



ACTAS DE HORTICULTURA

84

JUNIO
2019

Sociedad Española de Ciencias Hortícolas

VI JORNADA NACIONAL DEL GRUPO DE OLIVICULTURA

Fenoles: origen y evolución

RESÚMENES

Madrid
26-27 de junio de 2019

VI JORNADA NACIONAL DEL GRUPO DE OLIVICULTURA DE LA SECH

Madrid, 26-27 de Junio de 2019

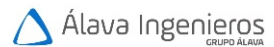
FENOLES: ORIGEN Y EVOLUCIÓN

Universidad Politécnica de Madrid, 26 y 27 de junio de 2019

Organizado por:



Patrocinado por:



Comité Científico

María Gómez del Campo – UPM

Ana Centeno – UPM

Natalia Hernández-UPM

Lourdes Lleó - UPM

Ana María Morales – US

María del Carmen Pérez – CSIC-Instituto de la Grasa

David Pérez-López – UPM

Ana Gracia Pérez – CSIC-Instituto de la Grasa

Blanca Sastre – IMIDRA

José María García – CSIC-Instituto de la grasa

Imprime el Servicio de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Ciudad Universitaria sn. 28040 Madrid.

ISBN: 978-84-948550-6-1

Depósito legal: M-22224-2019

ÍNDICE

PROGRAMA	1
PONENCIAS INVITADAS	3
1.- Fenoles en el olivo: funciones fisiológicas en la planta.....	5
2.- Composición fenólica del aceite de oliva: compuestos y enzimas implicados.....	7
3.- Mejora genética de olivo: variabilidad y selección para componentes fenólicos.	10
4.- Riego y fenoles en el aceite de oliva virgen	13
5.- Fertilización y fenoles	16
6.- Diseño de plantación y fenoles: iluminación y temperatura. Ensayos de diseño de olivar en seto.....	19
7.- Influencia de la recolección de la aceituna en la composición fenólica	22
8.- Efecto de los tratamientos postcosecha en el contenido fenólico del aceite de oliva virgen.....	26
9.- Formación de fenoles durante la extracción del aceite: molino, batidora y centrifuga y conservación.	31
10.- Compuestos fenólicos en aceitunas de mesa	33
11.- Evolución de los fenoles en el aceite de oliva según conservación y envasado	36
12.- Compuestos fenólicos del aceite de oliva: igual sirven para un roto que para un descosido	39
MATERIAL VEGETAL Y MEJORA GENÉTICA	41
1.- Composición fenólica y calidad de aceituna: evaluación en el programa de mejora genética de la Universidad de Sevilla.....	43
2.- Evaluación agronómica de selecciones de olivo resistentes a la Verticilosis	44
3.- Evaluación de 94 genotipos de olivo adaptados al cultivo intensivo y superintensivo en su fase de ensayo intermedio	45
4.- Evaluación en dos ambientes de 8 selecciones avanzadas de olivo adaptadas a sistemas superintensivos	46
5.- Identificación y conservación de variedades autóctonas de olivo en La Rioja.....	47
6.- Selección de material vegetal resistente a Xylella fastidiosa en olivo.....	48
BIOLOGÍA Y FISIOLOGÍA	49
7.- Características y Calidad de Inflorescencias y Flores en Genotipos de Olivos Silvestres	51
8.- Caracterización y formas de medir el endurecimiento del hueso de la aceituna	52

9.- Nuevas visiones de las pautas de desarrollo de los tejidos de la aceituna. El efecto del estrés hídrico.....	53
10.- Physiological and biochemical responses to water stress and recovery of two olive genotypes.....	54
DISEÑO Y MANEJO DEL CULTIVO.....	55
11.-Efecto del riego deficitario sobre la calidad del aceite de Arbequina en el noreste y centro de España.....	57
12.- Effect of a commercial mycorrhiza on soil nutrients bioavailability and growth of young olive trees grown in a pot experiment.....	58
13.- Effect of organic amendments and other soil conditioners on olive tree productivity.....	59
14.- Estimación del contenido de nitrógeno foliar en olivar mediante vuelos dron y cámara multispectral.....	60
15.- Evaluación del estrés hídrico de un olivar en seto mediante imágenes de dron	61
16.- Evaluation of the abundance and diversity of arthropods present in olive groves with different soil management systems.....	62
17.- Evolución estacional del contenido graso en 6 variedades de olivar en seto bajo diferentes estrategias de riego.....	63
18.- Influencia del riego sobre los fenoles del aceite de arbequina en Navarra y Madrid.....	64
19.- Nitrogen fertilization can significantly reduce the incidence of the olive fruit fly..	65
20.- Nitrogen fertilization effect on olive leaf spot and olive anthracnose incidence in the olive tree	66
21.- Umbrales de potencial hídrico de tallo para el riego del olivar en seto	67
CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN	69
22.- Acrylamide reduction after phenols addition in Californian style black olives.....	71
23.- Determinación de compuestos fenólicos mediante extracción en fase sólida-cromatografía de gases en aceite de oliva virgen.....	72
24.- Estudio comparativo de seis variedades de olivo en secano y regadío cultivadas en la Comunidad de Madrid	73
25.- Evaluación de la calidad de aceite de oliva y aceitunas mediante técnicas espectroscópicas UV-VIS-NIR.....	74
26.- Evolución de la fracción de insaponificable polar del aceite de oliva virgen procedente de diferentes variedades durante la maduración. Utilización de éstos como descriptores químicos para diferenciar ambas variedades	75
27.- EVOOolution: Extra Virgin Olive Oil - Advanced Sorting Solution	76

28.- Identificación y cuantificación de los polifenoles en aceitunas de mesa de las variedades Arbequina y Empeltre mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas	77
29.- Influence of the ripening stage and crushing temperature on oleocanthal content of extra virgin olive oil.....	78
30.- Influencia de la estrategia de riego sobre parámetros de calidad de aceites de oliva monovarietales en sistema superintensivo.	79
31.- The influence of the extraction process on oleocanthal content of extra virgin olive oil.....	80

PROGRAMA

MIÉRCOLES 26 JUNIO

8:30 - 9:00 Aula Magna: Montaje de posters. Salón de actos: Inscripciones y entrega de documentación.

9:00 – 9:30 Salón de actos: Inauguración. Director de la ETSIAAB-UPM.

9:30-11:00 SESIÓN 1

Moderador: David Pérez-López. UPM.

– Fenoles en la planta (precursores). Funciones fisiológicas y de defensa frente a plagas y enfermedades. **Riccardo Gucci.** Universidad de Pisa

– Composición fenólica del aceite de oliva: compuesto y enzimas implicados. **Ana Gracia Pérez.** Instituto de la Grasa. CSIC. Sevilla

– Mejora genética de olivo: variabilidad y selección para componentes fenólicos. **Lorenzo León.** IFAPA. Córdoba

11.00-11.30 Café

11:30-12:30 SESIÓN 2

Moderador: Blanca Sastre. IMIDRA. Madrid.

– Riego y fenoles en el aceite de oliva virgen. **María Gómez del Campo.** UPM

– Influencia del abonado nitrogenado en olivar superintensivo cv Arbequina sobre el perfil fenólico y esteroides totales. **Amadeu Arbonés**– IRTA Lérida.

– Diseño de plantación y fenoles: iluminación y temperatura. Ensayos de diseño de olivares en seto. **David Connor.** Universidad de Melbourne.

12:30-13:00 Presentación de los posters. **Daniel Martín.**

13:00-14:00 Visita a los posters

14:00-15:00 Almuerzo

15:00-16:30 SESIÓN 3

Moderador: Agosti Romero. IRTA Mas Bové. Tarragona

– Influencia de la recolección de la aceituna en la composición fenólica – **Ana Morales.** ETSIA. Universidad de Sevilla.

– Efecto de los tratamientos postcosecha en el contenido fenólico de la aceituna. **José María García.** Instituto de la Grasa. CSIC. Sevilla.

– Formación de fenoles durante la extracción del aceite: molino, batidora y centrífuga y conservación. **Gabriel Beltrán**. IFAPA Venta del Llano- Mengíbar (Jaén).

16:30-17:00 Café o descanso

17:00-18:30 SESIÓN 4

Modera: Juan Ramón Izquierdo. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

– Compuestos fenólicos en aceitunas de mesa. **Eduardo Medina Pradas**. Instituto de la Grasa. CSIC. Sevilla.

– Evolución de los fenoles en el aceite de oliva según conservación y envasado. **Alegría Carrasco**. Universidad de Granada.

– Compuestos fenólicos del aceite de oliva. Igual sirven para un roto que para un descosido. **Javier Perona**. Instituto de la Grasa. CSIC. Sevilla.

18:30-18:45 Grupo de Olivicultura de la SECH. Coordinadora: **Ana Morales**. Universidad de Sevilla.

18:45-20:30 Visita a Posters

21:30 Cena. Entrega de premios a los 3 mejores posters.

Jurado: **Blanca Sastre, Ana Centeno, Lourdes Lleo y Natalia Hernández**.

JUEVES 27 JUNIO

8:00 Salida en Autobús a Casas de Hualdo. El Carpio de Tajo (Toledo)

Café en el camino

11:00 Llegada. Visita olivar tradicional de Cornicabra. Visita ensayo de orientaciones, anchos de calle y distancia entre árboles en la línea. Visita a la almazara.

14:00-16:00 Almuerzo en El Carpio de Tajo (Toledo)

Llegada a la estación de Atocha (Madrid) a las 18.00 y a la Universidad a las 18.30.

PONENCIAS INVITADAS

PONENCIA 1

1.- Fenoles en el olivo: funciones fisiológicas en la planta

Riccardo Gucci, Giovanni Caruso

Dept. Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, University of Pisa, Pisa, Italy

La clase de compuestos fenólicos en las n plantas es muy larga e importante. Los fenoles están implicados en muchos procesos de defensa contra estreses ambientales y bióticos. En los tejidos del olivo hay una alta concentración de fenoles y el grupo de secoiridoides es particularmente relevante. Los compuestos secoiridoideos (oleuropeína y sus derivados, ligstrosida y sus derivados), fenoles simples (tyrosol, hydroxytyrosol), and flavonoides (luteolina y sus derivados, apigenina y derivados, rutina, y dismetina) son las fracciones fenólicas más abundantes en la aceituna y el aceite de oliva (Alagna et al., 2012; Cirilli et al., 2017; Talahoui et al., 2016). Los secoiridoides incluyen el 5-hydroxytyrosol y su ester del ácido elenólico, la oleuropeína, que son componentes exclusivos de las hojas del olivo y del aceite. La concentración de oleuropeína puede llegar hasta 100 mg g⁻¹ peso seco del mesocarpo durante el desarrollo de la aceituna (la concentración de componentes fenólicos total alcanza 300 mg g⁻¹ peso seco), pero es más baja durante la maduración del fruto.

Los biofenoles son percibidos sensorialmente como amargos y picantes. También son antioxidantes fuertes. Mantener altos niveles de fenoles es beneficioso para la estabilidad del aceite y la salud humana (Servili y Montedoro, 2002; Servili et al., 2004). La concentración de oleuropeína y de biofenoles en el 'aceite depende del contenido en fruto. Secoiridoides, el grupo más lipófilo de la fracción fenólica, muestra la mayor rapidez de transferencia, seguido por los flavonoides y los fenoles simples. La transferencia depende en gran medida del estado hídrico del árbol y del contenido de humedad del fruto. Al igual que otros factores, la concentración de fenoles puede diferir según el cultivar (Alagna et al., 2012; Talahoui et al., 2016). Ha sido hipotetizado que las concentraciones de compuestos fenólicos durante el desarrollo de la aceituna de varios cultivares son reguladas desde transcripciones presentes casi exclusivamente en las etapas iniciales del desarrollo (Alagna et al., 2012). La composición fenólica está relacionada con las actividades de la glucosucosa y la peroxidasa, probablemente a través de sus efectos sobre síntesis y catabolismo de la oleuropeína (Cirilli et al., 2017).

Los fenoles se acumulan como respuesta a estreses abióticos, como déficit hídrico, salinidad, o alta radiación luminosa (Caruso et al., 2014; Caruso et al., 2017; Gucci et al., 2019). Muchos estudios han demostrado la relación inversa entre los biofenoles del aceite y el estado hídrico de los árboles (Cirilli et al., 2017; Servili et al., 2007). De hecho el estado hídrico de los árboles influye en la composición fenólica y el metabolismo fenólico en la fruta (Cirilli et al., 2017; Gucci et al. 2019). Fenoles en las tricomas de la hoja del olivo son efectivos en la filtración de la radiación UV. Altos contenidos de oleuropeína en el fruto del olivo aparecen relacionados con la resistencia de diferentes cultivares a la mosca del olivo. Las funciones fisiológicas de los fenoles en el árbol del olivo van a ser presentadas junto con la discusión que permita esclarecer si son más efectivas las rutas biosintéticas o degradativas de los biofenoles.

Bibliografia

- Alagna, F., Mariotti, R., Panara, F., Caporali, S., Urbani, S., Veneziani, G., Esposto, S., Taticchi, A., Rosati, A., Rao, R., Perrotta, G., Servili, M., Baldoni, L. 2012. Olive phenolic compounds: metabolic and transcriptional profiling during fruit development. *BMC Plant Biol.* 12:162. doi: 10.1186/1471-2229-12-162.
- Artajo, L.S., Romero, M.P., Tovar, M.J., Motilva, M.J., 2006. Effect of irrigation applied to olive trees (*Olea europaea* L.) on phenolic compounds transfer during olive oil extraction *Eur. J. Lipid Sci.* 108, 19-27.
- Caruso, G., Gucci, R., Sifola, M.I., Selvaggini, R., Urbani, S., Esposto, S., Agnese, T., Servili, M., 2017. Irrigation and fruit canopy position modify oil quality of olive trees (cv Frantoio). *J. Sci. Food Agric.* 97, 3530-3539.
- Caruso, G., Gucci, R., Urbani, S., Esposto, S., Taticchi, A., Di Maio, I., Selvaggini, R., Servili, M., 2014. Effect of different irrigation volumes during fruit development on quality of virgin olive oil of cv Frantoio. *Agric. Water. Manage.* 134,94-103.
- Cirilli, M., Caruso, G., Gennai, C., Urbani, S., Frioni, E., Ruzzi, M., Servili, M., Gucci, R., Poerio, Muleo, R., 2017. The role of polyphenoloxidase peroxidase and β -Glucosidase in phenolics accumulation in *Olea europaea* L fruits under different water regimes *Front. Plant Sci.* 8:717
- Gucci, R., Caruso, G., Gennai, C., Esposto, S., Urbani, S., Servili, M. 2019. Fruit growth, yield and oil quality changes induced by deficit irrigation at different stages of olive fruit development. *Agricultural Water Management* 212: 88-98.
- Servili, M., Esposto, S., Lodolini, E.M., Selvaggini, R., Taticchi, A., Urbani, S., Montedoro, G.F., Serravalle, M., Gucci, R., 2007. Irrigation effects on quality phenolic composition and selected volatiles of virgin olive oil cv Leccino. *J. Agric. Food Chem.* 55, 6609-6618.
- Servili, M., Selvaggini, R., Esposto, S., Taticchi, A., Montedoro, G.F., Morozzi, G., 2004. Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *J. Chromat.* 1054, 113-127.
- Servili, M., Montedoro, G.F. 2002. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104, 202-213.
- Talhaloui, N., Gómez-Caravaca, A.M., Leon, L., De la Rosa, R., Fernandez-Gurierrez, A., segura-Carretero, A., 2016. From olive fruits to olive oil: phenolic compound transfer in six different olive cultivars grown under the same agronomical conditions *Int. J Molec. Sci.* 17, 337 doi:10.3390/ijms17030337.

PONENCIA 2

2.- Composición fenólica del aceite de oliva: compuestos y enzimas implicados.

Ana G. Pérez Rubio y Carlos Sanz Martínez

Instituto de la Grasa (CSIC). Campus Universidad Pablo de Olavide. Carretera Sevilla-Utrera km 1; Edificio 46. 41013, Sevilla, España.

Los componentes fenólicos del aceite de oliva virgen (AOV), igual que ocurre con otros componentes menores del aceite, como los compuestos volátiles y los pigmentos, son generados durante el proceso de obtención del aceite por reacciones enzimáticas y/o químicas a partir de sustratos fenólicos preexistentes en la aceituna (Montedoro et al., 1992). No se conocen aún en profundidad los procesos bioquímicos y moleculares que controlan estas transformaciones de compuestos fenólicos durante el procesado del fruto (Fregapane and Salvador, 2017), y tampoco se han identificado con claridad cuáles son las etapas claves en las rutas de biosíntesis de los compuestos fenólicos más característicos del olivo, los derivados secoiridoideos (Obied et al., 2008).

Los compuestos secoiridoideos, típicos de la familia *Oleaceae*, con una estructura especialmente compleja en la que se combina un resto terpénico unido a un esqueleto metilciclopentano, son los componentes fenólicos más importantes de la aceituna. En este sentido, aunque la aceituna tiene una composición fenólica muy compleja con ácidos simples, alcoholes fenólicos libres y glicosilados, flavonoides y lignanos, los tres componentes mayoritarios son tres glucósidos secoiridoideos, la oleuropeína, el ligustrósido y la demetiloleuropeína, que comparten una estructura común en la que el ácido elenólico se esterifica con hidroxitirosol o tirosol y se conjuga mediante enlace β -glucosídico con una molécula de glucosa. Estos glucósidos secoiridoideos, que se encuentran almacenados en la vacuola y cuyo carácter hidrofílico impide su transferencia al aceite, son los precursores de los principales componentes fenólicos del AOV. Durante el proceso de extracción del aceite, en la etapa de molienda del fruto, la rotura de los tejidos provoca una desorganización celular que pone en contacto estos glucósidos fenólicos con diversas enzimas, hidrolíticas y oxidoreductasas, que catalizan y modulan la formación de los derivados secoiridoideos hidrolizados que son cualitativa y cuantitativamente los componentes fenólicos más importantes del AOV (Romero-Segura et al., 2011). Tal y como se ha mencionado anteriormente respecto la composición fenólica de la aceituna, aunque se han identificado numerosos compuestos fenólicos en el AOV (ácidos y alcoholes, lignanos, flavonas ...etc) los cuatro componentes fenólicos mayoritarios del AOV son también derivados secoiridoideos, concretamente las formas aldehídicas de las agluconas de la oleuropeína y el ligustrósido (3,4-pHPEA-EA y p-HPEA-EA) y las formas dialdehídicas de las mismas agluconas demetiladas (3,4-pHPEA-EDA y p-HPEA-EDA) formadas mediante hidrólisis por β -glucosidasas específicas. La β -glucosidasa de olivo, inicialmente localizada por Mazzuca et al., (2006) en cloroplastos y gotas de aceite del mesocarpo de frutos de aceituna, fue purificada y caracterizada en la pulpa de aceitunas de la variedad Picual (Romero-Segura et al., 2009). Es una enzima altamente específica que cataliza la formación de 3,4-pHPEA-EA y 3,4-p-HPEA-EDA a partir de oleuropeína y demetiloleuropeína respectivamente (Romero-Segura et al., 2012).

Posteriores estudios transcriptómicos y proteómicos (Alagna et al., 2012; Bianco et al., 2013) han confirmado la existencia de diferentes genes/enzimas de β -glucosidasas de olivo con diversas funciones biológicas y, por último, recientemente, se ha aislado, clonado y caracterizado un gen de β -glucosidasa en cv. Picual (OepGLU), cuya localización subcelular, propiedades inmunológicas y catalíticas, así como sus patrones de expresión génica parecen confirmar su papel clave en la biosíntesis de los derivados secoiridoideos del AOV (Velázquez-Palmero et al., 2018). Además, durante el proceso de extracción del AOV, los compuestos fenólicos sufren reacciones de oxidación, bien sea a través de procesos de oxidación química mediados por radicales libres o por acción de enzimas oxidorreductasas, tales como la polifenol oxidasa (PPO) y la peroxidasa (POX) liberadas también durante la molturación de la aceituna. La PPO es la principal enzima implicada en la oxidación de los compuestos fenólicos, tanto en procesos fisiológicos asociados a la maduración del fruto como en cualquier proceso que implique daño o rotura de tejidos, mientras que la contribución de la POX a la oxidación de fenoles está limitada por la disponibilidad de peróxido de hidrógeno. Sin, embargo, se ha demostrado un efecto sinérgico de ambas enzimas en la oxidación de fenoles de la aceituna (García-Rodríguez et al., 2011). La PPO de aceituna se localiza eminentemente en el mesocarpo y tiene actividad eminentemente difenolasa oxidando tanto a glucósidos fenólicos como los correspondientes derivados hidrolizados formados por la β -glucosidasa. La POX de aceituna se localiza sin embargo en la semilla y también cataliza la degradación oxidativa de los glucósidos fenólicos y de los derivados secoiridoideos del AOV. Los estudios sobre los factores limitantes del metabolismo de compuestos fenólicos durante el proceso de obtención del AOV, demuestran que el contenido final de compuestos secoiridoideos del AOV es el resultado del equilibrio entre los procesos de hidrólisis de glucósidos fenólicos catalizados por la β -glucosidasa y los procesos de degradación catalizados por las oxidorreductasas, PPO y POX, que compiten con la β -glucosidasa al oxidar a los glucósidos fenólicos que son sus sustratos, reduciendo así la formación de derivados hidrolizados, que a su vez pueden también ser oxidados por PPO y POX, limitando su incorporación al aceite (Romero-Segura et al., 2012; García-Rodríguez et al., 2015).

Aunque es evidente que las tres enzimas mencionadas controlan las transformaciones de compuestos fenólicos durante el proceso de extracción, numerosos estudios demuestran que el primer factor determinante de la composición fenólica del AOV, es el propio perfil fenólico de la aceituna (Pérez et al., 2018b). Numerosos estudios han puesto de manifiesto la influencia de factores fisiológicos y medioambientales en la composición fenólica de la aceituna (Velázquez-Palmero et al., 2018). Sin embargo, es evidente la necesidad de profundizar en la influencia de los factores genéticos, caracterizando las rutas de biosíntesis de los compuestos secoiridoideos, cuya regulación en las distintas variedades de olivo da lugar a perfiles fenólicos completamente diferentes (Pérez et al., 2018a). La compleja naturaleza química de los compuestos secoiridoideos, que contienen en su molécula un resto fenólico y un resto terpenico, hacen que en su formación participen dos grandes rutas metabólicas vinculadas al metabolismo de fenoles y terpenos respectivamente, las ruta fenilpropanoide y las ruta isoprenoide. Existen muy pocos estudios en este campo, y debido a diversidad genética del olivo y a la enorme complejidad de las rutas mencionadas probablemente solo desde un abordaje multidisciplinar, que permita la integración de datos genómicos, transcriptómicos y metabólicos (Alagna et al., 2012) sea posible identificar los genes/enzimas claves en estas primeras etapas.

Bibliografía

- Alagna F, Mariotti R, Panara F, Caporali S, Urbani S, Veneziani G, Esposto S, Taticchi A, Rosati A, Rao R, Perrotta G, Servili M, Baldoni, L (2012) Olive phenolic compounds: metabolic and transcriptional profiling during fruit development. *BMC Plant Biol.*12:162.
- Bianco, L., Alagna, F., Baldoni, L., Finnie, C., Svensson, B., Perrotta, G. Proteoma regulation during *Olea europaea* fruit development. *Plos One*8(1): e53563.
- Fregapane, G., and Salvador, M.D. 2017. Fate and prediction of the phenolic compounds throughout the different stages of the virgin olive oil making process. *Antioxidants* 6:3. DOI: 10.3390/antiox6030061
- García-Rodríguez, R., Romero-Segura, C., Sanz, C., & Pérez, A. (2015). Modulating oxidoreductase activity modifies the phenolic content of virgin olive oil. *Food Chemistry*, 171 364–369.
- García-Rodríguez, R., Romero-Segura, C., Sanz, C., Sánchez-Ortiz, A., & Pérez, A. (2011). Role of polyphenol oxidase and peroxidase in shaping the phenolic profile of virgin olive oil. *Food Research International*, 44, 265–635.
- Mazzuca, S.; Spadafora, A.; Innocenti, A.M. (2006) Cell and tissue localization of beta-glucosidase during the ripening of olive fruit (*Olea europaea*) by in situ activity assay. *Plant Sci* 171: 726-733.
- Montedoro, G.; Servili, M.; Baldioli, M.; Miniati, E. (1992) Simple and Hydrolyzable Phenolic-Compounds in Virgin Olive Oil .2. Initial Characterization of the Hydrolyzable Fraction. *J Agric Food Chem* 40: 1577-1580.
- Obied, H.K.; Prenzler, P.D.; Ryan, D.; Servili, M.; Taticchi, A.; Esposto, S.; Robards, K. (2008) Biosynthesis and biotransformations of phenol-conjugated oleosidic secoiridoids from *Olea europaea* L. *Nat Prod Rep* 25: 1167-1179
- Pérez, AG., Belaj, A., Pascual, MM, and Sanz C. (2018a). The natural variation of fruits and oils of olive (*Olea europaea*). In Phenolic Compounds: production and health benefits. Josef Miloz (Ed). Nova publishing, pp 115-132.
- Pérez, AG., León, L., Sanz, C and De la Rosa, R. (2018b) Fruit phenolic profiling: A new selection criterion in olive breeding programs. *Frontiers in Plant Science*. 9:241. Doi: 10.3389/fpls2018.00241.
- Romero-Segura, C., García-Rodríguez, R., Sánchez Ortiz, A., Sanz, C., & Pérez, A.G. (2012). The role of olive β -glucosidase in shaping the phenolic profile of virgin olive oil. *Food Research International*, 45, 191–196.
- Romero-Segura, C., García-Rodríguez, R., Sanz, C., & Pérez, A. G. (2011). Virgin olive phenolic profile as a result of the anabolic and catabolic enzymes status in the olive fruit. *Acta Horticulturae*, 924, 379–384.
- Romero-Segura, C., Sanz, C., and Pérez, A. G. (2009) Purification and characterization of an olive fruit β -glucosidase involved in the biosynthesis of virgin olive oil phenolics. *J Agric food Chem*. 57: 7983-7988.
- Velázquez-Palmero, D., Hernández, ML, Martínez-Rivas, J.M. (2018). Environmental factors affecting the phenolic profile of Virgin olive oil: compositional, biochemical and molecular aspects. In Phenolic Compounds: production and health benefits. Josef Miloz (Ed). Nova pp 303-322.

PONENCIA 3

3.- Mejora genética de olivo: variabilidad y selección para componentes fenólicos.

Lorenzo León

IFAPA Centro "Alameda del Obispo". Avda. Menéndez Pidal s/n, 14004 Córdoba.
*lorenzo.leon@juntadeandalucia.es.

Palabras clave: cruzamientos, calidad, genotipo, ambiente, *Olea europaea*

Además de por un alto contenido en ácido oleico, el aceite de oliva virgen extra (AOVE) cuenta en su composición con una miríada de compuestos minoritarios relacionados con sus propiedades saludables. Entre ellos, los compuestos fenólicos han sido asociados con diferentes propiedades beneficiosas en relación con enfermedades cardiovasculares, neuro-degenerativas y diferentes tipos de cáncer. Asimismo, algunos compuestos fenólicos están directamente relacionados con la estabilidad y propiedades organolépticas, siendo, por tanto, constituyentes de primordial importancia con respecto a la calidad comercial del AOVE.

En los últimos años se han producido grandes cambios en el sector del olivar que han puesto de manifiesto la necesidad de obtener nuevas variedades adaptadas a los nuevos sistemas de cultivo y las necesidades del consumidor moderno, lo que ha incentivado el desarrollo de programas de mejora. En el caso de variedades destinadas a producción de aceite, las principales características de interés son la precocidad y productividad, vigor y adaptación a diferentes sistemas de cultivo, rendimiento graso, resistencia a enfermedades, aptitud a la recolección mecánica y calidad del AOVE. Dada su importancia, la evaluación de los compuestos fenólicos es, por tanto, una tarea fundamental que abordar en los procesos de selección y mejora genética. El esquema general de estos programas incluye un proceso largo y laborioso a lo largo del cual se desarrollan una serie de etapas consecutivas de selección en función de los objetivos perseguidos, que permiten ir disminuyendo el número de genotipos en evaluación a la vez que se van ampliando las repeticiones de cada uno y las características objeto de evaluación. Por tanto, el esquema de mejora debe abordar la selección de parentales con propiedades interesantes para el carácter de mejora en cuestión, la evaluación inicial del material generado en los cruzamientos y la evaluación más completa en las etapas finales de mejora bajo diversas condiciones ambientales.

El olivo consta de una gran riqueza varietal, con varios miles de variedades cultivadas en los distintos países olivareros. Solo en España, los trabajos de prospección permitieron la identificación de 272 variedades (24 de ellas variedades principales), un número en permanente aumento a raíz de los trabajos que continúan en la actualidad. Esta enorme variabilidad en germoplasma ha mostrado asimismo una gran variabilidad genética en cuanto al contenido y composición en compuestos fenólicos. Así, en función de los objetivos específicos, se pueden seleccionar parentales adecuados para los cruzamientos.

Las progenies generadas se deben evaluar a continuación para los caracteres de interés. En cuanto a compuestos fenólicos, al igual que para muchos otros caracteres de

interés en mejora, la evaluación de las progenies muestra una elevada variabilidad genética, que constituye una buena base de partida para hacer selección por contenido y composición fenólica. Es importante reseñar que la composición fenólica del AOVE depende de la composición inicial de los frutos que posteriormente sufre una serie de transformaciones enzimáticas durante el proceso de extracción en la almazara. En el fruto, los compuestos fenólicos aparecen fundamentalmente en forma de oleuropeína, dimetiloleuropeína, verbascósido y ligustrósido, además de cantidades menores de diferentes antocianinas y flavonas. Estos compuestos se transforman durante el proceso de elaboración por la acción de diferentes enzimas. Así, los compuestos fenólicos mayoritarios en el AOVE son derivados secoiridoideos en formas aldehídica y dialdehídica del tirosol e hidroxitirosol llamados p-HPEA-EA, p-HPEA-EDA, 3,4-DHPEA-EA y 3,4-DHPEA-EDA respectivamente. En menor cantidad, otros fenoles simples, lignanos y flavonoides completan el abanico de compuestos fenólicos presentes en el AOVE. No obstante, se ha observado una alta correlación entre muchos de los compuestos analizados en fruto y aceite y el contenido total en ambas matrices. Por tanto, la determinación de fenoles en fruto puede ser una herramienta de utilidad en las primeras etapas de los programas de mejora permitiendo la evaluación de un alto número de genotipos sin necesidad de extracción previa de los AOVE.

Además de la influencia del genotipo, otros muchos factores pueden afectar la composición fenólica del AOVE, entre ellos la época de recolección, condiciones edafoclimáticas, manejo y sistema de cultivo. Por tanto, en las últimas fases de los programas de mejora se debe prestar especial atención a determinar la interacción Genotipo x Ambiente (G x A). Diversos estudios han mostrado la variación en la composición fenólica de algunas variedades importantes cultivadas en distintas condiciones ambientales. Asimismo, el efecto de algunos factores de cultivo, en particular el uso del riego, ha sido objeto de estudio con respecto a la composición fenólica. También en trabajos recientes se ha estudiado el efecto de algunas de las principales plagas y enfermedades del olivar (mosca, Verticilosis) en la composición fenólica de los AOVE. En cuanto a la época de recolección, los trabajos realizados indican en general un descenso en el contenido total e individual de la mayoría de los compuestos fenólicos presentes, tanto en fruto como en AOVE.

No obstante, hasta la fecha son muy pocos los trabajos que han realizado un estudio completo de la interacción G x A en relación con los compuestos fenólicos, a partir del estudio comparativo en condiciones experimentales de distintos genotipos sometidos a condiciones edafoclimáticas y de cultivo variadas. Los escasos trabajos reseñados parecen confirmar la existencia de un amplio efecto ambiental en estos compuestos. No obstante, se ha observado un efecto mayoritario del genotipo en la expresión de estos caracteres, así como una variabilidad asociada a la interacción G x A proporcionalmente mucho menos importante. Ello puede permitir simplificar la selección definitiva de genotipos de interés adaptados a diferentes condiciones ambientales.

En resumen, la importancia de los componentes fenólicos en la calidad, tanto nutricional como comercial, del AOVE, así como la variabilidad genética encontrada, hacen de su evaluación un criterio fundamental en los programas de mejora genética. En la actualidad, existen varias iniciativas que están generando nuevas variedades de olivo más productivas y adaptadas a diferentes condiciones de cultivo y en los próximos años

aparecerán sin duda en el mercado nuevas variedades seleccionadas con especial atención a la composición química de sus AOVE, compuestos fenólicos en particular. Dada la dificultad en aunar en un mismo genotipo todas las características agronómicas deseables en una variedad “perfecta”, el potencial éxito de estas nuevas variedades quedará en gran parte en función del valor que el mercado pueda conferir a esta composición mejorada de los AOVE como distintivo de calidad de este producto. Agradecimientos: Estos trabajos están siendo financiados con los proyectos AVA201601.2, AVA2019.027, TRA201600.2 y TRA2019.010 del IFAPA, parcialmente financiados con fondos FEDER.

PONENCIA 4

4.- Riego y fenoles en el aceite de oliva virgen

M. Gómez del Campo¹ y JM García²

¹ CEIGRAM. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

² Instituto de la grasa. CSIC. Sevilla.

En esta revisión se pone en evidencia que el riego o mejor dicho, el estado de hidratación de la planta, afecta al olivo en varios aspectos fisiológicos. Éstos a su vez afectan a la calidad del aceite de oliva virgen, y en concreto a su contenido fenólico. Estos compuestos son los que se ven afectados en mayor medida, tanto por efectos indirectos como directos, por el riego.

Efecto indirecto del riego en el contenido en fenoles

Mayor crecimiento vegetativo reduce la iluminación de frutos e incrementa el riesgo de antracnosis

Un árbol con alta hidratación durante la primavera, cuando se produce el crecimiento de los brotes, incrementa la densidad foliar y por lo tanto un porcentaje elevado de los frutos se desarrollarán en zonas pocos iluminadas. Según algunos autores (Gómez del Campo y García, 2012; Caruso y col., 2017) el aumento de la presencia de compuestos fenólicos en el aceite de oliva está asociado con una mayor iluminación del fruto. Por ello, una alta disponibilidad de agua durante la primavera puede contribuir a la reducción del contenido en fenoles del aceite extraído por la menor iluminación de los frutos.

Por otro lado, con un mayor aporte de agua se incrementa la densidad foliar, que a su vez incrementa el riesgo de infecciones fúngicas, como la antracnosis o aceituna jabonosa. Esta enfermedad induce variaciones en el contenido y composición en fenoles, determinando el desarrollo de atributos sensoriales impropios de la aceituna (“jabonoso” o “afresado”) (Moral y col. 2014; Trapero y Blanco, 2017).

Una mayor carga de frutos retrasa su maduración.

El mayor crecimiento vegetativo provocado por una elevada disponibilidad de agua incrementará el número de frutos por olivo y, por lo tanto, su maduración se verá retrasada. Ello afecta a la presencia de fenoles en la aceituna y en el aceite extraído. Durante el desarrollo y la maduración del fruto la aceituna mantiene un contenido fenólico elevado, cuando la aceituna cambia su color de epidermis de verde a negro comienza a descender (Montedoro y col., 2003; Peres y col. 2016). Esta pauta general puede verse modificada por las condiciones ambientales y por las particularidades de cada variedad.

La aceituna muy hidratada es más sensible al frío y a la rotura de su epidermis

Al igual que ocurre en otros frutos, las aceitunas muy hidratadas son más sensibles al daño de helada. Se ha observado que ésta reduce el contenido en fenoles de los frutos debido a la rotura de las paredes celulares y a la posterior degradación oxidativa de los compuestos fenólicos (Morello y col., 2003; Romero y col. 2016).

Efecto directo del riego en el contenido en fenoles

La aplicación de riego incrementa la humedad de la pasta de aceituna, que a su vez determina la cantidad de fenoles en el aceite resultante. Por otro lado, la reducida hidratación del olivo incrementa la síntesis de fenoles, cómo respuesta a una situación de estrés hídrico.

Los fenoles son compuestos solubles en agua

Una alta hidratación del árbol conlleva un incremento en la humedad de la aceituna. Al ser los compuestos fenólicos solubles en agua, un incremento de la humedad en la pasta reducirá el contenido fenólico del aceite (Aguilera y col. 2015; Cecchi y col. 2019).

El estrés provoca síntesis de fenoles

Las plantas ante situaciones de estrés responden sintetizando compuestos fenólicos, ya que son sustancias protectoras y de comunicación. El efecto del estrés hídrico en la síntesis de los fenoles parece deberse a la actividad enzimática responsable de su síntesis (Cirilli y col., 2017). Sin embargo, no es conocido en que momento del proceso de desarrollo de la aceituna es más sensible al estrés hídrico. Aunque todo parece indicar que esta respuesta es mayor cuando se somete el olivar a condiciones de estrés severo al inicio de desarrollo de la aceituna, cercano a endurecimiento de hueso (mes de julio) (Gómez del Campo y García, 2013; Ahumada-Orellana y col., 2018; Gucci y col. 2019). Sin embargo, cuando el estrés severo se produce en el periodo de síntesis de aceite, el contenido en fenoles se ve reducido. Las diferencias en disponibilidad de agua afectan principalmente a las agluconas de los fenoles más complejos, es decir, a los derivados secoiridoideos de la oleuropeina y del ligustrósido. Los primeros con una alta capacidad antioxidante e interviniendo ambos en el desarrollo de los atributos sensoriales característicos del aceite de oliva virgen, aunque el efecto puede no repetirse en campañas sucesivas (García y col. 2017; Gucci y col. 2019). Los olivares en secano producen aceite con mayor contenido fenólico debido, tanto a la mayor síntesis de fenoles durante el desarrollo de la aceituna en respuesta al estrés hídrico, como al menor contenido de agua del fruto en la recolección (Caruso y col., 2014; García y col. 2017; Vidal y col, 2019). Sin embargo, la sequía puede afectar negativamente a la síntesis de aceite y a su contenido en antioxidantes naturales, principalmente de fenoles (Greven et al. 2009).

Bibliografía

- Aguilera, M.P. y col. (2015). Modulation of bitterness and pungency in virgin olive oil from unripe "Picual" fruits. *European Journal of Lipid Science and Technology* 117 (9):1463-1472
- Ahumada-Orellana, L. E., Ortega-Farías, S. y Searles, P. S. (2018). Olive oil quality response to irrigation cut-off strategies in a super-high density orchard. *Agricultural Water Management*, 202(February), 81–88.
- Caruso, G., y col. (2014). Effect of different irrigation volumes during fruit development on quality of virgin olive oil of cv. Frantoio. *Agricultural Water Management*, 134, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.12.003>
- Caruso, G. y col. (2017). Irrigation and fruit canopy position modify oil quality of olive trees (cv. Frantoio). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (11), 3530–3539.

- Cecchi, L. y col. (2019). Moisture in rehydrated olive paste affects oil extraction yield and phenolic compound content and profile of extracted olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* 121 (4) Article number 1800449
- Cirilli, M y col. (2017) The Role of Polyphenoloxidase, Peroxidase, and b-Glucosidase in Phenolics Accumulation in *Olea europaea* L. Fruits under Different Water Regimes. *Frontiers in Plant Science*. 8, Article 717.
- García, J.M: y col. (2017). Virgin olive oil quality of hedgerow 'Arbequina' olive trees under deficit irrigation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(3),1018-1026
- Gomez-del-Campo, M., y Garcia, J. M. (2012). Canopy fruit location can affect olive oil quality in “Arbequina” hedgerow orchards. *J Am Oil Chem Soc*, (89), 123–133.
- Gomez-del-Campo, M. y Garcia, J. M. (2013). Summer deficit-irrigation strategies in a hedgerow olive cv. Arbequina orchard: effect on oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(37), 8899–8905.
- Greven, M. y col. (2009). The effects of drought on the water use, fruit development and oil yield from young olive trees. *Agricultural Water Management*. 96, 1525–1531
- Gucci y col. 2019. Fruit growth, yield and oil quality changes induced by deficit irrigation at different stages of olive fruit development *Agricultural Water Management* 212, 88–98
- Montedoro, G.F. y col. (2003) Le caratteristiche del prodotto e le relazioni con le variabili agronomiche. *Olea. Trattato de Olivicoltura*. Edagricole. 461 pp.
- Moral, J. y col. (2014). La Antracnosis del olivo y su efecto en la calidad del aceite ; Olive Anthracnose and its effect on oil quality. *Grasas y Aceites*, 65 (2).
- Morelló, J.R. y col. (2003). Effect of freeze injuries in olive fruit on virgin olive oil composition. *Food Chemistry*, 81(4), 547–553.
- Peres, F. y col. (2016). Phenolic compounds of 'Galega Vulgar' and 'Cobrançosa' olive oils along early ripening stages. *Food Chemistry*, 211: 51-58
- Romero, I. y col (2016). Characterization of virgin olive oils with two kinds of "frostbitten olives' sensory defect. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 27: 5590-5597.
- Trapero A. y Blanco-López M.A., (2017). Enfermedades. En: *El cultivo del olivo* Barranco, D., Fernandez -Escobar, R., & Rallo, L. *Mundi Prensa, Madrid*.
- Vidal y col. (2019). Characterization of Olive Oils from Superintensive Crops with Different Ripening Degree, Irrigation Management, and Cultivar: (Arbequina, Koroneiki, and Arbosana). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121, 1800360.

PONENCIA 5

5.- Fertilización y fenoles

A. Arbonés¹; B. Sastre²; M^a. A. Pérez²; M. Pascual³, C. de Lorenzo², J.M. Villar⁴, A. Benito² y J. Rufat¹

¹ Uso Eficiente del Agua en Agricultura. Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA). Lleida

² Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA)

³ Departamento de Hortofruticultura Botánica y Jardinería. Universidad de Lleida

⁴ Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Universidad de Lleida

Palabras clave: nitrógeno, superintensivo, arbequina, calidad aceite oliva.

El contenido de polifenoles presente en el aceite de oliva virgen tiene un fuerte componente varietal y una elevada influencia de la época de maduración de la aceituna (Aguilera y col., 2017). No obstante, múltiples trabajos indican que también se ve afectado por factores agronómicos como el riego, que disminuye el contenido de polifenoles tanto en plantaciones intensivas como en superintensivas, influyendo también en la estabilidad oxidativa y en los atributos sensoriales más relacionados con los niveles de polifenoles, como el amargo y picante (Arbonés y col., 2016; Berenguer y col., 2006; Rufat y col., 2018). El riego y la fertilización son prácticas comunes en cultivos intensivos y superintensivos, sin embargo, la influencia de la fertilización en las aceitunas y en la calidad del aceite no está suficientemente estudiada. Es necesario un buen control de la fertilización para evitar los efectos negativos sobre la calidad del aceite de oliva virgen (Rallo y col., 2018).

Aunque los resultados de un ensayo con aplicación foliar de nitrógeno y potasio no tuvieron un efecto significativo en la calidad del aceite (Inglese y col., 2002), la mayoría de los trabajos existentes muestran que el incremento en el abonado nitrogenado disminuye los niveles de polifenoles del aceite de oliva virgen, ya sea en ensayos en contenedores (Dag y col., 2009; Erel y col., 2013) o en campo y tanto en secano (Fernández-Escobar y col., 2002 y 2006) como en regadío (Morales-Sillero y col., 2006). Estos resultados ponen de manifiesto, en distintos sistemas de cultivo y con diferentes variedades, la tendencia a disminuir el contenido de polifenoles a medida que se incrementa el abonado nitrogenado (Centeno y col. 2017) observaron niveles inferiores de ortodifenoles en los tratamientos tanto con nitrógeno como con nitrógeno más inhibidor de la nitrificación, sin detectar diferencias en el contenido de secoroides y polifenoles totales. En un ensayo de fertilización foliar en regadío disminuyeron los fenoles totales y se modificó el perfil fenólico en las aceitunas, sin diferencias en los polifenoles del aceite (Tekaya y col., 2013 y 2014). Sería fundamental obtener unos valores de referencia de abonado que permitieran producciones óptimas, manteniendo unos contenidos en fenoles asumibles desde el punto de vista de calidad y estabilidad del aceite virgen. Estos valores serían específicos para cada variedad y probablemente para cada sistema productivo.

Los resultados de dos ensayos realizados en Madrid y Lleida en superintensivo de arbequina (2015-2016) ponen de manifiesto que el incremento del contenido de

nitrógeno foliar y en fruto produce una disminución de los niveles de polifenoles totales en el aceite (de unos 250 mg/unidad de N foliar), especialmente de compuestos secoroides, lo que afecta negativamente a la calidad y estabilidad del aceite de oliva virgen. Este impacto del N sobre la calidad es más intenso en los años de carga baja.

Agradecimientos:

Este trabajo ha sido financiado en parte por el proyecto RTA2012-00059 del INIA (Ministerio Español de Economía y Competitividad).

Bibliografía

- Aguilera, M.P.; Uceda, M y Beltran, G (2017). La calidad del aceite de oliva cap.19 en El cultivo del olivo (7ª Ed.) Eds. D.Barranco, R.Fernández-Escobar y L.Rallo. 994 pp.
- Arbonés,A.; Pasqual,M.; Villar,J.M.; Romero,A.; Rufat,J. (2016) Respuesta cualitativa al riego y a la recolección mecanizada en olivo superintensivo (*cv. Arbequina*). I Congreso Ibérico de Olivicultura. Badajoz-Elvas, 13-15 de abril de 2016.Actas Horticultura 73: 137-144
- Berenguer, M.J.,Vossen, P.M., Grattan, S.R., Connell, J.H. & Polito, V.S. 2006. Tree Irrigation. Levels for Optimum Chemical and Sensory Properties of Olive Oil. HortScience 41(2):427-432.
- Centeno,A.; García, J.M and Gómez del Campo,M. (2017). Grasas y Aceites 68 (4) October-December 2017, e215. ISSN-L: 00017-3495 doi:http://dx.doi.org/10.3989/gya.0441171
- Dag,A.;Ben-David,E.;Kerem,Z.;Ben-Gal,A.;Erel,R.;Basheer,L.; and Yermiyahu,U.(2009). Olive oil composition as function of nitrogen, phosphorus and potassium plant nutrition. J.Sci.Food Agric.89:1871-1878
- Erel,R.;Kerem,Z.;Ben-Gal,A.;Dag,A.;Schwartz,A.;Zipori,I.;Basheer,L.; and Yermiyahu,U. (2013) Olive (*Olea Europaea L.*) Tree Nitrogen Status Is a Key Factor for Olive Oil Quality. Agricultural and Food Chemistry 61:1161-11272
- Fernández-Escobar,R.;Sánchez-Zamora M.A.;Uceda,M and Beltran,G.(2002) The Effect of Nitrogen Overfertilization on Olive Tree Growth and Oil Quality. Acta Horticulturae 586:429-431
- Fernández-Escobar, R.; Beltrán, G.; Sánchez-Zamora, García-Novelo, J.;Aguilera,M.P and Uceda,M.(2006). Olive Oil Quality Decreases with Nitrogen Overfertilization. HortScience 41(1):215-219
- Inglese,P.;Gullo, G and Pace, L.S. (2002). Fruit Growth and Olive Oil Quality in Relation to Foliar Nutrition and Time of Application. Acta Horticulturae 586:507-509
- Morales-Sillero,A.;Jiménez,R.;Fernández,J.E.;Troncoso,A.;and Beltrán,G.(2007).Influence of Fertigation in “Manzanilla de Sevilla” Olive Oil Quality. HortScience 42(5):1157-1162
- Rallo,L.; Díez,M.D.; Morales-Sillero,A.; Miho,H.;Priego-Capote,F and Rallo P.(2018).Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors. Scientia Horticulturae 233:491-509. Doi/10.1016/j.scientia.2017.12.034
- Rufat,J.; Romero-Aroca,A.; Arbonés,A. ;Villar,J.M.; Hermoso,J.F and Pascual,M.(2018). Mechanical Harvesting and Irrigation Strategy Responses on “Arbequina” Olive oil Quality. HorTechnology 28 (5):607-614

- Tekaya, M.; Mechri, B. Bchir, A. Attia, F. Cheheb, H. Daassa, M. and Hammami, A. (2013). Effect of nutrient-based fertilisers of olive trees on olive oil quality. *J.Sci.Food Agric.* 93:8:2045-2052; doi: 10.1002/jsfa.6015.
- Tekaya, M.; Mechri, B.; Cheneb, H.; Attia, F.; Charief, I.; Ayachi, M.; Boujneh, D and Hammami, M. (2014) Changes in the profiles of mineral elements, phenols, tocopherols and soluble carbohydrates of olive fruit following foliar nutrient fertilization. *LWT-Food Science and Technology* 59:1047-1053; doi/10.1016/j.lwt.2014.06.027

PONENCIA 6

6.- Diseño de plantación y fenoles: iluminación y temperatura. Ensayos de diseño de olivar en seto

David J. Connor^a. Eduardo R. Trentacoste^b. María Gómez del Campo^c.

a Universidad de Melbourne. Australia

b INTA Junín. Mendoza. Argentina

c UPM. Madrid

Tradicionalmente las plantaciones de olivar se conducían en vaso con calles anchas, en estos olivares la iluminación no es un factor limitante. Sin embargo, cuando, a mediados de los 90, se establecieron los primeros olivares de olivar en seto con anchos de calle entre 3 y 4 m pronto empezó a observarse que la iluminación de la copa, principalmente de las zonas bajas, era limitante y se iniciaron los primeros estudios del efecto de la radiación/sombreo sobre la producción y calidad de aceite.

El diseño de plantación modifica la radiación que reciben los frutos en su desarrollo. Los aspectos del diseño que principalmente modifican el nivel de iluminación son anchos de calle y estructura del seto (altura y anchura). El efecto de la orientación de las filas tiene un efecto menor cuando el seto está diseñado de forma que mantenga un adecuado nivel de iluminación en todo el seto (apropiada relación anchura, alto, distancia de calle y porosidad de copa).

La información disponible relacionada con el efecto del diseño de plantación y su efecto en compuestos fenólicos es escasa. Según algunos autores (Gómez del Campo y Garcia, 2012; Castillo-Ruiz y col., 2015; Caruso y col., 2017) el aumento de la presencia de compuestos fenólicos en el aceite de oliva está asociado con una mayor iluminación del fruto. La relación positiva entre irradiancia y contenido de fenoles puede estar relacionado con varios aspectos:

1. El aumento de asimilados en los frutos de posiciones más iluminadas incrementa el metabolismo y la actividad de enzimas que actúan en la biosíntesis de los fenoles, como la fenilalanina amonio liasa (Dumas et al. 2003).
2. Los frutos más iluminados contienen más aceite (Connor y col., 2016) y por tanto el porcentaje de agua se reduce. Los compuestos fenólicos son solubles en agua por lo que, las pastas más húmedas suelen producir aceites con menor contenido fenólico.
3. Por otro lado, los frutos de zonas menos iluminadas están verdes y, por el menor estado de madurez, su contenido en fenoles es menor.
4. La radiación y la temperatura varían juntas, así la mayor iluminación de los frutos está asociada a un aumento en la temperatura de los frutos que puede incrementar la actividad de las enzimas involucradas en la ruta metabólica de los fenoles. Separar el efecto de la radiación y la temperatura es difícil en condiciones de campo y requiere ensayos manipulativos, poco explorados aún en olivo.

Los resultados de los trabajos realizados hasta la fecha indican que las aceitunas de las partes de la copa más iluminadas producen aceite con mayor contenido total de

fenoles y de algunos fenoles particulares como p-HPEA-EDA, 3,4 DHPA-EA, ortodifenoles y derivados secoiridoides (Gomez-del-Campo y Garcia, 2012 y Caruso y col., 2017). Por otro lado, el aceite de aceitunas de setos orientados N-S producen aceites con mayor contenido en compuestos fenólicos que E-O (Gomez-del-Campo y Garcia, 2012 y Trentacoste, 2015). La mayor iluminación de los setos se puede alcanzar incrementando la distancia entre setos. Los trabajos de Trentacoste (2015) lo confirman. Los setos de Arbequina orientados N-S y plantados a 5 m presentan un contenido de fenoles más elevado que cuando los setos están menos espaciados (4 y 2,5 m). En contraste, setos orientados E-O, el contenido de fenoles en el aceite fue menor y similar entre anchos de calle. Por otro lado, la elección del diseño óptimo debe considerar ambas cuestiones: producción y calidad ya que los setos más iluminados no son siempre los más productivos. Así a nivel de hectárea, la producción de aceite acumulada entre el tercer y sexto año desde la plantación incrementó por reducir el espaciamiento de 5 a 2,5 m, un 52% y 36% en los setos N-S y E-O, respetivamente (Trentacoste y col., 2015).

Los trabajos en los que se ha evaluado el nivel de iluminación de los setos con distintos diseños nos indicarán el contenido en fenoles que podrían llegar a alcanzar. Con el objetivo de conocer el efecto del diseño en la producción y calidad del aceite se establecieron en 2008 en la Finca de Casas de Hualdo varios ensayos de olivar en seto (var. Arbequina).

Ensayo de orientaciones: se establecieron setos en 4 orientaciones (N-S, E-S y las intermedias NE-SO y NO-SE) a un marco de 4 x 1,3m.

Ensayos de anchos de calle: manteniendo la distancia entre plantas de 1,3 m se establecieron, en dos orientaciones (N-S y E-O) setos espaciados a 2,5, 2,75, 3,25, 3,75, 4,25, 4,75 y 5,00 m.

Ensayo de distancia entre plantas: manteniendo un ancho de calle de 4 m y orientación N-S se plantaron los olivos a 1,125, 1,375, 1,625, 1,875, 2,125, 2,375 y 2,5 m.

El amplio rango de ambientes lumínicos obtenido en estos experimentos ha sido fundamental para el desarrollo, calibración y validación de un modelo que predice radiación y que puede darnos información sobre la respuesta de los fenoles a distintos diseños de olivar en seto.

Bibliografía

- Caruso, G. y col. (2017). Irrigation and fruit canopy position modify oil quality of olive trees (cv. Frantoio). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(11), 3530–3539.
- Castillo-Ruiz, F. J. y col. (2015). Analysis of fruit and oil quantity and quality distribution in high-density olive trees in order to improve the mechanical harvesting process. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(2), 1–8.
- Connor, D. J., & Gomez-del-Campo, M. (2013). Simulation of oil productivity and quality of N-S oriented olive hedgerow orchards in response to structure and interception of radiation. *Scientia Horticulturae*, (150), 92–99.

- Connor, D. J., Gomez-del-Campo, M., Trentacoste E. R. (2016). Relationships between olive yield components and simulated irradiance within hedgerows of various row orientations and spacings. *Scientia Horticulturae*, (198), 12–20.
- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., Grolier, P. (2003). Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 369–382.
- Gomez-del-Campo, M., y Garcia, J. M. (2012). Canopy fruit location can affect olive oil quality in “Arbequina” hedgerow orchards. *J Am Oil Chem Soc*, (89), 123–133.
- Trentacoste, E. R., Connor, D. J., & Gomez-del-Campo, M. (2015). Effect of row spacing on vegetative structure, fruit characteristics and oil productivity of N-S and E-W oriented olive hedgerows. *Scientia Horticulturae*, 193, 240–248.
- Trentacoste E.R. (2015) Respuesta fisiológica y agronómica del olivar en seto (cv. Arbequina) a la orientación de filas y al ancho de calle: relación entre la producción y calidad del aceite y la radiación interceptada. Tesis doctoral. UPM, España

PONENCIA 7

7.- Influencia de la recolección de la aceituna en la composición fenólica

Morales-Sillero A.

Departamento Ciencias Agroforestales. ETSIA-US. Sevilla

* amorales@us.es

Palabras clave: aceite de oliva, maduración, recolección mecánica, molestado

La composición fenólica de la aceituna depende en gran medida de la variedad de la que procede, del lugar en el que se ha cultivado, de las condiciones climáticas de cada campaña, de las diferentes técnicas aplicadas durante el cultivo y del procesado posterior, que también condiciona a nivel cuantitativo y cualitativo dicha composición. Entre las técnicas de cultivo, la recolección está recibiendo especial atención en los últimos años en la industria española, cada vez más concienciada de la necesidad de producir calidad diferenciada. Sin duda, la recepción de un fruto cosechado en el momento óptimo de maduración, sano e intacto, es clave en la producción de aceituna de mesa y aceite virgen extra de alta gama. Aun así, en qué medida el momento y el método de la recolección influyen en la composición fenólica, son aspectos poco conocidos por técnicos y/o agricultores.

En líneas generales, se puede decir que el contenido de fenoles totales aumenta en los primeros estados de maduración de la aceituna, alcanzándose el máximo en estados próximos al envero. A partir de entonces disminuye progresivamente, de forma drástica en la aceituna negra. Esta evolución no es similar para todos los compuestos fenólicos. Al principio de la maduración el contenido de oleuropeína (compuesto mayoritario) es máximo, de ahí que los tratamientos que se aplican durante la elaboración de la aceituna en la industria se basen fundamentalmente en eliminar el amargor que le caracteriza (Rallo et al., 2018). Conforme avanza la maduración, el contenido de oleuropeína disminuye, pero aumentan los contenidos de otros compuestos fenólicos, como dimetiloleuropeína, ligustrósido, hidroxitirosol, tirosol, y/o verbascósido; tanto la variedad como el año condicionan de forma significativa la evolución y la composición final de fenoles en la aceituna (Amiot et al., 1989; El Ryachi et al., 2011; Gómez-Rico et al., 2008).

Los cambios que se producen en el perfil fenólico de la aceituna a lo largo de la maduración suelen reflejarse en la composición del aceite. La mayoría de los compuestos son derivados de la oleuropeína y del ligustrósido (derivados secoiridoideos del hidroxitirosol y del tirosol, respectivamente) y, al igual que el contenido de fenoles totales, los contenidos de estos compuestos disminuyen con la maduración. No obstante, en algunos estudios se han observado ligeros aumentos en los primeros estados de maduración de la aceituna (Benito et al., 2013; Salvador et al., 2001). En fases avanzadas también se han descrito ligeros aumentos, los cuales han sido relacionados con pérdidas de humedad en los frutos (Salvador et al., 2001; Yousfi et al., 2006). Al igual que en la aceituna, la variedad y el año influyen significativamente en la composición fenólica. Así, la ocurrencia de lluvia durante el crecimiento y/o la maduración de la aceituna suele influir negativamente en el contenido en fenoles totales del aceite (Benito et al., 2013; Franco et al., 2015; García et al., 2017).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, dada la capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos, en particular los derivados secoiridoideos, así como la relación con los atributos positivos amargo y picante, la recolección temprana de la aceituna favorece la producción de aceites más ricos en compuestos fenólicos y, en consecuencia más estables, percibiéndose con mayor intensidad, aunque a veces en exceso, los atributos amargo y picante (Rallo et al., 2018). La recolección temprana es, además, especialmente recomendable para prevenir en la aceituna posibles daños por heladas (Morelló et al., 2003), mosca del olivo (Rojnic´ et al., 2015) y antracnosis, enfermedad provocada por dos especies de *Colletotrichum* (Moral et al., 2014). En los tres casos, la calidad de los aceites se deteriora significativamente, destacando entre otros aspectos la pérdida de compuestos fenólicos.

La recolección mecánica de la aceituna, cada vez más generalizada en las plantaciones olivareras para disminuir los costes de cultivo, no solo daña al fruto a nivel externo e interno, sino que también afecta negativamente a la composición química, particularmente la fenólica. La recolección mediante vibradores de troncos o cosechadoras cabalgantes aumenta el conocido daño por molestado (Castro- García et al., 2015; Morales-Sillero et al., 2014). Este daño consiste en la aparición de manchas pardas tanto en la epidermis como en el mesocarpo, y en ocasiones puede observarse rotura de la epidermis. Las manchas son de tamaño y posición variable dependiendo de la variedad y aumentan con el tiempo transcurrido desde que se produce el impacto. El daño interno puede alcanzar el hueso, observándose a menudo rupturas celulares y pérdida de grosor de las paredes celulares (Jiménez et al. 2016, 2017). La oxidación de la oleuropeína, catalizada por la enzima polifenoloxidasas (PPO), es la causa del pardeamiento de la aceituna (Segovia-Bravo, 2009) y las diferencias entre algunas variedades en cuanto a susceptibilidad a este daño han sido atribuidas tanto a la composición fenólica como a la actividad enzimática (Ramírez et al, 2014). La aceituna para almazara también se daña en la recolección mecánica y, si bien el aceite extraído puede clasificarse en la categoría virgen extra, su acidez es mayor y contiene menos fenoles, lo que influye negativamente en la estabilidad y en la calidad sensorial. El grado de deterioro de la aceituna y la pérdida de calidad del aceite dependen, no obstante, de la variedad (Dag et al, 2012; Morales-Sillero y García, 2015; Rufat et al., 2018; Yousfi et al., 2012), lo que debe tenerse en cuenta en la planificación de la recolección.

Finalmente, se debe evitar la mezcla de frutos caídos al suelo con los procedentes de la copa. Los aceites de frutos del suelo sufren claras alteraciones por lo que suelen llevarse a la industria de refinado para que sean aptos para el consumo. En estos aceites la pérdida de compuestos fenólicos es significativa (Beltran et al., 2016).

Bibliografía

- Amiot, M., Fleuriot, A., Macheix, J., 1989. Accumulation of oleuropein derivatives during olive maturation. *Phytochemistry* 28, 67-69.
- Benito, M., Lasa, J.M., Gracia, P., Oria, R., Abenoza, M., Varona, L., Sánchez-Gimeno, A.C. 2013. Olive oil quality and ripening in super-high-density Arbequina orchard *Journal of the science of food and agriculture* 93, 2207-2220.
- Beltran, G., Sanchez, R., Sanchez-Ortiz, A., Aguilera, M.P., Bejaoui, M.A., Jimenez, A., 2016. How "ground-picked" olive fruits affect virgin olive oil ethanol content, ethyl esters and quality. *J Sci Food Agric.* 96, 3801-3806.

- Castro-García, S., Castillo-Ruiz, F.J., Jiménez-Jiménez, F., Gil-Ribes, J.A., Blanco-Roldan, G.L., 2015. Suitability of Spanish ‘Manzanilla’ table olive orchards for trunk shaker harvesting. *Biosyst Eng* 129, 388-395.
- Dag A. Boim S., Sobotin, Y., Zipori, I. 2012. Effect of mechanically harvested olive storage temperature and duration on oil quality. *HortTechnology* 22, 528-533.
- El Riachy, M., Priego-Capote, F., León, L., Rallo, L., Luque de Castro, M.D., 2011. Hydrophilic antioxidants of virgin olive oil. Part 1: Hydrophilic phenols: A key factor for virgin olive oil quality. *Eur J Lipid Sci Tech* 113, 678–691.
- Franco, M.N., Galeano-Diaz, T., Lopez, O., Fernandez-Bolanos, J.G., Sanchez, J., De Miguel, C., Gil, M.V., Martin-Vertedor, D. Phenolic compounds and antioxidant capacity of virgin olive oil. *Food Chem* 163, 289-298.
- García, J.M., Morales-Sillero, A., Pérez-Rubio, A.G., Diaz-Espejo, A., Montero, A., Fernández, J.E. 2017. Virgin olive oil quality of hedgerow ‘Arbequina’ olive trees under deficit irrigation. *J Sci Food Agric* 97, 1018–1026
- Gomez-Rico, A., Fregapane, G., Salvador, M.D. 2008. Effect of cultivar and ripening on minor components in Spanish olive fruits and their corresponding virgin olive oils . *Food Res Int* 41, 433-440.
- Jiménez, M.R., Casanova, L., Suárez, M.P., Rallo, P., Morales-Sillero, A. 2017. Internal fruit damage in table olive cultivars under superhigh-density hedgerows. *Postharvest Biol Tec* 132, 130–137.
- Jiménez, M.R., Rallo, P., Rapoport, H.F, Suárez, M.P.2016. Distribution and timing of cell damage associated with olive fruit bruising and its use in analyzing susceptibility. *Postharvest Biol Tec* 111, 117-125.
- Moral, J., Xaviér, C., Roca, L.F., Romero, J., Moreda, W., Trapero, A. 2014. La Antracnosis del olivo y su efecto en la calidad del aceite. *Grasas Aceites* 65, e028.
- Morales-Sillero, A., García, J.M. 2015. Impact assessment of mechanical harvest on fruit physiology and consequences on oil physicochemical and sensory quality from ‘Manzanilla de Sevilla’ and ‘Manzanilla Cacereña’ super-high-density hedgerows. A preliminary study. . *J Sci Food Agric* 95, 2445-2453.
- Morales-Sillero, A., Rallo, P., Jiménez, R., Casanova, L., Suárez M.P. 2014. Suitability of two table olive cultivars (‘Manzanilla de Sevilla’ and ‘Manzanilla Cacereña’) to be grown in a super-high density hedgerow. *HortScience* 49, 1028-1033.
- Morelló, J.R., Motilva, M.J., Ramo, T., Romero, M.P. 2003. Effect of freeze injuries in olive fruit on virgin olive oil composition. *Food Chem* 81, 547-553.
- Rallo L., Diéz, C.C., Morales-Sillero, A., Miho, H., Priego-Capote, F., Rallo, P. 2018. Quality of olives: A focus in agricultural preharvest factors. *Sci Hortic* 233, 491-509.
- Ramírez, E., Medina, E., Brenes, M., Romero, C. 2014. Endogenous enzymes involved in the transformation of oleuropein in Spanish table olive varieties. *J Agric Food Chem* 62, 9569-9575.
- Rojnic´, I.D., Bazok, R., Barcic´, J.I. 2015 Reduction of olive fruit fly damage by early harvesting and impact on oil quality parameters. *Eur J lipid Sci Technol* 117, 103-111.
- Rufat, J., Romero-Aroca, A.J., Arbones, A., Villar, J.M., Hermoso, J.F., Pascual, M. 2018. Mechanical harvesting and irrigation strategy responses on 'Arbequina' olive oil quality. *HortTechnology* 28, 607-614.

- Salvador, MD; Aranda, F; Fregapane, G. Influence of fruit ripening on 'Cornicabra' virgin olive oil quality - A study of four successive crop seasons. *Food Chem* 73, 45-53.
- Segovia-Bravo, K.A., Jarén-Galán, M., García-García P, Garrido-Fernández, A. 2009. Browning reactions in olives: mechanism and polyphenols involved. *Food Chem* 114, 1380-1385.
- Yousfi, K., Cert, R.M., García, J.M. Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. *Eur Food Res Technol* 223, 117-124.
- Yousfi, K., Weiland, C.M., García, J.M. 2012. Effect of harvesting system and fruit cold storage on virgin olive oil chemical composition and quality of superintensive cultivated 'Arbequina' olives. *J. Agric. Food Chem* 60, 4743–475.

PONENCIA 8

8.- Efecto de los tratamientos postcosecha en el contenido fenólico del aceite de oliva virgen.

José M. García; Eddy Plasquy y Antonio R. Jiménez-Romero.

Instituto de la Grasa (CSIC). Campus Universidad Pablo de Olavide. Carretera Sevilla-Utrera km 1; Edificio 46. 41013, Sevilla, España.

* jmgarcia@cica.es; eddy.plasquy@telenet.be; arjr56@gmail.com

Temática: D) Calidad de la producción (aceite y aceituna de mesa)

Palabras clave: Atmósfera modificada, calentamiento con aire, calentamiento con agua, etileno, frigoconservación

Introducción

El aceite de oliva virgen (AOV) es un zumo oleoso de fruto, que, extraído por métodos físicos, presenta como compuestos mayoritarios triglicéridos con una composición en ácidos grasos óptima, rica en ácido oleico, pobre en ácidos grasos saturados y con un contenido adecuado de linoleico. Además, presenta componentes minoritarios con propiedades, que han sido relacionadas con la prevención de las enfermedades cardiovasculares y el cáncer (Reboredo-Rodríguez y col., 2018; de Pablos y col., 2019; Gavahian y col. 2019). Entre éstos cabe destacar por su carácter de antioxidantes naturales a los carotenoides (relacionados con la vitamina A), a los α -tocoferoles (vitamina E) y principalmente a los polifenoles, que juegan también un importante papel en el desarrollo de los atributos sensoriales exclusivos de este aceite. Estos últimos proceden de la degradación de los glucósidos de derivados fenólicos que, como la oleuropeína, la dimetiloleuropeína, el ligustrósido o el verbascósido están presentes en la aceituna desde las etapas iniciales de su desarrollo, como agentes protectores, debido a su carácter extremadamente amargo, picante o astringente. Con la maduración del fruto inicialmente aumentan su concentración, pero coincidiendo con el cambio de pigmentación de la piel, disminuyen en el fruto y, en consecuencia, en el aceite. De esta manera el olivo hace más asequible la distribución de su semilla. Una recolección temprana favorecería la producción de AOVs con una mayor cantidad de estos compuestos bioactivos, pero presentan una serie de inconvenientes: La cosecha es más difícil, pues el fruto está muy ligado al árbol; la elevada humedad del fruto y la consistencia de sus paredes celulares dificulta su extracción física y, finalmente, el AOV presenta un amargor y picante excesivos para los paladares poco habituados a este producto, que coincide con los mercados potencialmente más interesantes: Norte y Centro de Europa, Australia y Estados Unidos. Estos consumidores están habituados al uso de aceites refinados de otras plantas, como la soja, la colza o el girasol y no admiten un AOV con un exceso de estos atributos. Por otra parte, la recogida temprana de la aceituna presenta ventajas considerables: Facilita una mejor recuperación del árbol para la próxima temporada, disminuye las pérdidas por parasitación macro y microbiológica, por daños mecánicos o meteorológicos y disminuye la necesidad de aportes de fitoquímicos. Al objeto de conseguir estas ventajas, minimizando sus inconvenientes, se han propuesto distintos tratamientos poscosecha aplicables a la aceituna cosechada.

Tratamientos

El primer tratamiento poscosecha que se ha aplicado a la aceituna de molino ha sido la frigoconservación, pensada originalmente para prolongar el periodo de espera del fruto a su procesamiento, reduciendo en lo posible su deterioro fisiológico y la pérdida de calidad del AOV que se le extrae. La conservación en frío requiere recogida cuidadosa a mano o con vibradores y paraguas invertido, paletización del producto en cajas de plástico perforadas y un sistema de enfriado que permita la refrigeración de todo el fruto a un máximo de 5 °C (García y Yousfi, 2006). Bajo estas condiciones un fruto con grado de maduración verde-maduro (epidermis verde y tamaño definitivo) puede conservarse 6 semanas sin que sufra un deterioro significativo en los parámetros de calidad legalmente establecidos para evaluar la categoría comercial de calidad de los AOVs. Sin embargo, en este periodo la aceituna continúa madurando en la cámara y se reduce significativamente el amargor de su AOV, desde un nivel extremo a otro medio. Paralelamente, el fruto en la cámara pierde consistencia y humedad por lo que puede aumentar el rendimiento en su producción de AOV. En consecuencia, la frigoconservación de la aceituna permite, además de demorar sin riesgo el procesado de la aceituna, obtener una mayor cantidad de un producto más competitivo en el mercado internacional, facilitando el cosechado temprano del fruto (Yousfi y col. 2008; Kalua y col. 2008).

Un segundo tratamiento consiste en el calentamiento de la aceituna en una cámara termostatazada, usando el aire como transmisor del calor. Según las características del fruto se emplean temperaturas de 30 a 50 °C durante tiempos de 24 a 72 horas. El tratamiento se basa en la reducción de la actividad β -glucosidasa, que rompe el enlace glicosídico de los glucósidos de la aceituna. Esta actividad determina que se separe la molécula de glucosa de la correspondiente aglucona de cada glucósido. Estas son menos hidrófilas que los glucósidos y pueden disolverse con mayor facilidad en el aceite. De esta manera se forman los derivados secoiridoideos, los compuestos fenólicos mayoritarios del aceite de oliva virgen, que pueden ser derivados de la oleoeuropeína, como las formas aldehídica y dialdehídica de la aglucona de la oleuropeína (3,4-DHPEA-EA y 3,4-DHPEA-EDA, respectivamente) o las formas dialdehídica y aldehídica de la aglucona del ligustrósido, (p-HPEA-EDA y p-HPEA-EA, respectivamente). La presencia de estos fenoles complejos es la que más se ha relacionado con el desarrollo en el AOV de sus atributos amargo y el picante. En consecuencia, una reducción de esta actividad determinaría que en el proceso de extracción del AOV no se rompería el enlace gluco-sídico y los glucósidos de la aceituna no se recuperarían en la fase lipídica resultante de la centrifugación de la pasta, sino que pasarían a la fase hidrófila y por tanto al alpechín o el alperujo, ya sea el sistema de extracción de tres o dos fases (García y col. 2001). Después de 24 h a 40 °C, las aceitunas calentadas de las variedades Manzanilla y Verdial produjeron aceites moderadamente amargos, mientras que el aceite extraído de frutos no tratados mostró un nivel de amargor entre fuerte y extremo, sin que ello determinara un deterioro de los parámetros que miden la calidad del AOV, incluyendo la estabilidad oxidativa. Los resultados demuestran claramente que un tratamiento térmico aplicado a los frutos puede disminuir el nivel de amargor del aceite obtenido. El aumento de la temperatura de ensayo desde 20 (temperatura ambiente) hasta 50 °C (20, 30, 40, 45 y 50 °C) indujo una disminución lineal de la intensidad de amargor y del contenido en compuestos fenólicos derivados del hidroxitirosol. Sin embargo, el uso de 50 °C determinó

el desarrollo del atributo sensorial negativo denominado “cocido” y una significativa reducción de la estabilidad oxidativa. El tratamiento a 40 °C ofreció buenos resultados, pero requiere, tanto la paletización del fruto como el uso de una cámara termostaticada para su aplicación, de manera similar a como se trata en el desverdizado de cítricos. Este hecho suscitó la idea de ensayar la conservación de la aceituna verde-madura a 20 y 40 °C por 72 horas en un recipiente de aire, en otro cerrado con una atmósfera modificada originada por la respiración del fruto y en una tercera igual a la segunda, pero con una atmósfera enriquecida con 30 ppm de etileno, para verificar si la acción de esta fitohormona era eficiente en la reducción del amargor de la aceituna verde-madura (Yousfi y col.2009). El uso de 40 °C, independientemente de la atmósfera de conservación permitió una reducción de la intensidad de amargor desde fuerte (4 de 5) a leve (1 de 5), mientras que a 20 °C, sólo la utilización de atmósfera modificada enriquecida con 30 ppm de etileno obtuvo una reducción significativa del amargor del aceite hasta un nivel algo superior al medio (2,8 de 5). La reducción de amargor coincidió con el descenso de la presencia de 3,4-DHPEA-EA en el AOV. Los aceites extraídos de las aceitunas almacenadas en atmósfera modificada a 40 °C presentaron un flavor impropio del aceite de oliva, que previamente ya había sido descrito por Gutiérrez y col. (1992) estudiando el análisis sensorial de aceites procedentes de frutos almacenados a 5 °C en atmósfera controlada con 3% de CO₂ y/o 5% de O₂.

Más compatible con las líneas de procesamiento de la aceituna sería la aplicación del tratamiento térmico por inmersión en agua, usando ésta como transmisora del calor al fruto, para inactivar o reducir la actividad β-glucosidasa. Utilizando este nuevo método, el tratamiento térmico podría llevarse a cabo en pocos minutos, y su adaptación a las líneas de producción industrial sería relativamente más fácil. Sólo sería necesario añadir un sistema de calefacción al proceso de lavado de fruto, utilizado normalmente en las líneas de extracción de aceite de la industria. Primero García y col. (2005) a escala de laboratorio y después Yousfi y col. (2010) a escala industrial estudiaron el uso de este tratamiento con aceitunas ‘Manzanilla’, ‘Picual’ y ‘Verdial’. En todos los ensayos realizados con aceitunas ‘Manzanilla’ de diferente procedencia durante tres temporadas diferentes, los aceites extraídos del fruto tratado térmicamente mostraron un amargor más bajo. Sin embargo, la temperatura del tratamiento necesario para un desamargado suficiente del aceite varió según la temporada. Así, en las temporadas 2002/2003 y 2005/2006 se requirieron temperaturas de 68 y 65 °C, respectivamente, para reducir una intensidad de amargor entre “extrema” y “fuerte” (promedio 4,6) a un nivel entre “fuerte” y “medio” (promedio de 3,7), mientras que las aceitunas de la temporada 2004/2005 mostraron una mayor reducción del atributo a una temperatura más baja (56 °C). En los diferentes ensayos realizados tanto a escala de laboratorio como industrial, el contenido total en derivados secoiridoideos, ortodifenoles y fenoles se redujo con el aumento de la temperatura de calentamiento de la aceituna en las tres variedades analizadas. Sin embargo, el comportamiento de cada compuesto fenólico analizado por separado difirió en las tres variedades analizadas. En el aceite de ‘Manzanilla’, la disminución de los diferentes grupos de compuestos fenólicos se debió principalmente a la reducción en el contenido de 3, 4-DHPEA-EA y p-HPEA-EA, mientras que las formas dialdehídicas, la 3, 4-DHPEA-EDA y p-HPEA-EDA mostraron un comportamiento diverso según la escala del tratamiento, la campaña o la variedad. A escala de laboratorio los aceites de ‘Manzanilla’ presentaron un claro aumento de estos fenoles al incrementar la temperatura de

tratamiento. Este hecho sólo se repitió a escala industrial, usando la misma aceituna, en la campaña 2002/2003. En la campaña 2004/2005 disminuyeron como consecuencia del tratamiento y en la campaña siguiente apenas modificaron su concentración. A escala de laboratorio se observó en los aceites de ‘Picual’ una tendencia similar a la observada con ‘Manzanilla’, pero el contenido de p-HPEA-EDA aumentó sólo después del tratamiento a 60 °C y disminuyó significativamente después de los tratamientos de 64 °C. En los aceites ‘Verdial’, el contenido de los cuatro derivados secoiridoideos disminuyó con la aplicación del tratamiento independientemente de la escala y la campaña analizada. Los tratamientos térmicos llevados a cabo a escala industrial con tres variedades diferentes, independientemente de la procedencia de su cultivo y de la temporada de cosecha, cumplieron el objetivo primordial propuesto: modificar la intensidad del amargor del aceite hasta alcanzar un nivel adecuado para una amplia gama de consumidores. No obstante, no es posible seleccionar las condiciones de tratamiento adecuadas para alcanzar este objetivo, independientemente del nivel de maduración del fruto, el origen, la temporada de cultivo y la variedad. En cada caso, una selección previa de las adecuadas condiciones de tratamiento a pequeña escala será necesaria antes de aplicarlos a escala industrial. Una aplicación inadecuada puede provocar una desnaturalización de la estructura de la aceituna, que determine la formación en la pasta de molienda de emulsiones estables, muy difíciles de romper por medios físicos.

Conclusiones

Se han desarrollado diferentes tratamientos poscosecha que permiten regular la presencia de atributos sensoriales característicos del aceite, cuyo exceso puede hacer disminuir la comerciabilidad del aceite de oliva en mercados de alto poder adquisitivo, pero que no están habituados al consumo de aceites con elevado contenido en componentes amargos y/o picantes. En cámaras refrigeradas se ha dejado madurar el fruto hasta que el aceite extraído presente un nivel aceptable de estos compuestos (hasta 6 semanas). Se ha acelerado el proceso mediante un calentamiento moderado (20 a 40 °C durante 72 horas) en una cámara termostatzada, cuya atmósfera puede ser complementada con etileno para estimular la maduración de la aceituna. Finalmente, mediante la inmersión del fruto en agua caliente durante tres minutos a temperaturas más elevadas (≥ 50 °C) consigue el mismo propósito. Cada uno de los tratamientos descritos puede lograr un desamargamiento del AOV hasta un nivel que mejora su competitividad.

Bibliografía

- de Pablos R.M. y col. (2019). Hydroxytyrosol protects from aging process via AMPK and autophagy; a review of its effects on cancer, metabolic syndrome, osteoporosis, immune-mediated and neurodegenerative diseases. *Pharmacological Research* 143, 58
- Gavahian M. y col. 2019. Health benefits of olive oil and its components: Impacts on gut microbiota antioxidant activities, and prevention of noncommunicable diseases. *Trends in Food Science and Technology* 88, 220-227
- García J.M: y col. 2001. Reduction of Oil Bitterness by Heating of Olive (*Olea europaea*) Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 49, 4231-4235
- García J.M. y col. 2005. Hot Water Dipping of Olives (*Olea europaea*) for Virgin Oil Debittering. *J. Agric. Food Chem.* 53, 8248-8252

- García J.M. y K. Yousfi. 2006. The postharvest of mill olives. *Grasas y Aceites*, 57 (1), 16-24
- Gutiérrez F. y col. 1992. Quality of oils from olives stored under controlled atmosphere. *Jam. Oil Chem. Soc.* 69, 1215–1218.
- Kalua C.M. y col. 2008. Changes in Virgin Olive Oil Quality during Low-Temperature Fruit Storage. *J. Agric. Food Chem.* 56, 2415–2422.
- Reboredo-Rodríguez P. y col. 2018. Phenolic Compounds Isolated from Olive Oil as Nutraceutical Tools for the Prevention and Management of Cancer and Cardiovascular Diseases. *Int. J. Mol. Sci.* 19(8), 2305. <https://doi.org/10.3390/ijms19082305>
- Yousfi K. y col. 2008. Reduction of Virgin Olive Oil Bitterness by Fruit Cold Storage. *J. Agric. Food Chem.* 56, 10085–10091.
- Yousfi K. y col. 2009. Effect of Temperature, Modified Atmosphere and Ethylene During Olive Storage on Quality and Bitterness Level of the Oil. *J Am Oil Chem Soc.* 86:291–296 DOI 10.1007/s11746-009-1348-9
- Yousfi K. y col. 2010. Postharvest Heat Treatment for Olive Oil Debitting at the Industrial Scale. *J Am Oil Chem Soc* 87, 1053–1061 DOI 10.1007/s11746-010-1588-8.

PONENCIA 9

9.- Formación de fenoles durante la extracción del aceite: molino, batidora y centrifuga y conservación.

Gabriel Beltrán Maza

IFAPA Centro Venta del Llano, Mengibar, Jaén, España.

La fracción fenólica del aceite de oliva virgen define en gran medida sus características sensoriales y bioactivas. Aunque se ve afectada de forma significativa por las características de la materia prima, fruto, es en el proceso de extracción donde se determina de forma definitiva la composición fenólica de un aceite.

La primera etapa del proceso de extracción es la molienda. En este punto hay que tener en cuenta que al romper las estructuras celulares del fruto se ponen en contacto enzimas como la β -glucosidasa, polifenoloxidasas (PPO) y peroxidasa (POX) con los compuestos fenólicos presentes en el fruto, lo que producirá una modificación del contenido y la composición final de fenoles en el aceite. Pero centrándonos en la etapa de molienda, existen una serie de variables dentro de esta etapa que afectan a la fracción fenólica. La más importante: el tipo de molino. En la actualidad existen numerosos tipos de molinos, si bien el mayoritario en España son los denominados de martillos (criba simple, doble criba y listello), el resto se emplea de forma residual. En función del tipo de molino utilizado se registra un mayor o menor calentamiento de la pasta lo que puede afectar a los coeficientes de reparto entre fases líquidas de los fenoles en la fase de batido. En cualquier caso, se ha observado como el molino de Listello da lugar a una mayor concentración de fenoles en el aceite que los de doble criba o criba normal. Otra variable es el régimen de giro de los martillos del molino. La velocidad de giro de los martillos viene fijada por el constructor y se encuentra en torno a las 3000-3500 rpm. La velocidad de giro de los martillos se puede modular mediante un variador de frecuencia del motor del molino. Su efecto sobre la fracción depende en gran medida del molino considerado, así mientras en el molino de Listello al aumentar la velocidad de giro desde 1500 rpm se produce un aumento del contenido en fenoles del aceites, en el caso de los molinos de doble criba y criba normal se registra un descenso. Otro factor a tener en cuenta es el grado de molienda que viene dado por el diámetro de los orificios de las cribas o la distancia entre listellos. Se ha observado como en el caso del molino de Listello al aumentar la distancia entre listellos se produce un ligero incremento en el contenido de fenoles del aceite mientras que en la criba perforada se aprecia como no hay variaciones para las cribas de diámetro más pequeño mostrando un incremento del contenido de fenoles del aceite al aumentar el tamaño de criba hasta 7 mm.

La siguiente etapa del proceso de extracción es la de batido de la pasta de aceituna que determina en gran medida la concentración final de fenoles del aceite. En esta etapa existen tres variables que afectan directamente a la fracción fenólica: tiempo y temperatura de batido y adición de coadyuvantes tecnológicos. Un mayor tiempo de batido no tiene efecto o da lugar a un descenso de compuestos fenólicos del aceite a comienzo de campaña mientras que se registra un incremento en estados más avanzados de maduración. El aumento de temperatura de batido da lugar a un aumento del contenido de fenoles del aceite ya que se produce una mayor solubilización en la fase oleosa en función de los coeficiente de reparto de cada fenol entre el agua y el aceite. En cuanto a la

utilización de coadyuvantes tecnológicos, la adición de microtalco natural da lugar a un incremento del contenido en fenoles de los aceites.

Hay que tener en cuenta las nuevas tecnologías que se utilizan como ayuda o en sustitución de la etapa de batido. Entre las tecnologías desarrolladas destacan el uso de equipos para la mejora de la eficacia del calentamiento de la pasta como es el caso de los sistemas Protoreattore que permite acortar la duración del batido y un calentamiento más eficiente y los sistemas de ultrasonidos de capaces de sustituir la etapa de batido de la pasta. En el caso el sistema Protoreattore se produce un ligero incremento respecto al batido tradicional llevado a cabo a la misma temperatura. El empleo de ultrasonidos de potencia como alternativa al batido tradicional da lugar a un ligero descenso de la concentración de los compuestos fenólicos del aceite.

La separación sólido-líquido permite la separación del aceite de la fase sólida y del agua en la centrifuga horizontal. En esta etapa del proceso influye el caudal de masa de aceituna adicionado a la centrifuga que determina en parte el contenido de fenoles del aceite final. Así, si el caudal de masa es elevado se producen aceites con contenidos más elevados de fenoles. De forma similar la selección de la salida del aceite en el decanter también afecta a los niveles de fenoles. Finalmente, la adición de agua en el decanter da lugar a un descenso del contenido de polifenoles del aceite.

Tras la separación sólido-líquido se lleva a cabo la etapa de clarificación. Esta etapa se desarrolla mayoritariamente mediante el uso de las denominadas centrifugas verticales que permiten la eliminación de parte del agua y de las partículas sólidas presentes en el aceite extraído en la centrifuga horizontal. La clarificación se lleva a cabo adicionando una cantidad variable de agua a una temperatura que, en general, varía entre 30 y 40 °C. Conforme se aumenta la cantidad de agua adicionada y su temperatura se produce un mayor 'lavado' de los aceites lo que da lugar a la pérdida de fenoles. En la actualidad, se han desarrollado nuevas centrifugas que añaden una cantidad significativamente inferior de agua con lo que el contenido de fenoles del aceite se ve preservado.

Finalmente, tras la etapa de clarificación el aceite se envía a bodega para su almacenamiento. Este aceite presenta aún restos de agua y de partículas sólidas por lo que durante el periodo de almacenamiento, que puede oscilar entre 1 y 12 meses, se produce un efecto lavado de fenoles conforme van decantando la humedad y las partículas sólidas del aceite. Además, el agua presente en el aceite almacenado provoca reacciones de hidrólisis sobre los compuestos fenólicos de carácter secoiridoide dando lugar a su pérdida y a ligeros incrementos del contenido en hidroxitirosol y tirosol libres en el aceite. Pero de forma simultánea, se generan reacciones de autooxidación en el seno del aceite lo que conlleva la pérdida de fenoles que será mayor con el tiempo de almacenamiento. En este sentido, el almacenamiento del aceite previamente filtrado, con la consiguiente eliminación de agua y partículas sólidas, junto con el empleo de la inertización mediante nitrógeno del depósito favorece su conservación y la prolongación de su vida útil.

PONENCIA 10

10.- Compuestos fenólicos en aceitunas de mesa

Eduardo Medina Pradas*, Manuel Brenes Balbuena, Concepción Romero Barranco, Pedro García García.

Instituto de la Grasa (IG-CSIC). Campus UPO, Ed. 46. Ctra. Utrera km 1, 41013, Sevilla.

*emedina@ig.csic.es

El olivar mundial produce más de 30 millones de toneladas de aceitunas al año. El 90 % de la producción es destinada a la obtención de aceite de oliva y el 10 % para la elaboración de aceitunas de mesa. En la campaña 17/18 se ha contabilizado una producción mundial de 2.90 millones de toneladas de aceitunas de mesa, liderada por España que representa casi un 20 % de esta producción, seguida de otros países de la cuenca Mediterránea como Egipto, Turquía, Argelia, Grecia, Portugal y otros con menor producción. En España, la producción de aceitunas de mesa está localizada principalmente en las regiones de Andalucía y Extremadura, suponiendo casi un 80 % de la producción del país, siendo un pilar básico de la economía rural.

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las aceitunas y pueden constituir el 1-2 % del fruto fresco. El principal polifenol en frutos verdes es la oleuropeína, junto a otros como los glucósidos de hidroxitirosol, verbascósido, ligustrósido, salidrósido, rutina, luteolina 7-glucósido, comoselogósido, los ácidos *p*-cumárico y caféico, y las antocianinas, entre otros (Medina et al., 2007).

El perfil fenólico de la mayoría de las aceitunas destinadas a su procesamiento como aceitunas de mesa es muy similar cualitativamente, aunque no cuantitativamente. Algunas variedades presentan una elevada concentración de estos compuestos tales como la Manzanilla que posee una concentración mucho mayor que las variedades Hojiblanca y Gordal (Ramírez et al., 2014). Además, dicha concentración está muy influenciada por factores tales como el clima, zona de producción, riego, etc. La concentración de fenoles también va a depender, en gran medida, del grado de madurez del fruto. En frutos verdes se encontraron grandes concentraciones de oleuropeína que disminuye a lo largo de la maduración mientras que el hidroxitirosol-4-glucósido aumenta su concentración para frutos con coloración rosada y negra (Romero et al., 2002).

Comercialmente se pueden destacar 4 tipos de elaboraciones de aceitunas de mesa: verdes estilo español, negras oxidadas, aceitunas en salmuera y aceitunas negras deshidratadas con sal. El objetivo de los distintos procesos de elaboración de aceitunas de mesa es la eliminación total o parcial del amargor natural del fruto, que le confiere el polifenol oleuropeína, así como su conservación mediante fermentación natural o tratamiento térmico, con o sin conservantes. Estos procesos de elaboración van a modificar el perfil fenólico del fruto y especialmente la concentración de oleuropeína.

Para la elaboración de aceitunas en salmuera o naturales, los frutos son colocados en salmueras y van perdiendo su amargor con el tiempo. En este proceso ocurre en primer lugar una hidrólisis enzimática de la oleuropeína para, a continuación, suceder una hidrólisis ácida tanto de la oleuropeína residual como de los metabolitos formados durante

la hidrólisis enzimática, en particular HyEDA (Ramírez et al., 2013). Asimismo, el medio ácido también favorece la hidrólisis del hidroxitirosol-4-glucósido en hidroxitirosol y glucosa. Este proceso es bastante lento y las aceitunas suelen estar óptimas para el consumo transcurrido varios meses. Además, en el caso de aceitunas negras se origina la polimerización de las antocianinas presentes inicialmente en los frutos debido a la aireación del medio salino (Romero et al., 2004).

En el proceso de aceitunas verdes estilo español o sevillano, la etapa más destacable es el tratamiento con lejía o cocido, donde se sumergen los frutos en una solución de hidróxido sódico. Las condiciones alcalinas degradan el enlace éster de la oleuropeína generando hidroxitirosol y el resto de la molécula (glucósido de ácido elenólico), ambos compuestos no amargos. Además, la sosa permeabiliza la membrana permitiendo una difusión rápida del hidroxitirosol y tirosol hacia la salmuera, que permanece constante durante la fermentación láctica. En cambio, otros fenoles como los ácidos cafeico y *p*-cumárico disminuyen su concentración.

Durante el proceso de elaboración de aceitunas negras oxidadas se producen ambas hidrólisis anteriormente descritas. En la etapa de conservación en medio ácido, se produce una hidrólisis enzimática y ácida de la oleuropeína de la misma manera que en las aceitunas naturales. Posteriormente, en la etapa de ennegrecimiento (oxidación) se realiza un tratamiento con hidróxido sódico que va a provocar la oxidación de compuestos *o*-difenólicos (hidroxitirosol y ácido cafeico) y su polimerización en compuestos coloreados.

La elaboración de aceitunas deshidratadas con sal consiste en colocar los frutos maduros sobre capas de sal. La oxidación de la oleuropeína se debe a la actividad enzimática de la polifenoloxidasas (PPO) endógena siendo la responsable de la pérdida del amargor durante su elaboración (Ramírez et al., 2013). La presión osmótica que ejerce la sal, rompe los tejidos del fruto y pone en contacto las enzimas oxidativas, en especial la PPO, con los fenoles produciendo su degradación durante el proceso de deshidratación.

Por lo tanto, se producen numerosos cambios durante el procesamiento de las aceitunas de mesa que afectarán a la composición fenólica del producto final. Se han encontrado concentraciones medias totales de 400, 200, 600 y 2000 mg/Kg para las aceitunas elaboradas como verdes estilo español, negras oxidadas, negras naturales y deshidratadas, respectivamente. No obstante, la variabilidad es bastante grande dependiendo incluso del tipo de presentación, siendo la concentración fenólica mayor en aceitunas enteras que en deshuesadas y rellenas (Romero et al., 2004).

Por último, destacar que todas las soluciones del aderezo de aceitunas, tales como las soluciones alcalinas, aguas de lavado y líquidos de conservación, son consideradas como vertidos que se acumulan en balsas de evaporación. Estas soluciones tienen un alto contenido en compuestos fenólicos, siendo una fuente natural de compuestos bioactivos que pueden ser aprovechados para su uso en alimentación y agricultura, contribuyendo a la revalorización de los subproductos de los procesos de elaboración de aceitunas de mesa.

Bibliografía

- Medina, E., Brenes, M., Romero, C., García, A., de Castros, A. 2007. Main Antimicrobial Compounds in Table Olives. *J. Agric. Food Chem.* 55, 9817–9823.
- Ramírez, E., Medina, E., Brenes, M., Romero, C. 2014. Endogenous Enzymes Involved in the Transformation of Oleuropein in Spanish Table Olive Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 62, 9569–9575.
- Ramírez, E., García, P., de Castro, A., Romero, C., Brenes, M. 2013. Debittering of black dry-salted olives. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 115, 1319–1324.
- Romero, C., Brenes, M., Yousfi, K., García, P., García, A., Garrido, A. 2004. Effect of Cultivar and Processing Method on the Contents of Polyphenols in Table Olives. *J. Agric. Food Chem.* 52, 479-484.
- Romero, C., García, P., Brenes, M., García, A., Garrido, A. 2002. Phenolic compounds in natural black Spanish olive varieties. *Eur. Food Res. Technol.* 215, 489–496.

PONENCIA 11

11.- Evolución de los fenoles en el aceite de oliva según conservación y envasado

Lucía Olmo-García, Carmen María Sánchez-Arévalo y Alegría Carrasco-Pancorbo

Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. Avda Fuentenueva s/n, 18071, Granada (España).

Las condiciones de almacenamiento del aceite de oliva virgen (AOV) embotellado o conservado en depósitos tienen una relevancia innegable a la hora de preservar la estabilidad sensorial de dicho alimento, su contenido en términos de compuestos antioxidantes y, en definitiva, su vida útil. Todos los esfuerzos realizados desde el olivar hasta la almazara en aras de obtener un AOV de elevada calidad, pueden verse amenazados si las condiciones de almacenamiento son inapropiadas. Es, por tanto, absolutamente necesario proteger el aceite frente a la oxidación lipídica, que evidentemente tendrá un efecto muy perjudicial en la calidad del mismo, propiciando la aparición de características organolépticas no deseables, disminuyendo considerablemente los atributos sensoriales positivos y menoscabando la concentración relativa de los antioxidantes naturales que suelen estar presentes en esta matriz.

El proceso de oxidación que se produce durante el almacenamiento del aceite se conoce con bastante profundidad (Frankel, 1985; 2014; Choe et al., 2006) y provoca cambios en el perfil composicional del AOV tanto en relación a componentes mayoritarios, como minoritarios. Para minimizar la tasa de oxidación, factores como la presencia de oxígeno, trazas de metales, exposición a la luz y el binomio “tiempo de almacenado-temperatura” son algunas de las variables a controlar (Bendini et al., 2010; Li y Wang, 2018). Esta comunicación tratará de dar una visión general acerca de la importancia de reducir los posibles agentes pro-oxidantes y de describir qué sucede con los compuestos fenólicos -responsables de algunas de las propiedades sensoriales y nutricionales del AOV- durante el almacenamiento, resaltando los hallazgos más relevantes.

El AOV puede sufrir distintos procesos de oxidación, tales como la oxidación enzimática (que comienza generalmente cuando el aceite está todavía en el fruto y se da también durante el proceso de extracción); la foto-oxidación, que lógicamente tiene lugar cuando el aceite está expuesto a la luz; y la auto-oxidación, que ocurre principalmente durante el procesado y conservación, cuando el aceite está en contacto con el oxígeno (Bendini et al., 2010; Kiritsakis, 1992). Como ya se apuntaba, son diversas las causas que favorecen los procesos de oxidación; éstas pueden clasificarse en factores físicos y químicos. Dentro de los primeros, podemos mencionar principalmente: oxígeno (para evitar el enranciamiento oxidativo es conveniente intentar crear una atmósfera inerte en los depósitos de almazara y utilizar después materiales impermeables al oxígeno, minimizando el espacio en cabeza de los envases) (Sacci et al., 2008) temperatura (las altas temperaturas favorecen la formación de hidroperóxidos y el aumento de los valores de acidez, peróxidos y coeficientes de extinción) (Velasco et al., 2002) y luz (es importante conservar los aceites en depósitos o envases que protejan frente a la luz para alargar su vida útil) (Luna et al., 2006). Por otra parte y de manera lógica, la susceptibilidad

de los aceites y las grasas a la oxidación depende, en gran medida, de su composición (tanto en términos de compuestos mayoritarios, como minoritarios) (Bendini et al., 2010; Kiritsakis, 1992; Scarpellini et al., 2005). Cuanto mayor sea la acidez inicial de un aceite, más sensible será el mismo a la oxidación. La velocidad de oxidación se acentúa progresivamente al aumentar la insaturación de los ácidos grasos, habiendo también otra serie de compuestos que la retardan, como los compuestos fenólicos, los tocoferoles y algunos pigmentos. La presencia de trazas metálicas, como el hierro o el cobre, tiene un efecto catalizador que acelera la auto-oxidación.

Si nos centramos en qué sucede con la fracción fenólica del aceite de oliva durante su almacenamiento, podemos agrupar los efectos en dos categorías: la hidrólisis de los fenoles complejos o secoiridoides y la oxidación de algunas moléculas de estructura fenólica (Bendini et al., 2010). El primero de los mecanismos conduce a la rotura de los enlaces éster de las moléculas de oleuropeína aglicona y ligustrósido aglicona, con el consiguiente aumento de la concentración de ácido elenólico, hidroxitirosol y tirosol. Además, la oleuropeína aglicona y el ligustrósido aglicona en sus formas monoaldehídicas, tienden a perder el grupo carboximetil, lo que conduce a un incremento en la concentración de las respectivas formas dialdehídicas. Diversos estudios han observado un aumento de la concentración de hidroxitirosol y tirosol en las primeras fases del período de almacenamiento del aceite y rápida desaparición del hidroxitirosol (si se compara con tirosol) en sucesivas fases, a consecuencia de su mayor actividad antioxidante (Cinquanta et al., 1997). La formación de nuevos compuestos como consecuencia de la oxidación de los fenoles ha sido discutida por autores como Armaforte y col. (Armaforte et al., 2007), que observaron que puede ser factible el utilizar el ratio “fenoles frescos/fenoles oxidados” para determinar la frescura o envejecimiento de un AOV. Los fenoles oxidados se producen durante el estrés término u oxidativo de un aceite (lo que ocurre durante su conservación prolongada) (Rovelini et al., 2002).

Bibliografía

- E.N. Frankel. 1985. Chemistry of autoxidation: mechanism, products and flavor significance. In: Flavor Chemistry of Fats and Oils. D.B. Min, T.H. Smouse Eds. AOCS Press.
- E.N. Frankel. 2014. Lipid Oxidation. Oily Press. Elsevier.
- E. Choe, D.B. Min. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Rev. Food Sci. Food Safety*. 5 (2006) 169-186.
- A. Bendini, L. Cerretani, M.D. Salvador, G. Fregapane, G. Lercker. Stability of the sensory quality of virgin olive oil during storage. An overview. *Italian Food & Beverage Technology*. LX (2010) 5-18.
- X. Li, S.C. Wang. Shelf life of extra virgin olive oil and its predictions models. *Journal of Food Quality*. Volume 2018, Article ID 1639260, 15 pages.
- A.K. Kiritsakis. 1992. El Aceite de Oliva. Ediciones A. Madrid Vicente.
- R. Sacchi, M. Savarese, A. Del Regno, A. Paduano, R. Terminiello, M.L. Ambrosino. Shelf life of vegetable oils bottled in different scavenging polyethyleneterephthalate (PET) containers. *Packaging Technol. Sci.* 21 (2008) 269-277.
- J. Velasco, C. Dobarganes. Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104 (2002) 661-676.

- G. Luna, M.T. Morales, R. Aparicio. Changes induced by UV radiation during virgin olive oil storage. *J. Agric. Food Chem.* 54 (2006) 4790-4794.
- A. Scarpellini, L. Cerretani, A. Bendini, T. Gallina Toschi. Effect of free acidity on the oxidative stability of a neutralized oil. *Ind. Alim.* 44 (2005) 22-25.
- L. Cinquanta, M. Esti, E. La Notte. Evolution of phenolic compounds in virgin olive oil during storage. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74 (1997) 1259-1264.
- E. Armaforte, V. Mancebo-Campos, A. Bendini, M.D. Salvador, G. Fregapane, L. Cerretani. Retention effects of oxidized polyphenols during analytical extraction of phenolic compounds of virgin olive oil. *J. Sep. Sci.* 30 (2007) 2401-2406.
- P. Rovellini, N. Cortesi. Liquid chromatography-mass spectrometry in the study of oleuropein and ligstroside aglycons in virgin olive oil: aldehydic, dialdehydic forms and their oxidized products. *Riv. Ital. Sost. Grasse* 79 (2002) 1-14.

PONENCIA 12

12.- Compuestos fenólicos del aceite de oliva: igual sirven para un roto que para un descosido

Javier Sánchez Perona

Instituto de la Grasa-CSIC.

Se ha sugerido que el consumo de aceite de oliva virgen (AOV) proporciona beneficios en procesos clave para el desarrollo de diversas enfermedades y estados fisiopatológicos. Entre ellos destacan la aterosclerosis, la diabetes, la obesidad, el síndrome metabólico, el cáncer y las enfermedades neurodegenerativas [1]. A pesar de su elevado contenido en ácido oleico, el AOV es más que una grasa rica en ácidos grasos monoinsaturados. El AOV contiene compuestos minoritarios bioactivos, que se clasifican en dos grandes grupos, compuestos de la fracción insaponificable y compuestos fenólicos. Los primeros se extraen con disolventes orgánicos tras la saponificación del aceite, mientras que los segundos son hidrosolubles.

Más de 30 compuestos fenólicos han sido identificados en el AOV, entre los que se ha observado una variación considerable en su concentración (0,02 a 600 mg/kg). Esta variabilidad depende del tipo de compuesto fenólico, pero también de otros muchos factores como la variedad de olivo, la región de crecimiento, las técnicas de cultivo, la madurez en el momento de la cosecha, el procesamiento y el almacenamiento. [2]. Los compuestos secoiridoideos son los que están presentes en la mayor cantidad y, entre ellos, los más interesantes desde el punto de vista de la salud son probablemente la oleuropeína y su derivado hidroxitirosol. Tampoco se debe ignorar al oleocantal, que ha recibido una gran atención.

Aunque los compuestos fenólicos del AOV son biodisponibles en humanos, por lo que son susceptibles de ser absorbidos y de ejercer un efecto bioactivo en el organismo, se ha estimado que la cantidad de fenoles ingeridos a partir de AOV no supera los 9 mg/día en los países mediterráneos. Aunque estas dosis podrían ser fisiológicamente relevantes, muchos estudios utilizan dosis suprafisiológicas ($>10 \mu\text{M}$) [3]. Por lo tanto, es difícil traducir esto en relevancia fisiológica, y serán necesarias más investigaciones que empleen dosis extrapolables a los humanos.

Diversos estudios experimentales han mostrado que los posibles beneficios de los compuestos fenólicos del AOV están asociados con su actividad antiinflamatoria, antioxidante y vasodilatadora, lo que en principio los convierte en agentes preventivos o terapéuticos clave para enfermedades metabólicas relacionadas con el estrés oxidativo y la inflamación [4].

Desde 2011, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) admite las alegaciones sobre los beneficios de la ingesta diaria de aceites de oliva ricos en compuestos fenólicos sobre la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (LDL), el mantenimiento de las concentraciones sanguíneas normales (en ayunas) de triglicéridos, colesterol HDL y glucosa en sangre [5]. La aceptación de estas alegaciones por la EFSA, autorizan a su inclusión en las etiquetas de las botellas de aceite.

Sin embargo, no existen por el momento alegaciones aceptadas para los otros beneficios atribuidos al aceite de oliva o sus fenoles.

Aunque se dispone de un gran número de estudios *in vitro* y en animales de experimentación, de acuerdo con la Medicina Basada en la Evidencia [6], las propiedades saludables de los alimentos y sus componentes deben probarse en ensayos clínicos aleatorizados, a fin de garantizar que sus beneficios para la salud sean realmente destacados. El mayor grado de evidencia científica se obtiene a través de la elaboración de meta-análisis y revisiones sistemáticas de estos ensayos clínicos. Sin embargo, por el momento el número y variedad de ensayos clínicos llevados a cabo empleando compuestos fenólicos del AOV son limitados y solo existe un meta-análisis que los haya evaluado. Existen menos de 50 artículos publicados que hagan referencia a ensayos clínicos con compuestos fenólicos del AOV, de los cuales aproximadamente la mitad han sido publicados por un solo equipo de investigación y el resto por tres o cuatro más, todos españoles o italianos.

En definitiva, los efectos beneficiosos de los compuestos fenólicos del AOV en la salud se han investigado ampliamente, y las investigaciones recientes respaldan la convicción de que estos componentes ejercen efectos beneficiosos en los procesos fisiológicos relacionados con la salud y la enfermedad. En particular, oleuropeína, hidroxitiroso y oleocantal poseen potentes actividades farmacológicas *in vitro* e *in vivo* sobre marcadores de cáncer, aterosclerosis y las enfermedades metabólicas, en particular, las asociadas a fenómenos de tipo inflamatorio. Sin embargo, aún se hace necesario poner en marcha ensayos clínicos aleatorizados en muestras de grupos poblacionales diversos, con dosis de fenoles ajustadas a los consumos habituales, que aporten un mayor grado de evidencia científica.

Bibliografía

- Covas, M.-I., de la Torre, R., Fitó, M., Virgin olive oil: a key food for cardiovascular risk protection. *Br. J. Nutr.* 2015, *113*, S19–S28.
- Cicerale, S., Conlan, X.A., Sinclair, A.J., Keast, R.S.J., Chemistry and Health of Olive Oil Phenolics. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2008, *49*, 218–236.
- Catalán, Ú., López de las Hazas, M.-C., Rubió, L., Fernández-Castillejo, S., et al., Protective effect of hydroxytyrosol and its predominant plasmatic human metabolites against endothelial dysfunction in human aortic endothelial cells. *Mol. Nutr. Food Res.* 2015, *59*, 2523–2536.
- Covas, M.-I., Ruiz-Gutiérrez, V., Torre, R., Kafatos, A., et al., Minor Components of Olive Oil: Evidence to Date of Health Benefits in Humans. *Nutr. Rev.* 2006, *64*, S20–S30.
- Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to olive oil and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1316, 1332), maintenance of normal (fasting) blood concentrations of triglycerides (ID 1316, 1332), maintainan. *EFSA J.* 2011, *9*, 2044.
- Wolf, S.H., Battista, R.N., Anderson, G.M., Logan, A.G., et al., Assessing the clinical effectiveness of preventive maneuvers: analytic principles and systematic methods in reviewing evidence and developing clinical practice recommendations. A report by the Canadian Task Force on the Periodic Health Examination. *J. Clin. Epidemiol.* 1990, *43*, 891-905.

MATERIAL VEGETAL Y MEJORA GENÉTICA

POSTER 1

1.- Composición fenólica y calidad de aceituna: evaluación en el programa de mejora genética de la Universidad de Sevilla

Pilar Rallo^{1*}, Antonio González¹, Guillermo Rodríguez², M^a Paz Suárez¹, M^a Rocío Jiménez¹, Laura Casanova¹, Ana M^a Morales-Sillero¹

¹ Departamento Ciencias Agroforestales. ETSIA-US. Ctra. Utrera km 1. 41013 Sevilla.

* prallo@us.es

² Fitoquímica de los alimentos. CSIC-Instituto de la Grasa. Campus de la Universidad Pablo de Olavide. Edificio 46. Ctra. De Utrera, km 1. 41013 Sevilla.

Palabras clave: aceituna de mesa, preselecciones, oleuropeína, hidroxitirosol, molestadado.

Las aceitunas son frutos ricos en compuestos fenólicos que representan entre el 1 y 3 % del peso de la pulpa. Los fenoles más frecuentes en el fruto fresco son la oleuropeína, dimetiloleuropeína, hidroxitirosol y verbascósido. Precisamente la presencia de oleuropeína le confiere al fruto un intenso sabor amargo que hace inviable el consumo en fresco de las aceitunas teniendo que ser procesadas para eliminar dicho amargor. El gran interés que despiertan estos compuestos se debe a su alto valor nutracéutico avalado por numerosos estudios que demuestran su importante actividad anti-oxidante, anti-inflamatoria, anticarcinogénica, así como preventiva de enfermedades cardiovasculares y degenerativas. Además, estos compuestos intervienen en el proceso de elaboración de aceituna de mesa afectando al sabor, color y evolución de la fermentación. Es más, la oxidación de compuestos fenólicos tiene un papel decisivo en la aparición y la intensidad del molestadado (manchas en el fruto que aparecen como consecuencia del daño mecánico durante la recolección). Por estos motivos, la evaluación de la composición fenólica es un objetivo importante dentro del programa de mejora genética de la Universidad de Sevilla, centrado en la obtención de nuevas variedades de aceituna de mesa de calidad. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del contenido en fenoles y perfil fenólico de seis preselecciones del programa y cuatro variedades tradicionales de aceituna de mesa procedentes de un ensayo en alta densidad. Se ha explorado además la posible correlación entre fenoles particulares y parámetros de calidad que rutinariamente se evalúan en el programa: color, textura de la pulpa y molestadado, entre otros. Se ha obtenido una alta variabilidad tanto en el contenido en fenoles totales como en los once fenoles individuales detectados, con diferencias significativas entre genotipos para todos ellos. Se han observado correlaciones entre algunos fenoles y parámetros de calidad, concretamente entre el contenido en oleuropeína y el color, y entre el contenido en hidroxitirosol y el molestadado.

POSTER 2

2.- Evaluación agronómica de selecciones de olivo resistentes a la Verticilosis

Alicia Serrano^{1*}, Dolores Rodríguez-Jurado¹, Belén Román¹, José Bejarano-Alcázar¹, Juan Cano², Raúl De la Rosa¹ y Lorenzo León¹

¹ IFAPA Centro “Alameda del Obispo”, Avda. Menéndez Pidal s/n, Córdoba

² IFAPA Centro “Venta del Llano”, Ctra. Bailen-Motril, Km. 18,5, Mengíbar, Jaén

* alicia.serrano.gomez@juntadeandalucia.es

Palabras clave: *Olea europaea*, Mejora Genética, Patotipo Defoliante, *Verticillium dahliae*, ensayos comparativos.

La Verticilosis del Olivo (VO), causada por el hongo de suelo *Verticillium dahliae* Kleb, constituye una de las principales limitaciones para el cultivo del olivo en las diferentes regiones olivereras. Entre las medidas de control aconsejadas, el uso de variedades resistentes está considerada como la más eficaz, económica y medioambientalmente sostenible. Sin embargo, en olivo las principales variedades cultivadas se han catalogado como muy susceptibles a la enfermedad, mientras que las variedades que han mostrado mayores niveles de resistencia presentan ciertas desventajas agronómicas. De ahí la necesidad de desarrollar nuevas variedades que reúnan ambas características, resistencia a la VO y buenas características agronómicas, siendo este uno de los principales objetivos del programa de mejora genética de olivo desarrollado en el Centro IFAPA Alameda del Obispo en Córdoba. Hasta la fecha, un amplio número de progenies procedentes de cruzamientos dirigidos y de polinización libre han sido evaluadas en condiciones controladas mediante inoculaciones artificiales, lo que ha permitido seleccionar varios genotipos que potencialmente podrían cumplir los requisitos exigidos. Dichas selecciones, pasaron a ser evaluadas en condiciones similares las naturales de cultivo. Para ello se instalaron ensayos en microparcels bajo condiciones semi-controladas, donde el suelo sobre el que se instalaron fue artificialmente inoculado con un aislado defoliante del hongo *V. dahliae*. Al mismo tiempo, se evaluaron en cuatro ensayos comparativos instalados en la provincia de Jaén, en parcelas naturalmente infestadas de los municipios de Arjona, Begíjar, Villatorres y Úbeda. Estos ensayos han permitido identificar aquellos genotipos que realmente muestran un comportamiento de resistencia frente a la enfermedad incluso superior al de la variedad control ‘Frantoio’. Por el contrario, algunos de los genotipos inicialmente seleccionados han resultado, en condiciones de ensayo en campo, incluso más susceptibles que la variedad control ‘Picual’. En cuanto a sus características agronómicas, estos ensayos también han permitido contrastar el potencial productivo de cada una de las progenies en los diferentes campos. Se ha observado un mayor índice de carga en aquellos genotipos que mostraron una menor incidencia de la enfermedad. Además, algunos de ellos han presentado un contenido de aceite superior al de las variedades control. En definitiva, los resultados obtenidos en los diferentes ensayos del programa de mejora para la VO muestran la necesidad de realizar ensayos comparativos en condiciones naturales de cultivo y se ha observado, de forma consistente, que un grupo de genotipos reúnen las características de resistencia y productividad deseadas para las futuras variedades.

POSTER 3

3.- Evaluación de 94 genotipos de olivo adaptados al cultivo intensivo y superintensivo en su fase de ensayo intermedio

Élodie Romero*, Diego Cabello*, Concepción M. Díez, Juan Moral, Luis Rallo, Diego Barranco

Departamento de Agronomía. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes Universidad de Córdoba.

* cabello@uco.es

Palabras clave: *Olea europea* L., mejora, productividad, rendimiento graso, sistemas de plantación.

El número de variedades de olivo adaptadas a los sistemas de cultivo de alta densidad se reduce drásticamente respecto a otros sistemas de cultivo menos intensivos. Por ejemplo, muy pocas variedades presentan el bajo vigor necesario para adaptarse al cultivo del olivar en seto con densidades que superan los 1500 árboles/ha. En 1991 comenzó el programa de mejora de olivo Universidad de Córdoba (UCO)-IFAPA, con el objetivo de obtener nuevas variedades de precoz entrada en producción, elevada productividad, alto rendimiento graso, adaptación a la alta densidad de plantación y a la recolección mecanizada. En este trabajo se evaluaron durante cuatro campañas productivas 94 genotipos de olivo del programa de mejora UCO-IFAPA, en un ensayo plantado en 2013 en Brenes (Sevilla) y constituido por dos bloques y cuatro repeticiones por genotipo. Los 94 genotipos evaluados derivaron de trece cruzamientos diferentes, 32 de ellos especialmente adaptados a sistemas de cultivo intensivos y 62 a superintensivo. También se incluyó la variedad, Sikitita, como control en la evaluación. Durante cuatro años productivos se midió la producción, rendimiento graso, época de maduración, vigor y arquitectura de las plantas. Como resultados principales se observó que: a) Usando como variedad control a ‘Sikitita’, un 24.5 % de los genotipos estudiados superó o igualó los valores de producción, un 28.7 % para rendimiento graso en peso seco, y un 83.0 % tuvo más vigor. La época de maduración fue de octubre a diciembre y el 55.3 % de los genotipos adelantó a ‘Sikitita’ en maduración. b) Se seleccionaron 7 genotipos (7.4 % del total) que igualaron o superaron a ‘Sikitita’ conjuntamente en producción y rendimiento graso en peso seco, con unos valores que oscilaron entre 7.1-9.5 kg aceituna/árbol, y 46.1-50.7 % c) Entre los genotipos seleccionados dos de ellos (30 %) presentó un vigor mayor a ‘Sikitita’, el resto tuvo valores similares. En cuanto a la fecha de maduración, ésta fue desde igual que ‘Sikitita’ a retrasarse tres semanas.

En función de las características agronómicas evaluadas, se seleccionaron sólo aquellos genotipos que superaron en producción de aceite a las variedades control y presentaron una arquitectura adaptada al cultivo intensivo o superintensivo. También se seleccionaron aquellos genotipos que combinaron una elevada capacidad productiva con otras características especialmente deseables, como precocidad de entrada en producción o maduración temprana. Estos genotipos pasarán a la tercera fase del programa de mejora (Selecciones Avanzadas) para ser evaluados en ensayos precomerciales en distintos ambientes como paso previo a su registro como nuevas variedades.

POSTER 4

4.- Evaluación en dos ambientes de 8 selecciones avanzadas de olivo adaptadas a sistemas superintensivos

Antonio Rodríguez*, Diego Cabello*, Concepción M. Díez, Juan Moral, Luis Rallo, Diego Barranco

Departamento de Agronomía. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes Universidad de Córdoba. Edificio C-4, Planta baja. Campus Universitario de Rabanales. 14071-Córdoba.

*cabello@uco.es

Palabras clave: *Olea europea* L., variedad, seto, vigor, mejora genética.

La expansión del olivar y sus nuevos sistemas de cultivo de alta densidad están modificando la distribución de variedades de olivo en el panorama oleícola actual. Solo un reducido número de cultivares tradicionales, ‘Arbequina’, ‘Arbosana’, y ‘Koroneiki’, se adaptan a condiciones de cultivo superintensivas (> 1500 olivos ha^{-1}). Por lo tanto, es necesario incrementar la variabilidad genética y agronómica de las variedades adaptadas a estos sistemas. En este trabajo se han evaluado ocho selecciones avanzadas (UC-I 2-35, UC-I 2-68, UC-I 6-9, UC-I 7-8, UC-I 33-23, UC-I 42-61, UC-I 44-69, UC-I 78-5) provenientes del programa de mejora Universidad de Córdoba-IFAPA comparándolas con tres variedades adaptadas al sistema superintensivo (‘Arbequina’, ‘Arbosana’ y ‘Sikitita’ en dos localidades: Brenes (Sevilla) y Córdoba, con plantas en su quinto y cuarto año de plantación, respectivamente. En ambos ensayos se evaluó la producción de aceituna y aceite, vigor, tamaño de fruto y época de maduración. En el ensayo situado en Córdoba se evaluaron dos cosechas y no se han observado diferencias significativas en producción entre variedades, aunque la media varió de 1.5 a 2.2 t ha^{-1} de aceite entre UC-I 2-35 y ‘Arbosana’, respectivamente. Los genotipos más vigorosos fueron UC-I 2-68 y UC-I 6-9 un 29% mayores que UC-I 78-5 que fue el de menor tamaño. El rendimiento graso más alto lo alcanzó UC-I 44-69 con un 51.1% en peso seco. El ensayo situado en Brenes (Sevilla), tampoco hubo diferencias significativas en producción media por año (cuatro cosechas evaluadas) pero sí en la producción acumulada. Las variedades más productivas fueron ‘Arbequina’ en fruto con (53.6 t ha^{-1}) y ‘Sikitita’ en aceite (9.6 t ha^{-1}). Los genotipos más vigorosos fueron UC-I 6-9, UC-I 33-23 y ‘Arbequina’, siendo un 24% mayores que el genotipo de menor tamaño (UC-I 42-61). Aquí, igual que en Córdoba, UC-I 2-35 fue la selección de maduración más temprana, y UC-I 33-23 la más tardía. UC-I 44-69 presentó el rendimiento graso en peso seco más alto (51.8%). En resumen, se han observado: a) diferencias sustanciales en rendimiento graso, maduración del fruto y tamaño del fruto entre selecciones y localidades; b) consistencia en el orden de maduración de las selecciones en ambas localidades; c) una elevada variabilidad en otras características evaluadas como vigor y peso de fruto. En las dos próximas campañas se completará la evaluación agronómica y oleotécnica.

POSTER 5

5.- Identificación y conservación de variedades autóctonas de olivo en La Rioja

García Rubio, Javier¹, González García, M.Estrella¹, Ugarte Andrevia, Javier¹

¹ Gobierno de La Rioja. Dirección General de Agricultura y Ganadería. Finca La Grajera. Carretera de Burgos km 6. Logroño. 26071.

* jgrubio@larioja.org; megonzalezg@larioja.org; jugarte@larioja.org

Palabras clave: erosión genética, olivar, biodiversidad, genotipo, banco de germoplasma

INTRODUCCION

El cultivo del olivo aumentó en La Rioja de 2.373 ha a 5.648 ha entre 1990 y 2016, principalmente debido a la plantación de variedades foráneas. Resulta esencial conservar el material vegetal tradicional preexistente por su valor agronómico y oleícola. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) Identificación y caracterización de variedades autóctonas de olivo en La Rioja. 2) Conservación del material vegetal.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la fase de prospección, desarrollada entre 2015 y 2018, se estableció una red de contacto con olivicultores y un listado de olivares de interés, distribuidos por 30 municipios de La Rioja. Se examinaron in situ y se georreferenciaron 322 ejemplares (software QGIS). En la fase de identificación, se seleccionaron 217 árboles por criterios varietales, geográficos y de antigüedad. Se analizaron muestras de hoja mediante marcadores moleculares de ADN en la Universidad de Córdoba, y se contó con la colaboración del Centro IFAPA Alameda del Obispo de Córdoba y del Banco Mundial de Germoplasma del Olivo (BMGO). Paralelamente, se compilaron caracteres morfológicos de árbol, hoja, fruto y hueso. Los ejemplares con genotipo no coincidente con la base de datos del BMGO fueron multiplicados mediante estaquillado semileñoso en cámara de cultivo. Las estaquillas enraizadas permanecieron un año en umbráculo hasta su plantación en el Banco de Germoplasma en la Finca de La Grajera (Logroño).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 217 muestras analizadas, hubo 94 coincidentes y 123 no coincidentes con los perfiles existentes en la base de datos del BMGO. A su vez, entre esos 123 genotipos nuevos hubo varios que se repitieron, de forma que el número de genotipos únicos encontrados fue de 48. Estos genotipos únicos se pueden dividir en dos grupos: 22 genotipos que se repitieron en varias ubicaciones de la región, lo que demostraría una cierta distribución geográfica e indicaría el cultivo (minoritario) de ese material vegetal, y 26 genotipos aislados en ubicaciones únicas, de los que por el momento no es posible conocer su implantación hasta que se realicen futuras prospecciones. Los nombres utilizados para designar los ejemplares muchas veces eran desconocidos, y en numerosas ocasiones se produjeron sinonimias y homonimias.

CONCLUSIONES

Los trabajos de prospección e identificación genética han puesto de manifiesto la diversidad varietal del olivo tradicional en La Rioja. La conservación del material vegetal encontrado es fundamental para futuros trabajos de experimentación (evaluación agronómica y oleotécnica) y de mejora genética del olivo.

POSTER 6

6.- Selección de material vegetal resistente a *Xylella fastidiosa* en olivo

Raúl De la Rosa^{1*}, Lorenzo León¹, Alicia Serrano¹, Eduardo Moralejo², Andreu Juan Serra³, Donato Boscia⁴, Maria Saponari⁴, Angjelina Belaj¹

¹IFAPA Centro Alameda del Obispo, Avda. Menéndez Pidal s/n, 14004 Córdoba.

* raul.rosa@juntadeandalucia.es

²TRAGSA Carrer del Fluviá, 1 07012 Palma de Mallorca

³Direcció General d'Agricultura i Ramaderia, Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears, C/ Reina de la Constança, 4
07006 Palma de Mallorca

⁴CNR Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), Via Amendola 165/A - 70126 Bari (Italy)

Palabras clave: *Olea europaea*, OQDS, selecciones de mejora, subespecies, variedades.

Xylella fastidiosa (Xf) es una bacteria que provoca enfermedades de gran importancia económica en cultivos de interés como la vid, los cítricos, el melocotonero y almendro, y otras especies leñosas y arbustivas. En Europa se detectó por primera vez en octubre de 2013 al sur de Italia provocando graves daños en el olivar en la enfermedad denominada síndrome del decaimiento rápido del olivo (OQDS: olive quick decline syndrome). El control de Xf es muy complejo y el uso de variedades resistentes puede representar una medida muy eficaz en el marco de una estrategia de control integrado de la enfermedad. En olivo, observaciones de campo en la zona de Italia donde inicialmente se detectó la enfermedad, han mostrado gran variabilidad en la importancia de los daños causados en función de la variedad cultivada. Sin embargo, hasta la fecha, no existe información sistemática relativa a la resistencia/susceptibilidad de las principales variedades de olivo cultivadas mundialmente. Por ello, el IFAPA está propagando material vegetal de olivo de diferente procedencia, incluyendo una amplia muestra de variedades, material silvestre de origen diverso y selecciones de programas de mejora para evaluar su resistencia a Xf. Esta evaluación se realiza tanto por inoculación de las plantas mediante inyección en condiciones controladas, de acuerdo con metodologías ya establecidas en otras especies, como por evaluaciones en campo con gran presión de inóculo en zonas de alta incidencia de Xf. Los ensayos se llevan a cabo en Puglia (Italia) y Mallorca (España), en zonas donde se ha constatado alta incidencia de la enfermedad causada por diferentes subespecies y grupos genéticos de la bacteria: subsp. *pauca* ST53 y subsp. *multiplex* ST81, respectivamente. La comparación entre los ensayos en Italia y España permitirá determinar la posible existencia de una resistencia diferencial ante diferentes aislados de la bacteria. Los resultados obtenidos permitirán seleccionar aquellos genotipos potencialmente más interesantes para su recomendación en zonas con alto riesgo de enfermedad, así como posibles genitores para iniciar líneas de mejora en el futuro. Este trabajo está siendo financiado con los proyectos H2020-SFS-09-2016 (XF-ACTORS) grant agreement 727987 de la UE y E-RTA 2017-00004-C06-01 financiado por FEDER INIA-AEI y por la Organización Interprofesional del Aceite de Oliva Español.

BIOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

POSTER 7

7.- Características y Calidad de Inflorescencias y Flores en Genotipos de Olivos Silvestres

Amina Frija¹, Margarita García Vila², Hava Rapoport¹

¹Instituto de Agricultura Sostenible, C.S.I.C, Córdoba.

²Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba.

*amina.frija.tn@gmail.com; hrapoport@ias.csic.es. g82gavim@uco.es.

Palabras clave: Acebuche; Aborto pistilar; Calidad floral; Flor imperfecta; Flor hermafrodita

Los genotipos silvestres del olivo o acebuches, pertenecientes a la variedad *Sylvestris* de la misma subespecie (*Olea europaea* subsp. *europaea*), representan un componente importante del patrimonio genético del olivo. Nos proporcionan información relevante sobre la evolución y domesticación de esta especie, y ofrecen una fuente de diversidad genética para programas de mejora. Aunque las inflorescencias y flores constituyan la base de la fructificación, su estudio ha sido escaso en los acebuches. En este trabajo se analizan las inflorescencias en 16 genotipos de olivos silvestres del Banco de Germoplasma Mundial de Olivo (BGMO) del IFAPA de Córdoba. Los genotipos del estudio fueron seleccionados por representar la diversidad presente en dicha colección y presentar suficiente floración en los dos árboles existentes de cada genotipo. Se incluyeron también los cultivares ‘Arbequina’ y ‘Koroneiki’, del mismo campo, para proporcionar información de contraste del olivo cultivado de fruto pequeño. En la época de floración se recogieron 30 inflorescencias aleatoriamente alrededor de cada árbol para su posterior evaluación.

La caracterización floral desde un enfoque de producción agronómica se engloba en el concepto de calidad floral, que incluye todos los parámetros florales relacionados con la determinación del número y de la calidad de los frutos producidos. Se contabilizaron por inflorescencia el número de nudos principales, el número total de flores, y el número y porcentaje de flores perfectas (pistilo completamente desarrollado). En casi todos los parámetros se observó un rango de valores bastante mayor en cada uno de los genotipos silvestres que en ‘Arbequina’ y ‘Koroneiki’, y mucha variabilidad entre genotipos. El número de nudos principales fue la excepción, presentando poca variabilidad intra- e inter genotipos. Todos los valores medios de flores totales fueron mayores que en ‘Arbequina’ y ‘Koroneiki’, pero dentro del rango observado en más de 100 cultivares del BGMO. A diferencia del caso de las flores totales, los valores medios de número y porcentaje de flores perfectas en ‘Arbequina’ y ‘Koroneiki’ fueron mayores que en los acebuches. Las observaciones sugieran que en el proceso de domesticación del olivo se ha reducido la variabilidad dentro de cada genotipo, resultando en valores más uniformes de flores totales y perfectas por inflorescencia. También parece ocurrir una mejora en la calidad de flor en los cultivares, posiblemente relacionado con el menor número total. Sin embargo, las propiedades de la inflorescencia en olivos silvestres no parece ser un factor negativo para programas de mejora.

POSTER 8

8.- Caracterización y formas de medir el endurecimiento del hueso de la aceituna

Cabezas J.M.*¹, Rapoport H.F.*², Pérez-López D.³, de la Rosa R.¹, León L.¹, Soriano M^a Auxiliadora⁴, Lorite I.J.¹

¹ IFAPA Alameda del Obispo, Avenida Menéndez Pidal, S/N 14004, Córdoba

² IAS-CSIC, Avenida Menéndez Pidal, S/N 14004, Córdoba. E-mail:

³ Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, Ciudad Universitaria S/N 28040, Madrid

⁴ Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes, Campus de Rabanales Ctra. Madrid-Cádiz, Km 396 14071 Córdoba.

*josem.cabezas@juntadeandalucia.es.

Palabras clave: fenología, lignificación, ambiente, cuchilla, penetrómetro.

En el olivo, el endurecimiento del hueso es un marcador fenológico empleado en los calendarios de realización de prácticas agronómicas, como la aplicación del riego y/o de tratamientos fitosanitarios, y que podría ser de utilidad como indicador del cambio climático. El endurecimiento es un proceso morfogenético que se produce en el fruto y consiste en una lignificación del endocarpo, volviéndose duro y por tanto protegiendo la semilla. A pesar de su importancia, no hay una forma sencilla y estandarizada de medir el endurecimiento. Normalmente, este momento se indica por la posibilidad de cortar el hueso con cuchilla, calculado a partir de la fecha de floración, por lo que las fechas de ocurrencia frecuentemente son muy variables. En este trabajo se emplea un método más detallado del corte mediante cuchilla, utilizando para ello una escala de clasificación de resistencia del hueso al corte manual, además de la estandarización del número de muestras para el cálculo de un valor medio. Los resultados se comparan con estudios recientes donde se ha evaluado el proceso de endurecimiento mediante la rotura del hueso con un penetrómetro, describiendo con más precisión su pauta de evolución. Con este fin, y además para obtener información fenológica relevante para el estudio de procesos asociados al cambio climático, se han realizado muestreos periódicos durante la campaña 2018 en dos localidades de la provincia de Córdoba (Córdoba y Santaella) y en la provincia de Málaga (Alameda). En cada localidad se han evaluado las variedades Hojiblanca, Picual, Koroneiki y Arbequina. El análisis de los resultados muestra una mayor influencia del genotipo que la localidad en la resistencia de rotura del hueso. La mayor resistencia de rotura del hueso ocurrió para la variedad Picual en Santaella, mientras que la menor, fue para Koroneiki en todas las localidades. Las pruebas realizadas en los diferentes cultivares y localidades indica que el método de utilizar diferentes clasificaciones de dureza en lugar de la simple evaluación de poder cortar “sí o no”, resulta ser una herramienta fácil y versátil, y se aproxima a los valores obtenidos con el penetrómetro.

POSTER 9

9.- Nuevas visiones de las pautas de desarrollo de los tejidos de la aceituna. El efecto del estrés hídrico

Pérez-López, D.¹, Rapoport, H.F.², Casanova, L.³, Jimenez, M.R.³, Centeno, A.¹

¹Dpto de Producción Agraria. CEIGRAM. ETSIAAB. UPM.

²Instituto de Agricultura Sostenible, IAS-CSIC, Córdoba.

³Departamento de Ciencias Agroforestales, ETSIA, Universidad de Sevilla.

*david.perezl@upm.es, hrapoport@ias.csic.es, laucaler@us.es, rjg@us.es, ana.centeno@upm.es.

Las pautas de crecimiento de los distintos tejidos de la aceituna conforman el crecimiento del mismo en su totalidad. Desde otro punto de vista, el fruto es un importante sumidero, por tanto, al limitarse las fuentes debido al estrés hídrico, repercutirá de distinta forma en los distintos tejidos. Tradicionalmente se ha asignado a la aceituna un patrón de crecimiento en doble sigmoide, que supuestamente marca también las fases de desarrollo de sus distintos componentes, en particular donde la parada se corresponde con el endurecimiento del hueso. Sin embargo, en recientes trabajos se ha encontrado que el crecimiento de la aceituna cuando ésta no tiene estrés hídrico no se ajusta a este patrón. Por tanto, hay que revisar este concepto y con el mismo, las pautas de competencia por los carbohidratos entre los distintos tejidos que forman el fruto, ya sean para crecimiento expansivo, endurecimiento del hueso, formación de aceite o el desarrollo de la semilla y el embrión. En nuestro estudio se exploran estas relaciones y cómo éstas están condicionadas por el estrés hídrico.

Este estudio se desarrolló en una plantación de ‘Arbequina’ situada en Ciudad Real, durante 2016 y 2017. Se llevaron a cabo dos tratamientos de riego: T0, que se regó según los cálculos de ETc y el T1, que sólo recibió riego durante la fase posterior al endurecimiento del hueso, intentando con el mismo, mantener un potencial hídrico similar al tratamiento T0 durante esta fase. Semanalmente se determinó el potencial hídrico del tronco medido al mediodía y se cogieron aceitunas para la determinación del crecimiento del fruto por tejidos.

Se han corroborado ciertos resultados ya observados anteriormente y además que:

A) La semilla y el embrión crecen hasta alcanzar un tamaño dado, mientras que la acumulación de materia seca en la misma se prolonga durante más tiempo. El embrión alcanza el tamaño final después que el de la semilla.

B) Parece coincidir el inicio de la síntesis de aceite y la acumulación de materia seca en la semilla y el embrión.

C) El estrés hídrico disminuye el tamaño de la aceituna, del endocarpo, de la semilla y del embrión, provocando además una disminución de la resistencia de rotura del endocarpo.

D) La cantidad de aceite no se ve afectada por el moderado estrés hídrico alcanzado.

E) El estrés hídrico no ha provocado un cambio en las relaciones de crecimiento y acumulación de materia seca entre los distintos tejidos del fruto.

POSTER 10

10.- Physiological and biochemical responses to water stress and recovery of two olive genotypes

Amira Melaouhi^{1,2}, Pepe Escalona², Hanan El-AouQuad², Imen Mahjoub¹, Amani Bchir³, Mohamed Braham³ and Josefina Bota²

¹ High Institute of Agronomy of Chott Mariem, University of Sousse, Tunisia

² Research Group on Plant Biology under Mediterranean Conditions, Department of Biology-INAGEA Universitat de les Illes Balears, Carretera de Valldemossa Km 7.5, 07122 Palma de Mallorca, Spain

³ Olive Tree Institute, University of Sfax, Tunisia

amiramelaouhi181292@gmail.com

Key words: Drought, *Olea europaea* L., Water use efficiency, Empeltre, Arbequina

In Mediterranean areas, drought stress is one of the most adverse factors for plant growth and productivity and considered a severe threat for sustainable crop production under climate change conditions. In this study, the effects of drought stress and recovery on physiological and biochemical parameters were investigated in two cultivars of olive trees (*Olea europea* L., ‘Arbequina’ and ‘Empeltre’). Two-year-old plants growing in pots were exposed to three contrasting water availability regimes (full capacity (FC); 50% of FC; 30% FC), under semi-arid climatic conditions in Majorca, Spain.. The different treatments, including a post-treatment recovery, were compared measuring physiological and biochemical parameters. Data set were recorded in three sampling times (M1: Before recovery, and two times after rewatering: M2 and M3). Under well watered condition, Empeltre cv showed a lower vegetative growth comparing to Arbequina. Even that, no statistical differences were found between cultivars in any of the parameters analysed under water stress conditions. The imposition of water stress resulted in a marked reduction of stem water potential and relative water content in both cultivars with statistical differences among treatments. Water stress also reduced photosynthetic parameters to values below the ones of the well-irrigated plants. However, no statistical difference in instantaneous water use efficiency were found among treatments and cultivars.

Under water deficit conditions, Arbequina and Empeltre’s leaves showed an increase in proline, sugar and total polyphenols content. Leaves grown under water deficit conditions showed signs of oxidative stress such as reduced chlorophyll, carotenoid, total soluble protein and flavonoids concentrations. These results show that the ability of olive trees to regulate the biochemical system might be an important attribute linked to drought tolerance. The recovery affected all parameters positively, however they were divided in two groups; those who recover on M2 and those on M3 with a little difference between cultivars.

The results of this study suppose an important contribution for further understanding how olive tree will cope to drought events under climate change scenarios.

Acknowledgements: This work has been supported by the project PROCOE/1/2017 funded by the *Conselleria Innovació, Recerca i Turisme* and the FEDER.

DISEÑO Y MANEJO DEL CULTIVO

POSTER 11

11.-Efecto del riego deficitario sobre la calidad del aceite de Arbequina en el noreste y centro de España

Blanca Sastre¹, Amadeu Arbonés², Alejandro Benito¹, Miquel Pascual³, Cristina de Lorenzo¹, Josep M^a Villar⁴, Lluís J. Bonet⁵, Sergio Paz⁶, Ángel Santos⁷, Josep Rufat², Juan Francisco Hermoso⁸, M^a Ángeles Pérez^{1*}

¹ Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario – IMIDRA. Madrid.

² Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries – IRTA. Parc Científic i Tecnològic Agroalimentari de Lleida. Lleida

³ Universitat de Lleida – UDL- Dep. de Hortofruticultura, Botànica y Jardineria. Lleida

⁴ Universitat de Lleida – UDL- Dep. de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Lleida

⁵ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias – IVIA. Valencia.

⁶ Servicio de Transferencia de Tecnología de la Conselleria de Agricultura

⁷ Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Alimentarias – INTIA. Navarra.

⁸ Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries – IRTA-Mas de Bover. Tarragona.

*mangeles.perez.jimenez@madrid.org.

Palabras clave: ácidos grasos, susceptibilidad oxidativa, MUFA, PUFA, sensorial.

El riego deficitario controlado (RDC) consiste en la reducción del aporte de agua en un momento fenológico concreto, manteniendo un riego total el resto del tiempo. Esta estrategia permite reducir el aporte total de agua, tratando de minimizar su efecto sobre la producción y calidad del aceite (Gucci *et al.* 2019), aumentando así la eficiencia en el uso del agua.

El objeto de este trabajo es comparar los efectos de un riego completo (RC) con un RDC sobre la calidad del aceite de aceitunas de Arbequina en superintensivo, en cinco localidades (Alicante, Lleida, Madrid, Navarra y Tarragona), durante dos campañas (2015/16 y 2016/17). El RDC consistió en aplicar un 40% de la ETc desde inicios de julio (endurecimiento del hueso) hasta comienzos de septiembre, aportando el 100% el resto de la campaña.

La recolección de aceituna se realizó en noviembre. Los aceites vírgenes se elaboraron mediante el sistema Abencor, determinándose en los mismos la acidez libre, el índice de peróxidos, K₂₃₂, K₂₇₀, la estabilidad oxidativa a 120°C y el porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA). El análisis sensorial fue realizado por el “Panel de Catadores de Aceite de Oliva Virgen de la Comunidad de Madrid”. El análisis estadístico de los resultados se realizó usando el programa SPSS, con un ANOVA de 3 factores (Localidad, Año y Riego) utilizando el test de Tukey.

El efecto de la localidad afecta significativamente a todos los parámetros evaluados, teniendo también la campaña una influencia importante en la mayoría de ellos. Respecto a la estrategia de riego, los aceites de RDC presentaron un valor de K₂₃₂ y K₂₇₀ algo más elevado, aunque inferior al límite legal, así como un mayor porcentaje de PUFA y menor de MUFA, y consecuentemente una menor ratio MUFA/PUFA que los regados al 100%, lo que implicaría una mayor susceptibilidad oxidativa. Desde el punto de vista sensorial, los aceites de RDC han resultado ser más amargos y picantes (medio punto más de diferencia en el Panel de Cata).

El riego deficitario controlado (RDC) no afecta sustancialmente a la calidad del aceite de oliva virgen, observándose únicamente una ligera reducción del contenido en ácidos grasos monoinsaturados y un ligero aumento del picor y amargor de los aceites. Podría considerarse, por tanto, una alternativa muy adecuada para el riego de las plantaciones superintensivas de Arbequina, que permite ahorrar una cantidad significativa de agua (alrededor del 30%).

Referencias

Gucci R, Caruso G, Gennai C, Esposito S, Urbani S & Servili M (2019) Fruit growth, yield and oil quality changes induced by deficit irrigation at different stages of olive fruit development. *Agricultural Water Management* 212: 88-98.

POSTER 12

12.- Effect of a commercial mycorrhiza on soil nutrients bioavailability and growth of young olive trees grown in a pot experiment.

Valkíria L. B. Pirolí^{1,2}, Margarida Arrobas¹, Lucas S. Domingues², M. Ângelo Rodrigues¹

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

²Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Brasil
valkiriapiroli@gmail.com; marrobas@ipb.pt

key words: *Olea europaea* L.; plant nutrition; soil fertility; labile phosphorus; dry matter yield

Mycorrhizal colonization of plant roots may have several benefits to nutrients and water acquisition by plants. The aim of the study was the evaluation of the effect of a commercial mycorrhiza on: (i) soil properties, in particular on the bioavailability of the nutrients; (ii) the nutritional status of the olive plants during the growing season; and (iii) dry matter yield on olive plants. The experiment was conducted in pots in a greenhouse of the Polytechnic Institute of Bragança, located in the northeast of Portugal. Seven treatments (Control, Mycorrhiza + 3% NPK, 3% NPK; 3% NPK + 3% N, 3% NPK + 3% P, 3% NPK + 3% K, 3% NPK + micronutrients) were arranged as a completely random design with three replicates. Young rooted plants (~20 cm height) were used in this study and grown in pots of 3 kg soil for a year. The plants were destroyed one year after had been planted and separated into roots, stems and leaves. The plant's parts were dried in an oven (70 °C), weighted, ground and analyzed for the elemental composition. From a soil sample of each experimental unit they were determined several soil properties. Total (roots+stems+leaves) matter yield did not significantly vary with the fertilizer treatments. Phosphorus concentrations in the stems and roots were significantly higher in Mycorrhiza treated plants than in the other treatments. In Mycorrhiza pots there were recorded the higher pH values. Soil phosphorus and potassium availability in Mycorrhiza pots was similar to the treatments receiving an addition of these elements. Mycorrhiza gave soil organic matter values similar to the treatments producing the higher values. Regarding phosphatase activity, the Mycorrhiza (487.51 µg nitrofenol g⁻¹ h⁻¹) showed twice the value of the treatment with phosphorus addition (280.70 µg nitrofenol g⁻¹ h⁻¹). Thus, the commercial mycorrhiza was able to maintain the plant nutritional status.

Acknowledgement: PDR2020 through the project **Valor+:** “Criação de valor com os subprodutos agroalimentares e florestais” (PPDR2020-2024-032958).

POSTER 13

13.- Effect of organic amendments and other soil conditioners on olive tree productivity.

João I. Lopes¹, M. Ângelo Rodrigues², Alexandre Gonçalves³, Luís Pinto³, Sandra Martins³, José Moutinho-Pereira³, Soraia Raimundo², Margarida Arrobas², Carlos M. Correia³

¹Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, Mirandela, Portugal

²Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

³Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Key words: *Olea europaea*; organic amendments; biochar; zeolites; rainfed olive groves; olive yield

The use of organic matter and other soil conditioners can increase the resilience of the agrosystems to the degradation of plant growth conditions due to global warming. The problem is particularly important in rainfed orchards, where the extensive summer period tends to severely hamper tree growth and development and crop productivity. In February 2017 a field trial was installed in Mirandela (NE Portugal) in a traditional olive grove rainfed managed in which some organic and mineral soil conditioners were used, namely zeolites, biochar, cow manure and urban solid waste. There were also included a treatment of mineral fertilization and a non-fertilized control. After two successive harvests, olive yields varied between 1700 and 2200 kg ha⁻¹ year⁻¹ without significant differences between treatments. Between years there was observed a slight decrease from the harvests of 2017 to that of 2018. The lack of response to fertilizer treatments in the short-term may be due to the high volume of soil that a tree exploits and that gives it buffer capacity and to other environmental constraints increasing experimental variability, such as drought stress that severely restricts the physiological processes of the trees.

Acknowledgement: FEADER (The European Agricultural Fund for Rural Development) through the project “Novas práticas em olivais de sequeiro: estratégias de mitigação e adaptação às alterações climáticas”. PDR2020, Grupos Operacionais, Parceria 343, Iniciativa 278.

POSTER 14

14.- Estimación del contenido de nitrógeno foliar en olivar mediante vuelos dron y cámara multispectral

Alberto de Tomás¹, Roberto Hermoso¹, Hugo Pérez^{*2}, Alejandro Benito², Blanca Sastre²

¹ Unmanned Technical Works UTW. Parque Tecnológico Univ. Carlos III, Leganés.

² Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario IMIDRA. Finca El Encin, Alcalá de Henares (Madrid).

* hugo.perez@madrid.org.

Palabras clave: olivo, fertilización, nitrógeno, imágenes espectrales, riego deficitario controlado.

La fertilización nitrogenada resulta fundamental en el manejo de un olivar comercial, tanto positiva como negativamente, al aumentar o disminuir -por exceso de aplicación- la producción final alcanzada. Tradicionalmente, la valoración del estado nutritivo del olivo se realiza de manera puntual mediante técnicas de diagnóstico foliar en una serie de árboles testigo. Los resultados obtenidos permiten detectar anomalías nutricionales y establecer programas de fertilización. Si bien la selección de ejemplares para llevar a cabo el análisis pretende dar representatividad al total del área (parcela/sector) en el que se encuentran, la variabilidad intrínseca no queda adecuadamente analizada. Por tanto, este tipo de prácticas tiene como resultado la aplicación indiscriminada de una dosis estándar de fertilizante por unidad de aplicación.

Sin embargo, los avances tecnológicos en la maquinaria agrícola permiten adaptar de forma variable las dosis de aplicación a las necesidades reales de cada árbol o conjunto de árboles. Para ello, es necesario el estudio previo de la distribución espacial del estado nutricional del olivar. La dosificación variable no sólo conlleva un ahorro económico en la cantidad de fertilizante a utilizar, sino una mejora de la producción y una disminución de la contaminación del suelo/acuífero por exceso de fertilizante.

El contenido de nitrógeno de la vegetación está ciertamente relacionado con el contenido en clorofilas de la misma, que a su vez puede determinarse mediante el cálculo de índices vegetativos obtenidos mediante la combinación de firmas espectrales recogidas por sensores multispectrales. Las cámaras multispectrales aerotransportadas en drones suponen una solución tecnológica práctica y ventajosa en este tipo de aplicaciones agrícolas, por su elevado nivel de detalle y capacidad de abarcar amplias extensiones de terreno en poco tiempo.

En este trabajo se han utilizado diversos índices vegetativos derivados de las firmas espectrales de la copa de los árboles de un olivar experimental para tratar de estimar, mediante modelos predictivos, el contenido en nitrógeno de la vegetación. El experimento tuvo lugar durante los meses de Julio de 2017 y 2018 en los que se realizaron simultáneos análisis foliares y vuelos dron con cámara multispectral Parrot SEQUOIA® aerotransportada en un dron de ala fija SenseFly eBee X, en la finca experimental “La Chimenea” del IMIDRA en Aranjuez, en un olivar intensivo de Cornicabra y superintensivo de Arbequina bajo distintos manejos de riego controlado deficitario y fertirrigación. Los resultados preliminares muestran una buena correlación entre los resultados estimados mediante los modelos predictivos y los análisis foliares.

POSTER 15

15.- Evaluación del estrés hídrico de un olivar en seto mediante imágenes de dron

A. Almeida*¹, J.L. de Herrera¹, A. Hueso^{1,2}, A. Saa-Requejo^{1,2}, R. Moratiel^{1,2}, P. Baeza^{1,2}, C. González-García³, V.D. Gómez Miguel², A. Moya-González⁴, M. Gómez del Campo^{1,2} y A.M. Tarquis^{1,5}

¹Centro de Estudios e Investigación de Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM), Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

²Dpto. Producción Agraria, ETSIAAB, UPM

³Dpto. Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental, ETSIMFM, UPM

⁴Dpto. Ingeniería Agroforestal, ETSIAAB, UPM

⁵Grupo de Sistemas Complejos, UPM.

*andres.almeida.naunay@alumnos.upm.es

Palabras clave: Teledetección, Potencial hídrico de tallo, Índices de vegetación, Imágenes multispectrales de alta resolución, Dosis de riego.

Actualmente el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) para la monitorización de los cultivos ha generado un gran interés en el sector agrícola, principalmente, por las diversas ventajas que poseen, como son: la elevada resolución espacial de las imágenes (precisión centimétrica), la flexibilidad en la obtención de datos y la disminución continúa en los costes de operación. Estas características son especialmente relevantes en la agricultura, donde la tendencia actual, es la gestión en tiempo real y la realización de operaciones de alta precisión. A medida que se desarrolla la tecnología, los métodos para la obtención y el procesamiento de los datos se mejoran constantemente.

Este trabajo, se llevó a cabo con el objetivo de relacionar las diferencias entre parámetros fisiológicos que caracterizan el estrés hídrico, y los índices de vegetación, calculados a partir de datos obtenidos por la UAV.

El ensayo se realiza en la finca “Casas de Hualdo”, en la parcela “Las Navas”, ubicada en el municipio de la Puebla de Montalbán (Toledo). Se aplicaron 5 tratamientos de riego, abarcando desde una aplicación de referencia (100%) hasta el 20% de esa dosis.

Las medidas fueron tomadas en tres horarios distintos (10h, 13h y 16h). Los vuelos se realizaron con un dron M600-PRO®, equipado con una cámara multispectral Micro-MCA de Tetracam®. Se registraron datos en la región localizada entre 490-800 nm del espectro electromagnético. La respuesta fisiológica del olivo a diferentes riegos se evaluó de dos formas distintas, estado hídrico actual de la planta (potencial hídrico del tallo) y actividad estomática (conductancia estomática).

A partir de las imágenes multispectrales, se calcularon los denominados índices de vegetación. En este trabajo en particular, se estimaron: NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), GRVI (Green Ratio Vegetation Index), TGI (Triangle Greenness Index) and GNDVI (Green Normalized Vegetation Index). Posteriormente, se realizó un análisis estadístico no paramétrico, para discriminar el índice que presente mayor relación con el estado hídrico del árbol y determinar el momento del día óptimo para la toma de datos. De acuerdo a estos resultados preliminares, los tratamientos se diferencian en mayor medida durante la mañana. Los índices que mejor detectaron el estrés hídrico, fueron GNDVI ($R^2=0.96$) y GRVI ($R^2=0.99$), ambos índices se caracterizan por utilizar los canales verde e infrarrojo cercano, lo que parece indicar la gran utilidad de estas franjas del espectro electromagnético en futuros trabajos, relacionados con la detección del estrés hídrico.

POSTER 16

16.- Evaluation of the abundance and diversity of arthropods present in olive groves with different soil management systems

Vanessa Martins¹, Rosalina Marrão¹, Albino Bento¹

¹Instituto Politécnico de Bragança, Centro de Investigação de Montanha (CIMO).

* vanessamartins@ipb.pt, rosalinam@ipb.pt, bento@ipb.pt.

Key words: Beneficial insects; mobilization; natural vegetation; pitfall; beating technique.

In the olive grove, the combat against weeds and pests causes a negative impact on the beneficial insects, causing imbalances in the ecosystem around the crop. In this context, an implementation of the practices that improve the balance of the species in the ecosystem have a particular importance.

The aim of this work was to evaluate the abundance and diversity of arthropods present in the crop of the olive trees and in the soil of the olive grove, in three soil management systems. The study was performed in a biological olive grove with 215 hectare located in Vila Flor, where the spontaneous ground cover was destroyed two/three times in the spring/summer. In a part of the olive grove, with about 2.37 ha, the olive grove was mobilized twice in the spring (mobilized soil), another plot with about 0.89 ha the soil was mobilized on the line, leaving a small band in the middle (natural covered between-row with about 1,0 meter) and the remaining olive grove of 0.81 ha was left with natural vegetation. To evaluate the abundance and diversity of arthropods, the adapted beating technique was performed where 60 trees were sampled by modality, 2 branches per tree and 2 shakes per branches (240 shakes by modality). In the soil, eight Pitfall traps were used in olive groves per line, in a total of 24 traps per modality, with etilenoglicol diluted to 50%, the samplings were held monthly between May 10 and October 10. The collected arthropods were identified in the laboratory until the order / family, having been counted the number of predators and parasitoids.

The samples that were performed in the canopy had a total of 6218 arthropods obtained, of which 1183 are predators and 679 are Hymenoptera parasitoids. The soil traps (Pitfall) captured a total of 21438 arthropods, of which 16373 are predators and 86 are Hymenoptera parasitoids. About 31 different order/ families were collected. The preliminary results show that in the modality of soil with natural cover, a greater number of arthropods (2510 in total) were observed in the olive tree canopy among which 406 are predators and 289 are parasitoids. In relation to the arthropods collected in the soil, those are more abundant in the mobilized soil (9197 in total) of which 8652 are predators and 18 are parasitoids.

POSTER 17

17.- Evolución estacional del contenido graso en 6 variedades de olivar en seto bajo diferentes estrategias de riego

Juan Manuel Pérez-Rodríguez*¹, Lorenzo León², M^a del Hénar Prieto¹, Encarnación Lara¹, Raúl de la Rosa².

¹CICYTEX-La Orden. Dpto. de Hortofruticultura. Junta de Extremadura. Autovía A-5.P.K. 372. Guadajira, Badajoz 06187. España. ²IFAPA Centro Alameda del Obispo, Avda. Menéndez Pidal s/n, 14004 Córdoba.

* juanmanuel.perezr@juntaex.es.

Palabras claves: superintensivo, riego deficitario controlado, alta densidad, aceite oliva

Recientemente se han introducido en el mercado nuevas variedades de olivo aptas para su empleo en sistemas en seto. Los resultados productivos de estas variedades van a depender de la combinación del potencial del genotipo, con la respuesta a prácticas agronómicas como el riego y condiciones agroclimáticas. En este trabajo se estudia la evolución estacional del contenido graso, expresado en peso seco, en aceitunas de 6 variedades, cultivadas en dos regímenes de riego, desde el inicio de la formación del fruto hasta la recolección.

El estudio se llevó a cabo durante 3 años (2016-2018) en un olivar en seto del Centro de Investigación Finca “La Orden” perteneciente al CICYTEX”. El ensayo fue plantado en otoño de 2012, con una densidad de plantación de 1975 olivos/ha (1,35m x 3,75m) y localizado en la comarca oleícola “Vegas del Guadiana” (38° 51’ N, 6° 40’ O), con una altitud de 200 m sobre el nivel del mar. Los 6 cultivares ensayados fueron ‘Arbequina’, ‘Arbosana’, ‘Koroneiki’, ‘Sikitita’, ‘Oliana’ y ‘Lecciana’. Los tratamientos de riego fueron: Control, regado de acuerdo a necesidades hídricas y un Riego Deficitario Controlado ligero. Los muestreos se realizaron quincenalmente desde cuajado de frutos determinándose el peso seco de las aceitunas y el contenido graso por Resonancia Magnética Nuclear.

El patrón de acumulación de contenido graso fue similar en las 6 variedades estudiadas, siguiendo una curva sigmoideal. Al final de la Fase II (inicio del invierno) se produjo en torno al 48% de media del porcentaje total de aceite de la aceituna. Las variedades con mayor contenido graso en seco fueron ‘Arbosana’ y ‘Lecciana’ con un valor medio aproximado de 50%, seguidas de ‘Koroneiki’ y Sikitita con el 48%. ‘Arbequina’ se situó sobre el 46% y la que menor contenido presentó fue ‘Oliana’, con el 41%. ‘Oliana’ y ‘Arbequina’ fueron las primeras en estabilizar el contenido de aceite, mientras que ‘Arbosana’ y ‘Koroneiki’ mantuvieron cierta acumulación de aceite hasta finales de diciembre, con un comportamiento intermedio del resto de las variedades. El tratamiento RDC supuso un aumento medio del 5% del contenido graso, manteniendo la misma pauta de acumulación de aceite que el tratamiento Control en todas las variedades.

Agradecimientos: INIA RTA2012-00018-C02-02 CCESAGROS (cofinanciado con fondos FEDER) Grupo de investigación PRI AGA001 y AGR-157.

POSTER 18

18.- Influencia del riego sobre los fenoles del aceite de arbequina en Navarra y Madrid

Blanca Sastre¹, Ángel Santos², Alejandro Benito¹, Cristina de Lorenzo¹, M^a Ángeles Pérez*¹

¹ Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario – IMIDRA. Alcalá de Henares (Madrid).

² Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Alimentarias - INTIA. Navarra.

* mangeles.perez.jimenez@madrid.org

Palabras clave: Ortodifenoles, Secoroides, Riego deficitario, estrategias de riego.

El riego es determinante en la producción de aceituna, pero también en la calidad del aceite virgen elaborado. Un exceso de riego se asocia a una reducción del contenido en polifenoles totales (Gucci *et al.* 2019).

El objetivo de este trabajo es comparar los efectos de cuatro niveles de riego sobre la calidad del aceite de Arbequina en superintensivo, en Madrid y Navarra, durante dos campañas (2015/16 y 2016/17). Los tratamientos fueron 1) riego completo (R100); 2) RDC aplicando un 40% de la ETc desde inicios de julio (endurecimiento del hueso) hasta comienzos de septiembre, aportando el 100% el resto de la campaña; 3) riego al 70% lineal (R70); y riego al 130% lineal (R130), con un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones.

Las aceitunas se recolectaron en noviembre, elaborando el aceite mediante el sistema Abencor. Se determinó el contenido en ortodifenoles, secoroides y fenoles totales en los aceites mediante extracción en fase sólida (EFS) y posterior análisis por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). El análisis estadístico de los resultados se realizó usando el programa SPSS, con un ANOVA de 3 factores (Localidad, Año y Riego), utilizando el test de Tukey para separación de medias.

La localidad tiene un efecto significativo sobre los 3 parámetros estudiados, la campaña afecta el contenido en ortodifenoles y fenoles totales, y la estrategia de riego influye en los niveles de secoroides y fenoles totales (Tabla 1).

Los aceites del tratamiento R70 poseen un contenido superior en secoroides y polifenoles totales respecto al tratamiento de riego en exceso (R130), similar a lo observado por Vossen *et al.* (2008). Los aceites de riego completo (R100) y de riego deficitario controlado (RDC) presentan un contenido similar en los fenoles estudiados.

Un riego excedentario reduce el contenido fenólico de los aceites de Arbequina, ya deficitarios de por sí, lo que reduce su calidad y estabilidad. El riego deficitario al 70% ha incrementado el contenido de compuestos secoroideos y de polifenoles totales, pudiendo ser una buena estrategia para incrementar la calidad del aceite, siempre que el resto de parámetros, como la producción, no se vieran afectados. Los aceites procedentes de riego deficitario controlado presentan un perfil fenólico similar a los de riego completo, considerándose el RDC una estrategia de riego recomendable que permite ahorrar una cantidad significativa de agua (alrededor del 30%) en las plantaciones superintensivas de Arbequina.

Bibliografía

- Gucci R, Caruso G, Gennai C, Esposto S, Urbani S & Servili M (2019) Fruit growth, yield and oil quality changes induced by deficit irrigation at different stages of olive fruit development. *Agricultural Water Management* 212: 88-98.
- Mateos R, Espartero JL, Trujillo M, Ríos JJ, León-Camacho M, Felipe Alcudia F & Cert A. (2001). Determination of phenols, flavones, and lignans in virgin olive oils by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography with diode array ultraviolet detection. *J.Agric Food Chem.* 49 (5):2185-2192
- Vossen PM, Berenguer MJ, Grattan SR, Connell JH & Polito VS (2008) The influence of different levels of irrigation on the chemical and sensory properties of olive oil. *Acta Horticulturae* (791): 439-444.

POSTER 19

19.- Nitrogen fertilization can significantly reduce the incidence of the olive fruit fly.

M Ângelo Rodrigues¹, Valentim Coelho¹, Eugénia Gouveia¹, Margarida Arrobas¹, Soraia Raimundo¹, Carlos Correia², Albino Bento¹

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

²Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

* angelor@ipb.pt

Key words: *Bactrocera oleae*; *Olea europaea*; olive pests; traditional olive orchards; rainfed olive orchards

The olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Rossi) is one of the most important pests of the olive groves. Its negative impact is manifested by yield reduction, due to the consumption of pulp by larvae and increased fruit drop, and loss of quality of the oil, due to oxidation phenomena. All cropping techniques that reduce the incidence of this pest are able to contribute to increase crop yield and improve olive oil quality and help reducing pesticide use. Nitrogen fertilization can greatly influence the development of the canopy and the productivity of the olive tree, although little is known about the effect of nitrogen fertilization on the incidence of this pest. Two field trials were conducted in rainfed olive groves during the years 2017 and 2018, one of the cultivar Madural and the other of the cv. Cobrançosa. Three (0, 40 and 120 kg N ha⁻¹) and four (0, 20, 40 and 120 kg N ha⁻¹) nitrogen rates were tested respectively in 'Madural' and 'Cobrançosa'. The results showed a very significant reduction in the level of pest incidence as the nitrogen rate increased, with the exception of 'Madural' in 2017, a year in which productivity was low as well as the overall level of pest incidence. In 2018, incidence levels varied between 60.7 and 12.7%, respectively in the N0 and N120 treatments in 'Cobrançosa' and between 70.7 and 46.7% in the treatments N0 and N120 in 'Madural'. The most fertilized treatments showed significantly higher yields in both cultivars in 2018, with the higher fruit load inducing increased water stress, with more wrinkled fruits at the beginning of autumn, and delays in maturation. Probably these were the causes which may justify the lower incidence of the pest in the treatments fertilized with the higher nitrogen rates.

Acknowledgment: projet “BioSave: Promoção do potencial económico e da sustentabilidade dos setores do azeite e da castanha “Concurso nº 02/SAICT/2016”, projeto nº 023721.

POSTER 20

20.- Nitrogen fertilization effect on olive leaf spot and olive anthracnose incidence in the olive tree.

Valentim Coelho¹, M. Eugénia Gouveia¹, Margarida Arrobas¹, Soraia Raimundo¹, Carlos Correia², Albino Bento¹ M Ângelo Rodrigues^{1*}

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

²Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

* angelor@ipb.pt

Key words: *Olea europaea*; *Spilocaea oleagina*; *Gloeosporium olivarum*; tradicional olive groves; rainfed olive groves

Nitrogen has a great influence on the canopy development of growing plants and on the composition of plant tissues. Nitrogen fertilization is often associated with increased susceptibility of plants to pests and diseases, and rational fertilization is usually reclaimed as a cultural measure to mitigate their effects. Two field trials were conducted in rainfed olive groves during the years 2017 and 2018, one of the cultivar Madural and the other of cv. Cobrançosa. Three (0, 40 and 120 kg N ha⁻¹) and four (0, 20, 40 and 120 kg N ha⁻¹) nitrogen rates were tested, respectively in 'Cobrançosa' and 'Madural'. In the leaves, the level of incidence of the olive leaf spot (*Spilocaea oleagina* (Cast.) Hugh.) was visually assessed and after the leaves had been incubated with NaOH (5%). The presence of diseases in the fruit, such as anthracnose (*Gloeosporium olivarum* Alm.) were also recorded. Olive leaf spot appeared with relatively high incidence in 'Cobrançosa' in 2017 (8.0 to 54.0%) and 2018 (14.0 to 44.7%) and in Madural in 2018 (24.5 to 36.9%), but not related to nitrogen fertilization. Olive anthracnose was relatively high in 2017 in 'Madural' (8.7 to 15.3%) and 'Cobrançosa' (9.7 to 31.3%) and relatively low in 2018 in 'Madural' (2.0 to 8.0%) and Cobrançosa (0.7 to 4.7%), but also unrelated to nitrogen fertilization. These results suggest a reduced influence of nitrogen fertilization on the incidence of olive leaf spot and olive anthracnose, although the high experimental variability suggests that other causes are still to be sought.

Acknowledgment: project “BioSave: Promoção do potencial económico e da sustentabilidade dos setores do azeite e da castanha “Concurso nº 02/SAICT/2016”, projeto nº 023721.

POSTER 21

21.- Umbrales de potencial hídrico de tallo para el riego del olivar en seto

Antonio Hueso* y María Gómez del Campo

*a.hueso@upm.es; maria.gomezdelcampo@upm.es

Dpto Producción agraria. Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM).

Palabras clave: Olivar superintensivo, riego deficitario controlado, floración, síntesis de aceite, producción de aceite.

Las plantaciones de olivar en seto surgieron con el fin de mejorar la rentabilidad del cultivo incrementando la densidad de plantación y recolectando con vendimiadoras modificadas. En muchas de las zonas donde se cultiva este tipo de plantaciones, el agua es un factor limitante. Por lo que es necesario aplicar estrategias de riego deficitario controlado.

El objetivo de este trabajo es establecer los umbrales de potencial hídrico de tallo (Ψ_{tallo}) para cada etapa fisiológica. Las etapas fisiológicas estudiadas son: La etapa 1 (primavera), comprende la fase de crecimiento vegetativo, floración, cuajado y caída de frutos. La etapa 2 (verano), que comienza después de la caída de frutos y finaliza con el inicio de la mayor acumulación de aceite, a finales de agosto. Por último, la etapa 3 (otoño), es la que se produce la mayor acumulación de aceite, que va desde finales de agosto hasta recolección.

El estudio se llevó a cabo en un olivar en seto, de la variedad ‘Arbequina’, situado en “Casas de Hualdo” en La Puebla de Montalbán (Toledo) (marco de plantación de 4 x 2 m). Las estrategias de riego comenzaron: en primavera de 2015-2018 (abril – julio), en verano de 2007-2009 (19 de Junio - 2 de septiembre) y en otoño de 2011-2013 (23 de agosto hasta recolección).

En las tres etapas fisiológicas, el tratamiento de control (T1) buscó mantener el bulbo de humedad cercano a capacidad de campo. El resto de los tratamientos (T2, T3 y T4), recibieron menores dosis de riego, con el fin de someter los olivos a distintos niveles de estado hídrico.

En floración, no se ha obtenido respuesta a los valores de potencial hídrico del tallo al que se sometieron los olivos (el valor mínimo de Ψ_{tallo} fue -1.37 MPa). En cuajado y caída de frutos (junio), se vieron afectados cuando el Ψ_{tallo} fue -3.78 MPa. El crecimiento vegetativo en junio se reduce con Ψ_{tallo} menor -1.3 MPa. La fase de endurecimiento de hueso, el potencial hídrico del tallo puede llegar a -2.9 MPa (julio) sin afectar a producción. Sin embargo, en la fase de crecimiento del fruto e inicio de la síntesis de aceite (agosto) debe de mantenerse por encima de -2 MPa para no ver mermada la producción de aceite. Por último, en la fase de síntesis de aceite (agosto-octubre) el Ψ_{tallo} no debe bajar de -2.21 MPa.

CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN

POSTER 22

22.- Acrylamide reduction after phenols addition in Californian style black olives

Daniel Martín-Vertedor^{1,2*}, Antonio Fernández¹, Jonathan Delgado-Adámez¹, Concepción de Miguel^{2,3}, Manuel Martínez^{2,4}, Francisco Pérez-Nevaldo^{2,5}

¹ Technological Institute of Food and Agriculture (CICYTEX-INTAEX). Junta of Extremadura. Badajoz.

² Research Institute of Agricultural Resources (INURA).

³ Department of Vegetal Biology, Ecology, Sciences and Earth Sciences. School of Agrarian Engineering. University of Extremadura.

⁴ Department of Engineering of the Agricultural and Forestry Environment. School of Agrarian Engineering. University of Extremadura.

⁵ Department of Animal Production and Food Science, Area of Nutrition and Bromatology, University of Extremadura.

*daniel.martin@juntaex.es.

Keywords: oxidized black olives; olive leaf extract; phenols standards; sterilization; acrylamide precursors.

Acrylamide, a potential human carcinogen, appears during sterilization process in Californian-style black table olives. The aim of the study was to reduce acrylamide content in ripe olive through the implementation of the addition of different pure standards and natural phenols. Manzanilla Cacereña variety in green stage of maturation were harvested in October 2017 and stored for 6 months in tank of 16,000 L of capacity for 10,000 kg in triplicate. Olives were processed according to the Californian-style black ripe olive in an industry located in Spain. The design experiment consisted on the addition of different pure standards (20 mM) and olive leaf extract in the cans before the sterilization process. The olives cans were sterilized in an autoclave at a temperature of 127 °C for 30 min. The standard pattern of hydroxytyrosol added in table olive cans presented a slight significant reduction of acrylamide content from 10-13%. Besides, the mixture between hydroxytyrosol, tyrosol and oleuropein standards presented a similar acrylamide reduction than the individual phenol addition. Therefore, the standards mixture did not show synergy activity due to it did not increase its activity exponentially. The highest effect against acrylamide formation was found with the olive leaf extract with 1:10 dilution: 35% less of acrylamide synthesis occurred. Thus, natural olive leaf extract presented higher activity compared with pure standard and the mixture of them. When standards were added to the olive leaf extracts the reduction of acrylamide was significantly increased, with higher values of inhibition than the pure extract. In fact, we can find acrylamide inhibition of 53% in olives with the addition of hydroxytyrosol standard to olive leaf extract. The positive matrix effect can be explained by the positive synergic effect of the fresh extract over the pure standards. This may be due to the action of other phenolic compounds present in the natural extract and which have not been analyzed its activity. The great diversity of compounds present in olive leaf extract may also play a key role in the differences found in the activity against acrylamide formation. For that reason, phenols can be used to reduce acrylamide during elaboration process of ripe oxidized olives in the different industries.

POSTER 23

23.- Determinación de compuestos fenólicos mediante extracción en fase sólida-cromatografía de gases en aceite de oliva virgen.

Cristina Jiménez García, Antonio Ramón Jiménez Romero, Manuel León-Camacho*

Instituto de la Grasa (CSIC), Campus Universitario Pablo de Olavide. Sevilla.

*mleon@ig.csic.es.

Palabras clave: fenoles, flavonas, validación de métodos, espectrometría de masas, ácido succínico

Los compuestos fenólicos afectan a la estabilidad y al sabor de los aceites de oliva vírgenes, muchos de ellos presentan propiedades antioxidantes, asociándose con la resistencia a la oxidación de los aceites. Además, contribuyen a la prevención de enfermedades tales como cáncer, problemas cardiovasculares o Alzheimer. Debido a todo esto, su determinación es de interés creciente.

El objetivo fue desarrollar un método analítico mediante cromatografía gaseosa alternativo a los métodos HPLC para determinarlos.

Para el aislamiento de los compuestos fenólicos se desarrolló una técnica de extracción en fase sólida con columna de silicio. La cuantificación de estos se efectuó sobre sus derivados, obtenidos con N, O-bis (trimetilsilil) trifluoroacetamida diluida en acetonitrilo durante 15 minutos de reacción a 70° C. El análisis se realizó en un cromatógrafo de gases equipado con columna de SE-54, inyector cold-on-column y detector de ionización de llama.

Para identificar y caracterizar los diferentes fenoles se usó un cromatógrafo de gases con detector de masas identificándose 14 compuestos fenólicos y flavonas: tirosol, hidroxitirosol, ácido cinámico, 2,3-hidroxibenzoico, 3,4-hidroxifenilacético, vaillínico, homovaillínico, protocatequico, siríngico, cumárico, gálico y cafeico, catequina y quercetina. Además, se identificaron los derivados acetato del tirosol e hidroxitirosol, y otros compuestos con relación m/z 73, que presentaron fragmentos comunes a los obtenidos para fenoles libres.

Se validó el método utilizando un aceite refinado como blanco y matriz para preparar muestras patrones de los diferentes compuestos fenólicos.

Se determinó la recuperación comparando los resultados para los diferentes compuestos fenólicos por inyección directa de una disolución multipatrón, con los resultados obtenidos tras purificar por SPE el aceite refinado adicionado del multipatrón efectuándose 6 replicados en total. Los porcentajes de recuperación oscilan entre el 42.05% para la quercetina y el 151.14% para el hidroxitirosol. El resto de los valores están en torno al 60% o superiores. Se obtuvo una muy buena reproducibilidad y repetibilidad realizada en diferentes días. Los límites de detección oscilan entre 0.002 mg kg⁻¹ para los ácidos cinámicos, 2,3-hidroxibenzoico, hidroxitirosol, siríngico y gálico y 0.043 mg kg⁻¹ para el ácido cafeico. Para el caso del límite de cuantificación, el rango obtenido osciló entre 0.06 mg kg⁻¹ para el ácido gálico y 0.142 mg kg⁻¹ para el ácido cafeico.

El método permite una cuantificación mediante el empleo de curvas de calibración para cada uno de los compuestos estudiados, la correlación fue siempre mayor de 0.97. La cuantificación simultánea puede efectuarse empleando un patrón interno de ácido succínico.

POSTER 24

24.- Estudio comparativo de seis variedades de olivo en secano y regadío cultivadas en la Comunidad de Madrid

H. Emilov, H. Perez, A. Cuevas, B. Sastre*

IMIDRA, Finca “El Encín”. Alcalá de Henares (Madrid)

[*blanca.esther.sastre@madrid.org](mailto:blanca.esther.sastre@madrid.org).

Palabras clave: Polifenoles, Pigmentos, Rendimiento graso.

En este trabajo se han comparado algunas características del fruto y aceite (índice de madurez, rendimiento graso en masa seca y fresca, humedad, pigmentos, y polifenoles totales) de seis variedades de olivo españolas (Castellana, Changlot Real, Cornicabra, Hojiblanca, Picudo y Redondilla) tanto en secano como en regadío. Este ensayo se encuentra en la finca “La Chimenea” situada al sur de Madrid (Aranjuez), con un marco de plantación de 7x7m, plantados en 2005. La recogida del fruto se realizó manualmente en el mismo momento para secano y regadío (en el mes de noviembre y principios de diciembre). El riego aplicado durante la campaña de 2018 ha sido de 1200 L·árbol⁻¹. Se determinó el índice de madurez, el contenido graso y de humedad de la aceituna, y se elaboró el aceite con Abencor, analizando los polifenoles totales y pigmentos.

Respecto a los resultados obtenidos, no se observan diferencias en el índice de madurez entre secano y regadío, pero sí entre variedades para el mismo tratamiento como Redondilla en regadío con 2,5 respecto a Cornicabra, Picudo y Hojiblanca (con 3,7 de media) y Hojiblanca en secano 2,3 respecto a Cornicabra con 3,9 ya que se cogieron en fechas diferentes.

El riego incrementó significativamente la humedad del en un 7,3% de media. También ha incrementado el contenido de aceite en masa seca en las variedades Changlot Real, Cornicabra y Hojiblanca se incrementó un 14, 17 y 19% respectivamente. Este aumento de aceite en masa seca se ve reflejado también en los resultados de masa fresca siguiendo el mismo patrón.

El contenido de polifenoles totales se ha reducido significativamente en dos variedades, Castellana y Picudo.

Respecto al contenido en clorofilas, carotenos y pigmentos totales todas las variedades, excepto la Cornicabra, tienen un contenido significativamente superior en secano que en regadío. El promedio de aumento de concentración de pigmentos totales en secano de un 51.9%.

Podemos concluir que la aplicación de riego aumenta la concentración de aceite en la aceituna en algunas variedades, entre ellas la Cornicabra, que es la más extendida en la Comunidad de Madrid, pero se ha de tener en cuenta que la aplicación de riego disminuye la concentración de componentes relacionados con la calidad del aceite como son los polifenoles y pigmentos.

POSTER 25

25.- Evaluación de la calidad de aceite de oliva y aceitunas mediante técnicas espectroscópicas UV-VIS-NIR

Natalia Hernández-Sánchez¹, Lourdes Lleó García¹, Belén Diezma Iglesias¹ y

Eva Cristina Correa Hernando¹

¹Laboratorio de Propiedades Físicas y Técnicas Avanzadas en Agroalimentación (LPF-TAGRALIA). Universidad Politécnica de Madrid.

[*n.hernandez@upm.es](mailto:n.hernandez@upm.es), lourdes.lleo@upm.es, belen.diezma@upm.es, evacristina.correa@upm.es.

Palabras clave: oxidación, antioxidantes, virgen extra, quimiometría

El grupo LPF-TAGRALIA ha desarrollado diversos estudios empleando técnicas espectroscópicas en las regiones ultravioleta (UV), visible (VIS) e infrarrojo cercano (NIR) para la evaluación no destructiva de la calidad de aceituna y del aceite de oliva.

La espectroscopia de fluorescencia en el rango UV-VIS ha demostrado su potencialidad en la caracterización de aceites, seguimiento de su evolución, monitorización de la oxidación inducida por calor y luz; y en la detección de adulteraciones. Esto se recoge en las revisiones de Sikorska et al. (2012) y Valli et al. (2016), así como en trabajos posteriores del grupo de investigación LPF-TAGRALIA (Lleó et al., 2015 y 2016; Hernández-Sánchez et al., 2016 y 2017; y Mishra et al., 2018).

Los trabajos del LPF-TAGRALIA se hicieron sobre muestras de aceite de oliva sin disolventes. Éstos han mostrado la viabilidad de la técnica para la discriminación entre grados de calidad y para la evaluación de los procesos de oxidación. Es posible la detección de la mayoría de los compuestos relacionados con dichos procesos, como clorofilas, antioxidantes y productos de oxidación primaria y secundaria.

El LPF-TAGRALIA diseñó y fabricó un prototipo propio para la adquisición sencilla y rápida de espectros de fluorescencia. Con este prototipo se ha conseguido modelar la región del espectro correspondiente a los productos de oxidación en muestras de AOVE identificadas oficialmente. El modelo obtenido se utilizó también para evaluar la evolución de muestras comerciales expuestas a iluminación indirecta (Hernández-Sánchez et al., 2017; Mishra et al., 2018).

El LPF-TAGRALIA ha desarrollado aplicaciones de imagen hiperespectral (HE) VIS-NIR aplicadas a la estimación de la madurez y la composición de la aceituna con el objetivo de establecer un procedimiento de clasificación rápida en línea (Mishra et al., 2017; Ghosh et al., 2015, Mishra et al., 2015; Lleó et al. 2011). Resultados contrastados en NIR constituyen la base para el desarrollo de estas aplicaciones (Salguero-Chaparro et al., 2013; Salguero-Chaparro y Peña-Rodríguez, 2014; Fernández-Espinosa, 2016; por el LPF-TAGRALIA en Hernández-Sánchez y Gómez-del Campo; 2018).

POSTER 26

26.- Evolución de la fracción de insaponificable polar del aceite de oliva virgen procedente de diferentes variedades durante la maduración. Utilización de éstos como descriptores químicos para diferenciar ambas variedades

Celia Portillo Benítez, Antonio Ramón Jiménez Romero, José María García Martos, Manuel León-Camacho*

Instituto de la Grasa (CSIC), Campus Universitario Pablo de Olavide. Sevilla.

[*mleon@ig.csic.es](mailto:mleon@ig.csic.es).

Palabras clave: esteroides, eritrodol, verdial, manzanilla, análisis multivariante

En España hay 262 variedades de olivo cultivadas. Esta diversidad es debida a las peculiaridades de las zonas productoras, 24 de ellas se consideran variedades principales, encontrándose la manzanilla y la verdial en este grupo. La maduración de las aceitunas comienza a partir del mes de octubre y se prolonga hasta enero, dependiendo entre otros factores de la edad del olivo, variedad, estado del árbol, técnica de cultivo, humedad y luz.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la maduración de las aceitunas correspondientes a las variedades verdial y manzanilla y su contenido en aceite, estudiando además la evolución de la fracción de esteroides y eritrodol a lo largo de la maduración. Finalmente, utilizar como descriptores químicos estos compuestos para diferenciar entre ambas variedades.

Para el presente estudio se efectuaron muestreos quincenales de septiembre a marzo en árboles de ambas variedades, plantados muy próximos y en la misma finca. Se realizó sobre las muestras obtenidas el índice de maduración, el contenido total de grasa y el rendimiento Abencor. Igualmente, se determinó el contenido en esteroides y eritrodol a partir del insaponificable por acoplamiento off-line HPLC-HRGC. El índice de maduración máximo calculado fue de 6.0 para la variedad verdial y 4.1 para la manzanilla.

El aumento del contenido total de aceite cuando el índice de maduración es 3.3 es superior en casi 3% en la variedad verdial aumentando hasta 6 puntos el rendimiento industrial en ese momento. La composición de esteroides, disminuye tanto porcentualmente como en contenido total en ambas variedades entre el final de octubre y principio de noviembre para luego aumentar hasta final de campaña; en la variedad verdial el valor mínimo observado está por debajo de 1000 ppm. El contenido en eritrodol tanto en porcentaje como en concentración disminuye a lo largo de la maduración para la variedad verdial, siendo en todo momento superior al 4.5%; por el contrario, permanece constante en la variedad manzanilla, no superándose el valor del 3.0%.

Del análisis de la varianza de la composición en campesterol, estigmasterol, β -sitosterol y eritrodol se deduce que existen diferencias significativas para ambas variedades. La aplicación de técnicas multivariantes, tales como el análisis de componentes principales y el análisis lineal discriminante sobre campesterol, estigmasterol, β -sitosterol y eritrodol ha permitido diferenciar ambas variedades, siendo excelentes descriptores químicos para una completa clasificación.

POSTER 27

27.- EVOOolution: Extra Virgin Olive Oil - Advanced Sorting Solution

Carlos de Miguel, Álvaro Soler, Félix Gómez y Alejandra Cabrera

* cdemiguel@multiscan.eu, asoler@multiscan.eu, fgomez@multiscan.eu, acabrera@multiscan.eu.

MULTISCAN TECHNOLOGIES. Pol. Ind. Els Algars. Cocentaina (Alicante).

Palabras clave: AOVE, almazara, visión óptica, calidad alimentaria, tecnología alimentaria.

La UE es el referente mundial indiscutible en el sector del aceite de oliva, responsable del 70% de la producción mundial. Para hacer frente a la competencia mundial el aceite de oliva producido en la UE debe ser un producto distinguido por su calidad superior y precio competitivo.

La demanda de Aceite de Oliva Virgen Extra (AOVE) está aumentando debido a las preocupaciones de los nuevos consumidores (alimentos saludables y ecológicos) y por la incorporación de nuevos países consumidores con altos ingresos (Estados Unidos, Australia, China, etc.).

Para alcanzar el aceite de máxima calidad, se deben utilizar aceitunas de alta calidad, pero con frecuencia las aceitunas defectuosas o no deseadas entran en la almazara. Defectos tales como aceituna helada, deshidratada, madura, dañada por insectos o cosechada en el suelo, por nombrar algunos, conducirán a degradar la calidad del aceite, es decir, los parámetros organolépticos y químicos (acidez libre, ésteres, aldehídos, alcoholes, cetonas, etc.) se verán afectados negativamente.

El precio de mercado también se reducirá. Por ello la clasificación de la aceituna por calidad y / o madurez en el área de recepción del molino se está convirtiendo en una necesidad en un sector que está cambiando hacia cultivos intensivos, cosecha mecánica y plantas de gran capacidad con plantas mejoradas.

A día de hoy, no hay soluciones en el mercado enfocadas a esta problemática. La compañía Multiscan Technologies, a través de su equipo de I+D, va a aprovechar su conocimiento en medios tecnológicos para la aceituna de mesa y desarrollar una solución que permita la clasificación de aceituna para la producción de aceite.

EVOOolution es la solución que consiste en un sistema de monitorización y selección óptica de aceituna de almazara, mediante la clasificación de cada aceituna por índice de madurez y por presencia o no de defecto, que garantiza la máxima calidad del aceite de oliva virgen extra elaborado.

POSTER 28

28.- Identificación y cuantificación de los polifenoles en aceitunas de mesa de las variedades Arbequina y Empeltre mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas

Rocío Moreno-González, M. Emilia Juan y Joana M. Planas

Departament de Bioquímica i Fisiologia and Institut de Recerca en Nutrició i Seguretat Alimentària (INSA-UB), Universitat de Barcelona (UB), Barcelona.

* rociomorenogonzalez@ub.edu; mejuan@ub.edu; jmplanas@ub.edu.

Palabras clave: hidroxitirosol, verbascósido, luteolina, tirosol, LC-ESI-MS/MS

Las aceitunas de mesa contienen un amplio abanico de polifenoles responsables de efectos protectores de la salud que se han asociado con una menor prevalencia de enfermedades crónicas. Las variedades Arbequina y Empeltre representan el 50% y el 8% del cultivo de *Olea europaea* L. en Cataluña, donde son ampliamente consumidas como aceitunas de mesa. Con el objetivo de identificar y cuantificar su contenido en polifenoles se ha desarrollado y validado un nuevo método de extracción con metanol:etanol (1:1; v/v) seguido por su análisis por LC-ESI-MS/MS. La separación cromatográfica se ha realizado con la columna Eclipse-XDB-C18 y elución en gradiente utilizando agua Milli-Q con ácido acético al 0,025% y acetonitrilo con acetona al 5% como eluyentes. La validación del método muestra ausencia de efecto matriz, correlaciones lineales ($R > 0,996$), recuperaciones superiores al 95%, alta sensibilidad, así como precisión y exactitud adecuadas ($RSD < 15\%$), todo ello en un análisis cromatográfico de sólo 9 min. El análisis de las aceitunas de mesa de las variedades Arbequina y Empeltre obtenidas en las campañas 2014/2015 y 2015/2016 y curadas en salmuera, ha permitido cuantificar 16 polifenoles, pertenecientes a los grupos de alcoholes fenólicos, ácidos fenólicos, flavonoides, secoiridoides y lignanos. En la variedad Arbequina se encontraron una mayor concentración de polifenoles al obtener $1043,8 \pm 29,5$ y $670,7 \pm 30,7$ mg/kg en las cosechas de 2014/2015 y 2015/2016, respectivamente, entre los cuales destacan el hidroxitirosol ($507,4 \pm 53,3$ mg/kg y $483,9 \pm 32,2$ mg/kg), la luteolina ($84,0 \pm 7,2$ mg/kg y $74,4 \pm 1,3$ mg/kg) y el verbascósido ($302,7 \pm 19,9$ mg/kg y $16,8 \pm 2,0$ mg/kg). Los polifenoles totales en las aceitunas Empeltre fueron $476,1 \pm 45,6$ y $828,2 \pm 50,8$ mg/kg en las cosechas de 2014/2015 y 2015/2016, respectivamente. En esta variedad también se encontró un contenido elevado de hidroxitirosol ($200,1 \pm 36,6$ mg/kg y $389,0 \pm 28,3$ mg/kg), luteolina ($71,3 \pm 0,2$ mg/kg y $75,1 \pm 5,9$ mg/kg) y verbascósido ($4,8 \pm 0,8$ mg/kg y $229,3 \pm 19,2$ mg/kg). Las concentraciones de polifenoles obtenidas permiten indicar que la ingesta diaria de 8 aceitunas de la variedad Arbequina o de 5 aceitunas de la variedad Empeltre, proporcionarían una cantidad de hidroxitirosol, tirosol y oleuropeína de 5 mg, que según la EFSA protege a los lípidos del estrés oxidativo (Reg. UE nº432/2012). Los resultados permiten afirmar que las aceitunas de mesa son una excelente fuente de compuestos bioactivos.

POSTER 29

29.- Influence of the ripening stage and crushing temperature on oleocanthal content of extra virgin olive oil

Lozano-Castellón, Julián^{1,2}; López-Yerena, Anallely¹; Vallverdú-Queralt, Anna^{1,2}; Ruiz-Martí, S.¹; Romero, Agustí³; Lamuela-Raventós, Rosa María^{1,2}; Ninot, Antònia^{*3}

¹Nutrition, Food Science and Gastronomy Department, XaRTA, Institute of Nutrition and Food Safety (INSA-UB), Pharmacy and Food Sciences School. University of Barcelona, Barcelona. Spain

²CIBER 06/003 Physiopathology of Obesity and Nutrition (CIBEROBN), Institute of Health Carlos III, Madrid. Spain.

³Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Programa Fruticultura. Subgrup d'Olivicultura i Elaiotècnia, Constantí, Spain.

[*antonia.ninot@irta.cat](mailto:antonia.ninot@irta.cat).

Keywords: Technology, Ripening, Temperature, Corbella, Phenolic compound.

Background and objectives:

Extra virgin olive oil (EVOO) is one of main healthful foods of the Mediterranean diet. Its consumption has been associated with a reduced incidence of chronic inflammatory diseases. A phenolic compound contained in EVOO, oleocanthal (OLC), shares perceptual and anti-inflammatory characteristics with ibuprofen. OLC is a ligstroside derivative produced during the extraction process of EVOO and its concentration depends on different agrological and technical factors, such as the ripening stage and temperature of crushing. The aim of this work was to evaluate the impact of these factors on OLC concentration of EVOO.

Methodology:

Three degrees of ripeness (IM = 0.3; IM = 1.2; IM = 3.2) and three crushing temperatures (10, 18 and 25 °C) were evaluated separately in order to improve the OLC concentration of EVOO from 'Corbella' variety. The OLC was extracted from EVOO by a liquid-liquid extraction, using hexane and methanol. It was analyzed by ultra high performance liquid chromatography-electrospray ionization triple quadrupole mass spectrometry (UHPLC-ESI-QqQ).

Results and conclusions:

An early ripening stage and a high crushing temperature produce EVOO with higher OLC concentration (58±4 mgOLC/kgEVOO and 46±7 mgOLC/kgEVOO, respectively). Possibly due to that higher temperature affects positively the β-glucosidases activity, so more ligstroside was transformed to OLC. On the contrary, there can be an increase of the hydrolytic enzymes (esterase) with the maturation, which led to a decrease on the OLC content due to its degradation.

POSTER 30

30.- Influencia de la estrategia de riego sobre parámetros de calidad de aceites de oliva monovarietales en sistema superintensivo.

Concepción Miguel^{1,5}, Juan Manuel Pérez^{2,5}, Manuel Martínez^{3,5}, Daniel Martín-Vertedor^{4,5}, M^a del Henar Prieto^{2,5}.

¹Dpto. Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Avda. Adolfo Suárez s/n. Badajoz 06007. España. cdemigue@unex.es. ²CICYTEX- La Orden. Junta de Extremadura. Autovía A-5.P.K. 372, Guadajira, Badajoz 06187. España. ³Dpto. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Avda. Adolfo Suárez s/n. Badajoz 06007.España. ⁴Instituto Tecnológico Agroalimentario. CICYTEX-INTAEX. Junta de Extremadura. Avda. Adolfo Suárez s/n. Badajoz 06007. España. ⁵Instituto de Investigación de Recursos de la Agricultura (INURA), Avda. de la Investigación s/n. Badajoz 06007. España.

Keywords: “Arbosana”, “Oliana”, Fenoles totales, Estabilidad oxidativa, Análisis sensorial.

El cultivo del olivar en seto tiene algunas características especialmente atractivas, como son la rápida entrada en producción, las altas producciones y la facilidad de mecanización. Sin embargo, existen pocas variedades adaptadas a estas altas densidades de plantación y el propio sistema de cultivo tiende a homogeneizar las condiciones de producción. Ambos aspectos tienen como resultado una gama de aceites mucho más reducida en comparación con los olivares tradicionales e intensivos. Por otra parte, está demostrado que la estrategia de riego adoptada afecta a las características finales de los aceites, de forma que un estrés hídrico controlado puede mejorar algunas de las características de los mismos. El objetivo de este trabajo es estudiar la influencia de la estrategia de riego deficitario controlado sobre la calidad de los aceites de oliva elaborados a partir de los cultivares ‘Arbosana’ y ‘Oliana’ en un olivar en seto.

El estudio se llevó a cabo durante 2 años (2016-2017) en un olivar superintensivo del Centro de Investigación Finca “La Orden” perteneciente al CICYTEX” con una densidad de plantación de 1975 olivos/ha (1,35m x 3,75m) y localizada en la comarca oleícola “Vegas del Guadiana” (38°51’N, 6°40’O) con una altitud de 200 m sobre el nivel del mar. Se ensayaron dos tratamientos de riego: Control, regado de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo y RDC, estrategia de Riego Deficitario Controlado ligero y en cada tratamiento dos cultivares: ‘Arbosana’ y ‘Oliana’, en un diseño de parcela dividida con 4 repeticiones (en 4 bloques). Cada bloque constaba de 3 filas adyacentes de 6 árboles tomándose las muestras sobre los 4 árboles centrales. El muestreo se realizó en cada parcela elemental de forma completamente aleatoria siendo un total de 32 muestras de aceitunas (4 bloques x 2 tratamientos de riego x 2 variedades x 2 campañas). De los aceites extraídos se analizaron los parámetros de calidad: fenoles totales, estabilidad oxidativa y análisis sensorial.

El análisis estadístico de los resultados indica que el Riego Deficitario Controlado únicamente ha afectado significativamente al contenido de fenoles totales en los aceites del cultivar “Oliana”. Así, esta estrategia de riego aumentó significativamente el contenido de estos compuestos frente al encontrado en los aceites obtenidos del cultivar regado de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo.

POSTER 31

31.- The influence of the extraction process on oleocanthal content of extra virgin olive oil

López-Yerena, Anallely¹; Lozano-Castellón, Julián^{1,2}; Vallverdú-Queralt, Anna^{1,2}; Escribano-Ferrer, Elvira^{2,3}; Romero, Agustí⁴; Lamuela-Raventós, Rosa María^{1,2}; Ninot, Antònia⁴.

¹Nutrition, Food Science and Gastronomy Department, XaRTA, Institute of Nutrition and Food Safety (INSA-UB), Pharmacy and Food Sciences School. University of Barcelona, Barcelona. Spain.

²CIBER Physiopathology of Obesity and Nutrition (CIBEROBN), Institute of Health Carlos III, Madrid. Spain.

³Department of Pharmacy and Pharmaceutical Technology and Physical Chemistry, Biopharmaceutics and Pharmacokinetics Unit, Institute of Nanoscience and Nanotechnology (IN2UB), Pharmacy and Food Sciences School. University of Barcelona, Barcelona, Spain.

⁴Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Programa Fruticultura. Subgrup d'Olivicultura i Elaiotècnia, Constantí, Spain.

*antonia.ninot@irta.cat.

Keywords: Technology, Malaxation, Temperature, Corbella, Phenolic compounds,

Background and objectives:

During mechanical extraction of extra virgin olive oil (EVOO), hydrolysis reactions take place due to the activity of endogenous β -glucosidases, mainly during the crushing and the malaxation steps. The aim of the work was to determine the effect of the crushing size, temperature and time of malaxation on oleocanthal (OLC) content in EVOO.

Methodology:

The EVOO extraction was a factorial model of three factors: malaxation time (30 and 60 min), malaxation temperature (27, 32, 37 °C) and crushing size (4 and 6 mm) using unripe olive fruits of 'Corbella' cultivar. The OLC was extracted by a liquid-liquid extraction, using hexane and methanol and analyzed by ultra high performance liquid chromatography-electrospray ionization triple quadrupole mass spectrometry UHPLC-ESI-QqQ. The mobile phase consisted of 0.1% formic acid in water (solvent A) and 0.1% formic acid in methanol (solvent B).

Results and conclusions:

The highest amounts of OLC were found in the EVOO produced by malaxation during 60 min at 37 °C and 6 mm of crushing size (129.7 ± 12.2 mg/kg). On the contrary, the lowest recovery was found at 27 °C during 30 min and 4 mm of crushing size, decreasing to 72 %. The temperature was the most important factor affecting OLC content. A positive relationship between OLC content and malaxation temperature was obtained, possibly due to the release of phenolic compounds from the cell wall.