

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

**Máster Universitario en Tecnología y Calidad
Agroalimentaria**



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**CARACTERIZACIÓN TEMPORAL DEL
LIMÓN MEDITERRÁNEO PARA SU
APROVECHAMIENTO EN LA
INDUSTRIA DEL ZUMO**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Convocatoria – 2020-2021

AUTOR: M^aJosé Rubio Martínez

**DIRECTOR/ES: Pedro Javier Zapata Coll
Vicente Serna Escolano**



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

VISTO BUENO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 20.../20...

| Director/es del trabajo |
|--|
| PEDRO JAVIER ZAPATA COLL VICENTE SERNA ESCOLANO |

Dan su visto bueno al Trabajo Fin de Máster

| Título del Trabajo |
|--|
| CARACTERIZACIÓN TEMPORAL DEL LIMÓN MEDITERRÁNEO PARA SU APROVECHAMIENTO EN LA INDUSTRIA DEL ZUMO |
| Alumno |
| MARIA JOSE RUBIO MARTINEZ |

| |
|---|
| Orihuela, a de de 20... |
| Firma/s tutores trabajo |



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Caracterización temporal del limón mediterráneo para su aprovechamiento en la industria del zumo.

Title: Temporal characterization of Mediterranean lemon for its use in the juice industry

Modalidad (proyecto/experimental): Experimental

Type (project/research): Research

Autor/Author: M^aJosé Rubio Martínez

Director/es/Advisor: Pedro Javier Zapata Coll

Convocatoria: Septiembre

Month and year: Septiembre 2021

Número de referencias bibliográficas/number of references: 24

Número de tablas/Number of tables: 0

Número de figuras/Number of figures: 2

Número de planos/Number of maps: 0

Palabras clave (5 palabras): sólidos solubles totales, acidez titulable, aceites esenciales, zumo concentrado

Key words (5 words): total soluble solids, titratable acidity, essential oils, juice concentrate



MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

RESUMEN

En la actualidad, el cultivo de los cítricos está profundamente arraigado al sureste español. En concreto, la especie predominante es la naranja, seguida del limón y mandarina. El limón, tiene una mayor presencia en las provincias de Alicante y Murcia y, aunque su mayor valor de comercialización lo obtiene cuando se hace en fresco, la industria del zumo tiene un papel primordial, ya que absorbe una gran cantidad de producción, que bien no es apta para su venta en fresco, o que debido a los excedentes de campaña no puede ser puestos en los mercados europeos. Estas industrias en su mayoría llevan a cabo la concentración del zumo, lo que permite un mayor aprovechamiento de los recursos de almacenamiento y transporte. Los componentes de calidad que estas empresas manejan, se basan fundamentalmente en el contenido en sólidos solubles totales, acidez titulable y contenido en aceites. Por ello, en el presente trabajo se lleva a cabo una caracterización de la fruta durante dos campañas, que nos permita dilucidar como varían estos componentes de calidad durante el ciclo productivo, como afectan los diferentes años, e incluso como interviene el tipo de cultivo, convencional o ecológico. Los resultados han mostrado que, aunque los parámetros de calidad son elevados, éstos varían en el tiempo sin encontrar diferencias significativas por el tipo de cultivo a lo largo del ensayo, pero si diferencias puntuales en determinadas épocas del año.

ABSTRACT

Currently, citrus crop is deeply rooted in the southeast of Spain. Specifically, the predominant species is orange, followed by lemon and mandarin. Lemon has a greater presence in Alicante and Murcia provinces and, although its greatest commercialization value is obtained when it is made in fresh, the juice industry plays a key role, since it absorbs a large amount of production, which well it is not suitable for sale in fresh, or that due to campaign surpluses it cannot be placed in European markets. These industries mostly carry out the concentration of the juice, which allows a better use of storage and transportation resources. The quality components that these companies handle are mainly based on total soluble solids content, titratable acidity and oil content. Thus, in the present work a fruit characterization is carried out during two seasons, which allows us to elucidate how these quality components vary during the production cycle, how the different years affect, and even how the type of crop intervenes, conventional or ecological. The results have shown that although the quality parameters are high, they vary over time without finding significant differences due to the type of crop throughout the experiment, but there are specific differences at certain period of the year.



Programa Científico Preliminar

| Fecha | 16 de septiembre de 2021 |
|-----------------|--|
| 9:00-9:15 | Ceremonia de Apertura |
| 9:15-10:00 | Conferencia Inaugural: La Dr. |
| Sesión 1 | Recursos Fitogenéticos, Mejora y Biotecnología en Producción Vegetal. Moderador: |
| 10:00-10:45 | Presentaciones Orales |
| Oral | 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> |
| Oral | 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> |
| Oral | 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> |
| Oral | Introducción del gen Ty-2 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> |
| Oral | 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> |

| | |
|-----------------|---|
| | Presentación en Póster |
| Póster | 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> |
| | |
| | Pausa Café |
| Sesión 2 | Horticultura, Citricultura, Fruticultura, Viticultura y Protección de Cultivos. Moderador: Dr. |
| | Presentaciones Orales |
| Oral | Influencia del envejecimiento sobre la composición volátil y sensorial del vino tinto. <i>I. González-Sánchez, F. Burló y L. Noguera-Artiaga</i> |
| Oral | Estudio sobre calidad sensorial y aromática de vino tinto <i>A. Grao-Ruiz, P. J. Zapata y L. Noguera-Artiaga</i> |
| Oral | 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 y C. Paredes</i> |
| Oral | 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> |
| 12:30-12:40 | Presentación en Póster |
| Sesión 3 | Producción, Bienestar, Genética y Calidad en la Producción Animal Moderador: |
| | Presentaciones Orales |
| Oral | 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> |
| Oral | Conductas individuales y expresiones faciales en ovinos estabulados criados libres de parásitos gastrointestinales. <i>A.A. Luna Bojórquez, P.G. González Pech, F.A. Méndez Ortíz, C.A. Sandoval Castro, J.F.J. Torres Acosta</i> |

| | |
|-------------------------------|---|
| Oral | <p>Estudio del porcentaje de inclusión de subproducto de alcachofa (brácteas) en dietas de cabras lecheras para una producción sostenible y circular.</p> <p><i>P. Monllor, R. Muelas, A. Roca, E. Sendra, J.R. Díaz y G. Romero</i></p> |
| Presentación en Póster | |
| Póster | <p>Las actividades formativas del IFAPA en el sector ganadero, en la provincia de Almería.</p> <p><i>S. Aparicio, A. González, V. Navarro, L. Lara, S. Parra, M.C. García-García</i></p> |
| | |
| Sesión 4 | <p>Agricultura Sostenible. Cambio Climático y Estrés Ambientales.</p> <p>Moderador: Dra.</p> |
| Presentaciones Orales | |
| Oral | <p>Optimización de un método para evaluar la capacidad antifúngica de extractos de cianobacterias.</p> <p><i>M.P. Marí, A.D. Asencio, M.T. Pretel y G. Díaz</i></p> |
| Oral | <p>Mejora de la sostenibilidad del cultivo de fresa: mecanismos fisiológicos desencadenados por bacterias PGP bajo condiciones subóptimas de fertilización.</p> <p><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></p> |
| Oral | <p>Estudio de caracterización de suelos contaminados con ceniza volcánica y forraje destinado a consumo animal en la zona de Bilbao-Ecuador.</p> <p><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></p> |
| Oral | <p>Influencia de la micorrización con <i>Glomus sp.</i> sobre sustancias farmacológicamente activas en el cultivo de <i>Cistus albidus</i> L.</p> <p><i>D. Raus de Baviera, E. Barraión-Catalán, A. Ruiz Canales</i></p> |
| Oral | <p>Especies de <i>Variovorax</i> asociadas al nódulo que mejoran el crecimiento y la nodulación de <i>Medicago sativa</i> en situaciones de estrés.</p> <p><i>N.J. Flores-Duarte, J. Pérez-Pérez, E. Mateos-Naranjo, S. Redondo-Gómez, E. Pajuelo, I.D. Rodríguez-Llorente, S. Navarro-Torre</i></p> |
| Oral | <p>Aplicaciones con poliaminas en floración y durante el desarrollo en el árbol reducen fisiopatías e incrementan la calidad de cereza</p> |

| | |
|-----------------|---|
| | (<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, F. Guillén</i> |
| Oral | Climate Change, Food Crisis, Covid-19 in Mozambique <i>Jérôme Etsong Mbang</i> |
| | Presentación en Póster |
| Póster | 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> |
| Sesión 5 | Instalaciones Industriales y Agrícolas. Moderador: Dr. |
| | Presentaciones Orales |
| | |
| | Presentación en Póster (al final de la sesión 6) |
| Sesión 6 | Gestión del Agua, Nutrición y Energía en Horticultura. Moderador: |
| | Presentaciones Orales |
| Oral | 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> |
| Oral | 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 y J.M. Molina-Martínez</i> |
| Oral | 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> |
| | Presentación en Póster Sesión 5 y Sesión 6 |
| | Pausa Café |
| Sesión 7 | Usos del Territorio. Valoración de Recursos Agrarios. Desarrollo Rural. Moderador: |
| | Presentaciones Orales |

| | |
|-------------------|---|
| Oral | <p>Caracterización edafológica de los suelos de la comarca “La Marina Alta” para determinar su capacidad vitícola.</p> <p><i>B. López, E. Martínez-Sabater, M.A. Molina-Huertas, C. Paredes</i></p> |
| Oral | <p>Diversidad social y agroambiental en los paisajes mediterráneos costeros: el ENP La Muela y Cabo Tiñoso (Cartagena – Murcia).</p> <p><i>J. Martínez Sánchez y L. Martínez-Carrasco Martínez</i></p> |
| Oral | <p>Gotas de tierra: Mejora de las parcelas de cultivo, la equidad y seguridad alimentaria de mujeres rurales en Colombia desde la perspectiva de los ODS.</p> <p><i>P. Espitia-Zambrano, J.A. Pérez-Álvarez</i></p> |
| | Presentación en Póster |
| poster | <p>Peligrosidad del combustible en la Región de Murcia. El abandono de los cultivos agrícolas incrementa el riesgo de incendio en la interfaz urbano-forestal</p> <p><i>J.F. Sarabia y M.T. Pretel</i></p> |
| poster | <p>Desarrollo territorial en las marismas de la margen izquierda del Guadalquivir.</p> <p><i>M.A. Falcón Sánchez</i></p> |
| Sesión 8 | <p>Economía Agraria y Gestión de Empresas.</p> <p>Moderador: Dr.</p> |
| | Presentaciones Orales |
| Oral | <p>Estudio a consumidores sobre la aceptación de carne de cordero trashumante.</p> <p><i>A. Ros Almela, N. Godoy Morales y L. Martínez-Carrasco Martínez</i></p> |
| Oral | <p>Black soldier fly (<i>Hermetia illucens</i>) breeding and processing company in Aranda de Duero (Burgos).</p> <p><i>P. Saiz Valle, I. Blanco-Gutiérrez, L. Luna</i></p> |
| Fecha | 25 de septiembre de 2020 |
| Sesión 9 | <p>Gestión y Valorización de Residuos Orgánicos en la Agricultura.</p> <p>Moderador: Dra. (Universidad).</p> |
| 9:00-10:15 | Presentaciones Orales |
| Oral | <p>Efectos del tipo de estiércol en la evolución de su co-compostaje con residuos vegetales y en la calidad agronómica del compost obtenido.</p> <p><i>C. Santiago-Cubas y C. Paredes</i></p> |

| | |
|-------------------------------|---|
| Oral | <p>Aplicación agronómica de los digeridos procedentes de residuos de frutas y verduras.</p> <p><i>C. Álvarez, M.P. Bernal y R. Clemente</i></p> |
| Oral | <p>Importancia del manejo de pilas de compostaje en la evolución y calidad del compost en Liria (Valencia)</p> <p><i>I.O. Medina Benavides, M.T. Fernández Suarez, A. Pérez Espinosa, M.D. Pérez Murcia, R. Moral</i></p> |
| Oral | <p>Caracterización de residuos orgánicos agrícolas y ganaderos generados en la provincia de Chimborazo (Ecuador) para el estudio de alternativas a su gestión actual.</p> <p><i>V.H. Valverde, I. Gavilanes-Terán, J. Idrovo-Novillo, L. Carrera-Beltrán, S. Buri Tanguila, K. Salazar García, C. Paredes</i></p> |
| Oral | <p>Combined effect on substrate, plastic biofilm and earthworms (<i>Eisenia fetida</i>) in presence of different type of plastic material under vermicomposting.</p> <p><i>Z. Emil Blesa, Marcela Pedraza-Torres, J.A. Sáez, J.C. Sánchez-Hernández, R. Moral</i></p> |
| Oral | <p>Efecto sobre la calidad del fruto del naranjo Navel v. Chislett Summer empleando varias opciones de manejo agronómico en una finca del sureste español.</p> <p><i>S. Sánchez Méndez, E. Martínez Sabater, A. Pérez Espinosa, J. Sáez Tovar y R. Moral</i></p> |
| Oral | <p>Presencia de plaguicidas en mezclas iniciales y compost maduros de productores agroecológicos. El rol del compostaje en su eliminación.</p> <p><i>A. García-Rández, M.T. Fernández-Suárez, M.D. Pérez-Murcia, R. Moral</i></p> |
| Presentación en Póster | |
| Póster | <p>Valorización de residuos de la industria agroalimentaria mediante compostaje.</p> <p><i>C. Álvarez y M.A. Bustamante</i></p> |
| Sesión 10 | <p>Procesado e Innovación en Productos de Origen Animal.</p> <p>Moderador: Dr.</p> |
| Presentaciones Orales | |
| Oral | <p>Reformulación de hamburguesas de ternera con geles de emulsiones de agua y aceites vegetales.</p> <p><i>A. Gea-Quesada, E. Sayas-Barberá, C. Botella-Martínez y M. Viuda-Martos</i></p> |

| | |
|---|---|
| Oral | <p>Aplicación de un subproducto de mango como antioxidante en un producto cárnico.</p> <p><i>L. Morocho, F. Reyes, M.C. Guamán-Balcázar</i></p> |
| Oral | <p>Caracterización de queso curado de oveja con y sin DOP Manchego basado en el perfil de compuestos volátiles, pH, humedad y ATR-FTIR.</p> <p><i>R. Pesci de Almeida, K. A. Iglér, M. Cano-Lamadrid, E. Sendra, A. Beltrán y A. Valdés</i></p> |
| Presentación en Póster | |
| Póster | <p>Modificación del perfil lipídico en salchichas tipo Frankfurt mediante una emulsión gelificada a base de trigo sarraceno y aceite de cáñamo.</p> <p><i>C. Botella-Martínez, J. Fernández-López, J.A. Pérez-Álvarez y M. Viuda-Martos</i></p> |
| Pausa Café | |
| Sesión 11 | <p>Postcosecha y procesado de productos vegetales.</p> <p>Moderador: Dr.</p> |
| Presentaciones Orales | |
| Oral Pasar a S8?? | <p>Aspectos valorados por los consumidores a la hora de comprar o consumir ensaladas de IV gama.</p> <p><i>J.M. Lorente, M. Serrano y M.T. Pretel</i></p> |
| oral | <p>Efectos del tratamiento en precosecha con melatonina sobre los parámetros de calidad en granada ‘Mollar de Elche’.</p> <p><i>F. Garrido, J.M. Lorente-Mento, D. Valero, M. Serrano</i></p> |
| oral | <p>Proteína PeAfpA: optimización de su producción biotecnológica y aplicación en patosistemas postcosecha.</p> <p><i>C. Roperó, J.F. Marcos y P. Manzanares</i></p> |
| oral | <p>Los tratamientos con melatonina de cerezos ‘Sweet Heart’ aumentan el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto en la recolección y durante la conservación.</p> <p><i>M.V. Arias A. Carrión, F. Garrido, J.M. Lorente, P.J. Zapata, D. Valero, M. Serrano</i></p> |
| oral | <p>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.</p> |

| | |
|------|--|
| | <i>E. Bernabé-García, M.C. Ruiz-Aracil, F. Guillén, J.M. Valverde</i> |
| Oral | <p>Aplicación de tratamientos post-cosecha para incrementar la calidad durante el almacenamiento de aguacate (<i>Persea americana</i> M.).</p> <p><i>M.I. Madalina-Ilea, M.C. Ruiz-Aracil, J.M. Valverde, M. Nicolás-Almansa, F. Guillén</i></p> |
| Oral | <p>La aplicación precosecha de jasmonato de metilo incrementa el rendimiento y la calidad del cultivo de pimiento verde.</p> <p><i>A. Dobón-Suárez, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata</i></p> |
| Oral | <p>Aprovechamiento de un subproducto de la industria de aceituna para el desarrollo de alimentos con un valor añadido.</p> <p><i>M. Ródenas, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor y P.J. Zapata</i></p> |
| Oral | <p>Mejora de la conservación de la granada “Mollar de Elche” mediante tratamientos precosecha con Jasmonato de Metilo.</p> <p><i>A.M. Codes-Alcaraz, A. Dobón-Suárez, M.E. García-Pastor, S. Castillo</i></p> |
| Oral | <p>Efecto de la aplicación postcosecha de nitroprusiato de sodio sobre la calidad de limón ecológico.</p> <p><i>A. Del Cerro, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, M. Giménez y P.J. Zapata</i></p> |
| Oral | <p>Caracterización temporal del limón mediterráneo para su aprovechamiento en la industria del zumo.</p> <p><i>M.J. Rubio-Martínez, M.J. Giménez, M.E. García-Pastor, V. Serna-Escolano y P.J. Zapata</i></p> |
| Oral | <p>Estudio del contenido en polifenoles de cuatro variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.): aptitud para cuarta gama.</p> <p><i>M. Giménez-Berenguer, M. J. Giménez, P. Carbonell, J. A. Cabrera y P. J. Zapata</i></p> |
| Oral | <p>Melatonina aplicada como tratamiento en campo incrementa los sistemas antioxidantes en las cerezas ‘Prime Giant’.</p> <p><i>A. Carrión-Antolí, F. Badiche, J.M. Lorente-Mento, F. Guillén, S. Castillo, M. Serrano y D. Valero</i></p> |
| Oral | <p>Eliminación de etileno con un reactor de luz ultravioleta con titanio y su efecto sobre brócoli en condiciones de conservación.</p> <p><i>A. Guirao, P. García-Ponsoda, S. Castillo, F. Guillén, M. Serrano y D. Martínez-Romero</i></p> |
| Oral | <p>Efecto de una trampa de ozono acoplada a un eliminador de etileno fotocatalítico: caso práctico en tomate Raf.</p> <p><i>P. García-Ponsoda, A. Guirao, J.M. Valverde, D. Valero y D. Martínez-Romero</i></p> |

| | |
|------------------------|---|
| Oral | Evaluación de las condiciones de almacenamiento de hojas de Aloe vera para su comercialización en fresco. <i>A. Campaña, P. García-Ponsoda, A. Guirao y D. Martínez-Romero</i> |
| Presentación en Póster | |
| Pausa Comida | |
| Sesión 12 | Alimentación Funcional, Calidad Sensorial y Salud. Moderador: Dr |
| Presentaciones Orales | |
| Oral | 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> |
| Oral | 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> |
| Oral | Influencia de edulcorantes sobre compuestos bioactivos en un sistema modelo <i>A. Bica, V. Agulló y C. García-Viguera</i> |
| Oral | 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, E.M. Santos</i> |
| Oral | 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> |
| Oral | 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> |
| Oral | Comparación de distintos parámetros de quesos curados de oveja DOP Manchego (Denominación de Origen Protegida) vs no-DOP. <i>K. A. Iqler Marí, E. Sendra, A. Valdés García, A. Beltrán Sanahuja, R. Pesci De Almeida y M. Cano Lamadrid</i> |
| Oral | Leche fermentada enriquecida con <i>Cinnamomum cassia</i> y |

| | |
|--------------------|--|
| | <p><i>Cinnamomum verum</i> molida: efecto de la canela en la fermentación y calidad del yogur.</p> <p><u>A. E. Vargas, M. Cano y E. Sendra</u></p> |
| Oral | <p>Caracterización de las flores y estigmas de <i>Crocus sativus</i> L. argelino y su valor como alimento.</p> <p><u>R. Vicente, D. Cerdá, E. Valero y M.J. Frutos</u></p> |
| Oral | <p>Estudio del grado de implementación de Clean Label en alimentos de gran consumo en España: propuestas de mejora.</p> <p><u>N. Jiménez-Redondo, M. Cano-Lamadrid y J. M. Valverde</u></p> |
| Oral | <p>Elaboración de cerveza artesana sin alcohol enriquecida funcionalmente con brotes de brócoli ecológico.</p> <p><u>J. Gerth, A. Dobón-Suarez, M.E. García-Pastor, M. Giménez y P.J. Zapata</u></p> |
| Oral | <p>Efecto de la incorporación un coproducto de semillas de chía a un embutido sobre las propiedades fisicoquímicas durante la etapa secado-maduración.</p> <p><u>J. García-Martín, A. Roldán-Verdú y J.A. Pérez-Álvarez</u></p> |
| Oral | <p>Revisión científica y visión del sistema de alertas RASFF del contenido de metales pesados en alimentos.</p> <p><u>R.M. Franco-Calderón, E. Sendra y M. Cano-Lamadrid</u></p> |
| 18:15-18:30 | Presentación en Póster |
| Póster | <p>Composición nutricional y actividad antioxidante del azafrán (<i>Crocus sativus</i>, L.) y sus subproductos florales para el desarrollo de nuevos ingredientes funcionales</p> <p><u>D. Cerdá-Bernad, E. Valero-Cases y M.J. Frutos</u></p> |
| Póster | <p>Alteración de la microbiota intestinal en pacientes con COVID-19.</p> <p><u>P. Bersano-Reyes y G. Nieto-Martínez</u></p> |
| Póster | <p>Aplicación de agentes de carga de aceite de oliva para desarrollar salchichas Frankfurt saludables y sostenibles</p> <p><u>T. Pintado, A.M. Herrero y C. Ruiz-Capillas</u></p> |
| Póster | <p>Aplicación de subproducto de mango como antioxidante en un producto de panadería.</p> <p><u>J. Rueda, N. Ortega y M. Guamán</u></p> |
| Póster | <p>Caracterización de compuestos bioactivos de las semillas de dos cultivares de <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. en condiciones homogéneas de cultivo.</p> |

| | |
|-------------|---|
| | <i>L. Andreu-Coll, J. Kolniak-Ostek, A. Kita, J. Miedzianka, P. Legua y F. Hernández</i> |
| Póster | Desarrollo de galletas funcionales sin gluten adaptadas a los requerimientos nutricionales de celíacos. <i>C. Campuzano y G. Nieto</i> |
| 18:30-19:00 | Ceremonia de Clausura |

Caracterización temporal del limón mediterráneo para su aprovechamiento en la industria del zumo

M.J. Rubio-Martínez, M.J. Giménez¹, M.E. García-Pastor¹, V. Serna-Escolano¹ y P.J. Zapata¹

¹Dept. Tecnología Agroalimentaria, EPSO, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel km. 3.2, 03312, Orihuela, Alicante, e-mail: maria.rubio24@goumh.umh.es

Resumen

En la actualidad, el cultivo de los cítricos está profundamente arraigado al sureste español. En concreto, la especie predominante es la naranja, seguida del limón y mandarina. El limón, tiene una mayor presencia en las provincias de Alicante y Murcia y, aunque su mayor valor de comercialización lo obtiene cuando se hace en fresco, la industria del zumo tiene un papel primordial, ya que absorbe una gran cantidad de producción, que bien no es apta para su venta en fresco, o que debido a los excedentes de campaña no puede ser puestos en los mercados europeos. Estas industrias en su mayoría llevan a cabo la concentración del zumo, lo que permite un mayor aprovechamiento de los recursos de almacenamiento y transporte. Los componentes de calidad que estas empresas manejan, se basan fundamentalmente en el contenido en sólidos solubles totales, acidez titulable y contenido en aceites. Por ello, en el presente trabajo se lleva a cabo una caracterización de la fruta durante dos campañas, que nos permita dilucidar como varían estos componentes de calidad durante el ciclo productivo, como afectan los diferentes años, e incluso como interviene el tipo de cultivo, convencional o ecológico. Los resultados han mostrado que, aunque los parámetros de calidad son elevados, éstos varían en el tiempo sin encontrar diferencias significativas por el tipo de cultivo a lo largo del ensayo, pero sí diferencias puntuales en determinadas épocas del año.

Palabras clave: Sólidos solubles totales, acidez titulable, aceites esenciales, zumo concentrado

Temporal characterization of Mediterranean lemon for its use in the juice industry

Abstract

Currently, citrus crop is deeply rooted in the southeast of Spain. Specifically, the predominant species is orange, followed by lemon and mandarin. Lemon has a greater presence in Alicante and Murcia provinces and, although its greatest commercialization value is obtained when it is made in fresh, the juice industry plays a key role, since it absorbs a large amount of production, which well it is not suitable for sale in fresh, or that due to campaign surpluses it cannot be placed in European markets. These industries mostly carry out the concentration of the juice, which allows a better use of storage and transportation resources. The quality components that these companies handle are mainly based on total soluble solids content, titratable acidity and oil content. Thus, in the present work a fruit characterization is carried out during two seasons, which allows us to elucidate how these quality components vary during the production cycle, how the different years affect, and even how the type of crop intervenes, conventional or ecological. The results have shown that although the quality parameters are high, they vary over time without finding significant differences due to the type of crop throughout the experiment, but there are specific differences at certain period of the year.

Keywords: total soluble solids, titratable acidity, essential oils, juice concentrate

1. Introducción

Citrus limon (L.) Burm., conocido comúnmente como limonero pertenece a la familia de las *Rutaceae*. Su fruto, es el limón, un híbrido entre *Citrus medica* y *Citrus aurantium*, siendo

utilizado como ingrediente en gran variedad de bebidas y comidas. Además, se utiliza como conservante en determinados alimentos, debido a sus propiedades antioxidantes.

El cultivo de los cítricos, concretamente el limón (*Citrus limon*) tiene lugar en todo el mundo, pero más concretamente en países tropicales, semitropicales y templados-cálidos como la Región Mediterránea (EOL, 2017). Los principales países productores de limón son India, México, China, Argentina y Brasil (Mamede et al., 2020). No obstante, España, se sitúa primera en el ranking a nivel europeo, seguido de Turquía e Italia (Bozzano et al., 2021), con un total de producción contabilizada de 1.198.978 toneladas en el año 2020, representando un 64% del limón comunitario europeo (AILIMPO). La producción de *Citrus limon* se sitúa sobre el 5,4% de la demanda de fruta fresca (Matteo et al., 2021), siendo exportada y comercializada a través de la industria del fresco, aunque es parcialmente absorbida y procesada por la industria alimentaria de procesamiento de cítricos (Gema Nieto et al., 2021).

Existen diferentes variedades de limón cultivadas en España; Fino o primofiori, Eureka y Verna, teniendo diferentes etapas de recolección, permitiendo por ello un abastecimiento prácticamente continuo en el mercado en fresco. La recolección del limón Fino o primofiori es la recolección más larga de las tres variedades y se extiende desde Septiembre hasta Abril. Por otro lado, la recolección de la variedad Eureka empieza en Octubre y termina en Febrero. Y por último, la recolección de la variedad Verna es la más tardía, empezando en Febrero y terminando en Junio (Pardo et al., 2016).

- La calidad de la fruta está directamente relacionado con diferentes cambios fisiológicos y bioquímicos que tienen lugar durante el crecimiento y desarrollo de la misma (Mukhim et al., 2015). Es por ello, que el estudio de los parámetros de calidad del zumo permite identificar la etapa óptima de maduración de la fruta, siendo éste un parámetro esencial para garantizar altos estándares de calidad de la fruta y por tanto, del zumo obtenido (Matteo et al., 2021). Tanto los SST (sólidos solubles totales) como la AT (acidez titulable) son dos parámetros que han sido relacionados con el avance en el proceso de maduración en frutos cítricos como la naranja dulce, presentando en estudios una reducción en los niveles de AT y un aumento en el contenido de SST (Ladanya., 2008). Los SST del limón deben situarse por encima de 6,5 °Brix para su aceptación en la industria cítrica. Por otro lado, los ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico, tartárico) tienden a disminuir a medida que el fruto madura, aumentando así la relación con los sólidos solubles totales. La relación sólidos solubles/acidez, también llamada índice de madurez, es fundamental en el limón para conocer el estado de maduración de este, por lo que es un atributo físico-químico, muy valorado por la industria (Redd et al., 1986).

En el aceite esencial de limón se consideran dos parámetros básicos de calidad el poder rotatorio y el contenido en aldehído. El contenido en aldehído, expresado como % de citral es usado como índice de calidad del aceite por ser el principal responsable del aroma de este producto. Existe una tendencia general donde los valores más altos suelen darse a principio de campaña en los meses enero/febrero, disminuyendo a medida que avanza la campaña. La rotación óptica es una propiedad que poseen los aceites esenciales de cítricos al producir una rotación dextrógira del plano de luz polarizada (Albadalejo ., 1999) debido al contenido de dos componentes mayoritarios del aceite esencial de limón como el d-limoneno (dextrógiro) y el β -pineno (levógiro). Según la norma de calidad ISO 592 (2017) los valores de rotación óptica deben estar comprendidos entre +57° y + 65°.

- Por todo lo anteriormente expuesto, el trabajo consiste en llevar a cabo la determinación de los componentes de calidad en zumo (SST y AT) y aceite esencial (rotación óptica y aldehídos) de limón durante dos campañas (19-20 y 20-21) para productos obtenidos a partir de cultivos de limón en convencional y ecológico, determinando así las diferencias entre campañas y el formato de producción del limón.

2. Materiales y métodos

2.1. Materia prima de frutas

En la industria de la transformación del cítrico "*Citrus limon*" se obtienen diferentes productos como es el zumo, el concentrado, el aceite esencial, la pulpa y la corteza (Comparetti et al., 2016), siendo los dos primeros (zumo y aceite esencial) objeto de estudio en el presente trabajo. Las muestras analizadas fueron tomadas durante dos campañas consecutivas: 2019-2020 y 2020-2021, donde se produjo una gran cantidad de excedente de la industria del fresco hacía la industria del cítrico. Los limones procesados tenían origen España, proviniendo del sureste español (Murcia, Almería, Vega Baja de la Comunidad Valencia y Málaga). Durante las campañas 2019-2020 y 2020-2021 se procesaron 500.000 millones de Kg de limones, siendo una buena cifra en la industria del cítrico. Las muestras de zumo de limón fueron tomadas tras el proceso de transformación de "*Citrus limon*" con extractoras "Excel" y posterior homogeneización de la producción diaria en tanques isotérmicos. El zumo se analizó directamente tras la producción, previo al almacenamiento prologando al que se somete posteriormente. Por otro lado el aceite esencial de limón, se obtiene tras la transformación de "*Citrus Lemon*" con extractoras "Excel" y posterior proceso denominado *prensado en frío* o *cold pressed*. Las muestras son de producciones diarias, almacenadas en tanques de decantación e isotérmicos para su conservación. Todas las muestras de zumos y aceites se encuentran perfectamente identificadas por el tipo de tratamiento que ha sufrido el cultivo; convencional o ecológico.

2.2. Características físico-químicas del zumo

Los parámetros básicos de calidad del zumo son el contenido en sólidos solubles, y la acidez total titulable. Todos los parámetros físico-químicos determinados del zumo de limón se realizaron en muestras de zumo de limón tras su transformación, sin almacenamiento previo.

2.2.1. Sólidos solubles

El contenido en sólidos solubles se determinó por el método analítico de referencia IFU 8 de A.I.J.N. (Association of the Industry of Juices and Nectars from Fruits and Vegetables of the European Economic Community). A efectos prácticos, representa el porcentaje en peso de azúcar en el producto. Los valores obtenidos se determinaron por medición directa en el zumo de limón con refractómetro digital con sistema de compensación de temperatura a 20°C de Bellingham + Stanley RFM340-T (Reino Unido). Todas las mediciones se realizaron por triplicado (n=3).

2.2.2. Acidez titulable

La acidez titulable del zumo se determinó por el método analítico de referencia IFU 3 de A.I.J.N, titulando con 0,1N NaOH hasta alcanzar pH 8,1 con un valorador automático HANNA HI931-02 (País Vasco). Los valores son expresados como % A.C.A, indicando el contenido de ácido cítrico anhídrido presentes en la muestra de zumo de limón. Sin embargo, es conocido que otros ácidos como el málico y el oxálico también contribuyen a este valor. Todas las mediciones se realizaron por triplicado (n=3).

2.3. Características físico-químicas del aceite

En el aceite de limón se analizan parámetros básicos de calidad como son el índice de refracción, la rotación óptica, y el contenido de aldehído.

2.3.1. Índice de refracción

El valor de este parámetro se determinó por medición directa con el refractómetro Bellingham + Stanley RFM340-T (Reino Unido) a una temperatura dada de 20°C. Todas las mediciones se realizaron por triplicado (n=3).

2.3.2. Rotación óptica

La rotación óptica en el aceite esencial de limón se produce por la relación de las proporciones entre sus dos componentes mayoritarios (limoneno de naturaleza dextrógira y β -pineno de

naturaleza levógiro). Los aceites esenciales cuando se colocan en un haz de luz polarizada, poseen la propiedad de rotar el plano de polarización hacia la derecha (dextrógiro) o hacia la izquierda (levógiro). Para la determinaciones se empleó un polarímetro ATAGO Polax-D obteniendo un valor en grados de rotación, siendo éste junto con la dirección importantes como criterios de pureza. La medida se realiza a 20°C, con un tubo de 100mm donde se introduce el aceite esencial, no dejando ninguna burbuja de aire y posteriormente se introduce en el polarímetro para su lectura. (Redd et al., 1986). Todas las mediciones se realizaron por triplicado (n=3).

2.3.3. Contenido de aldehído

La determinación del contenido de citral del aceite esencial de limón expresado como % de aldehído se determinó por el análisis de aldehído U.S.P. (United States Regulations Pharmacopia Requirements). El método se basa en la liberación de ácido clorhídrico que se produce al oximar los grupos carbonilos con el clorhidrato de hidroxilamina. La determinación se realiza en una muestra de aceite esencial junto con una disolución de hidroxilamina, previamente ajustada a pH 3,4. Transcurridos 30 minutos, el ácido clorhídrico liberado se valora con una solución de hidróxido sódico 0,1N hasta alcanzar un pH 3,4 mediante un pH-metro (Mettler Toledo, Barcelona), obteniendo así el % de aldehído contenido en la muestra. El análisis se realizó por triplicado (n=3) en cada uno de las muestras.

2.4. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron expresados como la media de tres réplicas aleatorias. Los datos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y se realizó una comparación múltiple con el método Fisher LSD para encontrar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los resultados obtenidos en cada tipo de cultivo por mes. Mientras para analizar si existían diferencias en las medias resultantes para los dos tipos de cultivo, convencional y ecológico, se aplicó la T de Student. Para ello se utilizó el programa SPSS, versión 22 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.).

3. Resultados y discusión

En la industria del zumo de limón, el calendario de producción es anual, ya que aunque la mayor parte de la materia prima es procedente de las producciones nacionales, los meses de julio y agosto se procesan frutos importados de países del hemisferio sur, sin embargo estas cantidades son minoritarias.

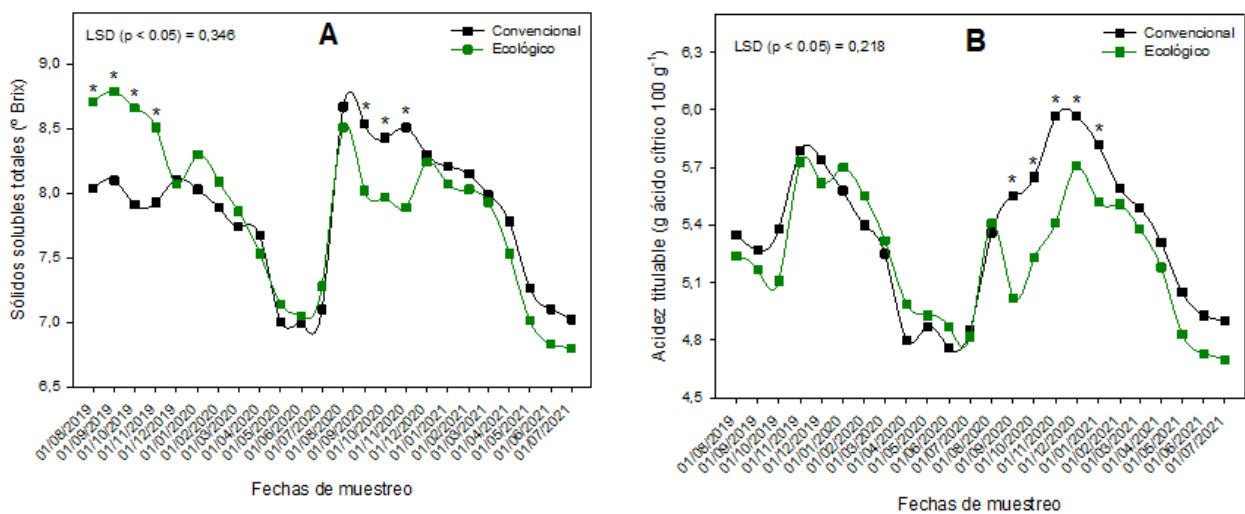


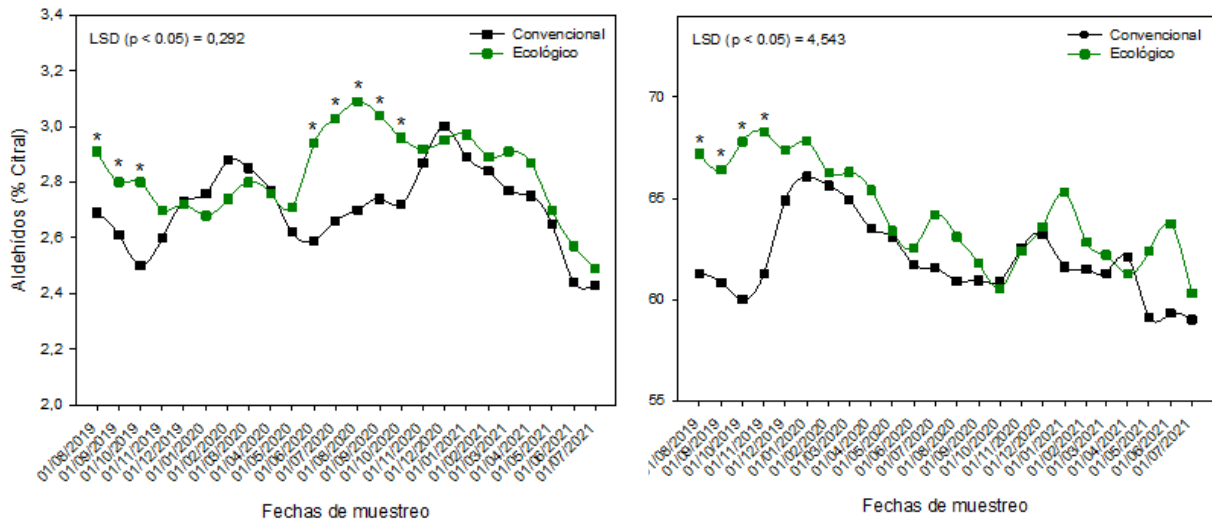
Figura 1. Representación gráfica en la variación de los sólidos solubles totales (SST) expresados como °Brix (1A) y la acidez titulable (AT) expresada como g de ácido cítrico 100g⁻¹ (1B) de limón

ecológico y limón convencional a lo largo de las dos campañas consecutivas estudiadas; 2019-2020 y 2020-2021.

Las Figuras 1 A y 1 B muestran la evolución decreciente del contenido en sólidos solubles totales (SST) y la acidez titulable (AT) durante dos campañas de producción de zumo de limón. Durante el periodo de dos años que duró el experimento, las extracciones de zumo de limón presentaron resultados de SST y AT más elevados al inicio de campaña, disminuyendo de forma paulatina hasta el final, con independencia del sistema de cultivo empleado, convencional o ecológico (Fig. 1 A y 1 B). Este descenso en SST y AT, sobre todo los menores valores que se observan en los meses de mayo, junio y julio, puede ser debido a que la mayoría de la materia prima que se utiliza es aquella que ha estado más tiempo almacenada en condiciones refrigeradas, y esto coincide con los resultados publicados previamente, ya que en limones almacenados en condiciones refrigeradas los SST y AT disminuyen durante este periodo (Basit et al., 2019 ; Serna-Escolano et al., 2020), debido a la utilización de estos compuestos como sustratos de reserva para el mantenimiento de las funciones básicas del fruto. En el caso de los ácidos orgánicos, son utilizados durante la reacción de descarboxilación del piruvato para obtener energía (Rhodos et al., 1968; Multari et al., 2020). Además, Sun et al. (2019) publicó el descenso en la AT durante el desarrollo del fruto en el árbol, asociada a la disminución de 3 ácidos orgánicos principalmente, ácido cítrico, ácido málico y ácido fumárico. Estos frutos no fueron sometidos a un proceso de conservación, por lo tanto el descenso en los valores de SST y AT a lo largo de la campaña, también puede relacionarse con el proceso de maduración del fruto en el árbol tal y como postuló Albertini et al. (2006). Los limones que se utilizan para la elaboración del zumo, a la hora de llevar su proceso de maduración en el árbol, puede ocurrir casos tan significativos como el de la variedad Fino, ésta puede producir frutos para su comercialización o procesado en zumo desde el mes de septiembre hasta el mes de abril, por lo que es evidente que los primeros son recolectados en un estado de maduración extratemprano mientras que los que se cosechan en primavera su estado de maduración es muy avanzado. Este aspecto contrasta con el proceso de maduración de otros frutos como cerezas o uvas de mesa, en los cuales existe un aumento del contenido de sólidos solubles totales durante su desarrollo en el árbol (Serrano y Valero., 2010).

En cuanto a los zumos obtenidos de limones cultivados en fincas con el sistema convencional y otros procedentes de fincas en producción ecológica, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los SST y AT al analizar los datos estadísticamente en su conjunto. Sin embargo, al comparar los resultados con las fechas de obtención del zumo, observamos que en el ensayo desarrollado en la campaña 19-20, las extracciones procedentes de limones ecológicos tuvieron un 8 % más de SST durante los primeros 4 meses de campaña que los convencionales. Este efecto se invirtió durante la campaña 20-21, en la cual los limones convencionales tuvieron un 8 % más de SST que los ecológicos (Fig. 1 A). En esta misma campaña 20-21 también se pudieron encontrar diferencias significativas ($p < 0.05$) en la AT, siendo aproximadamente un 10 % mayor en limones convencionales que ecológicos durante los primeros 5 meses de campaña 20-21, estas diferencias no se pudieron encontrar en los muestreos realizados durante la campaña 19-20 (Fig. 1 B). Estas diferencias pueden influir en la calidad de la fruta que se recolecte durante dicho período, ya que por ejemplo, el contenido en SST se asocia con el sabor y la palatabilidad del fruto. Las diferencias entre los limones convencionales y ecológicos medidas en las campañas 19-20 y 20-21 pueden estar influenciadas por muchos factores, entre otros ambientales (temperatura, irrigación...) o varietales (Castle., 2013). Además de estas variables que no se pueden controlar, podría existir una explicación según el comportamiento del mercado de la fruta en fresco, es decir, los sólidos solubles y acidez son parámetros que disminuyen tanto durante el desarrollo fisiológico del fruto en el árbol como durante la conservación postcosecha refrigerada (Díaz et al., 2020) sobre todo en la variedad Fino que es la primera de campaña, esto nos indica que si la industria del zumo se nutre fundamentalmente de los restos de la industria en fresco, los valores obtenidos en estos parámetros pueden estar muy influenciados por el desarrollo y senescencia del limón que se utiliza como materia prima del zumo. Un mercado de fresco en el que se comercializan frutos

tempranos y que no son almacenados en refrigeración antes de su manipulación, previsiblemente dará lugar a extracciones con mayor concentración de SST y AT, y por el contrario, un mercado de fresco con poco movimiento lleva consigo un retraso en las recolecciones, por lo que los frutos están más desarrollados, y además el limón suele estar más



tiempo en cámara, por tanto se esperan zumos con un menor contenido en estos parámetros. Cabe destacar, que en este sentido de dependencia de los mercados del fruto en fresco, los limones procedentes de producción ecológica son menos variables, ya que son clientes más selectos y reducidos, todo lo contrario del convencional, donde los cambios entre campañas son bruscos como muestran los precios de la fruta. Así, podría ser que en la campaña 19-20 la fruta que ha llegado a industria ha sido más desarrollada y conservada en producción convencional, mientras que el caso contrario ha ocurrido para la campaña 20-21.

Figura 2. Representación gráfica de la variación del contenido en aldehídos (% Citral) (imagen izquierda) y valores de rotación óptica (imagen derecha) en muestras de aceite esencial de limón ecológico y convencional en las dos campañas consecutivas estudiadas: 2019-2020 y 2020-2021.

Los aceites esenciales presentes en los cítricos tienen la propiedad de desarrollar una rotación al plano de luz polarizada. Este efecto se utiliza para controlar la calidad, y se basa en la proporción de los componentes principales del aceite esencial de limón, que en este caso son el d-limoneno (dextrógiro) y el pineno (levógiro). Las variaciones en la proporción de estos dos compuestos son los principales causantes de los cambios en la rotación óptica (Stanley., 1963). Los valores que se midieron en los aceites esenciales obtenidos de los frutos convencionales estaban entre los + 58 ° y los + 66 °, en cuanto a los obtenidos de los frutos ecológicos esta media aumentó ligeramente hasta los + 60 ° y los + 68 ° (Fig. 2 A), lo que estaría dentro de la normalidad según lo publicado por Lodge et al. (1977), pero sin diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ellos. Sin embargo, sí que se encontraron diferencias cuando se compararon los datos de rotación óptica para el aceite esencial de cultivo convencional y ecológico para cada mes de muestreo. En este caso se observó que en la campaña 19-20 durante los 4 primeros meses el aceite del limón ecológico tuvo una rotación óptica un 10 % superior al de los limones convencionales (Fig. 2 A). Estas diferencias pudieron ser debidas entre otras causas a los sistemas de extracción empleados, ya que dichas diferencias no se observaron durante las extracciones realizadas en los limones de la campaña 20-21. Por lo tanto, no se podrían considerar como variaciones significativas asociadas a una determinada estación, para ello se requeriría de un mayor número de ensayos que reproduzcan los resultados medidos en la campaña 19-20.

El citral (formado por geranial y neral) es un componente básico del aceite esencial de limón, y tienen una influencia muy importante en su aroma. Por lo tanto, se ha utilizado como indicador de calidad, para determinar el origen geográfico del fruto e incluso época en la que ha sido cosechado (Di Giacomo et al., 1994). Según el Food Chemical Codex, un aceite esencial de limón de alta calidad debería contener entre un 2,2 y un 3,8 % de aldehídos expresados como citral. En este estudio los limones convencionales tuvieron valores de 2,5 a 3,0 % y los limones ecológicos de 2,7 a 3,1 % (Fig. 2 B). En este caso tampoco se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) cuando se compararon los resultados de los frutos convencionales y ecológicos. Pero al comparar los resultados por meses, se observaron dos etapas durante el desarrollo de los frutos en las que los limones ecológicos tuvieron un aproximadamente un 10 % más de citral que los limones convencionales. Esta etapa se prolongó durante 3 meses al inicio de la campaña 19-20 y durante 5 meses en el inicio de la campaña 20-21. Al igual que los parámetros analizados en el zumo, los componentes de calidad de los aceites esenciales varían más con los limones Fino, los cuales son recolectados en los primeros meses de la campaña. Un limón de la variedad Fino se comienza a recolectar en Septiembre, y tras un proceso largo de desverdizado se comercializa o va a industria. Por el contrario, el limón de la misma variedad puede permanecer en el árbol hasta febrero, donde su proceso de desverdizado es en el árbol. Aunque harían falta estudios que nos indicaran como varían estos aceites durante el desarrollo del fruto, todo parece indicar que al igual que los SST y AT tanto la rotación óptica como el porcentaje de citral disminuye. Las otras variedades que principalmente se cultivan en España son Eureka y Verna, pero estas se recolectan en un estado de desarrollo más avanzado en el que el desverdizado en cámara no es necesario y por tanto las variaciones en SST y AT y aceites esenciales podrían ser menores.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el contenido en componentes de calidad del zumo (SST y AT) y aceites esenciales (rotación óptica y aldehídos) del limón ponen de manifiesto diferencias en la concentración en dos campañas objeto de estudio (19-20 y 20-21). Además, el origen de la materia prima que da lugar a estos productos de la industria, convencional y ecológico también influye en los mismos, sobre todo en el inicio de la campaña, donde los frutos utilizados son de la variedad Fino y pueden ser recolectados en un estado de maduración diferente.

Los resultados ponen de manifiesto la necesidad de seguir estudiando el efecto de las variedades y desarrollo de maduración de la materia prima para conocer su influencia en su composición química del zumo y aceites esenciales, parámetros que determinan la calidad del producto procesado.

5. Referencias bibliográficas

- Albadalejo, Q., 1999. El Aceite Esencial de limón producido en España. Contribución a su evaluación por Organismos Internacionales. Facultad de veterinaria.
- Albertini, M.V., Carcouet, E., Pailly, O., Gambotti, C., Luro, F., Berti, L., 2006. Changes in Organic Acids and Sugars during Early Stages of Development of Acidic and Acidless Citrus Fruit. *J. Agr. Food Chem.* 54, 8335-8339.
- Basit, A., Ayaz, S., Rab, A., Ullah, I., Shah, S.T., Ahmad, I., Ullah, I., Khalid, M.A., 2019. Effect of stevia (*Stevia Rebaudiana* L.) leaf extract on the quality and shelf life of lemon (*Citrus Limon* L.). *Pure Appl. Biol.* 8(2), 1456-1468.
- Bozzano, G., Raymo, M., Manenti, F., Rulli, C.A., Giroto, F., Piazza, L., 2021. Prompting sustainability in the citrus derivatives industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology.* 4.
- Castle, B., 2013. New fresh citrus varieties from the University of Florida. *Citrus Industry.* 94(8), 10-18.
- Comparetti, A., Febo, P., Greco, C., Mammano, M.M., Orlando, S., 2016. Sicilian Potential Biogas Production from Citrus Industry By-Product. *Proceedings of 11th International AIIA (Italian Association of Agricultural Engineering).* 169-173.
- Díaz-Puertas, R., Díaz-Núñez, A., Pardo-Pina, S., Serna-Escolano, V., Zapata, P.J., 2020. Estudios de los cambios fisiológicos durante la maduración de las variedades de limón 'eureka', 'fino' y 'verna'. *CUISA* 2020.

- Di Giacomo, A. y Mincione, B., 1994. Gli olii essenziali agrumari in Italia. Sottoprogetto 4, monografia raisa nº3. Laruffa Editore.
- EOL, 2017. Encyclopedia of life, *Citrus limon* (L.) Burm. F. [WWW Document]. *Citrus limon*: Lemon. <http://eol.org/pages/582200/overviwe>. (accedido 04/04/2021).
- Food Chemicals Codex. FCC. <https://www.foodchemicalscodex.org/> (accedido 17 de Agosto 2021).
- Gema Nieto., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., Peñalver, R., Ros, G., Viuda-Martos, M., 2021. Valorization of Citrus Co-Products: Recovery of Bioactive Compounds and Application in Meat and Meat Products. *Plants*, 10, 3-22.
- Ladanya, M. S., 2008. *Citrus Fruit Biology. Technology and Evaluation* Academic Press, USA.
- Lodge, N. y Wilkinson, S.A., 1977. Additional information on the physical and chemical properties of New Zealand lemon peel oil. *New Zealand J. of Sci.* 20 (4), 461-463.
- Mamede, N. G. M. A., Corrêa de Souza Coelho, C., Freitas-Silva, O., Barboza, G. T. H., Soares, G.A., 2020. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables. Elsevier Inc (Eds.), Chapter 23. *Lemon.*, Brazil, pp. 377-392.
- Matteo, D.A., Simeone, R.D.G., Cirillo, A., Rao, A. M., Vaio, D. C., 2021. Morphological characteristics, ascorbic acid and antioxidant activity during fruit ripening of four lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. F.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 276, 109741.
- Multari, S., Licciardello, C., Caruso, M., Martens, S., 2020. Monitoring the changes in phenolic compounds and carotenoids occurring during fruit development in the tissues of four citrus fruits. *Food Res. Int.* 134, 109228.
- Mukhim, C., Nath, A., Deka, B.C., Swer, T.L., 2015. Changes in physico-chemical properties of Assan lemon (*Citrus limon* Burm.) at different stages of fruit growth and development. *Bioscan.* 10(2), 535-537.
- Pardo, J., Soler, G., Buj, A., 2016. *Calendario de recolección de cítricos cultivados en España*. IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias).
- Redd, B. J., Hendrix, M.C., Hendrix L.D., 1986. *Quality control manual for citrus processing plants*, Florida.
- Rhodos, M.J.C., Woodtorton, L.S.C., Gallard, T., Hulme, A.C., 1968. Metabolic changes in excised fruit tissue I. Factor affecting the development of malate descarboxylation system during the aging of disc of pre-climacteric apples. *Phytochemistry.* 7(9), 1439-1451.
- Serrano, M., Valero, D., 2010. *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. Spain.
- Serna-Escolano, V., Martínez-Romero, D., Giménez, M.J., Serrano, M., García-Martínez, S., Valero, D., Valverde, J.M., Zapata, P.J., 2020. Enhancing antioxidant systems by preharvest treatments with methyl jasmonate and salicylic acid leads to maintain lemon quality during cold storage. *Food chem* 15.
- Stanley, J.C., 1963. *Experimental and quasi-experiment designs for research*.
- Sun, Y., Singh, Z., Tokala, V.Y., Heather, B., 2019. Harvest maturity stage and cold storage period influence lemon fruit quality. *Sci. Hortic.* 249, 232-328.