



Diversas iniciativas tratan de aportar soluciones tecnológicas a las demandas del sector oleícola.

Clasificación de ACEITUNA antes de molturación: existen soluciones técnicas avanzadas

La tecnología de visión ayuda a resolver uno de los principales retos a los que se enfrenta el sector del aceite de oliva

Belén Diezma y Eva Cristina Correa. Investigadoras responsables del Grupo de Investigación LPF-TAGRALIA. Universidad Politécnica de Madrid.

A lo largo de los últimos años están surgiendo iniciativas que tratan de aportar soluciones tecnológicas a las demandas del sector del aceite de oliva. En este contexto se enmarca el proyecto de investigación e innovación liderado por la empresa Multiscan Technologies en colaboración con el grupo de investigación LPF-TAGRALIA de la Universidad Politécnica de Madrid y la almazara La Pontezuela. Multiscan Technologies (<http://www.multiscan.eu/>) es una empresa dedicada al desarrollo, fabricación y

venta de sistemas de visión artificial destinados a la industria agroalimentaria. En la actualidad, en los procesos de producción de aceitunas de mesa, se incluyen sistemas de clasificación fruto a fruto; siendo la tecnología de visión la única que ha dado respuesta a los altos requerimientos de esta industria (hasta 30 t/h), clasificando según el color, el tamaño y los defectos presentes en la superficie de los frutos. En el mercado nacional el nivel de penetración de equipos de visión de Multiscan en la industria

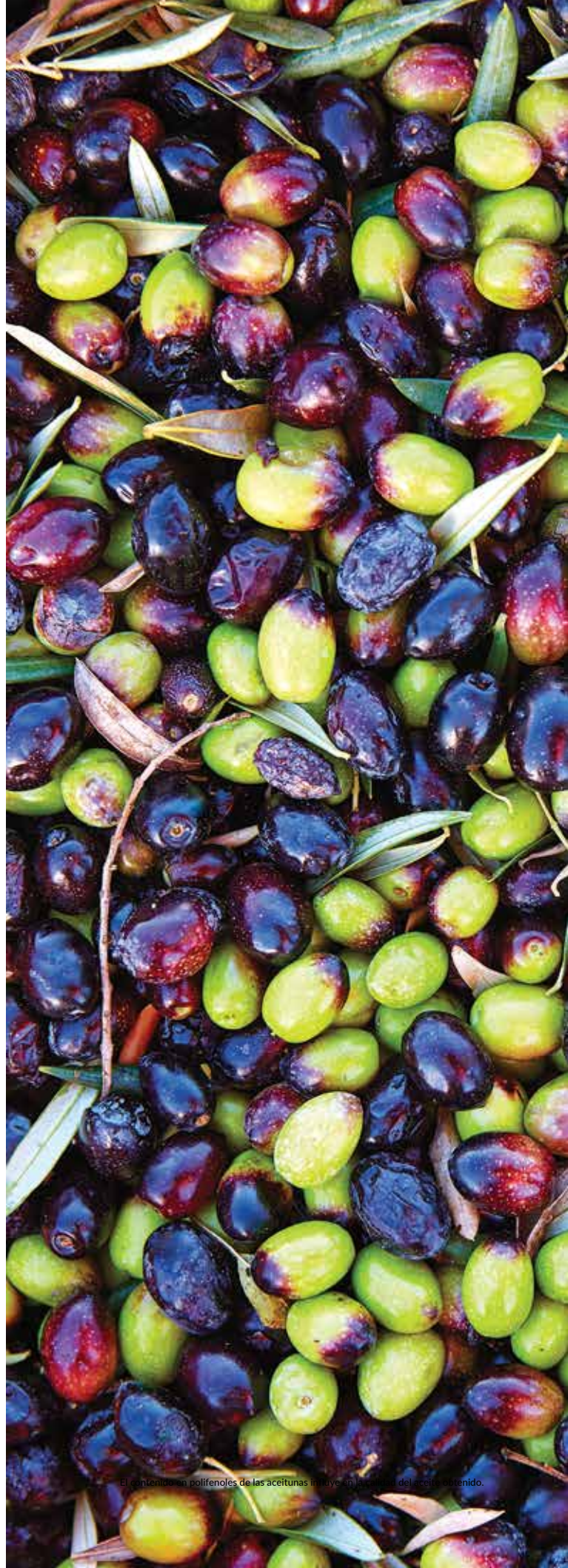
de aceituna de mesa es prácticamente total. La Pontezuela es una empresa familiar ubicada en la Comarca de Montes de Toledo y dedicada a la producción y comercialización de Aceite de Oliva Virgen Extra (AOVE) de las variedades Picual y Cornicabra, con inquietud de incorporar tecnologías e innovaciones a sus procesos productivos para consolidarse como productora de AOVE's de alta calidad. El consorcio se completa con el grupo de investigación LPF-TAGRALIA, que contribuye a este proyecto con experiencia en la implementación de sistemas de visión y espectroscópicos y en el desarrollo de algoritmos de análisis de imagen para la evaluación de la calidad de productos agroalimentarios.

“La calidad potencial del aceite depende del fruto”

La calidad del aceite se puede expresar en términos de calidad “potencial” (en el fruto) y calidad “real” (en el aceite). Se puede decir que la calidad “potencial” es función del contenido en polifenoles, del porcentaje lipídico o contenido graso, de la humedad y del estado de madurez de los frutos, y complementariamente de la integridad y el estado sanitario (1).

Uno de los problemas tecnológicos que es necesario resolver para optimizar la calidad y vida útil de los AOVE's es la clasificación del producto antes de la extracción. Se ha comprobado que la presencia variable de aceitunas con diferente nivel de maduración y de defectos, tanto bióticos como abióticos, condiciona el rendimiento del proceso de extracción y afecta a los factores de calidad y vida útil del aceite obtenido.

Sin embargo, hasta el momento los productores no disponen de equipos, necesariamente de tecnología avanzada, que les permitan efectuar dichas operaciones de clasificación sin comprometer la capacidad de trabajo de los procesos en almazara.





PRUEBA PILOTO EN LA ALMAZARA

Los trabajos conjuntos se iniciaron en la campaña 2015-2016 con el objetivo de desarrollar un sistema eficaz, capaz de seleccionar y clasificar la aceituna en función de su calidad potencial antes de molturación.

En el patio de la almazara La Pontezuela se integró en la línea de recepción, tras la lavadora-limpiadora una máquina de clasificación modelo Multiscan Technologies S30B.

La Multiscan S30B está diseñada para trabajar integrada en la línea de entrada de aceituna (se escanea la totalidad de la aceituna procesada); en nuestro caso se instaló a pie de línea de entrada (haciendo un muestreo representativo de cada lote, Figura 1). Se facilita así la toma de muestras de las aceitunas clasificadas por el equipo con el fin de realizar en laboratorio determinaciones complementarias de referencia, tanto en aceituna como en aceite.

a)



b)



Figura 1. MultiscanS30B a pie de la línea de recepción en la almazara La Pontezuela (izquierda) (a). Detalle de las 3 salidas de la línea con las categorías de color establecidas (izq.: negras, centro: moradas, dcha.: verdes) (b).

Durante toda la campaña se distribuyeron 20 días de ensayo, desde el 5 de noviembre de 2015 hasta el 17 de febrero de 2016, abarcando toda la variabilidad de madurez y con representación de 3 variedades: Cornicabra, Picual y Arbequina.

La máquina se ajustó para clasificar en tres categorías de color, verdes-enveradas, moradas y negras, e identificar los defectos de mayor incidencia: arrugado, picado de mosca y golpes.

RESULTADOS DIRECTOS EN ALMAZARA

A modo de ejemplo en la Figura 2 se muestra la distribución de aceitunas de la variedad Cornicabra en las categorías de color definidas en el equipo S30B a lo largo de toda la campaña. Si bien se observa que la categoría de color 'verdes-enveradas' desaparece prácticamente a partir de principios de diciembre y se constata el predominio de la categoría 'negra' a partir de esta fecha, existe una gran variabilidad que puede relacionarse con la finca de procedencia, entre otros factores (Figura 3).

Por tanto, el resultado inmediato de la implementación de la S30B en el patio de La Pontezuela es permitir un conocimiento exhaustivo de cada partida, en términos de porcentajes de cada categoría de color y de los niveles de defectos presentes. Esta información ha sido rápidamente integrada por un lado en los sistemas de trazabilidad de la almazara a efectos de mejorar la evaluación respecto a prácticas culturales, proveedores, etc., y por otro, en la toma de decisiones en el proceso productivo de molienda, extracción, manejo de depósitos, etc.

Además, se puede implementar un manejo independiente de cada una de las salidas de color y/o defectos y un procesado diferencial por categoría de productos (Figura 4). Esta opción implica ciertas modificaciones, sencillas, en las líneas de trasiego en la zona de recepción de la almazara.

Se ha constatado que la selección de la aceituna, eliminando defectos permite una mejora de la calidad del aceite obtenido, en términos de disminución del índice de peróxidos, de la acidez libre y especialmente en el aumento del contenido de polifenoles. En la campaña estudiada se ha registrado un aumento medio de polifenoles en las muestras sin defectos respecto a las muestras con defectos de 150 mg/kg en la variedad Cornicabra. Resultados documentados por investigaciones anteriores (1, 2).



Figura 2. Un ejemplo de lotes de aceitunas de la variedad Cornicabra conformados según la clasificación del equipo Multiscan S30B basado en el color de los frutos: 'verdes-enveradas,' 'moradas' y 'negras'. En la bandeja se presentan algunos frutos de la salida de aceitunas con defectos (magulladuras, picados, etc.)

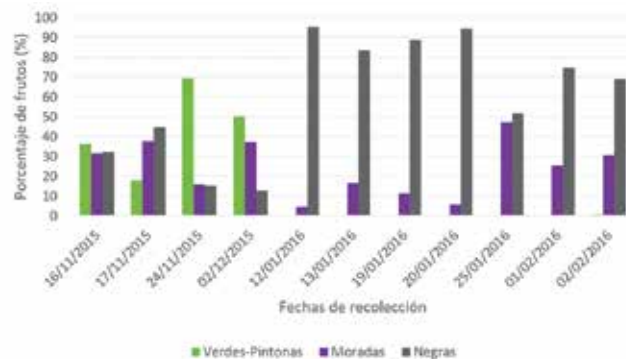


Figura 3. Porcentaje de aceitunas por categoría de color según la clasificación de la máquina S30B a lo largo de toda la campaña para la variedad Cornicabra

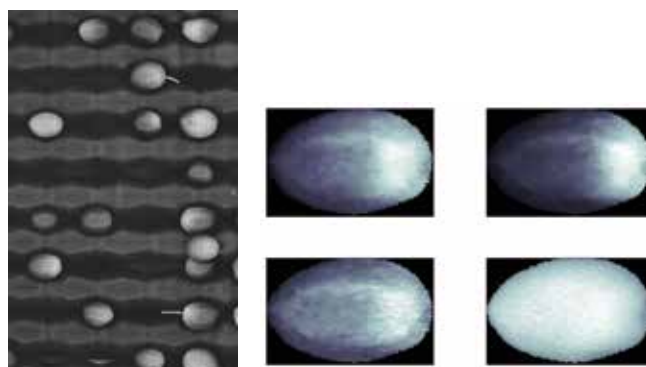


Figura 4. Imágenes RGB/IR en dinámico e individualización de frutos para aplicación de algoritmos de clasificación.

RESULTADOS COMPLEMENTARIOS

Una de las determinaciones complementarias realizadas off-line en laboratorio, fue la toma de imágenes sobre aceitunas de las diferentes categorías generadas por la Multiscan S30B con dos sistemas de visión hiperespectral, abarcando en conjunto el rango de 400 a 2.500 nm.

Los sistemas de visión hiperespectral son el resultado de la combinación de la espectroscopia y los sistemas de imagen. El resultado es un conjunto de planos (siempre más de 20 y normalmente más de 100), cada uno de ellos representando la intensidad de cada píxel a una determinada longitud de onda.

Dicho de otro modo, de cada píxel se tiene un espectro continuo completo en el rango VIS o NIR.

El análisis de las imágenes hiperespectrales en el rango VIS corrobora la correcta clasificación llevada a cabo por el equipo de visión de la línea S30B (Figura 5).

“ El diferente nivel de maduración de las aceitunas afecta a la calidad del aceite ”

Por otro lado, el análisis de las imágenes en el



El equipo permite conocer cada partida en términos de porcentajes de cada categoría de color.

rango del NIR ha permitido generar modelos de estimación del contenido graso de las aceitunas con una correlación con las medidas de referencia superior a 0,9. Estos modelos, basados

en unas pocas longitudes de onda, permiten proponer las especificaciones necesarias para un futuro equipo de visión capaz de estimar contenido graso.

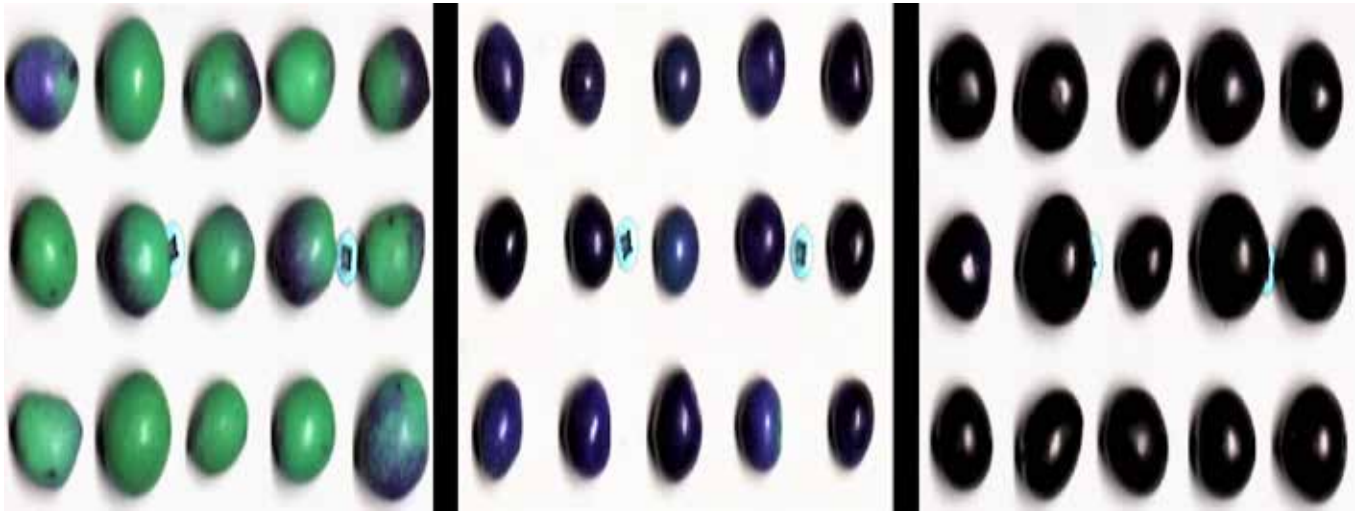


Figura 5. Imágenes hiperespectrales de los frutos (rango VIS) en falso color pixel a pixel: ejemplos de aceitunas verdes y pintonas (o enveradas), moradas y negras (de izquierda a derecha).

“ El objetivo es clasificar la aceituna en función de su calidad potencial ”



Un número significativo de almazaras buscan producir aceites de calidad con estándares de excelencia.



En el sector nacional se constata la alta capacidad de innovación de un número significativo de almazaras.

PERSPECTIVAS

En el sector nacional se constata la alta capacidad de innovación de un número significativo de almazaras cuyo objetivo comercial es la producción de aceites de calidad con estándares de excelencia, monovarietales o no, con posibilidad de procesar por lotes, que estarían interesadas en incorporar métodos de estimación de la calidad potencial de AOVE a partir de la categorización de la aceituna recién recolectada atendiendo a criterios como la ausencia de defectos, el estado de madurez o el porcentaje de grasa.

La información sobre el contenido graso y de agua es de interés en cualquier almazara, al ser estos algunos de los factores fundamentales que condicionan los parámetros de control del molturado y de la extracción. De lo que puede

deducirse que el mercado potencial de estos equipos es muy elevado, a nivel nacional e internacional. Sólo en España hay más de 1.500 almazaras, que con la adopción de este desarrollo tecnológico verían incrementada su ventaja competitiva en el mercado internacional de AOVE's de alta calidad.

“ La máquina clasifica tres categorías de color: verdes-enveradas, moradas y negras ”

La sostenibilidad medioambiental está asimismo contemplada en estas prácticas industriales en relación con la optimización del uso de las distintas fracciones resultantes de los sistemas de clasificación, para la elaboración de diferentes calidades de aceites maximizando el interés

económico de la almazara y mejorando la eficiencia en la utilización de las materias primas. Ello supone un valor añadido potencial al sector.

“ También identifica defectos: arrugado, picado de mosca y golpes ”

AGRADECIMIENTOS

Este artículo, enmarcado en una línea de trabajo del grupo de investigación LPF-TAGRALIA en torno a la evaluación de aceituna y aceite

(3-7), es un breve resumen de los resultados obtenidos a partir de los trabajos realizados por los siguientes miembros del grupo (por orden alfabético): Pilar Barreiro, Eva Cristina Correa, Belén Diezma, Canela García, Natalia Hernández, Margarita Ruiz-Altisent.

Se agradece a la empresa Multiscan Technologies la financiación de este proyecto y a la almazara La Pontezuela el uso y acceso de sus instalaciones. Se agradece al centro de investigación IRSTEA-Montpellier posibilitar el empleo de sus equipos de visión. ■

“ El mercado potencial de estos equipos es muy elevado ”

Referencias

((1) Kalua C.M., et al. (2013). *Flavour quality critical production steps from fruit to extra-virgin olive oil at consumption*. *Food Research International* 54, 2095-2103

(2) Torbati, M., et al. (2014). *Effect of fungal species involved in the olive fruit rot on the qualitative properties of olive oil*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 47, 292-297.

(3) Riquelme Torres, María Teresa; Barreiro Elorza, Pilar; Ruiz-Altisent, Margarita; Barreiro Elorza, Pilar y Valero Ubierna, Constantino (2008). *Olive classification according to external damage using image analysis*. *Journal of Food Engineering*, v. 87 (n. 3); pp. 371-379. ISSN 0260-8774. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.12.018>.

(4) Hernández Sánchez, Natalia; Barreiro Elorza, Pilar; León, Lorenzo y Gracia, Aurelio (2009). *Aplicación de la Metabonomía a la caracterización metabólica de cultivares de olivo en un programa de mejora genética*. En: "V Congre-

so Nacional y II Congreso Ibérico Agroingeniería 2009", 28/09/2009 - 30/09/2009, Lugo, España. ISBN 978-84-692-5560-5.

(5) Hernández Sánchez, Natalia; Lleó García, Lourdes; Cuadrado Domínguez, Teresa y Ruiz-Altisent, Margarita (2014). *HR Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy for Authentication of Olive Oil Quality*. En: "International Conference of Agricultural Engineering - AgEng 2014 Zurich", 06/07/2014 - 10/07/2014, Zurich, Suiza. pp. 1-6.

(6) Lourdes Lleó García; Natalia Hernández Sánchez; Faten Ammari; Jean Michel Roger. 2016. *3D front-face fluorescence spectroscopy for characterization of olive oil*. *CIGR Journal*. 18 - 4, pp. 190 - 199. 12/2016. ISSN 1682-1130

(7) Hernández-Sánchez, N., Lleó, L., Ammari, F., Cuadrado, T.R. & Roger, J.M. (2017). *Fast fluorescence spectroscopy methodology to monitor the evolution of extra virgin olive oils under illumination*. *Food Bioprocess Technol*. doi:10.1007/s11947-017-1866-7. <http://rdcu.be/o2Wr>