

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



**Influencia de la variedad y zona geográfica  
del cultivo en la calidad del limón para su  
comercialización**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Primera Convocatoria 2019-2020**

Alba Díaz Núñez

DIRECTOR/ES: Pedro Javier Zapata Coll  
Vicente Serna Escolano



# MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

## VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2019 /2020

Director/es del trabajo
Pedro Javier Zapata Coll Vicente Serna Escolano

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

Título del Trabajo
<b>Influencia de la variedad y zona geográfica del cultivo en la calidad del limón para su comercialización</b>
Alumno
Alba Díaz Núñez

Orihuela, a 22 de Septiembre de 2020...

**PEDRO  
JAVIER|  
ZAPATA|COLL**

Firmado digitalmente por  
PEDRO JAVIER|  
ZAPATA|COLL  
Fecha: 2020.09.22  
15:31:10 +02'00'

**VICENTE|  
SERNA|  
ESCOLANO**

Firmado digitalmente por  
VICENTE|SERNA|  
ESCOLANO  
Fecha: 2020.09.22  
15:36:28 +02'00'

Firma/s tutores trabajo



## MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

### REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Influencia de la variedad y zona geográfica del cultivo en la calidad del limón para su comercialización

Title: Influence of the variety and geographical area of the crop in lemon quality for marketing

Modalidad (proyecto/experimental): Experimental

Type (project/research): research

Autor/Author: Alba Díaz Núñez

Director/es/Advisor: Pedro Javier Zapata Coll

Convocatoria: Primera

Month and year: Septiembre, 2020

Número de referencias bibliográficas/number of references: 21

Número de tablas/Number of tables: 2

Número de figuras/Number of figures: 3

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): postcosecha, parámetros fisicoquímicos, Eureka, Fino

Key words (5 words): postharvest, physico-chemical parameters, Eureka, Fino



## MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

### RESUMEN (mínimo 10 líneas):

El limón (*Citrus limón* (L.) *Burm.f*) es una fruta muy demandada por los consumidores de todo el mundo, lo que requiere que durante su distribución en los diferentes mercados conserve de forma óptima todos sus parámetros de calidad. La variedad es un factor esencial que determina la calidad final de la fruta y su comportamiento durante el almacenamiento en frío. Es por ello que se estudió el comportamiento de dos variedades, Fino y Eureka, procedentes de dos localizaciones distintas de la Región de Murcia, campo de cultivo A (37.861,-1338) situado en el término municipal de Librilla y campo de cultivo B (37.670,-0.847) en el término municipal de Cartagena, a través del análisis de sus parámetros de calidad durante 8 semanas de conservación en frío. Los resultados mostraron que al comparar ambos campos de cultivo no hubo diferencias significativas en la pérdida de peso y producción de etileno, sin embargo el limón Fino cultivado en el campo B tuvo mayor tasa de respiración, cantidad de sólidos solubles y acidez que el limón de la misma variedad cultivado en el campo A durante la conservación en frío. De igual forma, estos mismos parámetros se vieron incrementados en la variedad Eureka cultivada en Cartagena, frente a la procedente de Librilla. Estos resultados determinaron que las condiciones de cultivo del campo B fueron mejores para la obtención de limones de calidad y con una mayor vida útil postcosecha.

### ABSTRACT (10 lines or more):

Lemon (*Citrus limón* (L.) *Burm.f*) is a demanded fruit from all around the world. Thus, an optimal conservation of all its quality parameters is required. Variety is an essential factor which determines the final quality of the fruit and its behaviour when stored at low temperatures. Therefore, during 8 weeks the fruit was stored at low temperatures, two varieties were studied: Fino and Eureka. They both come from different places of the Región de Murcia: breeding field A (37.861,-1338) located in Librilla, and breeding field B (37.670,-0.847) located in Cartagena. Therefore, results showed no significant differences in neither weight loss nor ethilen production. However, the variety Fino cultivated in breeding field B had a higher respiration rate, amount of soluble solids and acidity than Fino, cultivated in breeding field A, during cold storage. Likewise, same parameters increased in Eureka variety cultivated in Cartagena compared to those cultivated in Librilla. These results showed conditions in camp B were better for lemon breeding, as they have higher quality and longer post-harvest lifetime.



## Programa Científico

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

# Influencia de la variedad y zona geográfica del cultivo en la calidad del limón para su comercialización

A. Díaz, R. Díaz, S. Pardo, V. Serna-Escolano, P.J. Zapata

Dept. Tecnología Agroalimentaria EPSO, Universidad Miguel Hernández. Ctra. Beniel km 3.2, 03312, Orihuela, Alicante. e-mail: [alba.diaz04@goumh.umh.es](mailto:alba.diaz04@goumh.umh.es)

## Resumen

El limón (*Citrus limón* (L.) *Burm.f*) es una fruta muy demandada por los consumidores de todo el mundo, lo que requiere que durante su distribución en los diferentes mercados conserve de forma óptima todos sus parámetros de calidad. La variedad es un factor esencial que determina la calidad final de la fruta y su comportamiento durante el almacenamiento en frío. Es por ello que se estudió el comportamiento de dos variedades, Fino y Eureka, procedentes de dos localizaciones distintas de la Región de Murcia, campo de cultivo A (37.861,-1338) situado en el término municipal de Librilla y campo de cultivo B (37.670,-0.847) en el término municipal de Cartagena, a través del análisis de sus parámetros de calidad durante 8 semanas de conservación en frío. Los resultados mostraron que al comparar ambos campos de cultivo no hubo diferencias significativas en la pérdida de peso y producción de etileno, sin embargo el limón Fino cultivado en el campo B tuvo mayor tasa de respiración, cantidad de sólidos solubles y acidez que el limón de la misma variedad cultivado en el campo A durante la conservación en frío. De igual forma, estos mismos parámetros se vieron incrementados en la variedad Eureka cultivada en Cartagena, frente a la procedente de Librilla. Estos resultados determinaron que las condiciones de cultivo del campo B fueron mejores para la obtención de limones de calidad y con una mayor vida útil postcosecha.

**Palabras clave:** postcosecha, parámetros fisicoquímicos, Eureka, Fino

## Influence of the variety and geographical area of the crop in lemon quality for marketing

### Abstract

Lemon (*Citrus limón* (L.) *Burm.f*) is a demandend fruit from all around the world. Thus, an optimal conservation of all its quality parameters is required. Variety is an essential factor which determines the final quality of the fruit and its behaviour when stored at low temperatures. Therefore, during 8 weeks the fruit was stored at low temperatures, two varieties were studied: Fino and Eureka. They both come from different places of la Región de Murcia: breeding field A (37.861,-1338) located in Librilla, and breeding field B (37.670,-0.847) located in Cartagena. Therefore, results showed no significant differences in neither weight loss nor ethilen production. However, the variety Fino cultivated in breeding field B had a higher respiration rate, amount of soluble solids and acidity than Fino, cultivated in breeding field A, during cold storage. Likewise, same parameters increased in Eureka variety cultivated in Cartagena compared to those cultivated in Librilla. These results showed conditions in camp B were better for lemon breeding, as they have higher quality and longer post-harvest lifetime.

**Keywords:** postharvest, physico-chemical parameters, Eureka, Fino

### Introducción

El limón (*Citrus limón* (L.) *Burm. F*) es una fruta muy consumida a nivel mundial en bebidas, helados y postres, o también como condimento en carnes, pescados y verduras. Numerosos estudios le atribuyen propiedades antiinflamatorias que pueden ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares o neurodegenerativas y ciertos tipos de cáncer, debido a un elevado contenido en flavonoides y vitamina C (Gironés-Vilaplana et al., 2014, Asencio et al., 2018). También ha sido ampliamente descrita su actividad antimicrobiana derivada de la presencia de aceites esenciales en su piel (Serna-Escolano et al., 2019). En cuanto a la producción, el limón se sitúa como el tercer cítrico más

importante a nivel mundial, tras la naranja y la mandarina, siendo España el sexto país productor con 1127.5 toneladas anuales en 2018 (MAPA, 2020). Concretamente, el 85% de la producción total corresponde a la Región de Murcia y Comunidad Valenciana, que gracias a su clima Mediterráneo permiten una mejor adaptación y crecimiento del cultivo, dando lugar a un producto de mayor calidad (Asencio et al., 2018). La producción de esta fruta está dominada por las variedades autóctonas ‘Fino’ y ‘Verna’, seguidas de la variedad extranjera ‘Eureka’ originada en California (EE.UU.) (Lorente et al., 2014).

La variedad Fino inicia su recolección a principios de octubre, hasta el mes de febrero. Son árboles vigorosos de un tamaño entre mediano y grande, resistentes a la humedad y parcialmente sensibles al frío pero con rápida recuperación del daño por heladas. Los frutos proporcionados por este árbol son de tamaño mediano, de corteza delgada, entre esféricos y ovalados, piel lisa y fina, sin cuello en la inserción del fruto al pedúnculo. La pulpa de estos limones es de color amarillo pálido, muy jugosa, con elevado contenido en zumo y muy ácida (García et al., 2003). Su elección se debe principalmente a la rápida adaptación que presenta a las diferentes condiciones del suelo y clima, a que es de fácil desverdización, muy productiva y de rápida entrada en producción, permitiendo recolecciones tempranas. Además, produce frutos de alta calidad aptos para la exportación por Europa entre octubre y febrero, momento en el que los precios son más elevados (Hueso-Martín y Cuevas-González, 2014). La variedad Eureka tiene su producción durante todo el año, pero principalmente a finales de invierno, primavera y principios de verano. Es un árbol de vigor y tamaño medio, muy productivo y sensible al frío, que se caracteriza por presentar frutos de tamaño mediano, forma elíptica, cuello pequeño en la base y longitud variable. Tras el proceso de maduración, el fruto es de color amarillo con una corteza de espesor medio y una superficie punteada, ligeramente rugosa. Su pulpa es tierna y jugosa, de color verde amarillento y sabor muy ácido, parámetros valorados positivamente por el consumidor (García et al., 2003). Su periodo de comercialización coincide con el de la variedad anterior, por lo que su cultivo permite obtener mayor beneficio económico (de Miguel et al., 2019).

El destino del limón es el mercado en fresco, en el que más de la mitad de la producción se exporta dentro de la Unión Europea, siendo Alemania, Francia, Inglaterra e Italia los principales destinos. El hecho de mantener la calidad del limón durante el mayor tiempo posible, en las condiciones de almacenamiento aplicadas para su transporte y comercialización, permitiría la llegada de esta fruta a mercados más inaccesibles como Arabia Saudí, China e India (Hueso-Martín y Cuevas-González, 2014). En general, la calidad y vida útil del limón pueden modificarse por diversos factores previos a la cosecha, tales como variedad, portainjertos o bien por diferentes cambios fisiológicos y bioquímicos que se dan en el crecimiento, desarrollo y madurez de la fruta (Raddatz-Mota et al., 2019). Es muy importante la elección del lugar de producción, ya que este debe reunir características climatológicas, edáficas y topográficas concretas para el correcto desarrollo de la plantación. Asimismo el diseño de plantación tiene que ser el ideal, y estará condicionado por la variedad, el patrón, aireación, insolación, sistema de cultivo y mecanización entre otros factores. La orientación de los árboles debe ser norte sur, cuando la parcela lo permita, para así asegurar la llegada de una cantidad similar de luz a ambas caras (Porrás, 2007). Maaoui y Abda (2020) indicaron que la ubicación del cultivo y la variedad podrían influir de forma significativa en el crecimiento, el comportamiento y la calidad postcosecha. Esta conclusión se debió principalmente a que las condiciones climáticas de la localización del cultivo afectaron de forma significativa al desarrollo del limón. Otros estudios relacionados, además, mostraron diferencias fisicoquímicas en el flavedo y el zumo dependiendo del origen de la fruta (Chelong y Sdoodee, 2013). Las pérdidas de peso y la firmeza (Locaso et al., 2007), el color, la cantidad de sólidos solubles y acidez titulable son los parámetros principales que influyen en la percepción de la calidad y frescura del fruto durante su comercialización (Locaso et al., 2007; Beltrán et al., 2009), así como los procesos fisiológicos (respiración y producción de etileno), que se dan en el limón y que se ven modificados por las temperaturas de almacenamiento. La piel del limón es sensible a la exposición prolongada a bajas temperaturas, por lo tanto, para mantener la calidad de forma óptima hay que limitar la utilización de temperaturas inferiores a 10°C. Por debajo de los 5°C la fruta sufriría daños por frío que darían lugar a defectos en la piel como: decoloraciones o en casos más graves depresiones superficiales (Sun et al., 2019). Es por ello, que este trabajo tuvo como objetivo la evaluación de los efectos del almacenamiento en frío a diferentes temperaturas, durante 8 semanas, en



los parámetros de calidad del limón de 2 variedades diferentes, ‘Fino’ y ‘Eureka’, cultivadas en dos ubicaciones distintas de la Región de Murcia.

## Materiales y métodos

### Material vegetal y condiciones del cultivo

El experimento se llevó a cabo en campos situados en el sureste de España (Murcia), utilizando dos variedades de limón, Fino y Eureka ambos injertados sobre patrón *Citrus macrophylla*. Se analizaron los parámetros de calidad durante la conservación en frío de las dos variedades de limón, procedentes de dos localizaciones distintas de la Región de Murcia, campo de cultivo A (37.861,-1338) en Librilla y campo de cultivo B (37.670,-0.847) en Cartagena. Las fincas elegidas tienen propiedades edáficas y climatológicas distintas, siendo esta la razón principal para compararlas (Tabla1) (SIAM, 2020).

**Tabla 1.** Propiedades climatológicas y tipo de suelo de cada uno de los campos.

Campo	Parámetros						
	TªMax Media(°C)	TªMin Media(°C)	HR media(%)	Horas de sol totales(h)	Horas de frío totales(h)	Precipitación total (mm)	Tipo de suelo
A	31.53	4.36	62.17	3438	762	413.24	Leptosol
B	29.08	7.88	69.78	3264	40	420	Calcisol

El campo de cultivo B se caracteriza por presentar un clima semiárido, prácticamente sin variaciones de temperatura entre invierno y verano. Su suelo es de tipo calcisol, rojizo, arcilloso, con elevada carga de minerales, aireación y retención de agua media, lo que hace que sea un suelo sencillo de cultivar. La coloración del fruto es más lenta debido a la poca variación de temperatura. Mientras que el campo de cultivo A tiene un suelo de tipo leptosol, pedregoso (con menor capacidad de retención de agua que el anterior) con temperaturas frías y menor incidencia de radiación solar. Los árboles en estas fincas se cultivaron con un marco de plantación de 4x5m y tienen una edad de entre 8 y 12 años.

### Diseño experimental

Una vez recolectados los limones se pusieron a desverdizar durante 5 días, y una vez alcanzaron el color amarillo característico del limón, se llevaron al laboratorio del Grupo de PostRecolección de Frutas y Hortalizas de la Universidad Miguel Hernández, se dividieron en 7 lotes con 24 limones cada uno escogiendo aquellos más homogéneos en color y tamaño, sin presencia de daños, por lo que cada lote constaba de 3 réplicas de 8 limones cada una.

El día de la recolección se separaron 24 limones con las mismas características que los anteriores, y se hicieron las determinaciones analíticas del día 0. El resto de lotes se almacenaron en una cámara frigorífica durante 56 días en frío. Las condiciones de almacenamiento siguieron un gradiente térmico, inicialmente se almacenaron todos los lotes a 8°C, tras 21 días los restantes se pasaron a una cámara frigorífica a 2°C y finalmente a los 49 días el último lote se puso a temperatura ambiente (20°). La elección de estas temperaturas se debe a que se intentan simular las condiciones a las que serían sometidos los limones si se exportasen a un país fuera de la Unión Europea que tenga restricciones cuarentenarias, como Estados Unidos o China. Estos países al recibir los limones los mantienen a baja temperatura para evitar contaminación por plagas. Todas las cámaras frigoríficas tenían una humedad de 85%. Esto se hizo para las cuatro muestras del experimento: Fino campo A, Fino campo B, Eureka campo A y Eureka campo B. En el laboratorio se analizaron textura, producción de etileno, respiración, acidez titulable y sólidos solubles.

## Determinaciones analíticas

Para establecer las pérdidas de peso se pesaron individualmente cada uno de los frutos de todos los lotes (192 limones) cuando llegaron al laboratorio, y después se pesaron en cada uno de los días de muestreo. La diferencia de medias entre los pesos iniciales (día 0) y el peso del día correspondiente al muestreo de los limones establecerá las pérdidas de peso expresadas en % (Ecuación 1) (Sun et al., 2019).

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \cdot 100 \quad (1)$$

La producción de etileno y la tasa de respiración fueron medidas individualmente en botes herméticos de 0.5L, durante 1h. A continuación se retiraron 4 jeringuillas de 1mL del espacio de cabeza, una para cada parámetro y dos más por si algún aparato fallaba. Ambos parámetros se determinaron siguiendo el protocolo descrito por Díaz-Mula et al. (2011), con ligeras modificaciones. La concentración de etileno se determinó mediante un cromatógrafo de gases Shimadzu GC-2010 (Kyoto, Japón), y los resultados se expresaron como nanolitros de etileno por gramo de fruta por hora (nL de etileno g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), mientras que la tasa de respiración se analizó mediante un cromatógrafo de gases Shimadzu GC-14B (Tokio, Japón) y los resultados se expresaron en miligramos de CO<sub>2</sub> desprendido por kg de fruta por hora (mg de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

La firmeza fue medida con un analizador de textura TX- XT2i (Stable Microsystems, Godalming, Reino Unido) acoplado a una placa de acero plana, se aplicó una fuerza en el fruto que produjo una deformación del 5% del diámetro de la fruta, expresado en Nmm<sup>-1</sup>. La acidez titulable (AT) fue medida por duplicado añadiendo 0.5mL de zumo diluido en 25mL de agua destilada. Mediante un titulador automático (785 DMP Titrino; Metrohm, Herisau, Suiza), se valoró con NaOH 0.1N hasta alcanzar un pH de 8.1. Los resultados se expresaron como g de ácido cítrico equivalente kg<sup>-1</sup> peso fresco. Los sólidos solubles totales (STT) se determinaron por duplicado en el zumo, para ello se utilizó un refractómetro digital Atago PR-101 (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan) at 20°C, y el resultado fue expresado en %. (Serna-Escolano et al., 2019).

## Análisis estadístico

Para todos los ensayos, los resultados se expresaron como la media ± ES. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) de las diferentes determinaciones analíticas. La fuente de variación fue la parcela ensayada, para examinar si existían diferencias significativas con un nivel de significancia de P<0.05 (\*), P<0.01 (\*\*), P<0.001 (\*\*\*) o no (NS) P>0.05. El análisis se realizó con el paquete de software SPSS v. 22.0 para Windows.

## Resultados y discusión

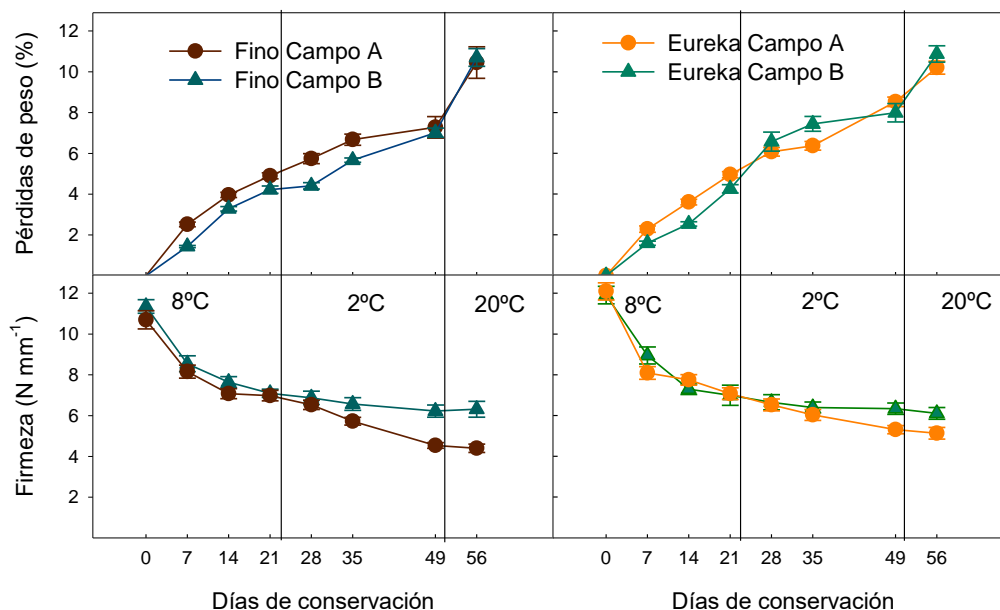
Observando las Figura1, 2 y 3 se puede determinar un comportamiento diferente entre variedades en todos los parámetros, ya que las características que presentan hacen que se adapten de forma distinta a las condiciones de almacenamiento, modificando los parámetros de calidad de manera distinta. Por otro lado, la variación de estas variedades en los dos campos diferentes que se han ensayado mostraron diferencias significativas en la tasa de respiración, firmeza, sólidos solubles y acidez titulable (Tabla2).

**Tabla 2.** Comparación de las variedades Fino y Eureka por campos (Campo A y Campo B) para cada uno de los parámetros de calidad del limón.

Variedades	Parámetro	F	ANOVA
Fino	Pérdidas de peso	2.613	NS
Eureka		1.172	NS
Fino	Tasa de respiración	6.986	**
Eureka		31.571	***
Fino	Producción de etileno	0.034	NS
Eureka		0.593	NS
Fino	Firmeza	14.393	***
Eureka		0.569	NS
Fino	Sólidos solubles	334.704	***
Eureka		5.036	*
Fino	Acidez titulable	97.046	***
Eureka		0.107	NS

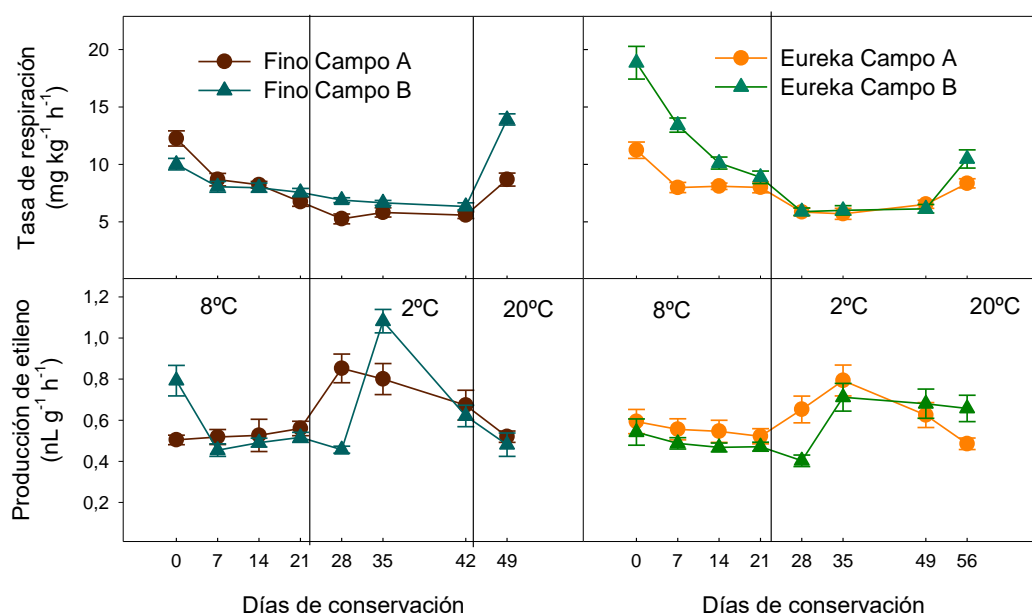
\*NS= No Significativo a  $p > 0.05$ ; \*, \*\* y \*\*\* significativos a  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  y  $p < 0.001$  respectivamente.

La pérdida de peso es uno de los principales problemas para la comercialización de fruta fresca (Raddatz-Mota, et al., 2019). En este estudio la pérdida de peso fue aumentando de forma lineal durante el periodo de conservación en frío (de un 2 a un 7%), hasta el momento del paso a temperatura ambiente en el que se produjo una pérdida del 10% (Figura1). Esto ocurrió para ambas variedades, pero no se encontraron diferencias significativas en el comportamiento de estas según el campo (Tabla2). Este hecho sería un indicativo de que la temperatura de almacenamiento influye directamente en la pérdida de peso, afirmación a la que llegaron Ahmad et al. (1979) en su estudio sobre la vida útil de las mandarinas en almacenamiento. El aumento en la pérdida de peso conforme avanza el almacenamiento se encontró también en estudios como el de Eaks, (1961) o el de Sun et al. (2019) quien explica que a medida que avanza el tiempo de almacenamiento del limón se producen pérdidas de peso, provocadas principalmente por un aumento en la respiración y la transpiración. La humedad relativa y temperaturas elevadas provocan un aumento de la transpiración, dando lugar a mayor pérdida de agua, acelerando la senescencia y aumentando la pérdida de peso con la consecuente pérdida de calidad del fruto (Raddatz-Mota, et al., 2019). En el momento de la recolección se obtuvieron valores de firmeza aproximados de  $11 \text{ Nmm}^{-1}$  para la variedad Fino y  $12 \text{ Nmm}^{-1}$  para la variedad Eureka. El análisis de la varianza (Tabla 2) mostró diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) para la variedad Fino, sin embargo, la parcela de cultivo no tuvo influencia para la variedad Eureka. Durante el almacenamiento postcosecha, se observó un descenso mayor en las primeras semanas de conservación a  $8^{\circ}\text{C}$ , sin embargo, cuando los frutos se trasladaban a la cámara de menor temperatura este descenso se ralentizaba. Por último, se pudo observar como la variedad Fino cultivada en Cartagena tenía unas pérdidas de firmeza menores a partir de los 35 días de conservación, que los frutos de la misma variedad cultivados en Librilla. Estas disminuciones en las pérdidas de firmeza estaban relacionadas con las de peso, ya que la pérdida de la firmeza es un proceso muy común que se produce durante la maduración del fruto. Según Carvalho et al. (2006) como consecuencia de una mayor pérdida de peso se produce una pérdida de firmeza elevada. Maaoui y Abda (2020) estudiaron la firmeza de las clementinas en 3 localizaciones diferentes y, como ocurre en este caso con el Fino, encontraron un efecto significativo de la ubicación de crecimiento del cultivo.



**Figura 1. Representación gráfica de los resultados obtenidos para la pérdida de peso y la firmeza comparando cada variedad en sus campos de cultivo.**

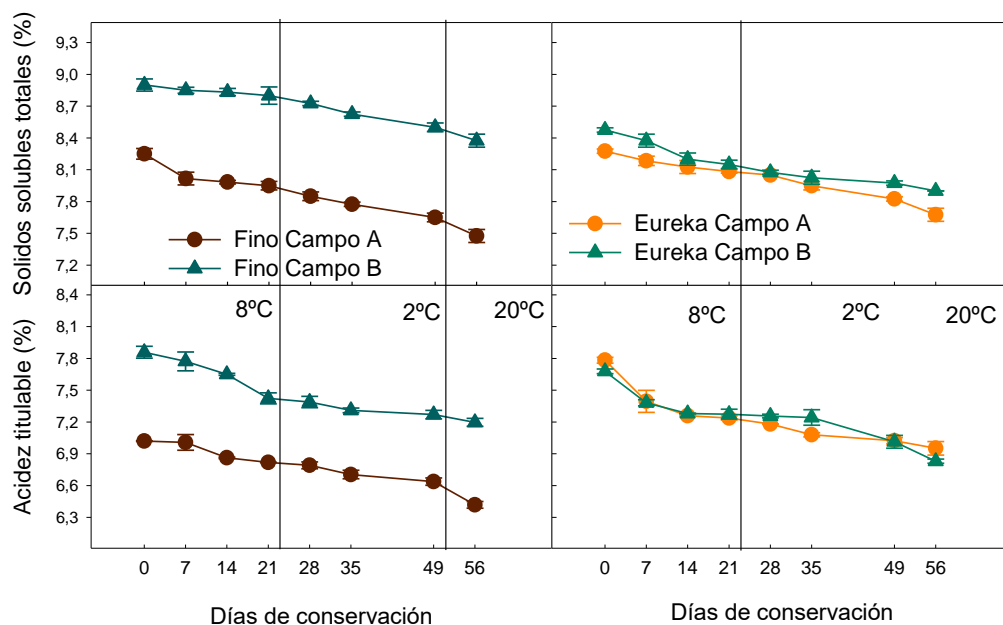
El análisis de la varianza de la tasa respiratoria para el campo de cultivo mostró diferencias significativas para la variedad Fino ( $P < 0.01$ ) y la variedad Eureka ( $P < 0.001$ ) (Tabla 2). Al inicio del experimento, tras el desverdorizado del fruto, la intensidad respiratoria que mostraron los limones Fino fue de  $10.02 \pm 0.51 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  en el campo B y un 22% mayor en el campo A, el almacenamiento en refrigeración disminuyó la intensidad respiratoria y redujo las diferencias entre tratamientos hasta que los frutos fueron puestos nuevamente a temperatura ambiente, que incrementó la tasa de respiración aunque en esta ocasión fue mayor en los limones procedentes del campo de Cartagena (Figura 2). Por otro lado, para la variedad Eureka, el patrón mostrado por la tasa de respiración fue similar a la de Fino, pero en esta ocasión las principales diferencias se encontraron en la mayor intensidad de los frutos del campo B al inicio del experimento. La tasa de respiración fue más baja cuando los limones se mantuvieron a menor temperatura ( $2^\circ\text{C}$ ), resultado que coincide con el estudio de Cohen y Schiffmann-Nadel (1978) quienes indicaron que el frío ralentiza la respiración, así como otras reacciones bioquímicas y enzimáticas, evitando el deterioro de los frutos. Por lo que respecta a la producción de etileno, el día 0 se encontraba aproximadamente a  $0.6 \text{ nL g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  para las dos variedades y campos de cultivo ensayados, y así se mantuvo durante el proceso de conservación a  $8^\circ\text{C}$  (Figura 2). Sin embargo, aumentó hasta aproximadamente un 40% en la segunda semana de conservación a  $2^\circ\text{C}$  en ambas variedades, no presentando diferencias significativas entre los campos de ensayo (Tabla 2). La mayor tasa de respiración y producción de etileno que se dio en la fruta madura podría estar relacionada con la etapa de senescencia de la misma (Cohen y Schiffmann-Nadel, 1978). Por otro lado, el almacenamiento de los frutos a  $2^\circ\text{C}$  llevó consigo un aumento en la producción de etileno, lo que podría ser debido a una respuesta al estrés provocado por exceso de frío en la conservación, por lo que esta señal indicaría que no es una buena temperatura de almacenamiento ya que podría llegar a ocasionar daños, como ha sido descrito para este tipo de frutos originarios de zonas templadas.



**Figura 2. Representación gráfica de los resultados obtenidos para la tasa de respiración y producción de etileno comparando cada variedad en sus campos de cultivo.**

En general, además del tamaño y la coloración, el contenido en zumo y la cantidad en SST y AT son parámetros clave para evaluar la calidad de un limón. Tras el desverdizado, en el día 0, los limones Fino presentaron  $8.9 \pm 0.06$  y  $8.2 \pm 0.05\%$  de SST, para el campo B y A, respectivamente. Se observó una disminución paulatina en el contenido de azúcares del zumo y las diferencias se mantuvieron hasta el final de la conservación, siendo estas significativas ( $P < 0.001$ ) según el análisis de la varianza (Tabla 2). Para la variedad Eureka, de la misma forma, al inicio del experimento el campo B ( $8.5 \pm 0.02\%$ ) mostró mayores niveles de SST que el campo A ( $8.2 \pm 0.02\%$ ). Igualmente el contenido en azúcares descendió lentamente manteniéndose las diferencias iniciales hasta el final del experimento (Figura3), aunque en este caso el ANOVA mostró diferencias únicamente con  $P > 0.05$ . Por tanto, las variedades procedentes del campo B tuvieron un mayor % de SST, y estas diferencias se mantuvieron constantes durante el periodo de almacenamiento en frío. Se ha reportado que un aumento en los SST se asocia con una mayor calidad de los cítricos (Raddatz-Mota, et al., 2019). Generalmente el % de SST de los cítricos depende de la región geográfica de donde proceden, lo que justificaría estas diferencias (Maaoui y Abda, 2020). Los resultados obtenidos coincidieron con los de Raddatz-Mota, et al. (2019) quienes estudiaron los sólidos solubles en lima Persia y vieron que estos se mantenían similares a los iniciales tras 20 días de almacenamiento en frío.

La AT siguió un patrón similar a los SST en las variedades estudiadas, un leve descenso durante la conservación refrigerada. En esta ocasión, la parcela mostró diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) sólo para la variedad Fino, y no para la variedad Eureka que mostró al inicio del ensayo valores de 7.7% y descendieron aproximadamente un 1%, independientemente de la parcela que provenían los frutos. Por el contrario, el Fino procedente del campo A fue menor ( $7.01 \pm 0.01\%$ ) que el del campo B ( $7.86 \pm 0.05\%$ ) en el día 0 (Figura3), estas diferencias se mantuvieron constantes durante el almacenamiento, independientemente de la temperatura ensayada en cada momento. La AT se debe principalmente a los ácidos orgánicos que se almacenan en las vacuolas de las células vegetales, en el caso del limón principalmente al ácido cítrico. Esta disminuye con el proceso de maduración porque para en la reacción de descarboxilación del piruvato se utilizan ácidos orgánicos individuales (Raddatz-Mota, et al., 2019). Los resultados que se encontraron fueron contrarios a los estudios de Eaks (1961) y Sun et al. (2019) quienes determinaron que durante el periodo de almacenamiento en frío de limones amarillos aumentaba la AT debido a una pérdida de agua por las condiciones de conservación.



**Figura 3. Representación gráfica de los resultados obtenidos para la acidez y sólidos solubles comparando cada variedad en sus campos de cultivo.**

## Conclusión

Con este estudio se ha puesto de manifiesto que tanto la variedad, como el lugar de cultivo del limón influyen en su comportamiento durante el periodo de conservación, aunque no de la misma forma, ya que las diferencias entre las parcelas ensayadas dependen de la variedad. Los limones del cultivar Fino son más sensibles a las condiciones edafoclimáticas de la parcela, ya que han mostrado diferencias significativas en la tasa de respiración, firmeza, SST y AT, mientras que únicamente han mostrado diferencias la variedad Eureka en la intensidad respiratoria y el contenido en SST. En general, los frutos recolectados de la parcela situada en Cartagena presentaron parámetros de calidad superiores a la parcela de Librilla, por lo que podemos afirmar que las condiciones de la finca son mejores para la obtención y conservación de un limón de calidad.

## Bibliografía

1. Ahmad, Z. and Farooqi W.A. Effect of waxing and lining materials on storage life of some citrus fruits. Proc Florida State Hort Soc. 1979;92:237-240.
2. Asencio A.D, Serrano M., García-Martínez S. and Pretel M.T. Organic acids , sugars , antioxidant activity, sensorial and other fruit characteristics of nine traditional Spanish Citrus fruits. Eur Food Res Technol. 2018;244(8):1497-1508. doi:10.1007/s00217-018-3064-x.
3. Beltrán, F., Pérez-López, A.J., López-Nicolás, J.M. and Carbonel-Barachina A.A. Color and vitamin C content in mandarin orange juice as affected by packaging material and storage temperature. Food Procesing Preserv. 2009;33:27-40. doi:10.1111/j.1745-4549.2008.00247.x.
4. Carvalho, C.P., Monterde, A., Martínez-jávega J.M. and S.A. Efecto del tratamiento de desverdización en la calidad de mandarinas 'oronules' con vistas a la exportación a Japón. Tecnol. postcosecha. 2006;7(2):104-108.
5. Chelong, I. and Sdoodee S. Effect of climate variability and degree-day on development, yield and quality of shogun (Citrus reticulata Blanco) in Southern Thailand. Nat Sci. 2013;47:333-341.
6. de Miguel, M.D., Caballero P. and, Fernández-Zamudio M.A. Varietal Change Dominates Adoption of Technology in Spanish Citrus Production. Agronomy. 2019;9(631):1-15.

7. Díaz-mula H.M., Martínez-romero D., Castillo S., Serrano, M.A., Valero, D. Postharvest Biology and Technology Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars . Effect on organoleptic quality. *Postharvest Biol. Technol.*2011;61(2-3):103-109.
8. Eaks I. Effect of Temperature and Holding Period Physical and Chemical Characteristics of Lemon Fruits. *J Food Sci.* 1961;26:593-599.
9. García-Lidón A., del Río-Conesa J.A., Porrás-Castillo I. Fuster-Soler, M.D. and Ortuño-Tomás, A. El limón y sus componentes bioactivos.; 2003.
10. Gironés-Vilaplana A., Moreno D.A. and García-Viguera, C. Phytochemistry and biological activity of Spanish Citrus fruits. *Food Fuction.* 2014;5(4):764-772. doi:10.1039/c3fo60700c.
11. Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/> (Consultada el 26 de Julio de 2020)
12. Hueso J.J. and Cuevas J. La fruticultura del siglo XXI en España.; 2014.
13. Cohen, E. and Schiffmann-Nadel, M. Storage capability at different temperatures of lemons grown in israel. *Scientia Horticulturae*, 1978;9:251-257.
14. Locaso, D., Cruañes, M., Velazque, M., Pisonero, M., Gerard O. and Terenzano I. Conservación de naranjas con un recubrimiento formulado con terpenos obtenidos a partir de *Pinus elliotis*. *Ciencia, Docencia y Tecnol.* 2007;18:153-173.
15. Lorente, J., Vegara, S., Martí, N., Ibarz, A., Hernández, J., Valero, M. and Saura, Domingo Chemical guide parameters for Spanish lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.) juices. *Food Chem.* 2014;162:186-191. doi:10.1016/j.foodchem.2014.04.042.
16. Maaoui M. and Abda J.B. Effect of growing location on cold storage behavior of a Tunisian ‘Cassar’ clementine local cultivar. *Acta Hortic.* 2020;1275:433-438. doi:10.17660/ActaHortic.2020.1275.60.
17. Porrás Castillo I. Nuevas tendencias en el cultivo del limonero. *Hortofruticultura.* 2007:285-293.
18. Raddatz-mota, D., Franco-mora, O., Mendoza-espinoza, J.A., Rodríguez-verástegui, L.L., Díaz de León, F. and, Rivera-cabrera, F. Effect of different rootstocks on Persian lime (*Citrus latifolia* T .) postharvest quality. *Sci Hortic (Amsterdam).* 2019;257:108716. doi:10.1016/j.scienta.2019.108716.
19. Región de Murcia. Sistema de Información Agrario de Murcia <http://siam.imida.es/apex/f?p=101:1:3935482813073961> (Consultada el 20 de Julio de 2020)
20. Serna-escolano, V., Valverde, J.M., García-pastor, M.E., Valero, D., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Zapata, P.J. and Serrano, M. Pre-harvest methyl jasmonate treatments increase antioxidant systems in lemon fruit without affecting yield or other fruit quality parameters. *Sci Food Agric.* 2019;99:5035-5043. doi:10.1002/jsfa.9746.
21. Sun, Y., Singh, Z., Tokala, V. Y. and Heather, B. Harvest maturity stage and cold storage period influence lemon fruit quality. *Sci. Hortic.*2019;249:322-328. doi:10.1016/j.scienta.2019.01.056.