

Viabilidad del almacenamiento de aceitunas de cultivo en seto cosechadas mecánicamente

Carlos Weiland^a, Khaled Youssi^a, María del Carmen Martínez^b, José María García^b

^aDpto. Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Huelva. Carretera de Palos de la Frontera, s/n, 21819 La Rábida (Huelva), España

^bDpto. Fisiología y Tecnología de Productos Vegetales. Instituto de la Grasa (CSIC). Avda. Padre García Tejero 4, 41012, Sevilla, España

RESUMEN

El auge experimentado en los últimos años por el cultivo superintensivo o en seto de la aceituna (*Olea europaea* L. cv. 'Arbequina') supone un auténtico reto para la industria olivarera. La mecanización de la cosecha, la disminución de la "vejería" y el aumento de la producción han sido los factores determinantes de este éxito creciente. Sin embargo, este aumento de producción, unido a la mayor rapidez de cosecha, determinan que las almazaras no puedan afrontar el procesado de la aceituna, con la celeridad requerida, para evitar el deterioro del fruto, que conlleva una apreciable pérdida de calidad del aceite virgen que se extraerá de éste. Para evitar esta situación las almazaras tienen dos caminos, o bien aumentar su capacidad de procesamiento, adquiriendo más maquinaria, o evitar el deterioro del fruto mediante su conservación en frío. En el presente trabajo se ha comparado el almacenamiento a 3°C de aceituna de cultivo en seto recogida a mano o con vendimiadora adaptada al olivo. Los resultados han puesto de manifiesto que la recogida mecanizada induce daños en el fruto, que lo hacen muy sensible a la podredumbre, aunque favorecía la extracción física de su aceite. La refrigeración del fruto permitió conservar la calidad inicial de los aceites (categoría 'Extra') por un máximo de 10 días en el cosechado con máquina y de un mínimo de 21 días para el cosechado a mano. Este periodo podría ser suficiente para absorber el excedente de producción.

Palabras clave: *Acidez, calidad sensorial, cultivo superintensivo estabilidad, índice de peróxidos, Olea europaea, rendimiento 'Abencor'.*

INTRODUCCIÓN

La industria olivarera se ha visto siempre condicionada por el elevado coste que supone la cosecha de la aceituna, evaluada en alrededor de un 60% del coste total de la producción de aceite de oliva virgen (AOV). Ello hace que el AOV no pueda competir en precio con otros aceites vegetales, cuya cosecha mecanizada es mucho más fácil, rápida y barata (Acosta, 2006). La recolección mecánica del olivo no es todavía una práctica común. Los árboles de más de 20 años de antigüedad, base de la olivicultura tradicional, son demasiado altos y voluminosos y no están adecuadamente estructurados para aplicar dicha técnica, presentando habitualmente 3 troncos por árbol y una densidad media de 60-70 árboles/ha (Navarro y

Parra, 2004). A partir de la década de los 70 se fue aumentando la densidad del cultivo hasta una media entre 200 y 400 árboles/ha (olivar intensivo), utilizándose ya un solo tronco por árbol, pretendiéndose un aumento de la producción y facilitar la utilización de los vibradores mecánicos para realizar la recolección (De la Rosa et al. 2007). A medida que la producción de aceite de oliva va extendiéndose alrededor del mundo, por Argentina, Australia, Chile, China o Estados Unidos, las nuevas plantaciones se vienen planificando de manera que faciliten la recolección mecánica del fruto. Dentro de los próximos diez años, la mayoría de los nuevos olivares exhibirán el tamaño y la forma adecuados para este tipo de cosecha (Ferguson, 2006).

En la última década del siglo pasado se inició en España la explotación mediante un nuevo sistema de cultivo, que contemplaba el uso de una densidad > 1000 árboles/ha. Después de tres años los olivos plantados bajo esta disposición formarán un seto en cada una de las filas del cultivo, es por ello que este tipo de plantación se denomina "en seto" o "superintensiva" (Pastor et al. 2005; Gómez del Campo et al. 2009). Este sistema permite la recolección mecanizada mediante el uso de las "cabalgadoras", que se emplean en los viñedos, abaratando sustancialmente el coste de la cosecha (Sibbet y Fergusson, 2005). En este sentido, por su bajo vigor, rápida entrada en producción, elevado rendimiento de aceite, reconocida calidad sensorial, flexibilidad de sus ramas y fácil desprendimiento de frutos el cultivar 'Arbequina' es el que mejor se ha adaptado al cultivo en seto y a la recogida mecanizada.

El aceite virgen procedente de la variedad 'Arbequina' ha alcanzado una amplia aceptación en los mercados internacionales debido a su calidad sensorial, resultando por su suavidad muy agradable para los paladares acostumbrados a los aceites refinados de otros vegetales. Sin embargo, una excesiva madurez determina una reducción de los aromas y componentes fenólicos, que le confieren su apreciado flavor. Además, el aceite de esta variedad, que exhibe una baja estabilidad ante la oxidación en comparación con los de otras variedades, ve también reducido sensiblemente ésta a consecuencia de la

maduración (Morello et al., 2004). Todo esto obliga a que la aceituna 'Arbequina' deba de ser cosechada de manera prematura y durante el periodo más breve posible (Romero et al., 2002). Como el cultivo en seto supone alcanzar una producción media que multiplica por 4 la del cultivo tradicional en secano y como su utilización se va extendiendo progresivamente, es previsible que la industria almazarera se encuentre con una producción, que pueda superar su capacidad de procesamiento. Faltando, por lo general, en las almazaras una infraestructura adecuada para la conservación del fruto pendiente de procesado, éste sufre una rápida degradación, primero mecánica, al verse aplastados por su propio peso, y luego biológica, ya que los microorganismos proliferan muy rápidamente en este conjunto degradado (García y Yousfi, 2006). Vichi et al. (2009) observaron como el aceite procedente de aceitunas 'Arbequina' almacenadas a temperatura de laboratorio ($17\pm 2^{\circ}\text{C}$) durante sólo 5 días había sufrido un desarrollo apreciable de atributos sensoriales negativos, como avinado, atrojado y mohoso, que lo inhabilitaban para su comercialización con la categoría extra, constatándose así la exigua vida útil que exhibe este fruto conservado a temperatura ambiente.

Una alternativa al aumento de maquinaria extractora podría consistir en el desarrollo de un sistema que permita la conservación de la integridad del fruto antes de su procesamiento y que al mismo tiempo consiga ralentizar el progreso de su maduración, para así mantener la calidad inicial del aceite virgen que se extraiga del mismo. La frigoconservación, aparte de requerir equipos menos especializados que la molturación, es mucho más versátil, es susceptible de ser utilizada para otros fines distintos a los de la elaiotecnía y es más asequible por arrendamiento que la capacidad de molturación, especialmente durante la campaña olivarera en la que la mayoría de las almazaras trabajan a pleno rendimiento. Por otra parte, el desarrollo de esta técnica impone la "paletización" obligatoria de este fruto, es decir, exige al industrial a tratarlo como a cualquier otro, cuando se quiere obtener un producto de calidad. La "paletización" conlleva limpieza, orden, racionalidad, evita mezclas innecesarias, optimiza la capacidad de almacenamiento y conduce a una mejora de calidad, permitiendo, además, ampliar la trazabilidad del aceite más allá del momento de su almacenamiento en los depósitos de la almazara, pues, permitiría procesar por separado las aportaciones de los distintos agricultores, que podrían ser remuneradas no sólo en función de su rendimiento, sino también por su calidad. La ampliación del periodo de procesado del fruto que permitiría la frigoconservación, repercutiría en una mejor amortización de la maquinaria disponible y evitaría la necesidad de prolongar la jornada laboral

con diversos turnos de trabajo. Un estudio de la evolución de la incidencia de las pérdidas poscosecha registradas en aceitunas de molino 'Picual', almacenadas a temperaturas crecientes de conservación, puso de manifiesto que a 5°C se registraban menos de la mitad de pérdidas que a 8°C y unas ocho veces menos que a 12°C (García et al., 1996a). La conservación del fruto a 5°C retrasó el aumento de todos los parámetros que se utilizan para evaluar la categoría comercial de los AOV (acidez, absorbancia ultravioleta, índice de peróxidos y calidad sensorial) hasta 45 días después del inicio de la conservación, manteniendo su valor dentro del margen admitido para el aceite de oliva virgen de calidad "Extra". Posteriormente, García et al. (1996b) y Canet y García (1999) demostraron la viabilidad del almacenamiento refrigerado (5°C) a escala industrial de las aceitunas 'Blanqueta' y 'Villalonga'. Más recientemente, Kalua et al., (2008) trabajando con 'Frantoio' y Ben Youssef et al., (2012) con 'Chemlalli' y 'Chetoui' comprobaron que la refrigeración a $4-5^{\circ}\text{C}$ permitía prolongar la vida útil del fruto antes de su procesado.

Son muy escasos en cambio, los trabajos en los que se ha estudiado la conservación de aceituna cosechada mecánicamente. Entre éstos, cabe destacar el de Dag et al., (2012) que encontraron una variabilidad de respuesta al almacenamiento a 4°C según la variedad empleada. Mientras que las aceitunas 'Barnea', cosechadas mecánicamente, sólo podían ser conservadas por un periodo de 15 días antes de que su aceite exhibiera una acidez superior al límite establecido para la categoría "Extra", los frutos de las variedades 'Picual' y 'Koroneiki' ofrecieron un aceite dentro de la categoría "Extra" por un periodo de conservación mínimo de 23 días. Finalmente, nuestro equipo de trabajo ha estudiado el efecto del tipo de recogida, mano o cabalgadora, sobre la producción y calidad del aceite extraído de aceitunas 'Arbequina' cultivadas en seto, demostrándose que la cosecha mecánica permitía un mejor rendimiento en la extracción de aceite, pero la demora de su procesado determinaba un rápido deterioro de todos sus parámetros de calidad (Yousfi et al., 2012). En el presente trabajo se exponen los resultados derivados de la frigo-conservación a 3°C de estas aceitunas, para constatar hasta qué punto este tratamiento post-cosecha podría servir de alternativa al incremento de la capacidad de procesado.

METODOLOGÍA

Aceitunas (*Olea europaea* L. cv. 'Arbequina'), procedentes de un cultivo en seto (1667 árboles/ha) de 4 años, en la localidad de Utrera (Sevilla), fueron cosechadas a mano aleatoriamente de un total de 100 árboles distribuidos en 4 setos y colocadas al azar en 4 cajas perforadas de plástico con capacidad

para 20 kg de fruto. A continuación, se procedió a la cosecha mecánica del resto de las aceitunas de estos 100 árboles, utilizando una cosechadora cabalgadora de uva adaptada al olivo VX680 (New Holland España, Madrid, España). Igualmente, 80 kg del fruto cosechado mecánicamente fue aleatoriamente distribuido en otras 4 cajas de 20 kg. Todas las aceitunas fueron transportadas el mismo día de la cosecha al Instituto de la Grasa (Sevilla), en donde fueron colocadas en una cámara refrigerada a 3°C. Antes, de cada caja se tomó una muestra de 1 kg de aceitunas, de las que se tomaron muestras de 200 aceitunas sanas, para el seguimiento de la incidencia de podredumbre y de las pérdidas de peso durante todo el almacenamiento, para lo que se distribuyeron en 2 barquetas plásticas perforadas, que se almacenaron en la cámara de conservación. Con ello, tanto la podredumbre como el peso de la muestra se controlaron con 8 replicados. El resto de las aceitunas de la muestra de 1 kg fue procesado para evaluar el aceite inicial de cada caja. Además, se tomaron muestras de 1 kg de cada caja tras 4, 7, 10, 14 y 21 días de conservación, a menos que el aceite dejara de ofrecer un AOV de calidad "Extra", en cuyo caso se interrumpía el periodo de conservación.

En cada toma de muestra se molieron, independientemente, muestras de aceituna procedentes de cada caja almacenada, procediéndose a su extracción física mediante el analizador de rendimientos 'Abencor' (Martínez et al., 1975), realizándose 4 replicados de muestras de aceite por tratamiento. El aceite, una vez decantado, se hacía pasar por papel de filtro y se almacenaba en atmósfera de nitrógeno a -20°C, hasta su análisis.

Se analizaron los parámetros legalmente establecidos para determinar la categoría de calidad de los aceites vírgenes obtenidos de la forma establecida en la normativa vigente (acidez, índice de peróxidos y absorbancias en la región ultravioleta) en todos los aceites extraídos (Reglamento CEE/2568/91, Anexo 2). El análisis sensorial se realizó por un panel formado por 6 catadores seleccionados y entrenados en la evaluación de calidad de aceites de oliva vírgenes. Los catadores evaluaron la calidad absoluta del aceite de oliva virgen, usando una escala estructurada de 9 puntos (de "1", calidad pésima, a "9", calidad óptima), la simple percepción de un atributo negativo impropio de un aceite de oliva virgen, determinaba una puntuación inferior a 6.5, valor límite para la categoría comercial de superior calidad "Extra". La estabilidad oxidativa se evaluó mediante el método Rancimat (Laubli y Bruttel, 1986). La fracción fenólica fue aislada por extracción en fase sólida y analizada por HPLC de fase reversa, usando un detector UV, según el método de Mateos et al. (2001).

A los resultados obtenidos se les realizó el análisis de la varianza de cada variable por randomización completa de datos independientemente en cada toma de muestras. Cuando el análisis mostró un efecto significativo ($P \leq 0.05$) debido a los distintos tratamientos, se compararon sus valores medios determinando la diferencia mínima significativa ($P \leq 0.05$) mediante el test de Rango Múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cosecha mecanizada indujo un rápido progreso de la incidencia de podredumbre del fruto, que a los 14 días de almacenamiento a 3°C ya superaba el 30%, mientras que el recogido a mano apenas presentaba un 3% en este mismo tiempo (**Figura 1**). La evolución de las pérdidas de peso siguió un perfil similar al de la podredumbre. Los frutos cosechados con cabalgadora experimentaron durante la primera semana de conservación una rápida pérdida de peso, con una pendiente inicialmente incluso superior al de su incidencia de podrido, que, luego, a partir de los 11 días de conservación se fue moderando, hasta alcanzar un descenso de un 3% del peso inicial tres días después, mientras que las aceitunas recogidas a mano no llegaron a alcanzar una pérdida de peso del 0,5% durante los 21 días que se mantuvieron en la cámara a 3°C. Aunque inicialmente las aceitunas cosechadas mecánicamente no parecían haber sufrido daños apreciables, los resultados apuntan claramente a que éstos se produjeron, al menos internamente. Ello explicaría la rápida infección y pérdida de humedad sufrida por estos frutos, pues la rotura de las estructuras celulares internas facilitaría, tanto la acción de los microorganismos parásitos, como la transpiración de agua. De hecho, sólo en la superficie del fondo de las cajas utilizadas para la conservación de estas aceitunas se encontró una pátina de jugo de aceituna, evidenciando que parte de los frutos habrían sido reventados.

Las aceitunas cosechadas a máquina presentaron sistemáticamente un rendimiento de la extracción física superior en un 2% al que exhibieron las aceitunas cosechadas manualmente durante todo el periodo de conservación (datos no mostrados). Este hecho puede estar relacionado también con el deterioro interno del fruto que provocaría la recolección mecánica, facilitando una más rápida liberación del aceite. Asimismo, la mayor pérdida de humedad, que experimentan estos frutos, también redundaría en una mayor extracción física del aceite, al aumentar la razón entre el aceite presente en el fruto y su peso fresco.

Desde el inicio de la conservación a 3°C las aceitunas cosechadas con cabalgadora presentaron valores de acidez e índice de peróxidos superiores significativamente en sus aceites que los extraídos de frutos recogidos a mano (**Figura 2**). Como

inicialmente el fruto no está podrido, estos aumentos no pueden ser achacados a la actividad parasitaria de microorganismos, sino a mecanismos fisiológicos internos de la aceituna. Concretamente, a la acción de la lipasa y de la lipoxigenasa propias de la célula del fruto, que se pondrían en contacto con sus sustratos, los triglicéridos del aceite, al romperse su compartimentación interna en la célula debido a la recolección mecánica. Conforme avanza el tiempo de almacenamiento la acidez de los aceites extraídos aumentó en los dos tratamientos, pero de manera mucho más acusada en los procedentes de las aceitunas cosechadas con máquina, debido a su creciente incidencia de podredumbre, llegando a superar el límite establecido para 'Virgen Extra' entre los 11 y los 14 días de conservación, momento en que se interrumpió el ensayo para este tratamiento. En contraste, las aceitunas cosechadas a mano, aunque también vieron aumentada la acidez de sus aceites con el aumento más lento de su incidencia de podredumbre, no llegaron a alcanzar el valor de 0.6% de oleico al final del periodo considerado de almacenamiento (21 días). Durante el transcurso de la conservación a 3°C, el índice de peróxidos de los aceites procedentes de las aceitunas recogidas mecánicamente aumentó ligera, pero significativamente, mientras que los extraídos de frutos cosechados a mano prácticamente mantuvieron su valor inicial. De cualquier forma, este parámetro no llegó a acercarse en ningún caso al límite establecido para la categoría "Extra". Es probable que este aumento se deba, además a una mayor actividad lipoxigenasa, a un más estrecho contacto del aceite con el oxígeno atmosférico en las aceitunas cosechadas a máquina, debido a la rotura de sus estructuras internas.

Como ocurriera con el índice de peróxidos, desde el inicio, los valores de absorbancia ultravioleta (K_{232} y K_{270}) de los aceites extraídos de aceitunas recogidas a máquina fueron mayores que los procedentes de aceitunas cosechadas a mano (**Figura 3**). Ello indica que estos parámetros evaluadores del grado de oxidación del aceite también se afectan por el procedimiento de cosecha, como consecuencia de la acción interna de las propias células del fruto, por la rotura de sus estructuras internas, ya sea de manera pasiva, al aumentar el contacto aceite/oxígeno, o activo, por la acción de actividades internas como las liasas rompedoras de hidroperóxidos. En cualquier caso, los valores presentados por estos dos parámetros se mantuvieron dentro de los límites establecidos para la categoría "Extra" durante todo el ensayo.

Mientras que los aceites obtenidos de aceitunas recogidas a mano apenas vieron afectada la valoración sensorial de su calidad global y la estabilidad oxidativa durante su conservación a 3°C, los extraídos de frutos cosechados con cabalgadora

presentaron en el primer caso una pronunciada pérdida de calidad, tras un inicio muy igualado y, en el segundo, un valor inicial sensiblemente menor, que luego se fue reduciendo ligeramente en el transcurso del ensayo (**Figura 4**). La pérdida de la categoría 'Extra' de estos aceites, registrada entre los 11 y los 14 días de conservación se debió a la detección del atributo negativo "mohoso", fruto de la elevada incidencia de podredumbre que presentaban sus frutos de origen en este tiempo de conservación (20 – 30%). El descenso inicial de estabilidad oxidativa fue coherente con el aumento observado en los parámetros que miden el grado de oxidación de los aceites, que se dio al mismo tiempo.

El aceite procedente de las aceitunas cosechadas a mano presentó mayores concentraciones de fenoles totales, así como de ortodifenoles y derivados secoiridoideos que el extraído de aceitunas recogidas con cabalgadora, prácticamente, desde el mismo momento de la cosecha (**Figura 5**). Probablemente, este hecho se deba a que la rotura interna de las células del fruto favorezca la acción de enzimas como las fenoloxidasas y las peroxidasas, que destruyen los compuestos fenólicos (García et al., 2011). Este descenso inicial de componentes fenólicos en los aceites, inducido por la cosecha mecanizada, coincidió con el aumento de los parámetros de oxidación y el descenso de su estabilidad oxidativa. Ello corrobora los resultados obtenidos por Dag et al. (2008), quienes habían observado que el contenido en fenoles presentado por aceites extraídos de aceitunas 'Souri,' cosechadas mecánicamente mediante vibradores, era significativamente inferior que el de los procedentes de frutos cosechados a mano en el mismo cultivo.

Dada la elevada inversión en maquinaria extractora realizada en los últimos años para evitar el atrojado de la aceituna, un retraso de unos diez días en la molturación del fruto podría ser suficiente para que las almazaras pudieran procesar con relativa facilidad el progresivo excedente que se aventura con el auge del cultivo en seto y la recogida con vendimiadora, haciendo técnicamente posible el uso de la conservación en frío como alternativa a un nuevo aumento de la capacidad de procesado. Por otra parte, otra posibilidad interesante, consistiría en realizar una cosecha mixta, simultáneamente, con cabalgadora y a mano. De tal forma que el fruto que puede ser procesado inmediatamente sea cosechado mecánicamente, mientras que el que se calcule como excedente se recoja manualmente y se conserve en frío, con la certeza de que se dispondrá de al menos 20 días de demora en su procesamiento, sin riesgo de pérdida significativa en la calidad inicial del aceite. Esta cosecha manual no precisaría una mano de obra masiva, ni turnos extraordinarios, al no requerir una prisa excesiva,

podría ser realizada por personal muy cualificado, lo que redundaría en la calidad del fruto y del aceite, siendo, además, socialmente más aceptable que el uso exclusivo de la maquinaria para la cosecha del olivo.

CONCLUSIONES

La recogida mecanizada con vendimiadoras adaptadas al olivo de aceituna 'Arbequina' de seto determinó la obtención de un mayor rendimiento en la extracción física de AOV en comparación con el que fue extraído de frutos recogidos a mano de los mismos árboles en el mismo día. Sin embargo, esta ventaja llevó asociada un significativo empeoramiento en los aceites extraídos de los parámetros físico-químicos que se utilizan para evaluar el deterioro hidrolítico (acidez) y oxidativo (índice de peróxidos, K_{232} y K_{270}) y un descenso también significativo de su contenido fenólico y de su estabilidad ante la oxidación, aunque todo ello no supuso que este AOV perdiera la categoría comercial de 'Extra'.

Conservado a 3°C, el fruto cosechado mecánicamente experimentó una incidencia de podrido y una pérdida de humedad considerablemente más rápidas que el recogido manualmente, lo que se tradujo en que el aceite extraído de los mismos exhibiera un deterioro más acelerado de todos sus parámetros de calidad que el procedente de los cosechados a mano.

Según los resultados obtenidos la viabilidad máxima de conservación a 3°C de los frutos recogidos con cabalgadora, sin que el aceite perdiera su condición inicial de 'Extra', fue de un máximo de 11 días, mientras que para las aceitunas recolectadas a mano esta viabilidad alcanzó un mínimo de 21 días, momento en que se interrumpió el experimento, sin que el aceite extraído de estas aceitunas hubiera superado ninguno de los límites establecidos para que se perdiera el grado inicial de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, E. (2006). Página web. http://www.hoy.es/prensa/20061009/regional/olivar-superintensivo-seguro-para_20061009.html
- Ben Youssef N, Ouni Y, Dabbech N, Baccouri B, Abdelly C, Zarrouk M. (2012). Effect of olive storage period at two different temperatures on oil quality of two tunisian cultivars of *Olea europea*, Chemlali and Chétoui. *African Journal of Biotechnology*. 11: 888-895
- Canet M, García JM. (1999). Effect of mill olive storage on the virgin olive oil production process. *Grasas Aceites* 50, 181-184
- Dag A, Ben-Gal A, Yermiyahu U, Basheer L, Nir Y, Kerem Z.(2008). The effect of irrigation level and harvest mechanization on virgin olive oil quality in a traditional rain-fed 'Souri' olive orchard converted to irrigation. *J. Sci. Food Agric*. 88: 1524-1528
- 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
- De la Rosa R, León L, Guerrero N, Rallo L, Barranco D. (2007). Preliminary results of an olive cultivar trial at high density. *Australian Journal of Agricultural Research*. 58: 392-395
- Ferguson L. (2006). Trends in Olive Harvesting. *Grasas y Aceites*. 57: 9-15
- García JM, Gutiérrez F, Castellano JM, Perdiguero S, Morilla A, Albi MA. (1996a). Influence of storage temperature on fruit ripening and olive oil quality. *J. Agric. Food Chem*. 44: 264-267
- García JM, Gutiérrez F, Barrera MJ, Albi MA. (1996b). Storage of mill olives on an industrial scale. *J. Agric. Food Chem*. 44: 590-593
- García JM and Yousfi K. (2006). Postharvest of mil olives, *Grasas y Aceites*, 57: 16-24
- García R, Romero-Segura C, Sanz C, Pérez AG.(2011). Role of peroxidase and polyphenol oxidase in shaping virgin olive oil phenolic composition. *Food Res. Int*. 44: 639-645
- Gómez del Campo M, Centeno A, Connor DJ. (2009). Yield determination in olive hedgerow orchards. I. Yield and profiles of yield components in north-south and east-west oriented hedgerows. *Crop & Pasture Science*. 60: 434-442
- Kalua CM, Bedgood DR Jr, Bishop AG, Prenzler PD. (2008). Changes in virgin olive oil quality during low-temperature fruit storage. *J. Agric. Food Chem*. 56: 2415-2422
- Laübli W and Bruttel PA.(1986). Determination of the oxidative stability of fats and oils by the Rancimat method. *J. Am. Oil Chem. Soc*. 63: 792-794
- Martínez JM, Muñoz E, Alba J, Lanzón A. (1975). Informe sobre utilización del Analizador de Rendimientos "Abencor". *Grasas y Aceites* 26:379-385
- Mateos R, Espartero J L, Trujillo M, Rios JJ, León-Camacho M, Alcudia F, Cert A.(2001). Determination of phenols, flavones, and lignans in virgin olive oils by solid-phase extraction and highperformance liquid chromatography with diode array ultraviolet detection. *J. Agric. Food Chem*. 49: 2185-2192.
- Morello JR, Romero MP, Motilva, MJ. (2004). Effect of the maturation process of the olive fruit on the phenolic fraction of drupes and oils from Arbequina, Farga, and Morrut cultivars. *J. Agric. Food Chem*. 52: 6002-6009
- Navarro C, Parra MA. (2004) Plantación. En 'El Cultivo del olivo'. Eds D Barranco, R Fernández-Escobar, L

- Rallo. pp. 171–213. (MundiPrensa-Junta de Andalucía: Madrid, Spain)
- Pastor M, Vega V, Hidalgo JC. (2005). Ensayos en plantaciones de olivar superintensivas e intensivas. *Vida Rural*. 21: 30–34
 - Romero A, Diaz I, Tous J. (2002). Optimal harvesting period for 'Arbequina' olive cultivar in Catalonia (Spain). *Proceedings of the fourth international symposium on olive growing*. 586: 393-396.
 - Sibbet GS, Ferguson L.(2005). Olive production manual. (University of California: Berkeley, CA)
 - Vichi S, Romero A, Gallardo-Chacón J, Tous J, López-Tamames E, Buxaderas S. (2009). Volatile phenols in virgin olive oils: Influence of olive variety on their formation during fruits storage. *Food Chemistry*. 116: 651–656
 - Yousfi K, Weiland CM, García JM. (2012). Effect of Harvesting System and Fruit Cold Storage on Virgin Olive Oil Chemical Composition and Quality of Superintensive Cultivated 'Arbequina' Olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60: 4743–4750.

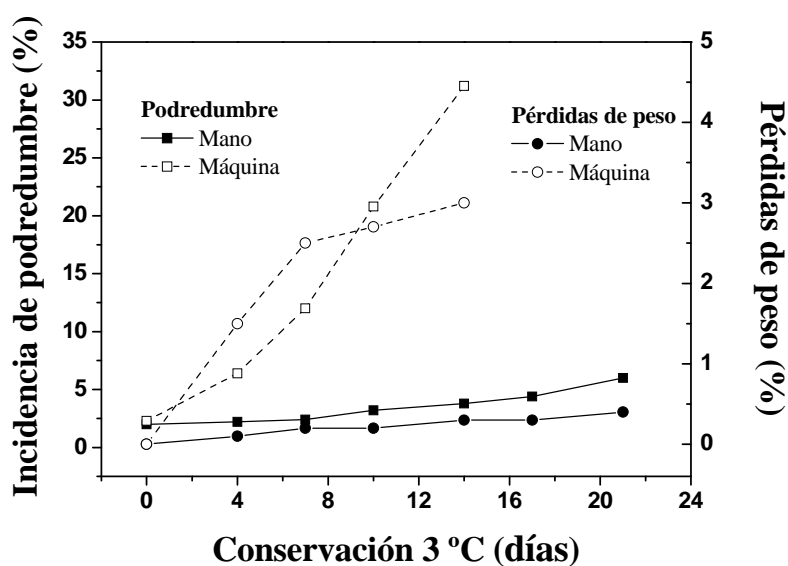


Figura 1. Incidencia de podredumbre y pérdidas de peso de aceitunas 'Arbequina' cosechadas a mano o máquina durante su conservación a 3°C

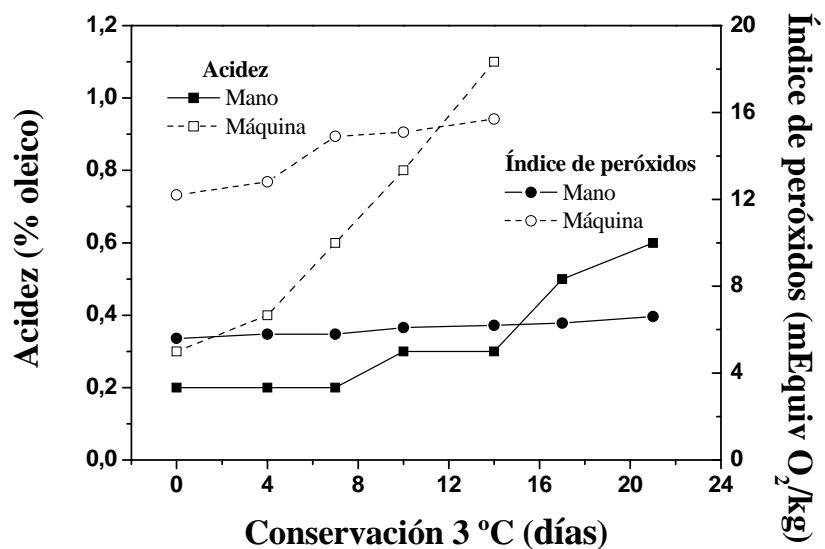


Figura 2. Evolución de la acidez y del índice de peróxidos de aceites extraídos de aceitunas 'Arbequina' cosechadas a mano o máquina durante su conservación a 3°C

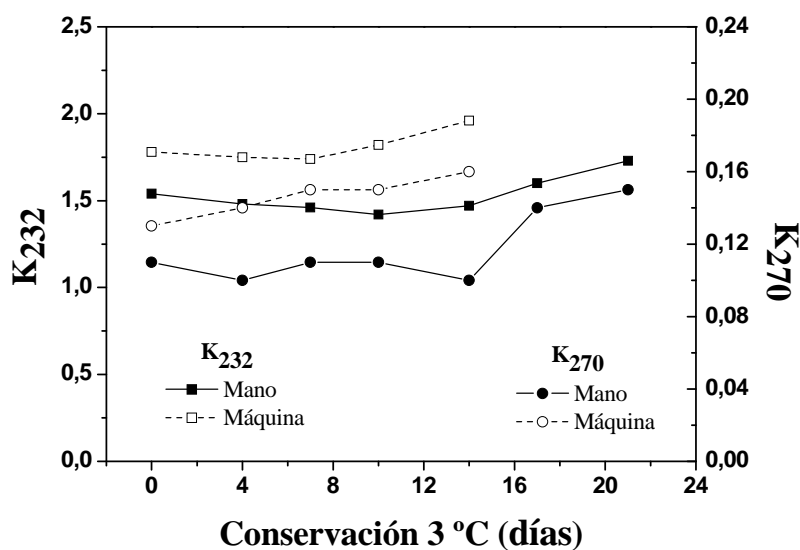


Figura 3. Evolución de los valores de K₂₃₂ y K₂₇₀ de aceites extraídos de aceitunas 'Arbequina' cosechadas a mano o máquina durante su conservación a 3°C

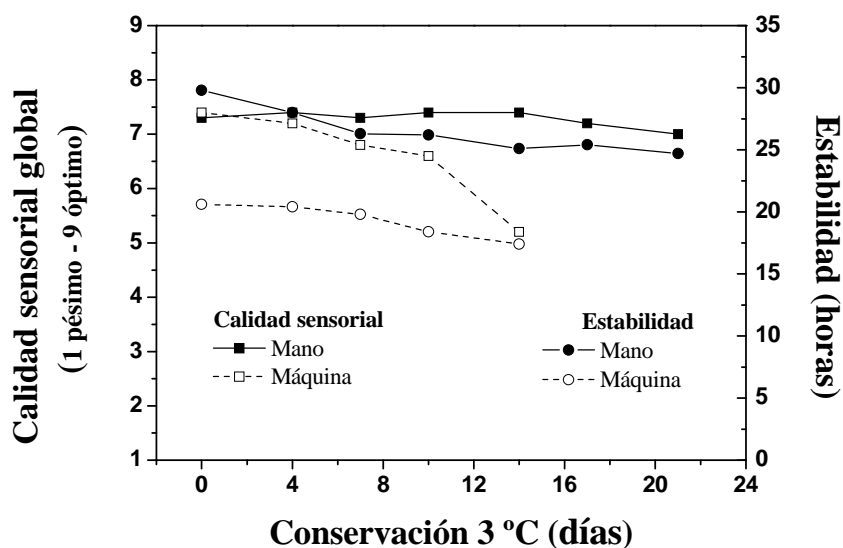


Figura 4. Evolución de la calidad sensorial y de la estabilidad de aceites extraídos de aceitunas 'Arbequina' cosechadas a mano o máquina durante su conservación a 3°C

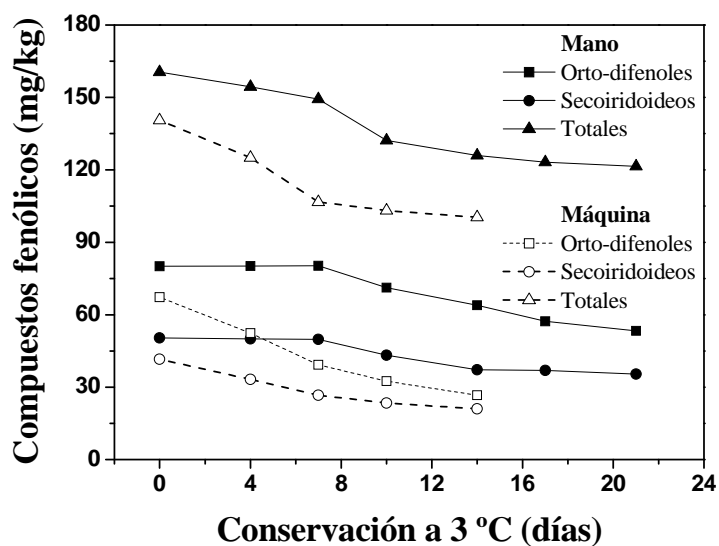


Figura 5. Evolución del contenido en compuestos fenólicos de aceites extraídos de aceitunas 'Arbequina' cosechadas a mano o máquina durante su conservación a 3°C