasificado como regulador del crecimiento con un modo de acción inocuo para el ser humano (Gaikwad et al., 2020). Es capaz de detener o retrasar la maduración en productos hortofrutícolas, mientras que en algunos vegetales y frutos no climatéricos es capaz de detener la senescencia. Sin embargo, el efecto que produce está vinculado a la variedad sobre la que se aplica, el estado de maduración previo al tratamiento y la dosis aplicada (Zhao et al., 2020; Huan et al., 2020).

El ácido γ -aminobutírico o GABA es un ácido no proteico de cuatro carbonos que se encuentra en animales, plantas y bacterias. En animales es un importante neurotransmisor inhibidor y tiene algunos efectos positivos para la salud (Shimada et al., 2009). La importancia funcional del GABA en las plantas, sin embargo, todavía no se entiende bien. Se relaciona con una gran variedad de procesos y ciclos metabólicos, como el ciclo del nitrógeno y carbono o el ciclo de los ácidos tricarboxílicos (Obata y Fernie, 2012; Hijaz y Killiny, 2020).

El GABA ha demostrado tener efectos positivos cuando se aplica como tratamiento postcosecha en tomate, se ha visto que es capaz de otorgar protección frente a los daños por frío, reducir la pérdida de firmeza y mantener los parámetros relacionados con la calidad en el tomate durante su almacenamiento en frío (Aghdam et al., 2019; Gaikwad et al., 2020; Habibi et al., 2019). En este estudio ponemos de manifiesto el impacto que tienen compuestos de origen natural como el GABA frente a compuestos de origen artificial ampliamente usados como es el 1-MCP así como el efecto sinérgico de su aplicación conjunta.

Material y Métodos

El material vegetal, utilizado para la realización de este estudio fue tomate tipo RAF cv “Conquista” recolectados en una finca comercial de Almería. Se seleccionaron 255 frutos homogéneos. En este estudio se han aplicado 4 tratamientos diferentes de 60 frutos cada uno. GABA 10 mM, 1-MCP a la dosis de 500 ppb, un lote de frutos con los dos tratamientos anteriores combinados y finalmente un lote control en agua destilada. Además, se agruparon en lotes de quince tomates divididos en tres muestras de 5 tomates cada uno. Además, se seleccionaron otros quince frutos para evaluar el día 0 para establecer así las condiciones en que los tomates llegaron al laboratorio.

Los tratamientos fueron aplicados por inmersión por un tiempo de diez minutos, se dejaron secar y se almacenaron a 4°C durante 28 días para ser evaluados semanalmente. Tras la salida del almacenamiento en frío, los frutos se almacenaron a 20°C durante 7 días para evaluar su vida útil. La dosis de 1-MCP fue escogida de entre las seleccionadas anteriormente en esta especie vegetal por Guillén et al., (2007). Los tratamientos con 1-MCP se realizaron mediante la mezcla de pastillas comerciales liberadoras de este compuesto a las dosis aplicadas, con una solución activadora comercial, todo proporcionado por SmartFresh (AgroFresh Inc., Philadelphia, PA) en contenedores herméticos de 130 L. En primer lugar, se realizaron las medidas no destructivas. La respiración y el etileno se determinaron mediante sistema estático de forma individual en 15 tomates de cada tratamiento (n=6); el peso y el color, se determinó individualmente en cada tomate (n=15). La evaluación del color se determinó utilizando el sistema CIELAB (L*, a*, b*) por medio de un colorímetro triestímulo Minolta modelo CR200, realizándose tres medidas del color para cada fruto en 3 puntos equidistantes longitudinalmente (n=30). Los parámetros destructivos como la actividad antioxidante y el contenido en polifenoles totales se evaluaron en muestras homogéneas de cada lote (n=6). Todas estas evaluaciones han sido realizadas siguiendo las indicaciones descritas por Serrano et al., (2009). La determinación de flavonoides (n=6) se realizó sobre la muestra homogénea descrita anteriormente siguiendo el método descrito por Lezoul-El-Houda et al., (2020). El contenido en carotenos se evaluó mediante extracción en metanol aplicando tanto el método como las ecuaciones descritas por Bruinsma, (1963).

Los daños por frío se evaluaron de forma visual siguiendo las indicaciones descritas por Ding et al., (2002). De esta forma se asignó una escala de 0-4 donde 0= sin daños, 1= menos de un 5% de la superficie afectada, 2= 5-15% superficie, 3=16-25% superficie y 4=más de un 25% de la superficie.

Este experimento tiene un diseño completamente aleatorio. Las diferencias entre los distintos tratamientos se han estudiado mediante análisis de la varianza. Cuando las diferencias mostradas por las distintas muestras han resultado ser significativas ($P < 0.05$), las medias se han separado mediante el Test Tukey. Todos los análisis se han realizado con el Software SPSS v. 20.0.

Resultados y Discusión

Tras estudiar las pérdidas de peso pudimos comprobar como estas fueron incrementando a lo largo de los días independientemente del tratamiento (figura 1A). Sin embargo, el tratamiento combinado de M+G es el que menores pérdidas de peso mostró, con sólo un $7,22 \pm 0,44$ % tras 21 días de almacenamiento. El resto de tratamientos mostró valores significativamente mayores ($P < 0.05$) en varios de los muestreos. Por otro lado, en la figura 1B observamos cómo evoluciona la tasa de respiración de los frutos, observándose un aumento general a partir de la segunda semana de almacenamiento refrigerado más un periodo adicional de 7 días a 20°C. Sin embargo, únicamente los tratamientos que contenían 1-MCP consiguieron reducir la respiración siendo el valor más bajo al final del experimento el encontrado por aquellos frutos tratados con el tratamiento de GABA combinado con 1-MCP ($19,90 \pm 0,14$ mg kg⁻¹h⁻¹).

La pérdida de peso tras la recolección se debe a la pérdida de agua por los procesos de transpiración del fruto. En estudios previos, se ha comprobado que el GABA participa en los procesos osmóticos tras la recolección, por lo que reduce los fenómenos de transpiración y la pérdida de peso (Palma et al., 2019). También se ha comprobado que el 1-MCP es capaz de disminuir las pérdidas de peso en los frutos al ralentizar los procesos de maduración (Habibi et al., 2020). Por otro lado, se ha visto que GABA es capaz de mejorar la tasa de respiración de los frutos y así reducir el estrés que sufren (Hijaz et al., 2018).

En la figura 2A observamos como el etileno se comporta de una forma similar a la tasa de respiración, se observa un incremento en la producción de etileno en el tercer muestreo. De nuevo, el tratamiento M+G es el que obtuvo la menor producción de etileno en este punto reduciendo estos niveles a $5,15 \pm 0,29$ nL g⁻¹ h⁻¹. Respecto al color, en este estudio se muestran la evolución del ángulo Hue* (figura 2B). Los tomates tratados con MCP y M+G mantuvieron un retraso en la evolución del color de forma significativa ($P < 0.05$), mientras que en el grupo control y el tratamiento con GABA el viraje de color se produjo tras los primeros 7 días de almacenamiento a 20°C.

En consonancia con lo observado en este experimento, en estudios previos se ha observado que el GABA disminuye la actividad metabólica de las células, reduciendo así la producción de etileno (Han et al., 2018). El 1-MCP es un inhibidor competitivo de los receptores de etileno, por lo que, al aplicarlo, la producción de etileno se ve disminuida (Xu et al., 2019).

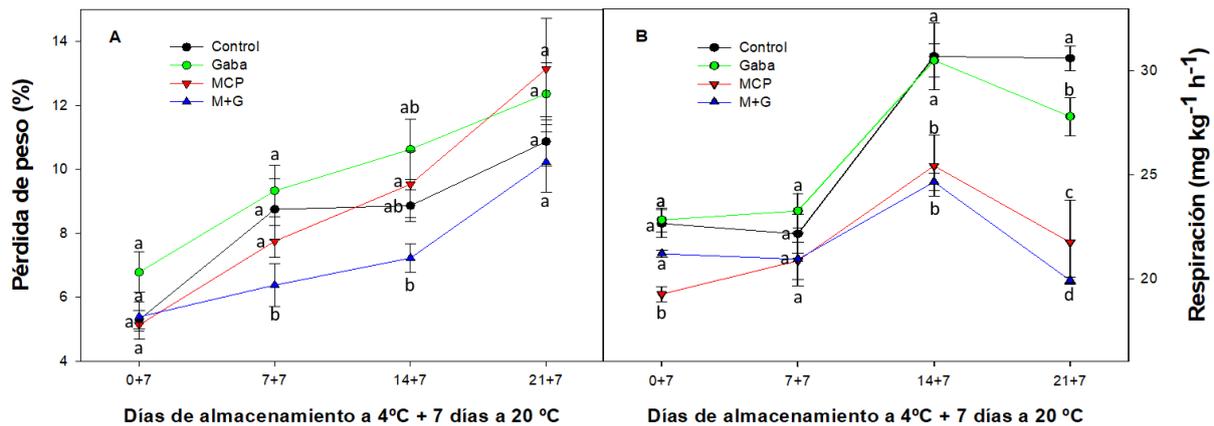


Figura 1. (A) Evolución de las pérdidas de peso (%) y (B) de la respiración ($\text{mg kg}^{-1} \text{h}^{-1}$), en los tomates control y los tratados con GABA, 1-MCP o ambos tratamientos (M+G), durante el almacenamiento a $4^{\circ}\text{C} \pm 7$ días a 20°C . Los valores medios \pm ES seguidos de distintas letras son estadísticamente diferentes para $P < 0,05$ en cada día de muestreo.

En estudios previos se ha comprobado que el uso de GABA durante el almacenamiento a 15°C no tuvo efectos significativos en el cambio de tonalidad (Rastegar et al., 2020). Sin embargo, el 1-MCP ha demostrado tener efecto sobre el cambio de color asociado con la maduración, retrasando dicho cambio en la tonalidad (Gaikwad et al., 2020).

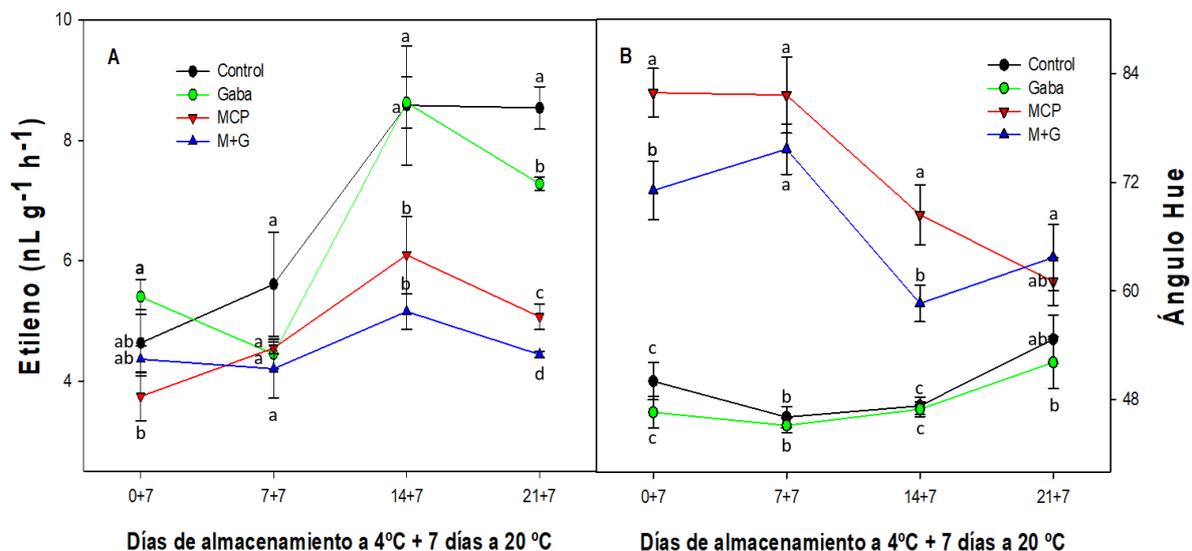


Figura 2. (A) Evolución de la producción de etileno ($\text{nL g}^{-1} \text{h}^{-1}$) y (B) del ángulo HUE, en los tomates control y los tratados con GABA, 1-MCP o ambos tratamientos (M+G), durante el almacenamiento a $4^{\circ}\text{C} \pm 7$ días a 20°C . Los valores medios \pm ES seguidos de distintas letras son estadísticamente diferentes para $P < 0,05$ en cada día de muestreo.

Con respecto a la actividad antioxidante hidrosoluble, en la figura 3A se aprecia como esta aumentó a lo largo del almacenamiento, siendo el tratamiento con GABA el que mayores valores alcanzó ($86,60 \pm 4,90 \text{ mg eq. Trolox } 100 \text{ g}^{-1}$) en el tercer muestreo. Asimismo, se observó un descenso general en la actividad antioxidante liposoluble durante el almacenamiento, siendo el tratamiento con GABA el que mantiene una mayor actividad al final del estudio ($24,68 \pm 1,02 \text{ mg eq. Trolox } 100 \text{ g}^{-1}$) de forma significativa. En general, la actividad antioxidante está influenciada por el estado de madurez del fruto, se ha comprobado que la actividad antioxidante hidrofílica tiende a mantenerse estable en etapas avanzadas de la maduración, adicionalmente, el 1-MCP ha reducido la actividad antioxidante lipofílica

en algunos tipos de tomate, mientras que no afectó a la hidrofílica (Thwin et al., 2020). Además, y en consonancia con nuestros resultados, el GABA fue capaz de potenciar los sistemas antioxidantes en tomates Cherry (Rabiei et al., 2019).

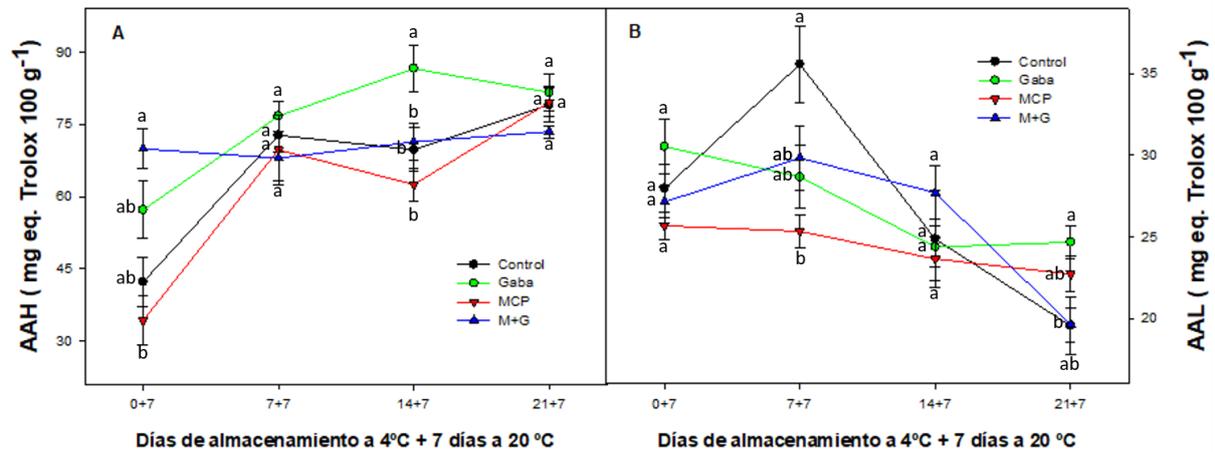


Figura 3. (A) Evolución de la actividad antioxidante hidrosoluble (mg eq. Trolox 100 g⁻¹) y (B) actividad antioxidante liposoluble (mg eq. Trolox 100 g⁻¹), en los tomates control y los tratados con GABA, 1-MCP o ambos tratamientos (M+G), durante el almacenamiento a 4°C ± 7 días a 20°C. Los valores medios ± ES seguidos de distintas letras son estadísticamente diferentes para P<0,05 en cada día de muestreo.

El contenido en carotenoides (Figura 4A) se asocia con la coloración rojiza del tomate, es por esto que se observa un mayor contenido en los tomates del grupo control y los tratados con GABA, y un menor contenido en los grupos tratados con MCP o M+G. Aunque al final del almacenamiento se aproximó el contenido en carotenoides de todos los lotes existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos a lo largo del estudio. Respecto al contenido en flavonoides (Figura 4B), observamos que se produce un aumento general durante el almacenamiento, siendo el tratamiento M+G el que presentó un mayor contenido en flavonoides durante la mayor parte de los muestreos, alcanzando una concentración de $2,52 \pm 0,07$ mg 100 g⁻¹ en el tercer muestreo tras 14 días de almacenamiento refrigerado más 7 días a 20 C. El licopeno es el carotenoide más destacado del tomate y para su acumulación es necesaria la presencia de etileno, es por esto que en los tratamientos que incluyen 1-MCP se produce un mayor retraso en la acumulación de carotenoides (Thwin et al., 2020). Park et al., (2016) demostraron que el tratamiento con 1-MCP no tiene efectos significativos sobre el contenido en flavonoides, sin embargo, Rastegar et al., (2020) indicaron que el tratamiento con GABA sí es capaz de aumentar el contenido en flavonoides cuando se aplica como tratamiento postcosecha en el mango.

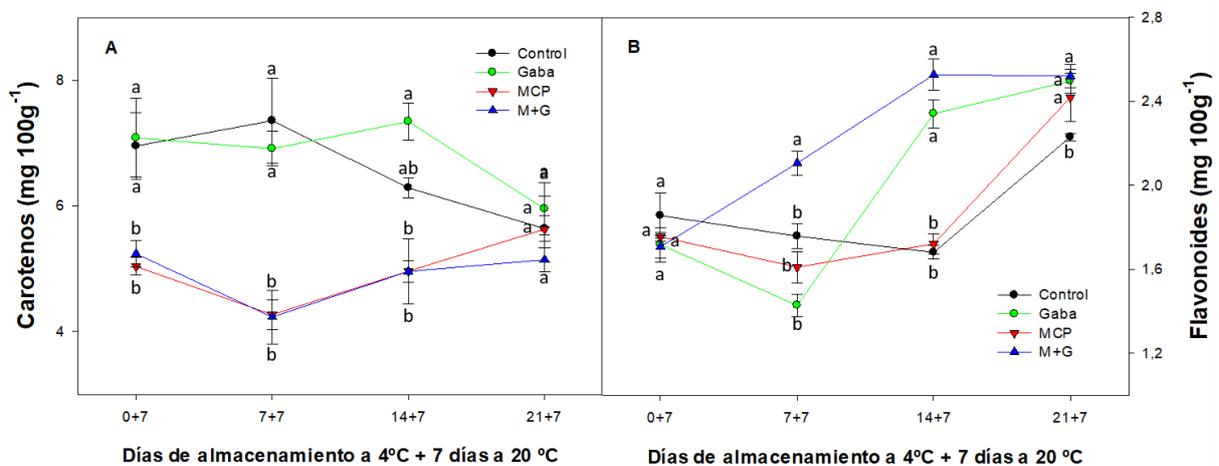


Figura 4. (A) Evolución del contenido en carotenos ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) y (B) el contenido en flavonoides ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$), en los tomates control y los tratados con GABA, 1-MCP o ambos tratamientos (M+G), durante el almacenamiento a $4^{\circ}\text{C} \pm 7$ días a 20°C . Los valores medios \pm ES seguidos de distintas letras son estadísticamente diferentes para $P < 0,05$ en cada día de muestreo.

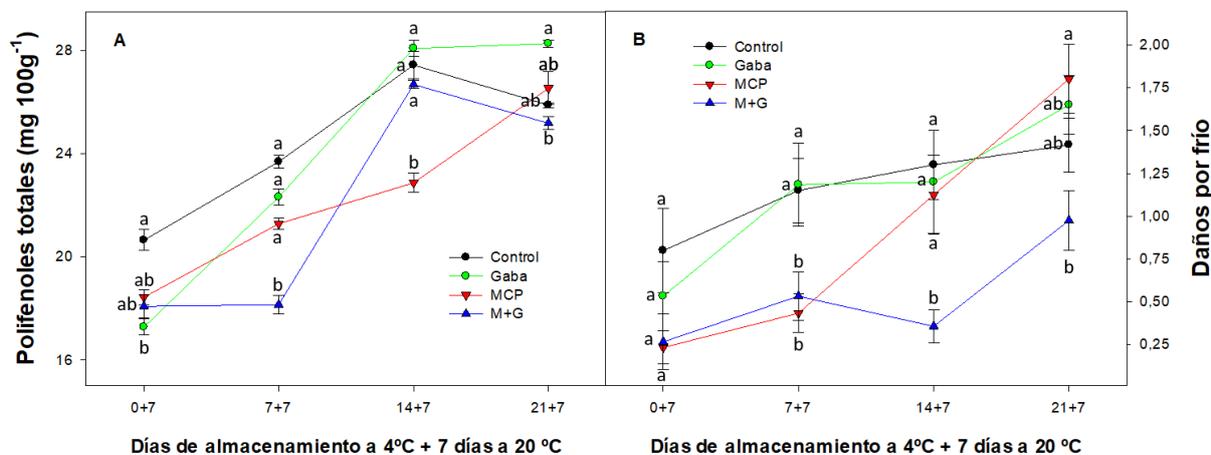


Figura 5. (A) Evolución del contenido en polifenoles totales ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) y (B) los daños por frío, en los tomates control y los tratados con GABA, 1-MCP o ambos tratamientos (M+G), durante el almacenamiento a $4^{\circ}\text{C} \pm 7$ días a 20°C . Los valores medios \pm ES aquí representados seguidos de distintas letras son estadísticamente diferentes para $P < 0,05$ en cada día de muestreo.

El contenido en polifenoles (Figura 5A) fue aumentando a lo largo de los distintos muestreos, sin embargo, fue el grupo tratado con GABA el que obtuvo un mayor contenido al final del almacenamiento ($28,26 \pm 0,13 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$). Estos resultados difieren de los descritos por Park et al., (2016), donde se observó que el tratamiento con 1-MCP fue capaz de aumentar el contenido en polifenoles. Por otro lado, Rastegar et al., (2020) observaron que el tratamiento con GABA potencia el contenido en polifenoles del mango. Finalmente, los daños por frío (Figura 5B) aumentaron en todos los lotes a lo largo del estudio. Sin embargo, el tratamiento M+G presentó un mayor efecto a la hora de reducir la sensibilidad a estos daños, mostrando diferencias significativas ($P < 0,05$) con respecto al resto de tratamientos. Coincidiendo con nuestros resultados, en estudios anteriores se ha observado como el tratamiento con GABA ayuda a mantener la integridad de las membranas, reduciendo la rigidez de las mismas producida por la exposición a las bajas temperaturas, reduciendo la fuga de electrolitos durante el almacenamiento a temperaturas sub-óptimas (Habibi et al., 2019).

Conclusiones

Tras el estudio de los resultados obtenidos podemos concluir que el tratamiento con sustancias de origen natural es limitado frente condiciones de almacenamiento refrigerado sub-óptimas, mientras que los tratamientos con 1-MCP han demostrado efectos positivos de forma parcial, aunque fue capaz de reducir ligeramente los daños por frío. Sin embargo, cuando ambos compuestos se aplican combinados, se observa un efecto sinérgico de la aplicación conjunta manteniendo la calidad de tomates. Estos resultados abren la posibilidad a la reducción de dosis de aplicación de compuestos de origen artificial como el 1-MCP mediante la combinación con compuestos de origen natural, inocuos para el ser humano como es el GABA.

Bibliografía

- Bruinsma, J. 1963. The quantitative analysis of chlorophyll a and b in plant extracts. *Protochem and Photobiol* 2: 241-249. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1963.tb08220.x>
- Bu, S., Munir, S., He, P., Li, Y., Wu, Y., Li, X., He, Y. 2021. *Bacillus subtilis* L1-21 as a biocontrol agent for postharvest gray mold of tomato caused by *Botrytis cinerea*. *Biological Control*, 157, 104568. [10.1016/j.biocontrol.2021.104568](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104568)

- Ding, C. K., Wang, C. Y., Gross, K. C., Smith, D. L. 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis related protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. *Planta.*, 214, 895–901. <https://doi.org/10.1007/s00425-001-0698-9>
- El Houda-Lezoul, N., Belkadi, M., Habibi, F., Guillén, F., 2020. Extraction processes with several solvents on total bioactive compounds in different organs of three medicinal plants. *Molecules.* 25(20), 4672 <https://doi.org/10.3390/molecules25204672>
- Evangelista-Martínez, Z., Contreras-Leal, E. A., Corona-Pedraza, L. F., Gastélum-Martínez, É. 2020. Biocontrol potential of *Streptomyces sp.* CACIS-1.5 CA against phytopathogenic fungi causing postharvest fruit diseases. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00319-9>
- Fagundes, C., Moraes, K., Pérez-Gago, M. B., Palou, L., Maraschin, M., Monteiro, A. R. 2015. Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 73-81. [10.1016/j.postharvbio.2015.05.017](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.017)
- Fraser, G. E., Jacobsen, B. K., Knutsen, S. F., Mashchak, A., Lloren, J. I. 2020. Tomato consumption and intake of lycopene as predictors of the incidence of prostate cancer: the Adventist Health Study-2. *Cancer Causes & Control*, 31(4), 341-351. [10.1007/s10552-020-01279-z](https://doi.org/10.1007/s10552-020-01279-z)
- Gaikwad, S. S., Sakhale, B. K., Chavan, R. F. 2020. Effect of 1-MCP concentration, exposure time and storage temperature on post-harvest quality of mango fruit cv. Alphanso. *Food Research*, 4(3), 746-752. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(3\).289](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(3).289)
- Guillén, F., Castillo, S., Zapata, P., Martínez-Romero, D., Serrano, M., Valero, D. 2007. Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit. Duration and concentration of 1-MCP treatment to gain an effective delay of postharvest ripening. *Postharvest Biology and Technology.*, 43, 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.07.004>
- Habibi, F., Ramezani, A., Rahemi, M., Eshghi, S., Guillén, F., Serrano, M., Valero, D. 2019. Postharvest treatments with γ -aminobutyric acid, methyl jasmonate, or methyl salicylate enhance chilling tolerance of blood orange fruit at prolonged cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(14), 6408-6417. [10.1002/jsfa.9920](https://doi.org/10.1002/jsfa.9920)
- Habibi, F., Ramezani, A., Guillén, F., Serrano, M., Valero, D. 2020. Blood oranges maintain bioactive compounds and nutritional quality by postharvest treatments with γ -aminobutyric acid, methyl jasmonate or methyl salicylate during cold storage. *Food chemistry*, 306, 125634. [10.1016/j.foodchem.2019.125634](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125634)
- Han, S., Nan, Y., Qu, W., He, Y., Ban, Q., Lv, Y., Rao, J. 2018. Exogenous γ -aminobutyric acid treatment that contributes to regulation of malate metabolism and ethylene synthesis in apple fruit during storage. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 66(51), 13473-13482. [10.1021/acs.jafc.8b04674](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b04674)
- Hijaz, F., Nehela, Y., Killiny, N. 2018. Application of gamma-aminobutyric acid increased the level of phytohormones in *Citrus sinensis*. *Planta*, 248(4), 909-918. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-2947-1>
- Hijaz, F., Killiny, N. 2020. The use of deuterium-labeled gamma-aminobutyric (D 6-GABA) to study uptake, translocation, and metabolism of exogenous GABA in plants. *Plant methods*, 16(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13007-020-00574-9>
- Huan, C., Zhang, J., Jia, Y., Jiang, T., Shen, S., Zheng, X. 2020. Effect of 1-methylcyclopropene treatment on quality, volatile production and ethanol metabolism in kiwifruit during storage at room temperature. *Scientia Horticulturae*, 265, 109266. [10.1016/j.scienta.2020.109266](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109266)
- Karlova, R., Chapman, N., David, K., Angenent, G. C., Seymour, G. B., de Maagd, R. A. 2014. Transcriptional control of fleshy fruit development and ripening. *Journal of Experimental Botany*, 65(16), 4527-4541. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru316>
- Kim, S. H., Hwang, K. A., Choi, K. C. 2016. Treatment with kaempferol suppresses breast cancer cell growth caused by estrogen and triclosan in cellular and xenograft breast cancer models. *The Journal of nutritional biochemistry*, 28, 70-82. [10.1016/j.jnutbio.2015.09.027](https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2015.09.027)
- Li, S., Chen, K., Grierson, D. 2019. A critical evaluation of the role of ethylene and MADS transcription factors in the network controlling fleshy fruit ripening. *New Phytologist*, 221(4), 1724-1741. <https://doi.org/10.1111/nph.15545>
- Liu, Y., Sun, Y., Ye, M., Zhu, L., Zhang, L., Zhu, S. 2021. Improvement in storage quality of postharvest tomato fruits by Nitroxyl liposomes treatment. *Food Chemistry*, 129933. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129933>
- Livingstone, T. L., Beasy, G., Mills, R. D., Plumb, J., Needs, P. W., Mithen, R., Traka, M. H. 2019. Plant Bioactives and the Prevention of Prostate Cancer: Evidence from Human Studies. *Nutrients*, 11(9), 2245. <https://doi.org/10.3390/n11092245>
- Mata, C. I., Fabre, B., Parsons, H. T., Hertog, M. L., Van Raemdonck, G., Baggerman, G., Nicolai, B. M. 2018. Ethylene receptors, CTRs and EIN2 target protein identification and quantification through parallel

- reaction monitoring during tomato fruit ripening. *Frontiers in plant science*, 9, 1626. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01626>
- Min, D., Li, Z., Ai, W., Li, J., Zhou, J., Zhang, X., Guo, Y. 2020. The co-regulation of ethylene biosynthesis and ascorbate–glutathione cycle by methyl jasmonate contributes to aroma formation of tomato fruit during postharvest ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(39), 10822-10832. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c04519>
- Obata, T., Fernie, A. R. 2012. The use of metabolomics to dissect plant responses to abiotic stresses. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 69(19), 3225-3243. <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs00018-012-1091-5>
- Palma, F., Carvajal, F., Jiménez-Muñoz, R., Pulido, A., Jamilena, M., Garrido, D. 2019. Exogenous γ -aminobutyric acid treatment improves the cold tolerance of zucchini fruit during postharvest storage. *Plant physiology and biochemistry*, 136, 188-195. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.01.023>
- Park, C. Y., Kim, Y. J., Shin, Y. 2016. Effects of an ethylene absorbent and 1-methylcyclopropene on tomato quality and antioxidant contents during storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 57(1), 38-45. [10.1007/s13580-016-0130-9](https://doi.org/10.1007/s13580-016-0130-9)
- Park, M. H., Kim, S. J., Lee, J. S., Hong, Y. P., Chae, S. H., Ku, K. M. 2021. Carbon Dioxide Pretreatment and Cold Storage Synergistically Delay Tomato Ripening through Transcriptional Change in Ethylene-Related Genes and Respiration-Related Metabolism. *Foods*, 10(4), 744. <https://doi.org/10.3390/foods10040744>
- Peralta-Ruiz, Y., Tovar, C. D. G., Sinning-Mangonez, A., Coronell, E. A., Marino, M. F., Chaves-Lopez, C. 2020. Reduction of postharvest quality loss and microbiological decay of tomato “chonto” (*Solanum lycopersicum* L.) Using chitosan-e essential oil-based edible coatings under low-temperature storage. *Polymers*, 12(8), 1822. <https://doi.org/10.3390/polym12081822>
- Rabiei, V., Kakavand, F., Zaare-Nahandi, F., Razavi, F., Aghdam, M. S. 2019. Nitric oxide and γ -aminobutyric acid treatments delay senescence of cornelian cherry fruits during postharvest cold storage by enhancing antioxidant system activity. *Scientia Horticulturae*, 243, 268-273. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.034>
- Rastegar, S., Khankhdani, H. H., Rahimzadeh, M. 2020. Effect of γ -aminobutyric acid on the antioxidant system and biochemical changes of mango fruit during storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(2), 778-789. [10.1007/s11694-019-00326-x](https://doi.org/10.1007/s11694-019-00326-x)
- Safari, Z. S., Ding, P., Juju Nakasha, J., Yusoff, S. F. 2020. Combining chitosan and vanillin to retain postharvest quality of tomato fruit during ambient temperature storage. *Coatings*, 10(12), 1222. <https://doi.org/10.3390/coatings10121222>
- Serrano, M., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valverde, J.M., Valero, D. 2009. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 3240-3246. <https://doi.org/10.1021/jf803949k>
- Shimada, M., Hasegawa, T., Nishimura, C., Kan, H., Kanno, T., Nakamura, T., Matsubayashi, T. 2009. Anti-hypertensive effect of γ -aminobutyric acid (GABA)-rich *Chlorella* on high-normal blood pressure and borderline hypertension in placebo-controlled double blind study. *Clinical and experimental hypertension*, 31(4), 342-354. [10.1080/10641960902977908](https://doi.org/10.1080/10641960902977908)
- Shinozaki, Y., Nicolas, P., Fernandez-Pozo, N., Ma, Q., Evanich, D. J., Shi, Y., Ruiz-May, E. 2018. High-resolution spatiotemporal transcriptome mapping of tomato fruit development and ripening. *Nature communications*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02782-9>
- Thwin, Y. W., Chang, M. S., Hong, Y., Lim, S. 2020. Effects of 1-MCP and calcium chloride treatments on quality maintenance of full-ripe cherry tomatoes. *Journal of the Korean Food Storage and Distribution Society*, 27(4), 433-445. [10.11002/kjfp.2020.27.4.433](https://doi.org/10.11002/kjfp.2020.27.4.433)
- Tohge, T., Alseekh, S., Fernie, A. R. 2013. On the regulation and function of secondary metabolism during fruit development and ripening. *Journal of Experimental Botany*, 65(16), 4599-4611. [10.1093/jxb/ert443](https://doi.org/10.1093/jxb/ert443)
- Xu, F., Liu, S., Liu, Y., Xu, J., Liu, T., Dong, S. 2019. Effectiveness of lysozyme coatings and 1-MCP treatments on storage and preservation of kiwifruit. *Food chemistry*, 288, 201-207. [10.1016/j.foodchem.2019.03.024](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.024)
- Zhao, Q., Jin, M., Guo, L., Pei, H., Nan, Y., Rao, J. 2020. Modified atmosphere packaging and 1-methylcyclopropene alleviate chilling injury of ‘Youhou’ sweet persimmon during cold storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 24, 100479. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.100479>
- Zhou, J., Chen, B., Albornoz, K., Beckles, D. M. 2021. Postharvest handling induces changes in fruit DNA methylation status and is associated with alterations in fruit quality in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae*, 283, 110090. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110090>