

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



**Estudio del contenido en polifenoles de  
cuatro variedades de alcachofa (*Cynara  
scolymus L.*): aptitud para cuarta gama**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Septiembre – 2021**

AUTOR: Marina Giménez Berenguer

DIRECTOR/ES: María José Giménez Torres

Pedro Javier Zapata Coll



# MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

## VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2020/2021

Director/es del trabajo
María José Giménez Torres Pedro Javier Zapata Coll

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

Título del Trabajo
Estudio del contenido en polifenoles de cuatro variedades de alcachofa ( <i>Cynara scolymus L.</i> ): aptitud para cuarta gama
Alumno
Marina Giménez Berenguer

Orihuela, a 20 de septiembre de 2021

MARIA JOSE  
GIMENEZ|  
TORRES

Firmado digitalmente  
por MARIA JOSE|  
GIMENEZ|TORRES  
Fecha: 2021.09.20  
08:23:52 +02'00'

PEDRO  
JAVIER|  
ZAPATA|COLL

Firmado digitalmente  
por PEDRO JAVIER|  
ZAPATA|COLL  
Fecha: 2021.09.20  
07:11:58 +02'00'

Firma/s tutores trabajo



## MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

### REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Estudio del contenido en polifenoles de cuatro variedades de alcachofa (*Cynara scolymus L.*): aptitud para cuarta gama

Title: Study of the polyphenol content of four varieties of artichoke (*Cynara scolymus L.*): aptitude for fourth range

Modalidad (proyecto/experimental): experimental

Type (project/research): research

Autor/Author: Marina Giménez Berenguer

Director/es/Advisor: María José Giménez Torres; Pedro Javier Zapata Coll

Convocatoria: Septiembre 2021

Month and year: September 2021

Número de referencias bibliográficas/number of references: 24

Número de tablas/Number of tables: 4

Número de figuras/Number of figures: 5

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave: capítulo floral, compuestos bioactivos, pardeamiento, alcachofa mínimamente procesada, concentración fenólica

Key words: flower head, bioactive compounds, browning, minimally processed artichoke, phenolic concentration



## II Congreso Universitario en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria (CUISA)

### Programa Científico

Fecha	16 de septiembre de 2021
8:45-9:00	<b>Ceremonia de Apertura</b>
9:00-9:45	<b>Conferencia Inaugural:</b> "Impacto de la fisiología de la poscosecha en la Innovación agroalimentaria". <b>Dr. Juan Luis Valenzuela (Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería)</b>
<b>Sesión 1</b>	<b>Recursos Fitogenéticos, Mejora y Biotecnología en Producción Vegetal.</b> <b>Moderador: Dra. Nuria Alburquerque Ferrando (CEBAS-CSIC, Murcia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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. Alburquerque.</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 10:45-11:00	Seguimiento de tres ensayos de tomate Muchamiel con resistencia a virus en el término municipal de Mutxamel durante el ciclo de primavera-verano 2021. <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>

S1-O6 11:00-11:15	Efecto de nanotubos de carbono sobre diferentes combinaciones de citoquininas en la proliferación in vitro del portainjertos Garnem. <i>J. A. Meding, F. Hernández y A. Galindo.</i>
<b>Presentaciones en Póster</b>	
S1-P1	Diferencias en fenoles, flavonoides, flavonoles y actividad antioxidante totales entre 24 cultivares de tápenas de dos subespecies, <i>spinosa</i> y <i>rupestris</i> . <i>M. Grimalt, M.S. Almansa, S. García, F. Hernández, P. Legua y A. Amorós.</i>
<b>11:15-11:30</b>	<b>Pausa Café</b>
<b>Sesión 2</b>	<b>Horticultura, Citricultura, Fruticultura, Viticultura y Protección de Cultivos.</b> <b>Moderador: Dr. Jesús García Brunton (IMIDA, Murcia)</b>
<b>Presentaciones Orales</b>	
S2-O1 11:30-11:45	Influencia del envejecimiento sobre la composición volátil y sensorial del vino tinto. <i>J. González-Sánchez, F. Burló y L. Noguera-Artiaga.</i>
S2-O2 11:45-12:00	Estudio sobre calidad sensorial y aromática de vino tinto. <i>A. Grao-Ruiz, P. J. Zapata y L. Noguera-Artiaga.</i>
S2-O3 12:00-12:15	Influencia de las propiedades del suelo en mostos de la variedad Monastrell en la Comarca del Noroeste-Región de Murcia. <i>M.A. Martínez, N. Martí, E. Martínez-Sabater y C. Paredes.</i>
S2-O4 12:15-12:30	Efecto del tratamiento de limoneros con melatonina sobre la producción y calidad del fruto. <i>F. Badiche, M. Serrano, J.M. Valverde, A. Carrión-Antolí, D. Martínez-Romero, D. Valero, S. Castillo.</i>
S2-O5 12:30-12:45	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. <i>M.V. Arias A. Carrión, F. Garrido, J.M. Lorente, P.J. Zapata, D. Valero, M. Serrano.</i>
S2-O6 12:45-13:00	La aplicación precosecha de jasmonato de metilo incrementa el rendimiento y la calidad del cultivo de pimiento verde. <i>A. Dobón-Suárez, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata.</i>
S2-O7 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>

<b>Sesión 3</b>	<b>Economía Agraria y Gestión de Empresas.</b> <b>Moderador: Dra. Margarita M. Brugarolas (UMH, Orihuela)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S3-O1 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-O2 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-O3 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>
<b>14:00-15:00</b>	<b>Pausa Comida</b>
<b>Sesión 4</b>	<b>Producción, Bienestar, Genética y Calidad en la Producción Animal.</b> <b>Moderador: Dr. Alberto Atzori (UNISS, Sassari, Italia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S4-O1 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-O2 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 Ortiz, C.A. Sandoval Castro, J.F.J. y Torres Acosta.</i>
S4-O3 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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
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-García.</i>

<b>Sesión 5</b>	<b>Agricultura Sostenible. Cambio Climático y Estrés Ambientales.</b> <b>Moderador: Dr. José Antonio Sánchez Zapata (UMH, Elche)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S5-O1 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-O2 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-O3 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-O4 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. M. Losada-Echeberría, F. J. Álvarez-Martínez, F. Borrás-Rocher, E. Barraón-Catalán y A. Ruiz Canales.</i>
S5-O5 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-O6 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-O7 17:15-17:30	Climate change, food crisis, Covid-19 in Mozambique. <i>Jérôme Etsong Mbang.</i>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
S5-P1	Biofertilizantes: herramientas para optimizar la producción de fresa con reducciones de riego y fertilización química. <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>
S5-P2	Efecto de la aplicación de biofertilizantes basados en hongos micorrícicos y <i>Trichoderma harzianum</i> en el desarrollo de plantas de puerro. <i>G. Díaz, V. Fernández y P. Torres</i>

17:30-17:45	<b>Pausa Café</b>
<b>Sesión 6</b>	<b>Gestión y Valorización de Residuos Orgánicos en la Agricultura.</b> <b>Moderador: Dr. Antonio Rosal Raya (UPO, Sevilla)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S6-O1 17:45-18:00	Efectos del tipo de estiércol en la evolución de su co-compostaje con residuos vegetales y en la calidad agronómica del compost obtenido. <i>C. Santiago-Cubas y C. Paredes.</i>
S6-O2 18:00-18:15	Aplicación agronómica de los digeridos procedentes de residuos de frutas y verduras. <i>C. Álvarez, M.P. Bernal y R. Clemente.</i>
S6-O3 18:15-18:30	Importancia del manejo de pilas de compostaje en la evolución y calidad del compost en Liria (Valencia) <i>I.O. Medina Benavides, M.T. Fernández Suarez, A. Pérez Espinosa, M.D. Pérez Murcia y R. Moral.</i>
S6-O4 18:30-18:45	Caracterización de residuos orgánicos agrícolas y ganaderos generados en la provincia de Chimborazo (Ecuador) para el estudio de alternativas a su gestión actual. <i>V.H. Valverde, I. Gavilanes-Terán, J. Idrovo-Novillo, L. Carrera-Beltrán, S. Buri Tanguila, K. Salazar García y C. Paredes.</i>
S6-O5 18:45-19:00	Combined effect on substrate, plastic biofilm and earthworms ( <i>Eisenia fetida</i> ) in presence of different type of plastic material under vermicomposting. <i>Z. Emil Blesa, Marcela Pedraza-Torres, J.A. Sáez, J.C. Sánchez-Hernández y R. Moral.</i>
S6-O6 19:00-19:15	Efecto sobre la calidad del fruto del naranjo Navel v. Chislett Summer empleando varias opciones de manejo agronómico en una finca del sureste español. <i>S. Sánchez Méndez, E. Martínez Sabater, A. Pérez Espinosa, J. Sáez Tovar y R. Moral.</i>
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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
S6-P1	Valorización de residuos de la industria agroalimentaria mediante compostaje. <i>C. Álvarez, M.D. Pérez-Murcia, R. Moral, J.A. Pascual, M. Ros, C. Egea-Gilabert, J.A. Fernández y M.A. Bustamante.</i>

<b>Sesión 7</b>	<b>Instalaciones Industriales y Agrícolas.</b> <b>Moderador: Dr. Andrés Fernando Jiménez López (Universidad de los Llanos, Colombia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
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>
<b>19:45-20:15</b>	<b>Presentaciones de los Pósteres del día 1 (Sesiones 1-7)</b>



<b>Fecha</b>	<b>17 de septiembre de 2021</b>
<b>Sesión 8</b>	<b>Gestión del Agua, Nutrición y Energía en Horticultura.</b> <b>Moderador: Dr. Alejandro Galindo Egea (IMIDA, Murcia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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 9:15-9:30	Obtención automática del punto de capacidad de campo a través de 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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>

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>
<b>Sesión 9</b>	<b>Usos del Territorio. Valoración de Recursos Agrarios. Desarrollo Rural.</b> <b>Moderador: Dra. María Dolores de Miguel (UPCT, Cartagena)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S9-O1 9:45-10:00	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>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
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>
<b>Sesión 10</b>	<b>Procesado e Innovación en Productos de Origen Animal.</b> <b>Moderador: Dr. José Manuel Lorenzo Rodríguez (Centro Tecnológico de la Carne, CTC, Galicia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S10-O1 10:15-10:30	Reformulación de hamburguesas de ternera con geles de emulsiones de agua y aceites vegetales. <i>A. Gea-Quesada, E. Sayas-Barberá, C. Botella-Martínez y M. Viuda-Martos.</i>
S10-O2 10:30-10:45	Aplicación de un subproducto de mango como antioxidante en un producto cárnico. <i>L. Morocho, F. Reyes, M.C. Guamán-Balcázar</i>
<b>10:45-11:00</b>	<b>Pausa Café</b>

S10-O3 11:00-11:15	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. Pesci de Almeida, K. A. Iglér, M. Cano-Lamadrid, E. Sendra, A. Beltrán y A. Valdés.</i>
S10-O4 11:15-11:30	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. Cerón-Guevara, E. Rangel-Vargas, J.M. Lorenzo, R. Bermúdez, M. Pateiro, J.A. Rodríguez, I. Sánchez-Ortega y E.M. Santos.</i>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
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. Botella-Martínez, 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. Pintado, A.M. Herrero y C. Ruiz-Capillas.</i>
<b>Sesión 11</b>	<b>Postcosecha y procesado de productos vegetales.</b> <b>Moderador: Dr. Lorenzo Ángel Zacarías (IATA, Valencia)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
S11-O1 11:30-11:45	Efectos del tratamiento en precosecha con melatonina sobre los parámetros de calidad en granada 'Mollar de Elche'. <i>F. Garrido, J.M. Lorente-Mento, D. Valero y M. Serrano.</i>
S11-O2 11:45-12:00	Proteína PeAfpA: optimización de su producción biotecnológica y aplicación en patosistemas postcosecha. <i>C. Roperó, J.F. Marcos y P. Manzanares.</i>
S11-O3 12:00-12:15	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>

S11-04 12:15-12:30	Aplicación de tratamientos post-cosecha para incrementar la calidad durante el almacenamiento de aguacate ( <i>Persea americana</i> M.). <i>M.I. Madalina-Ilea, M.C. Ruiz-Aracil, J.M. Valverde, M. Nicolás y F. Guillén.</i>
S11-05 12:30-12:45	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>
S11-06 12:45-13:00	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>
S11-07 13:00-13:15	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>
S11-08 13:15-13:30	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>
<b>13:30-15:00</b>	<b>Pausa comida</b>
<b>Sesión 11- Continuación</b>	<b>Postcosecha y procesamiento de productos vegetales.</b> <b>Moderador: Dr. Salvador Castillo (UMH, Orihuela)</b>
S11-09 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>
S11-010 15:15-15:30	Efecto de una trampa de ozono acoplada a un eliminador de etileno fotocatalítico: caso práctico en tomate Raf. <i>P. García-Ponsoda, A. Guirao, J.M. Valverde, D. Valero y D. Martínez-Romero.</i>
S11-011 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>
S11-012 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>

<b>Sesión 12</b>	<b>Alimentación Funcional, Calidad Sensorial y Salud.</b> <b>Moderador: Dra. María José Frutos Fernández (UMH, Orihuela)</b>
	<b>Presentaciones Orales</b>
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>
<b>17:00-17:15</b>	<b>Pausa Café</b>
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. Iglar Marí, E. Sendra, A. Valdés García, A. Beltrán Sanahuja, R. Pesci De Almeida y M. Cano Lamadrid.</i>
S12-O7 17:45-18:00	Leche fermentada enriquecida con <i>Cinnamomum cassia</i> y <i>Cinnamomum verum</i> molida: efecto de la canela en la fermentación y calidad del yogur. <i>A. E. Vargas, M. Cano y E. Sendra.</i>
S12-O9 18:00-18:15	Estudio del grado de implementación de Clean Label en alimentos de gran consumo en España: propuestas de mejora. <i>N. Jiménez-Redondo, M. Cano-Lamadrid y J. M. Valverde.</i>
S12-O10 18:15-18:30	Elaboración de cerveza artesana sin alcohol enriquecida funcionalmente con brotes de brócoli ecológico. <i>J. Gerth, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, M. Giménez y P.J. Zapata.</i>
	<b>Presentaciones en Póster</b>
S12-P2	Alteración de la microbiota intestinal en pacientes con COVID-19. <i>P. Bersano-Reyes y G. Nieto-Martínez.</i>

S12-P3	Aplicación de subproducto de mango como antioxidante en un producto de panadería. <i>J. Rueda, N. Ortega y M. Guamán.</i>
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. <i>L. Andreu-Coll, J. Kolniak-Ostek, A. Kita, J. Miedzianka, P. Legua y F. Hernández.</i>
<b>18:30-19:30</b>	<b>Presentaciones de los Pósteres del día 2 (Sesiones 8-12)</b>
<b>19:30-20:00</b>	<b>Ceremonia de Clausura</b>

Dr. Santiago García-Martínez (Presidente del Comité Organizador)

Dra. María Serrano (Presidenta del Comité Científico)



## Estudio del contenido en polifenoles de cuatro variedades de alcachofa (*Cynara scolymus L.*): aptitud para cuarta gama

M. Giménez-Berenguer<sup>1</sup>, M. J. Giménez<sup>1</sup>, P. Carbonell<sup>2</sup>, J. A. Cabrera<sup>2</sup> y P. J. Zapata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. Tecnología Agroalimentaria, EPSO, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel Km 3.2, 03312, Orihuela, Alicante, España. e-mail: marina.gimenez02@goumh.umh.es

<sup>2</sup> Dept. Biología Aplicada, EPSO, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel Km 3.2, 03312, Orihuela, Alicante, España.

### Resumen

La alcachofa es una hortaliza originaria de la región mediterránea, siendo esta zona donde mayoritariamente se localiza su producción. En los últimos años su consumo se ha extendió por todo el mundo, siendo muy apreciada por su alto contenido en compuestos bioactivos, mayoritariamente fenoles del grupo de los hidroxycinámicos y luteolinas. El elevado contenido en polifenoles de los capítulos de alcachofa produce un mayor pardeamiento durante su procesado y para su uso en cuarta gama, lo que dificulta su utilización en la industria. En trabajos previos se han encontrado importantes diferencias en el contenido en polifenoles de distintas variedades de alcachofa, así como entre el tipo de los capítulos (principales o guías, secundarios o segundos y terciarios o terceros, según su orden de desarrollo). En este trabajo se ha estudiado el contenido en polifenoles de los capítulos tras la recolección comercial de las variedades de alcachofa Blanca de Tudela (reproducción vegetativa), Lorca y Tupac (de semilla de polinización abierta), y Green Queen (de semilla híbrida). Las cuatro variedades fueron cultivadas en una parcela experimental de la EPSO-UMH, entre los meses de agosto de 2020 y abril de 2021, siguiendo las prácticas habituales de la zona. Entre los factores estudiados, la variedad ha explicado el 13,88% de la variabilidad, el tipo de capítulo el 11,64% y el estado interno el 32,33%. Los resultados de este trabajo han mostrado diferencias varietales en el contenido fenólico, y como afectan en el mismo la posición en la planta y estado de desarrollo del capítulo, sin embargo, más estudios son necesarios para confirmar los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** capítulo floral, compuestos bioactivos, pardeamiento, alcachofa mínimamente procesada

## Study of the polyphenol content of four varieties of artichoke (*Cynara scolymus L.*): aptitude for fourth range

### Abstract

The artichoke is a vegetable native to the Mediterranean region, this area being where its production is mostly located. In recent years its consumption has spread throughout the world, being highly appreciated for its high content of bioactive compounds, mainly phenols from the group of hydroxycinnamics and luteolins. The high polyphenol content of artichoke strains produces a greater browning during processing and for use in the fourth range, which makes its use in industry difficult. In previous works, important differences have been found in the polyphenol content of different varieties of artichoke, as well as between the type of chapters (main or guides, secondary or second and tertiary or third, according to their order of development). In this work, the polyphenol content of the chapters after commercial harvesting of the artichoke varieties Blanca de Tudela (vegetative reproduction), Lorca and Tupac (open-pollinated seed), and Green Queen (hybrid seed) have been studied. The four varieties were grown in an EPSO-UMH experimental plot, between the months of August 2020 and April 2021, following the usual practices of the area. Among the factors studied, the variety has explained 13.88% of the variability, the type of chapter 11.64% and the internal state 32.33%. The results of this work have shown varietal differences in phenolic content, and how they affect the position in the plant and the stage of development of the chapter, however, more studies are necessary to confirm the results obtained.

**Keywords:** flower head, bioactive compounds, browning, minimally processed artichoke

## Introducción

La alcachofa (*Cynara cardunculus L. var. scolymus (L.) Fiori*) es una hortaliza originaria de la región mediterránea y su producción y consumo se ha extendido por todo el mundo en los últimos años. Esta verdura es consumida debido a su sabor, y su ingesta proporciona beneficios para la salud y el bienestar humano (Pandino et al., 2011). La alcachofa es una fuente rica en compuestos antioxidantes y contiene altas cantidades de compuestos fenólicos totales (Brat et al., 2006) siendo los mayoritarios los fenoles del grupo de los hidroxycinámicos y luteolinas. (Jun et al., 2007; Lazzantio et al., 2009; Martínez-Esplá et al., 2017; Pinelli et al., 2007; Schütz et al., 2004). La presencia de estos compuestos en la dieta humana está relacionada con un efecto protector frente a determinadas enfermedades crónicas y degenerativas relacionadas con el estrés oxidativo (Ceccarelli et al., 2010; Falco et al., 2015). Los polifenoles son capaces de reducir niveles anormalmente altos de especies reactivas de oxígeno que se encuentran en una amplia gama de trastornos, incluida la enfermedad inflamatoria intestinal y el cáncer (Jiménez et al., 2016; Vázquez-Olivo et al., 2019). Asimismo, España se sitúa entre los 3 mayores países productores mundiales de alcachofa, solamente superado por Italia y Egipto (FAOSTAT, 2019). Es por ello por lo que tiene una alta importancia económica en nuestro país, sobre todo en las regiones de la Comunidad Valenciana y Murcia, donde se produce aproximadamente el 80% de la producción nacional.

La parte comestible de la alcachofa es la inflorescencia inmadura llamada 'cabeza o capítulo', y su forma, tamaño y color difieren según la variedad (Lombardo et al., 2010). Por otro lado, el perfil cuantitativo y cualitativo de fenoles se ve influenciado por diversos factores tales como el tiempo de cosecha, el manejo agronómico, las condiciones ambientales y postcosecha, la parte de la planta y la variedad, entre otros (Ceccarelli et al., 2010; Lombardo et al., 2009; Pandino et al., 2013).

La caracterización y cuantificación de estos compuestos bioactivos en cultivares comerciales y locales, podría permitir seleccionar variedades de alcachofa en función de su perfil fenólico. De hecho, esta información parece ser útil para definir la idoneidad de las diferentes variedades para el consumo en fresco y / o procesado industrial, ya que los polifenoles tienen un papel importante tanto desde el punto de vista nutracéutico como tecnológico (Lombardo et al., 2010). Un elevado contenido en de fenoles mantiene determinados atributos de calidad de las alcachofas durante su vida útil postcosecha, por lo que las alcachofas/variedades que presenten un mayor contenido de compuestos bioactivos presentarán una mayor aptitud para su comercialización en fresco (Lattanzio et al., 1994). Sin embargo, altas concentraciones en polifenoles en los capítulos de alcachofa producen un mayor pardeamiento tras su procesado, lo que dificulta su utilización en cuarta gama (Ruíz-Jiménez et al., 2014).

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio es realizar una caracterización físico-química y funcional estudiando el contenido en polifenoles de los capítulos (principal, secundario y terciario) tras la recolección comercial de las variedades de alcachofa Blanca de Tudela, Lorca, Tupac y Green Queen. Con este trabajo se pretende concluir cuales son las alcachofas con mejores aptitudes para la comercialización en fresco y cuales para la industria.

## Material y Métodos

### *Material vegetal y diseño experimental*

Los experimentos se llevaron a cabo con variedades de alcachofa “Blanca de Tudela”, “Lorca”, “Tupac” y “Green Queen” a lo largo del ciclo de desarrollo desde agosto del 2020 hasta abril de 2021, en una parcela experimental de la Universidad Miguel Hernández (Alicante, sur de España) en condiciones climáticas mediterráneas y prácticas agronómicas convencionales.

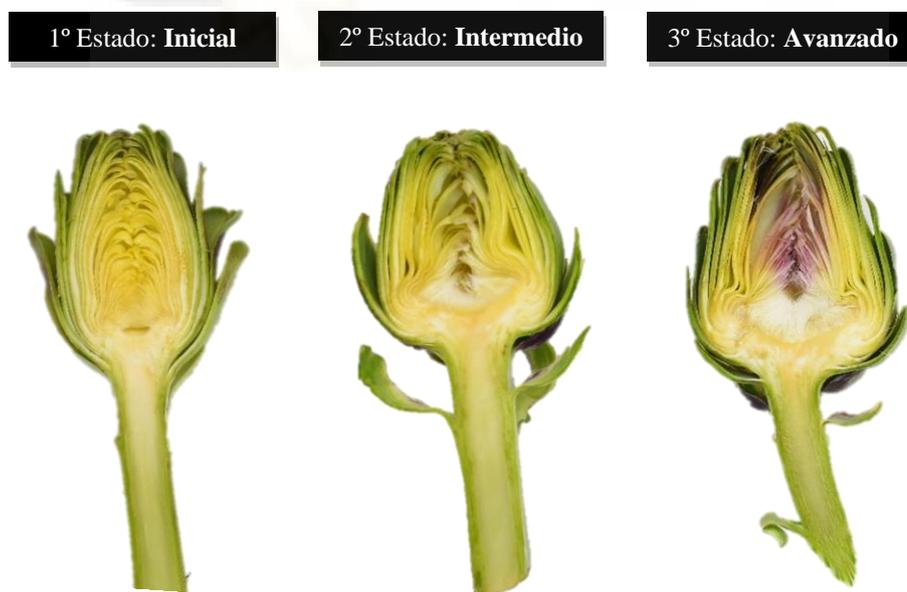
Se sembraron plantas de las variedades Blanca de Tudela (de reproducción por esquejes) de las cuales solamente 12 consiguieron crecer debido a las marras de brotación, 36 plantas de la variedad Lorca (de reproducción por semillas y de polinización abierta) y, debido a problemas en la realización de la planta en semillero, 14 de Tupac (de reproducción por semillas y de polinización abierta). Por último, y en función de la disponibilidad, se cultivaron 16 plantas de la variedad Green Queen (reproducción híbrida).

La plantación de las alcachofas de primer año tuvo lugar a mitades de agosto y se realizó siguiendo un marco de plantación 0,8 x 1,2 m., y se siguieron las prácticas de cosecha habituales de la zona. Finalmente, las alcachofas se recolectaron en la etapa de desarrollo comercial según el tamaño de la cabeza y la morfología cuando están firmes, bien cerradas y listas para consumir. El primer corte de alcachofa se realizó el día 1 de febrero de 2021 y se fueron recolectando semanalmente, obteniendo así 13 fechas/días de corte distintas, siendo la última el día 21 de abril de 2021. Se cosecharon un total de 899 alcachofas, como se muestran en la siguiente tabla (Tabla 1).

**Tabla 1.** Número y tipo de capítulos recolectados de cada variedad.

Tipo de capítulo	Blanca de Tudela	Lorca	Tupac	Green Queen
Guías	14	40	14	16
Segundas	74	278	65	73
Terceras	33	127	38	127
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>	<b>445</b>	<b>117</b>	<b>216</b>
	<b>899</b>			

Para cada fecha de corte se registró la variedad, así como el orden del capítulo de alcachofa (principal o guía, secundario y terciario). Posteriormente, se trasladaron al laboratorio donde se realizó una valoración del desarrollo del estado interno empleando una escala de tres niveles, siendo 1= estado inicial (alcachofas sin pelo interno o con escaso pelo, corazones verdes y tiernos), 2= desarrollo intermedio (alcachofas con una cantidad de pelo interno intermedia, pero aun conservando los corazones verdes) y 3= desarrollo avanzado (alcachofas con elevada cantidad de pelo interno e incluso pudiéndose apreciar un cambio de color verde a morado en el corazón de la alcachofa).



**Figura 1.** Escala de desarrollo del estado interno

### *Extracción y cuantificación de compuestos fenólicos totales*

Para la extracción de los compuestos fenólicos, se utilizó el protocolo descrito y adaptado a alcachofa de Martínez-Esplá et al. (2017). En la fase de extracción de los compuestos, se homogenizaron 5g de muestra de cada alcachofa con 15 mL de agua/metanol (20:80) conteniendo Fluoruro sódico (NaF) 2 mM (para inactivar la actividad polifenol oxidasa y evitar la degradación fenólica) y se centrifugó a 10.000 rpm durante 15 min a 4 °C. Los compuestos fenólicos totales se midieron por duplicado utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu y la concentración se expresó como miligramos de ácido gálico equivalente por 100 g de peso fresco.

### *Análisis estadístico*

Los datos para las determinaciones analíticas se sometieron a análisis de varianza (ANOVA), siendo las variables dependientes el contenido polifenólico total y los factores de estudio la variedad de alcachofa (Blanca de Tudela, Lorca, Tupac o Green Queen), el tipo u orden de capítulo (guías, segundas o terceras) y el estado interno.

Las comparaciones de medias se realizarán utilizando la prueba de LSD para examinar si las diferencias son significativas en  $p < 0,05$ . Todos los análisis se realizarán con el paquete de software STATGRAPHICS Plus, versión 3.1 para Windows.

### **Resultados y Discusión**

Al realizar el análisis de la varianza al completo de un total de 899 casos estudiados (Tabla 2) se obtiene que el porcentaje que tiene representativo cada una de las variables estudiadas da como resultado para la variedad un 13,88%, para el tipo de capítulo un 11,64% y para el estado interno un 32,33%, quedando representado así con un error del 42,15%.

**Tabla 2.** *Análisis general de componentes de varianza para polifenoles.*

Fuente	Media cuadrática	Análisis de la varianza	Porcentaje
<b>Variedad</b>	320665,0	1500,15	13,88
<b>Tipo</b>	16305,3	1257,49	11,64
<b>Estado interno</b>	9883,58	3494,59	32,33
<b>ERROR</b>	4555,48	4555,48	42,15

Al efectuar el análisis con las variables mencionadas anteriormente, pero teniendo en cuenta la interacción entre las mismas (Tabla 3), los resultados mostraron que, por separado, tanto la variedad, como el tipo y el estado interno fueron factores significativos, siendo este último el que menor significancia obtuvo al presentar un valor de F igual a 2,41. Sin embargo, cuando se realizó el análisis teniendo en cuenta las interacciones, se estableció que la relación entre la variedad y el tipo también fueron significativas, así como la interacción entre el tipo y el estado interno. En cambio, los resultados para la interacción entre la variedad y el estado interno no presentaron diferencias significativas.

Tabla 3. Análisis general de varianza para polifenoles con las interacciones

Fuente	Media cuadrática	F-Ratio	P-Value
<b>Efectos Principales</b>			
<b>A: Variedad</b>	208461,0	25,93	0,0000
<b>B: Tipo</b>	188543,0	23,46	0,0000
<b>C: Estado interno</b>	19337,0	2,41	0,0908
<b>Interacciones</b>			
<b>AB: Variedad x Tipo</b>	20602,8	2,56	0,0182
<b>AC: Variedad x Estado interno</b>	12486,9	1,55	0,1578
<b>BC: Tipo x Estado interno</b>	27452,9	3,42	0,0088
<b>Residual</b>	8038 ,17		

Todos los F-Ratio se basan en el error cuadrático medio residual.

Al analizar la influencia del tipo de alcachofa para cada una de las variedades ensayadas se observaron diferentes resultados según la variedad analizada (Figura 2).

Para la variedad Blanca de Tudela no se observaron diferencias significativas en el contenido fenólico entre las alcachofas guías, segundas y terceras. Para la variedad Green Queen sí se observaron diferencias significativas entre las alcachofas siendo las terceras las que presentaron una mayor concentración de fenoles totales en la parte comestible del capítulo.

Con respecto a la variedad de alcachofa Lorca, fue la variedad que mayor diferencia significativa presentó entre los tres capítulos florales, siendo las alcachofas terceras las que mayor concentración de fenoles presentaron, seguidas de las segundas, y fueron las guías las que menor contenido mostraron.

Finalmente, para la variedad Tupac, se observaron diferencias significativas entre los 3 órdenes de cabezas; sin embargo, los resultados mostraron una tendencia diferente en el contenido fenólico entre los 3 capítulos. Las alcachofas que presentaron mayor contenido fenólico fueron las terceras, seguidas por las guías, siendo las segundas las que contenían menor concentración.

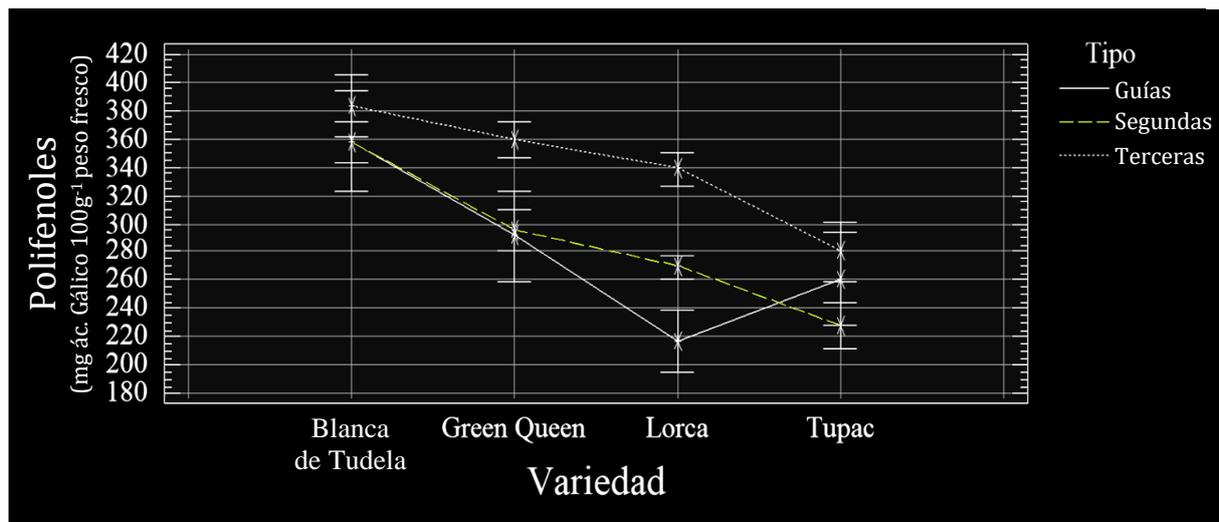


Figura 2. Interacción entre la Variedad y el Tipo.

La figura 3 representa la interacción entre la variedad y el estado interno. Para las variedades Blanca de Tudela y Green Queen, no se encontraron diferencias significativas en lo que respecta a la interacción de estos dos factores entre sí. Por el contrario, en la variedad Lorca, el contenido polifenólico fue menor cuando más avanzado se presentaba el estado de desarrollo (estado 3), encontrándose una mayor concentración de estos compuestos bioactivos cuando las alcachofas estaban en un estado de desarrollo inicial (estado 1) o intermedio (estado 2). En cambio, para la variedad Tupac, solo se observó este aumento en los fenoles totales cuando las alcachofas se encontraban en un estado de desarrollo temprano (estado 1).

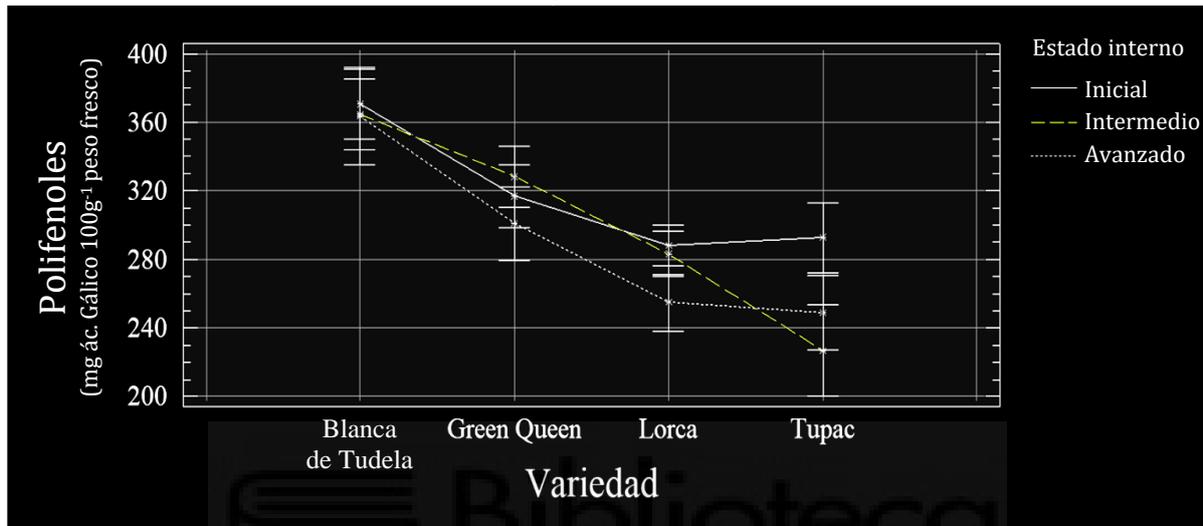


Figura 3. Interacción entre la Variedad y el Estado interno.

En cuanto a la interacción entre el tipo y el estado interno (Figura 4), de forma general, las alcachofas guías presentaron mayor concentración fenólica cuando su desarrollo interno estaba en un estado más avanzado (estado 3), mientras que, en las alcachofas de segundo y tercer orden, el contenido polifenólico fue mayor cuando su desarrollo interno era menos pronunciado (estados 1 y 2).

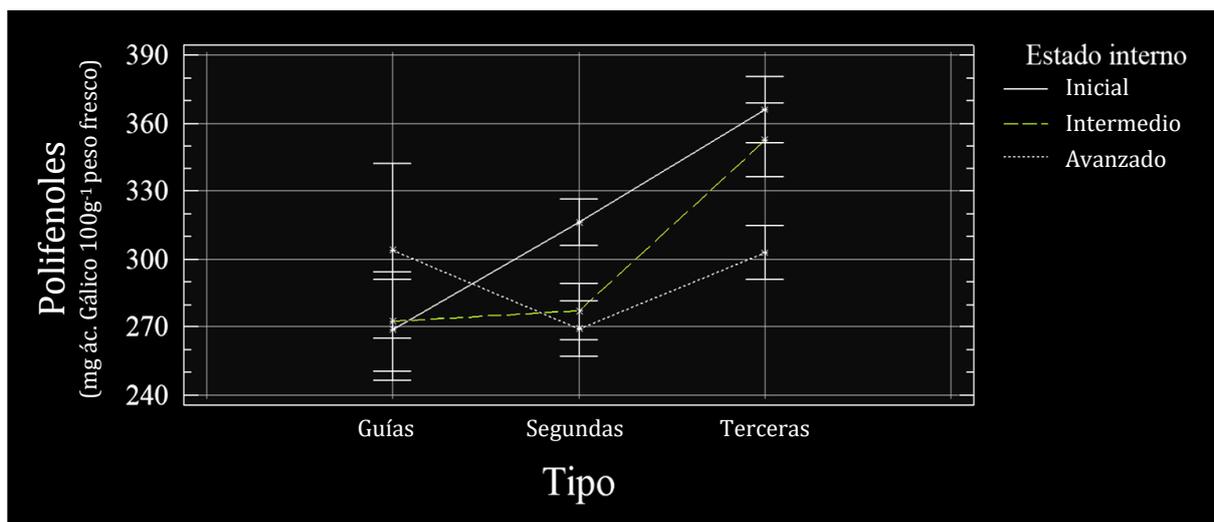


Figura 4. Interacción entre el Tipo y el Estado interno.

**Tabla 4.** *Análisis general de varianza para polifenoles con las interacciones por variedades*

Fuente	BLANCA DE TUDELA			LORCA		
	Media cuadrática	F-Ratio	P-Value	Media cuadrática	F-Ratio	P-Value
<b>Efectos Principales</b>						
<b>A: Tipo</b>	2509,9	0,20	0,8179	221520,0	34,51	0,0000
<b>B: Estado interno</b>	2315,3	0,19	0,8307	15526,3	2,42	0,0902
<b>Interacciones</b>						
<b>AB: Tipo x Estado interno</b>	13945,5	1,12	0,3513	12465,6	1,94	0,1025
<b>Residual</b>	12465,5			6419,27		
Fuente	TUPAC			GREEN QUEEN		
	Media cuadrática	F-Ratio	P-Value	Media cuadrática	F-Ratio	P-Value
<b>Efectos Principales</b>						
<b>A: Tipo</b>	26159,1	3,76	0,0263	87264,1	9,40	0,0001
<b>B: Estado interno</b>	40328,3	5,8	0,0041	5634,7	0,61	0,5459
<b>Interacciones</b>						
<b>AB: Tipo x Estado interno</b>	476,464	0,07	0,9913	42150,3	4,54	0,0015
<b>Residual</b>	6954,24			9280,5		

Todos los F-Ratio se basan en el error cuadrático medio residual.

Al analizar los resultados obtenidos para cada variedad de alcachofa por separado (Tabla 4), para la variedad Blanca de Tudela, no se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables tipo o estado interno, ni se apreciaron diferencias en la interacción de ambas variables.

Para la variedad Lorca se observaron diferencias significativas en cuanto al tipo siendo mayor el contenido en fenoles totales en las alcachofas de tercer orden, seguidas de las segundas y por último las guías. Con respecto al estado interno, se encontraron menores diferencias que en cuanto al tipo, siendo el contenido polifenólico superior en alcachofas con un estado de desarrollo inicial (estado 1) e intermedio (estado 2). Por el contrario, no se apreciaron diferencias significativas entre la interacción de ambos factores.

Del mismo modo, para la variedad Tupac se encontraron diferencias significativas para el tipo (mayor concentración fenólica total en alcachofas, terceras, guías y segundas en ese orden) y el estado interno (mayor concentración fenólica cuando menos desarrollado el estado interno de la alcachofa), pero no para la interacción entre ambos.

Finalmente, para la variedad Green Queen, no se observaron diferencias significativas para el estado de desarrollo interno, pero sí para el tipo u orden de capítulo, obteniendo un contenido fenólico mayor en las alcachofas terceras que en las guías y segundas. Asimismo, también existen diferencias significativas al analizar la interacción entre el tipo y el estado interno (Figura 5). Para las alcachofas guías, la concentración de fenoles fue mayor cuanto mayor era el estado de desarrollo (estado 3). En cambio, para las alcachofas de tercer orden se observó una tendencia inversa, ya que la concentración fenólica en alcachofas con un estado interno inicial e intermedio (estados 1 y 2) fue superior que en alcachofas donde el estado de desarrollo se presentaba más avanzado (estado 3). Esto puede deberse a que se recolectaron solamente 16 alcachofas guías (Tabla 1), una por planta, siendo un tamaño muestral reducidos para conseguir una homogeneidad total en los datos.

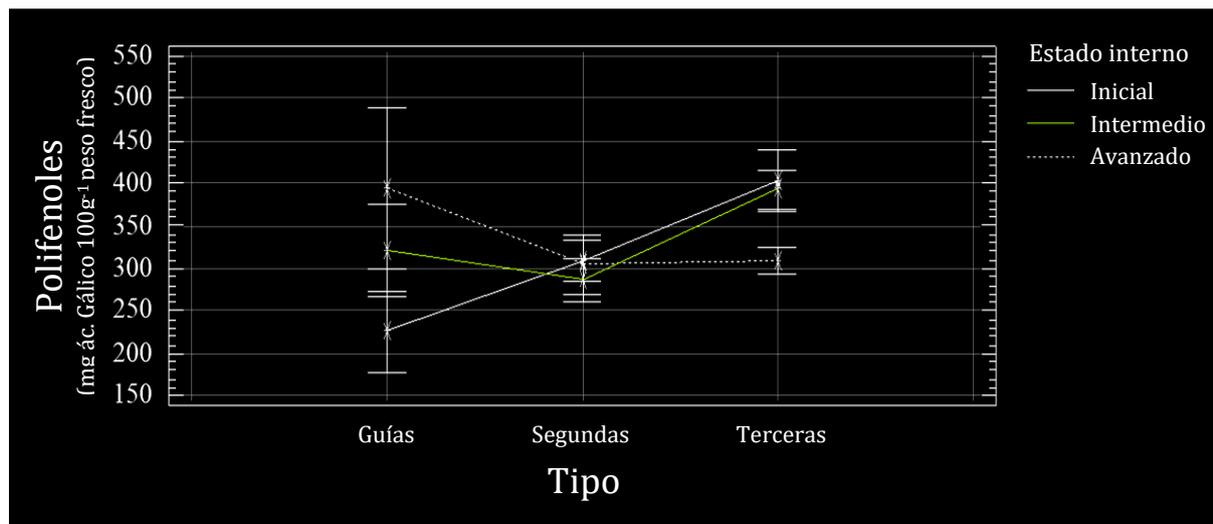


Figura 5. Interacción entre el Tipo y el Estado interno alcachofas variedad Green Queen.

Diferentes estudios han demostrado que el contenido polifenólico es mayor en alcachofas de tercer y segundo orden que en alcachofas guía (Cappelletti et al., 2016; Gagliardi et al., 2020; Giménez et al., 2020; 2021) en diferentes variedades, incluidas Blanca de Tudela, Lorca y Tupac.

Concretamente, en la variedad Blanca de Tudela se ha observado que los capítulos terciarios tenían niveles significativamente más altos de compuestos fenólicos que los secundarios y principales, y estos capítulos principales mostraron niveles significativamente menores que los secundarios (Giménez et al., 2020; 2021). No obstante, esos resultados difieren a los obtenidos en este estudio. Estas diferencias pueden estar relacionadas con fallos de marra de la planta y a que el número de alcachofas totales analizadas de esta variedad ha sido insuficiente para obtener unos resultados concluyentes. Del mismo modo, en la variedad Green Queen, al ser de germinación por semillas híbridas, solamente produjeron una única alcachofa guía, por lo que solo se analizaron 16 alcachofas de este tipo (Tabla 1), tantas como plantas disponibles.

Con respecto a la variedad Tupac, las alcachofas terciarias fueron las que mayor concentración fenólica contenían, seguidas de las guías, siendo los capítulos secundarios las que menor contenido polifenólico mostraron. Sin embargo, en otros trabajos mostraron mayor contenido fenólico en los capítulos terciarios, secundarios y guías, respectivamente (Giménez et al., 2021). Cabe señalar que esta variabilidad podría estar relacionada con el estado inicial no óptimo de las plántulas de Tupac, disponiendo solo de 14 guías para su análisis (Tabla 1).

Por otro lado, para la variedad Lorca se obtuvo mayor número de muestras para los 3 tipos de capítulos, lo que pudo repercutir en la veracidad de nuestros hallazgos, demostrando así que las alcachofas de tercer orden de esta variedad tienen una concentración fenólica mayor, seguidas de las secundarias y por último las guías. Lo mismo ocurre con el estado de desarrollo, ya que, en este estudio, las alcachofas en un estado de desarrollo inicial o intermedio presentaban un contenido polifenólico superior a las que presentaban un estado interno de desarrollo más avanzado. Estos resultados concuerdan con el estudio de Giménez et al. (2021), donde las alcachofas de tercer orden también presentaron una cantidad de fenoles totales superior a los capítulos secundarios o principales, y que esta influencia es dependiente del cultivar.

Es bien sabido que un contenido fenólico total alto en la alcachofa es responsable de la aparición del fenómeno de pardeamiento (Lattanzio et al., 2009; Peschel et al., 2006), que es un problema significativo para el procesado industrial. En el presente estudio, la menor concentración polifenólica apreciada para la variedad "Lorca" fue lograda por las alcachofas de tipo guía y/o de desarrollo interno avanzado, lo que demuestra su particular idoneidad para el procesado industrial estándar, y en especial, como producto recién cortado. Por el contrario, serán las alcachofas de tercer y segundo orden, así como las

de estado interno inicial o intermedio las que tendrán una mayor aptitud para la comercialización en fresco al poseer un contenido en compuestos bioactivos superior, aportando así con su ingesta las propiedades beneficiosas para la salud que poseen estas sustancias funcionales y que ya han sido ampliamente estudiadas y demostradas (Ceccarelli et al., 2010; Pandino et al., 2011; De Falco et al., 2015).

La variabilidad cuantitativa y cualitativa de los nutrientes esenciales y metabolitos secundarios en las cabezas de alcachofa depende de la diversidad genética, la etapa fisiológica de desarrollo (tiempo de cosecha) y las condiciones climáticas durante el crecimiento de las plantas (Ceccarelli et al., 2010; Lombardo et al., 2010; Pandino et al., 2013). Asimismo, es de destacar para análisis futuros, que mientras que el nivel de polifenoles está fuertemente influenciado por los efectos del genotipo (Wang et al., 2003), la recolección de alcachofas bajo diferentes condiciones de temperatura también puede influir significativamente en los perfiles de fenólicos de estas (Moglia et al., 2008), lo que incrementa la diferenciación entre las distintas variedades y así como entre el orden de los capítulos. De igual forma, hasta donde sabemos, no se han encontrado otros estudios en los cuales, aparte de la variedad y el tipo de capítulo, entre otros factores, se tenga también en consideración el estado interno de desarrollo de la propia alcachofa, por lo que este factor, a su vez, también ha podido influenciar en los resultados obtenidos en este estudio.

## Conclusiones

En conclusión, nuestros resultados demuestran que, entre los factores estudiados, la variedad ha explicado el 13,88% de la variabilidad, el tipo de capítulo el 11,64% y el estado de desarrollo interno el 32,33%. De entre las cuatro variedades estudiadas (Blanca de Tudela, Lorca, Tupa y Green Queen) es en la variedad Lorca donde se presentan los resultados más fiables al disponer de un mayor número de muestras. Se pudo determinar que las alcachofas de tercer y segundo orden contienen una concentración fenólica superior que las alcachofas guía y, a su vez, este contenido polifenólico también será mayor en alcachofas con un estado interno más inicial que en aquellas con desarrollo avanzado, sin encontrar una interacción significativa entre ambos factores (tipo de capítulo y estado interno).

En lo referente a las otras variedades estudiadas, Blanca de Tudela, Tupac y Green Queen, son necesarios más experimentos para determinar la variabilidad de los factores, así como para corroborar los resultados obtenidos o si estos se han visto influenciados por los problemas agronómicos anteriormente citados. En próximos ensayos será necesario analizar un número de alcachofas equiparable o superior a las analizadas en la variedad Lorca, con el fin de alcanzar unos resultados más fiables.

## Bibliografía

- Brat, P., Georgè, S., Bellamy, A., Du Chaffaut, L., Scalbert, A., Mennen, L., Arnault, N., Amiot, MJ., 2006. Daily Polyphenol Intake in France from Fruit and Vegetables. *J. Nut.*, 136, 2368–2373. <https://doi.org/10.1093/jn/136.9.2368>
- Cappelletti, R., Balducci, F., Diamanti, J., Mazzoni, L., Capocasa, F., Battino, M., Mezzetti, B., 2016. Agronomic and nutritional quality, and fresh and processing attitude, of globe artichoke (*Cynara cardunculus L. var. scolymus*) cultivars and an Italian landrace. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 91, 6, 634-644. <https://doi.org/10.1080/14620316.2016.1208545>
- Ceccarelli, N., Curadi, M., Picciarelli, P., Martelloni, L., Sbrana, C., Giovannetti, M., 2010. Globe artichoke as a functional food. *Med. J. Nutr. Metab.* 3, 197–201. <https://doi.org/10.1007/s12349-010-0021-z>
- De Falco, B., Incerti, G., Amato, M., Lanzotti, V., 2015. Artichoke: Botanical, Agronomical, Phytochemical and Pharmacological Overview. *Phytochemistry Reviews*, 14, 993–1018. <https://doi.org/10.1007/s11101-015-9428-y>
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization. [www.fao.org](http://www.fao.org). Consultada el 20 de julio de 2021.

- Gagliardi, A., Giuliani, M.M., Carucci, F., Francavilla, M., Gatta, G., 2020. Effects of the Irrigation with Treated Wastewaters on the Proximate Composition, Mineral, and Polyphenolic Profile of the Globe Artichoke Heads [*Cynara cardunculus* (L.)]. *Agronomy*, 10, 1. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1284.31>
- Giménez, M.J., Abadía, R., Valero, D., Serrano, M., García-Pastor, M.E., Medina-Santamarina, J., Martínez-Esplá, A., Zapata, P.J., 2020. Variation in polyphenolic composition and physiological characteristics of 'Blanca de Tudela' cultivar affected by water stress. *Acta Horti*, 1284, 235–240. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1284.31>
- Giménez, M.J., Giménez-Berenguer, M., García-Pastor, M.E., Parra, J., Zapata, P.J., Castillo, S., 2021. The influence of flower head order and gibberellic acid treatment on the hydroxycinnamic acid and luteolin derivatives content in globe artichoke cultivars. *Foods*, 10, 1813. <https://doi.org/10.3390/foods10081813>
- Jiménez, S., Gascón, S., Luquin, A., Laguna, M., Ancín-Azpilicueta, C., Rodríguez-Yoldi, M.J., 2016. *Rosa canina* extracts have antiproliferative and antioxidant effects on Caco-2 human colon cancer. *PLoS ONE*, 11, e0159136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159136>
- Jun, N., Jang, K., Kim, S., Moon, D., Seong, K., Kang, K., Tandang, L., Kim, P., Cho, S., Park, K., 2007. Radical Scavenging Activity and Content of Cynarin (1,3-dicaffeoylquinic acid) in Artichoke (*Cynara scolymus L.*). *Journal of Applied Biological Chemistry*, 50, 244–248.
- Lattanzio, V., Cardinali, A., Di Venere, D., Linsalata, V., Palmieri, S., 1994. Browning phenomena in stored artichoke (*Cynara scolymus L.*) heads: Enzymatic or chemical reactions? *Food Chemistry*, 50, 1–7. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90083-3](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90083-3)
- Lattanzio, V., Kroon, P. A., Linsalata, V., and Cardinali, A., 2009. Globe artichoke: a functional food and source of nutraceutical ingredients. *J. Funct. Foods*, 1, 131–144. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2009.01.002>
- Lombardo, S., Pandino, G., Mauro, R., Mauromicale, G., 2009. Variation of phenolic content in global artichoke in relation to biological, technical and environmental factors. *Italian Journal of Agronomy*, 4, 181–189. <https://doi.org/10.4081/ija.2009.4.181>
- Lombardo, S., Pandino, G., Mauromicale, G., Knodler, M., Carle, R., Schieber, A., 2010. Influence of genotype, harvest time and plant part on polyphenolic composition of globe artichoke (*Cynara cardunculus L. var. scolymus* (L.) Fiori]. *Food Chem.*, 119, 1175–118. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.033>
- Martínez-Esplá, A., García-Pastor, M. E., Zapata, P. J., Guillén, F., Serrano, M., Valero, D., Gironés-Vilaplana, A., 2017. Preharvest application of oxalic acid improves quality and phytochemical content of artichoke (*Cynara scolymus L.*) at harvest and during storage. *Food Chem.* 230, 343–349. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.051>
- Moglia, A., Lanteri, S., Comino, C., Acquadro, A., De Vos, R., Beekwilder, J., 2008. Stress induced biosynthesis of dicaffeoylquinic acids in globe artichoke. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 8641–8649. <https://doi.org/10.1021/jf801653w>
- Pandino, G., Lombardo, S., Mauromicale, G., Williamson, G., 2011. Profile of polyphenols and phenolic acids in bracts and receptacles of globe artichoke (*Cynara cardunculus var. scolymus*) germplasm. *J. Food Comp. Anal.* 24, 148–153. <https://doi.org/10.4081/ija.2012.e35>
- Pandino, G., Lombardo, S., Lo Monaco, A., Mauromicale, G., 2013. Choice of time of harvest influences the polyphenol profile of globe artichoke. *J. Funct. Foods*, 5, 1822–1828. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.001>
- Peschel, W., Sánchez-Rabaneda, F., Diekmann, W., Plescher, A., Gartzia, I., Jimenez, D., Lamuela-Raventós, R., Buxaderas, S., Codina, C., 2006. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruits wastes. *Food Chemistry*, 97, 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.033>
- Pinelli, P., Agostini, F., Comino, C., Lanteri, S., Portis, E., Romani, A., 2007. Simultaneous quantification of caffeoyl esters and flavonoids in wild and cultivated cardoon leaves. *Food Chem.*, 105, 1695–1701. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.014>
- Ruiz-Jiménez, J.M., Zapata, P.J., Serrano, M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., 2014. Effect of oxalic acid on quality attributes of artichokes stored at ambient temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 95, 60–63. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.03.015>
- Schutz, K., Kammerer, D., Carle, R., Schieber, A., 2004. Identification and quantification of caffeoylquinic acids and flavonoids from artichoke (*Cynara scolymus L.*) heads, juice, and pomace by HPLC–DAD–ESI/MS(n). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4090–4096. <https://doi.org/10.1021/jf049625x>

Vázquez-Olivo, G., Antunes-Ricardo, M., Gutiérrez-Urbe, JA., Osuna-Enciso, T., León-Félix, J., Basilio-Heredia, J., 2019. Cellular antioxidant activity and in vitro intestinal permeability of phenolic compounds from four varieties of mango bark (*Mangifera indica* L.). *J. Sci. Food Agric.*, 99, 3481–3489. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9567>

Wang, M., Simon, J.E., Aviles, I.F., He, K., Zheng, Q.-Y., Tadmor, Y., 2003. Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 601–608. <https://doi.org/10.1021/jf020792b>

