



INFORME SOBRE:

'Efecto de la recolección de la aceituna del suelo mediante recolectoras de púas Felipe Borrás en el rendimiento y calidad del aceite de oliva virgen'

Contrato IFAPA 004/2016 entre el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica y la Empresa Agrolive Innovación y Maquinaria S.L.U .



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA y DESARROLLO RURAL



Este trabajo de investigación se ha llevado a cabo en las instalaciones del **IFAPA Centro Venta del Llano** en Mengibar, Jaén por el equipo de investigación formado por:

Dr. Gabriel Beltrán Maza (Investigador responsable)

Investigador titular

Dr. Antonio Jiménez Márquez

Investigador titular

D. Juan Cano Rodríguez

Técnico Especialista

Dra. Araceli Sánchez Ortiz

Investigadora Contratada

Dr. Mohamed Aymen Bejaoui

Becario Investigación Consejo Oleícola Internacional

Con la financiación del Contrato de Investigación IFAPA 004/2016



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN AGRARIA Y PESQUERA
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL



**Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL**

El presente documento es una copia de un documento original que forma parte de un expediente administrativo. El original se encuentra en el archivo de la oficina de destino. Este documento es una copia que se genera automáticamente a partir del original. No tiene validez jurídica propia.

El presente documento es una copia de un documento original que forma parte de un expediente administrativo. El original se encuentra en el archivo de la oficina de destino. Este documento es una copia que se genera automáticamente a partir del original. No tiene validez jurídica propia.

(Firma)

El presente documento es una copia de un documento original que forma parte de un expediente administrativo. El original se encuentra en el archivo de la oficina de destino. Este documento es una copia que se genera automáticamente a partir del original. No tiene validez jurídica propia.



INDICE

1. **Objetivos, 7**
2. **Metodología, 7**
 - 2.1. **Material vegetal, 7**
 - 2.2. **Diseño experimental, 7**
 - 2.3. **Extracción de aceite, 11**
 - 2.4. **Toma de muestras, 14**
 - 2.5. **Determinaciones analíticas, 15**
 - 2.5.1. **Determinaciones en aceituna, 15**
 - 2.5.2. **Determinaciones en aceite, 16**
3. **Resultados, 17**
4. **Conclusiones, 26**



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA y DESARROLLO RURAL



1. Objetivos

El objetivo del contrato de investigación ha sido determinar el efecto de la recolección de la aceituna derribada en el suelo mediante recolectoras de púas Felipe Borrás sobre el rendimiento y características del aceite de oliva virgen respecto de la recolección del fruto directamente del árbol y la recolección de fruto derribado en el suelo mediante barredora autopropulsada.

Para ello se determinara las características del fruto y la calidad de los aceites procedentes de los tres sistemas de recolección en el momento de ser recolectado el fruto (mediante extracción a nivel de laboratorio) y tras 20 horas de almacenamiento a nivel industrial en almazara.

2. Metodología

2.1. Material vegetal.

El estudio se llevó a cabo durante la campaña 2015/2016. Para el desarrollo de los trabajos se han seleccionado una parcela homogénea de olivar cultivada en la finca experimental del IFAPA Centro Venta del Llano en Mengibar, Jaén. Los árboles seleccionados presentaban un nivel de cosecha similar y el estado de madurez de su fruto homogéneo. Se trata de árboles adultos de la variedad 'Picual' dispuestos en un marco de plantación de 12 x 12 m cultivados en condiciones estándar y riego de apoyo.

Inmediatamente antes de los experimentos sobre sistemas de recolección de aceituna derribada sobre el suelo, se eliminaron bajo los olivos los frutos caídos y restos vegetales del suelo mediante barredora autopropulsada. La recolección se realizó el 10 de diciembre de 2015.

2.2. Diseño experimental

Se han ensayado tres sistemas de recolección:

- Recolección de frutos del árbol mediante vibración e interceptación con mantones o lienzos' (Árbol). (Figura 1)
- Recolección de frutos del árbol derribados sobre suelo desnudo mediante barredora autopropulsada (Barredora). (Figura 2)
- Recolección de frutos del árbol derribados sobre suelo desnudo mediante recolectoras de púas Felipe Borrás (Recolectora de púas). (Figura 3)

En los tres casos el derribo del fruto se llevo a cabo mediante vibrador autopropulsado Buggy Maxi 1200 (Pellenc, España). La barredora autopropulsada utilizada fue Moresil 3700 Plus (Moresil, España). La recolección con recolectora de púas se llevó a cabo por personal propio de la empresa Felipe Borrás empleando recolectoras de púas manuales tipo nº 2.

Dentro de la parcela de olivar seleccionada, los sistemas de recolección se ensayaron en filas consecutivas, repitiéndose el orden en las siguientes filas utilizadas.



Figura 1. Recolección de fruto del árbol mediante vibrador autopropulsado e interceptación del fruto en lienzos ..



Figura 2. Recolección mediante barredora autopropulsada de fruto derribado sobre suelo previamente limpio de restos vegetales y frutos caídos de forma natural.



Figura 3. Recolección mediante recolectora de púas Felipe Borrás de fruto derribado sobre suelo previamente limpio de restos vegetales y frutos caídos de forma natural.

Una vez recolectados los frutos de los diferentes sistemas de recolección, se depositaron en 'mantillas' de rafia de 2,70 x 2,70 m, para su elevación al remolque de transporte. En ese momento se tomaron muestras de 5 kg de fruto para su caracterización y la extracción del aceite a nivel de laboratorio. El fruto de cada uno de los sistemas de recolección (aprox. 1600 kg) fue transportado, de forma independiente, en un remolque hasta la almazara experimental del IFAPA Centro Venta del Llano localizada dentro del mismo recinto.

En la almazara, cada uno de los tipos de fruto fue recepcionado de forma independiente siguiendo el siguiente orden: árbol, recolectora de púas y barredora para que no se produjera ningún tipo de contaminación cruzada.

Todos los frutos fueron limpiados en una limpiadora de aceituna Treico, que permitió eliminar la presencia de hojas y/ o tallos en el caso de la aceituna del árbol y en el caso de los frutos recolectados del suelo además, la posible presencia de restos de piedras y/o tierra. El fruto no fue lavado en ninguno de los casos. (Figura 4)



Figura 4. Vista del patio de la almazara experimental del IFAPA Centro Venta del Llano

Tras su limpieza y pesaje, los frutos procedentes de cada uno de los sistemas de recolección fueron almacenados en tolvas independientes de acero inoxidable que fueron identificadas para asegurar la trazabilidad del ensayo (Figura 5). Los frutos fueron procesados en el mismo orden de recepción con objeto de garantizar un tiempo de almacenamiento de 20 horas.



Figura 5. Tolvas de almacenamiento de fruto divididas en dos senos de la almazara experimental del IFAPA Centro Venta del Llano

2.3. Extracción de aceite

La extracción del aceite se lleva a cabo a dos niveles:

- Extracción a escala de Laboratorio. Los frutos recién recolectados fueron extraídos mediante sistema Abencor (Abengoa, Sevilla) en el que el fruto fue molturado en molino de martillos con un tamaño de criba de 6 mm. De la pasta homogeneizada se tomaron 800 g que fueron batidos en termobatidora a 28 °C durante 40 minutos. La extracción se llevó a cabo por triplicado. La pasta batida fue centrifugada durante 3 min, recogiendo el mosto oleoso. El mosto oleoso se dejó decantar, recogiendo el aceite que fue filtrado de forma inmediata y almacenado a -24 °C hasta su análisis.

- Extracción a escala Industrial. En la almazara experimental del IFAPA Centro Venta del Llano. Para este trabajo se ha utilizado la línea Pieralisi (España) equipada con un molino de martillos con una criba 'ovalada' de 5 mm (Figura 6), una batidora de tres cuerpos dispuestos en serie con una capacidad de 500 kg cada uno (Figura 7), un decanter de dos fases SPI110 de 45000 kg de capacidad teórica/día (Figura 8) y una centrifuga vertical Plutone sin adición de agua (Figura 9).



**Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA y DESARROLLO RURAL**

Las condiciones de elaboración se fijaron para la molturación de los tres tipos de aceituna con un tiempo de batido de 40 min y una temperatura de 25 °C. El ritmo de inyección de pasta al decanter fue de 850 kg/h.

El aceite una vez elaborado se envió para su almacenamiento en bodega en depósitos de 150 kg durante un periodo de 6 meses.



Figura 6. Molino de martillos Perialisi de la almazara experimental del IFAPA Centro Venta del Llano



Figura 7. Batidora de la almazara experimental del IFAPA Centro Venta del Llano



Figura 8. Decanter Piralisi de la almazara experimental del IFAPA Centro Venta del Llano



Figura 9. Centrifuga vertical sin adición de agua Perialisi de la almazara experimental del IFAPA Centro Venta del Llano

2.4. Toma de muestras

Se tomaron muestras (5 kg) de fruto de las mantillas de forma inmediata tras su recolección para su caracterización y para la extracción de aceite en el laboratorio. Las extracciones para cada tratamiento se llevaron a cabo por triplicado.

Asimismo, se tomaron muestras de fruto a la salida de la tolva de almacenamiento para su caracterización previa a la extracción del aceite en la almazara.

Las muestras de aceite se han tomado, por triplicado, directamente del sistema Abencor y en la almazara a la salida de la centrifuga vertical recién elaborado y tras seis meses de almacenamiento. Las muestras de aceite fueron filtradas de forma inmediata y almacenadas a -24 °C hasta el momento de su análisis.



2.5. Determinaciones analíticas

2.5.1. Determinaciones en aceituna

Índice de madurez

El índice de madurez (IM) permite conocer el momento óptimo de recolección de la aceituna según la variedad. Los valores del índice de madurez pueden encontrarse entre 0 hasta 7 (Tabla.4.1) (Beltrán *et al.*, 2008).

Tabla 4.1. Clasificación del índice de madurez de la aceituna.

Clasificación de las aceitunas según su estado de maduración	
Clase 0	Piel verde intensa
Clase 1	Piel verde amarillenta
Clase 2	Piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto. Inicio de envero
Clase 3	Piel rojiza o morada en más de la mitad del fruto. Final de envero
Clase 4	Piel negra y pulpa blanca
Clase 5	Piel negra y pulpa morada, sin llegar a la mitad de la pulpa
Clase 6	Piel negra y pulpa morada, sin llegar al hueso
Clase 7	Piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso

Peso medio

Para obtener el peso medio (g) de la aceituna se pesa en una balanza una muestra homogeneizada de 100 aceitunas y se referencia el peso a estos.

Relación pulpa-hueso

Para la relación pulpa hueso se pesaron 100 aceitunas que fueron deshuesadas. Los huesos se desecaron a 40 °C en estufa. durante toda una noche.

Humedad

La humedad de la aceituna se determinó pesando 30 gramos de pasta de aceituna molida desecada hasta peso constante en estufa de aire forzado a 105 °C. Los resultados se expresaron como porcentaje relativo.

Contenido graso

A partir de la pasta de aceituna desecada para la determinación de la humedad, se midió el contenido graso mediante un equipo de análisis de Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) minispec10 (Bruker, España). Los resultados se expresaron como porcentaje en base seca y húmeda.



2.5.2. Determinaciones en aceite

En el aceite se han determinado el grado de acidez, índice de peróxidos, K232 y K270 según ellos métodos descritos en el Reglamento de la Union Europea 2568/91 (UE, 1991). Los resultados se expresaron como porcentaje, meq O₂/kg, respectivamente.

Determinación del contenido en polifenoles totales

La determinación del contenido en polifenoles totales se ha realizado siguiendo el método descrito por Vázquez et al. (1973), modificado. Para su realización se pesan $1 \pm 0,01$ g de aceite que se disuelve en n-hexano. Se lleva a cabo la extracción líquido-líquido con metanol: agua (60: 40) utilizando reactivo de Folin-Ciocalteu para la medida colorimétrica a 725 nm.

Para la medida de la absorbancia espectrofotométrica se emplea un espectrofotómetro de UV visible Varian Cary 50 Bio. Los resultados se expresan en mg ácido caféico /kg de aceite.

Determinación del contenido de etanol

La determinación del contenido de etanol se realiza por cromatografía gaseosa en base al método de descrito por Sánchez Ortiz et al. (2012) para la determinación de la fracción volátil de aceite de oliva virgen..

El análisis de la fracción volátil de las muestras se llevó a cabo mediante la técnica de micro extracción en fase sólida (SPME) y análisis por cromatografía de gases de alta resolución con detección por ionización de llama (HRGC-FID). Se pesa 1g de aceite en viales de 10 mL y, tras un acondicionamiento de 10 min en bloque calefactor a 40 °C, los compuestos volátiles del espacio de cabeza fueron adsorbidos durante 50 min también a 40 °C en fibras de SPME del tipo DVB/Carboxen/PDMS 50/30 µm (Supelco Co., Bellefonte, PA). Los componentes volátiles fueron desorbidos directamente en el inyector de un equipo Varian CP 3800 a 250 °C y cromatografiados mediante columna Supelcowax 10 (30 m x 0.25 mm, 0,25 µm, Sigma-Aldrich Co.LLC). Se empleó helio como gas portador. Las temperaturas del inyector y detector fueron de 250 °C, y la temperatura del horno se programó en isoterma a 40 °C durante 5 min aumentando posteriormente en un gradiente de 4 °C/min hasta 200 °C. Los resultados se expresaron en mg/kg.

Determinación de los ésteres etílicos

La determinación de los esteres etílicos se realiza por cromatografía gaseosa siguiendo el método de evaluación del Consejo Oleícola Internacional (T 20/ Doc. N° 31). (COI, 2012)

La separación cromatográfica se llevó a cabo en un cromatógrafo de gases Bruker 436 equipado con un detector de ionización de llama (FID), un inyector automático Varian, una columna capilar Agilent de 12 m de longitud, 320,0 µm de diámetro interno y 0,1 µm de espesor de película, y

se empleó como gas portador helio. La temperatura del horno se programó en 80 °C durante 3 min en un gradiente de 20° C / min hasta 140° C aumentando posteriormente en un gradiente de 5° C / min hasta 335 °C, y el proceso continua con la inyección de un volumen de 1µL de muestra. El tiempo de análisis fue de 64 minutos. Los resultados se expresaron como mg/kg.

3. Resultados

Características del fruto

En la Tabla 1 se muestra las características pomológicas del frutos que dan idea una gran homogeneidad entre partidas a pesar del numero considerable de olivos utilizado para los ensayos. Habría que indicar que en el análisis visual de los frutos recolectados para este trabajo, en aquellos procedentes de recolección directa del árbol se apreciaron hojas y pequeñas ramas y en el caso de los procedentes de recolectora de púas solo se observaron algunas hojas.

Todos los frutos procedentes de recolectoras de púas mostraron entre 2-3 orificios consecuencia del propio sistema de recolección.

Los frutos procedentes de recolección con barredora autopropulsada mostraron hojas, tallos, piedras y restos de tierra en cantidad variable.

El índice de madurez medio alcanzado fue de 3,58, que se corresponde al fruto de la variedad 'Picual' recolectado en la época del ensayo. No se observan frutos helados ni con ataque de plagas y/o enfermedades.

Tabla 1. Características pomológicas del fruto de la variedad 'Picual' utilizado en los experimentos.

Muestra	índice madurez	P medio aceituna (g)	Peso medio hueso (g)	Relación pulpa/hueso
Árbol	3,81	2,57	0,45	4,66
Barredora	3,28	3,30	0,61	4,41
Recolectora púas	3,27	3,35	0,62	4,37
Árbol almacenamiento	3,23	3,45	0,61	4,62
Barredora almacenamiento	3,89	3,08	0,53	4,83
Recolectora púas almacenamiento	3,98	3,01	0,54	4,62
Media	3,58	3,12	0,56	4,59

Además de las características pomológicas del fruto, en la aceituna se ha determinado la humedad así como el contenido graso sobre materia fresca y materia seca. En la Tabla 2 se muestran los valores observados tanto para los frutos recién recolectados como para aquellos tras un almacenamiento de 20 h.



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA y DESARROLLO RURAL

En general, el fruto de partida mostró una humedad elevada para la época de recolección con valores muy similares entre los frutos procedentes directamente del árbol y los recolectados mediante recolectoras de púas lo que es de esperar teniendo en cuenta que el fruto fue derribado y recolectado de forma casi inmediata. El fruto recolectado con barredora mostró un nivel de humedad inferior a los 3 puntos respecto al resto, que puede explicarse por la presencia de restos de suelo.

Tras 20 horas de almacenamiento se observó un descenso muy significativo en la humedad de todos los frutos como consecuencia del ligero aplastamiento y las condiciones de almacenamiento en tolva. Este descenso fue más marcado en el caso de los frutos procedentes del suelo siendo más importante en los recogidos con la recolectora de púas.

Tabla 2. Contenido graso y humedad del fruto de la variedad 'Picual' utilizado en los experimentos.

Muestra	% humedad	% aceite en húmedo	% aceite en seco
Arbol	55,06	19,75	43,94
Barredora	52,52	21,79	45,72
Recolectora púas	56,07	22,27	51,00
Árbol almacenamiento	47,44	19,34	36,79
Barredora almacenamiento	44,36	17,34	31,16
Recolectora púas almacenamiento	45,30	19,36	35,39

Características del aceite

En cuanto a la calidad del aceite, todos los aceites analizados fueron clasificados dentro de la categoría virgen extra por los parámetros químicos evaluados.

El grado de acidez del aceite es un parámetro que indica alteraciones de carácter hidrolítico. Habría que destacar que todos los aceites mostraron uno valores de acidez por debajo del límite de 0,8 % establecido por la Union Europea para la categoría de aceite 'virgen extra (Figura 10)'.

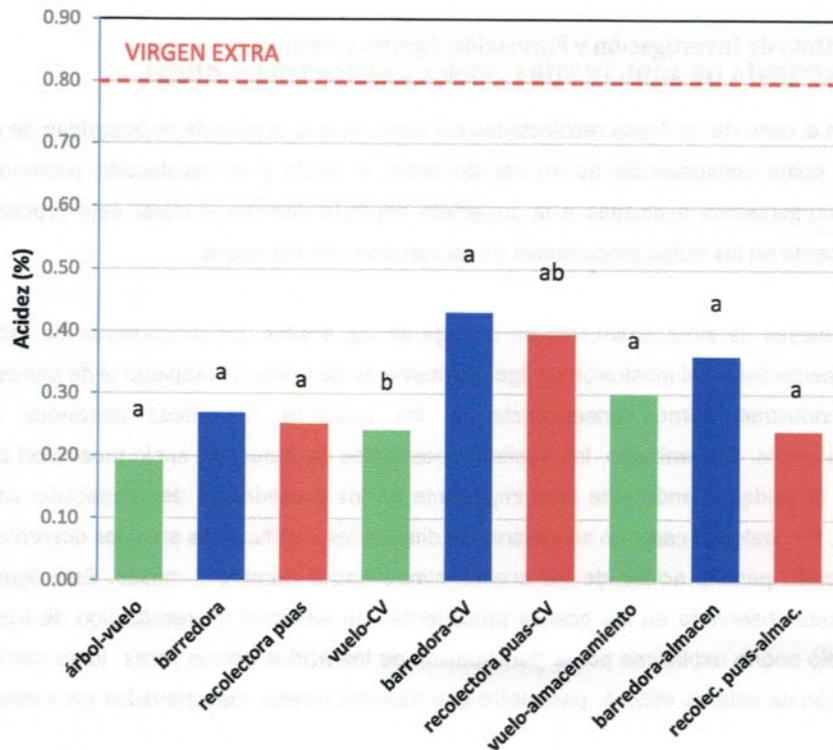


Figura 10. Efecto del sistema de recolección del fruto sobre la acidez del aceite de oliva virgen en el momento de la recolección, tras 20 horas de almacenamiento y extracción en almazara (CV) y tras 6 meses de almacenamiento del aceite en bodega (almacenamiento). Letras diferentes para la misma etapa indican diferencias significativas entre sistemas de recolección (P:0,05)

Los valores más bajos de acidez se obtuvieron en los aceites procedentes del fruto recolectado directamente del árbol. Se observó un ligero incremento de la acidez de los aceites procedentes de fruto recolectado del suelo, independientemente del sistema utilizado, tanto en los procedentes del fruto recién recolectado como en los extraídos a nivel de almazara tras 20 horas de almacenamiento en tolva, correspondiendo los valores más elevados a los procedentes de fruto recolectado mediante barredora. Este aumento en los valores de acidez fue significativo solo en los aceites extraídos en almazara tras almacenamiento en tolva.

Aunque no se observaron diferencias significativas entre sistemas de recolección, los aceites procedentes de recolección directa del árbol en general –tras la recolección y a las 20 horas– mantuvieron los niveles más bajos de acidez siendo los aceites recolectados con barredora los que mostraron la acidez más elevada. La acidez de los aceites procedentes de recolectoras de púas mostraron siempre unos valores por debajo de los procedentes de barredoras. El ligero incremento de acidez observado en el procesamiento industrial del fruto, limpieza y almacenamiento, podría ser explicado por las pequeñas abrasiones y el aplastamiento durante el almacenamiento de 20 horas que podría dar lugar a que las enzimas lipasas del propio fruto puedan actuar de forma efectiva. Este incremento

fue mas marcado en el caso de los frutos recolectados del suelo ya que la pérdida de integridad de la epidermis del fruto como consecuencia de su derribo sobre el suelo y su recolección posterior. Asimismo, los microorganismos asociados a la superficie del fruto podrían acelerar este proceso hidrolítico principalmente en los frutos procedentes de recolección con barredora.

Tras seis meses de almacenamiento en bodega de los aceites, los procedentes de fruto recolectado directamente del árbol mostraron un ligero incremento de la acidez respecto al de partida, extraído a nivel industrial, como consecuencia de los procesos hidrolíticos asociados al almacenamiento del aceite. Sin embargo, los aceites procedentes de frutos del suelo mostraron un ligero descenso de la acidez, siendo este mas importante en los procedentes de recolección con recolectora de púas. En cualquier caso, no se observaron diferencias significativas entre los diferentes sistemas de recolección para la acidez de los aceites almacenados durante 6 meses. Este ligero descenso en la acidez observado en los aceites procedentes de sistemas de recolección de fruto derribado en el suelo podría explicarse por la participación de los ácidos grasos libres junto con el etanol en la formación de esteres etílicos, parámetro que muestra niveles mas elevados para estos aceites (Tabla 3).

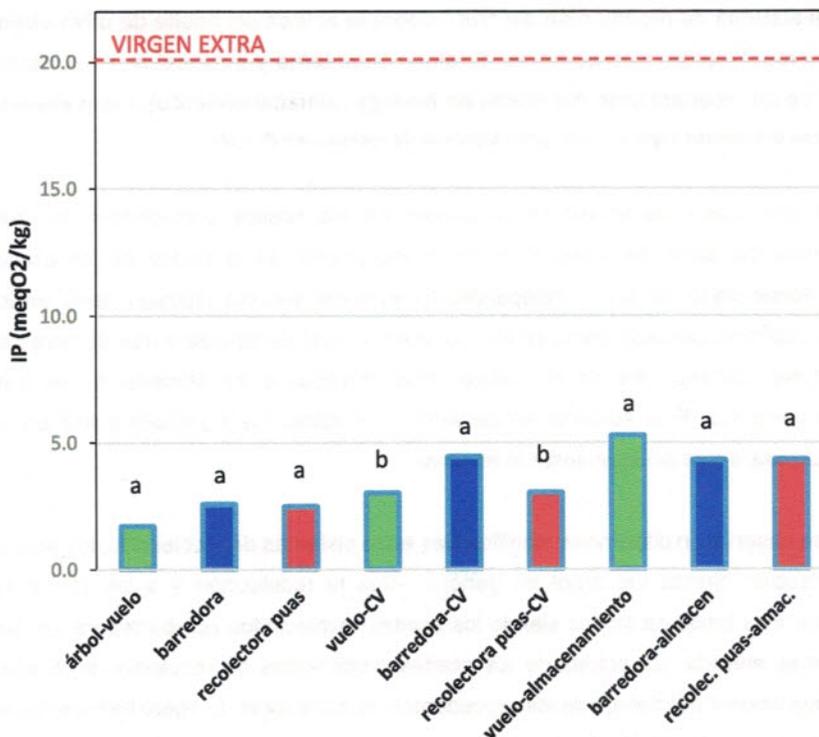


Figura 11. Efecto del sistema de recolección del fruto sobre el índice de peróxidos del aceite de oliva virgen en el momento de la recolección, tras 20 horas de almacenamiento y extracción en almazara (CV) y tras 6 meses de almacenamiento del aceite en bodega (almacenamiento). Letras diferentes para la misma etapa indican diferencias significativas entre sistemas de recolección (P:0,05)

El índice de peróxidos refleja los estados iniciales de oxidación que presenta el aceite. Todos los aceites analizados mostraron valores de índice de peróxidos muy por debajo de los límites establecidos para la categoría virgen extra (Figura 11). En el momento de la recolección no se observan diferencias significativas entre sistemas de recolección aunque los valores mas bajos correspondieron a los procedentes de fruto recolectado del árbol. En los aceites elaborados a nivel de almazara, los aceites procedentes de recolección con barredoras mostraron los valores de índice de peróxidos mas elevados con diferencias significativas respecto del resto de tratamientos. Tras un almacenamiento de seis meses se produce un ligero incremento del índice de peróxidos tal y como esta descrito en la bibliografía. Los aceites procedentes de recolección directa del árbol fueron los que mostraron los índices de peróxidos mas elevados aunque sin diferencias significativas respecto de los procedentes de frutos derribados en el suelo.

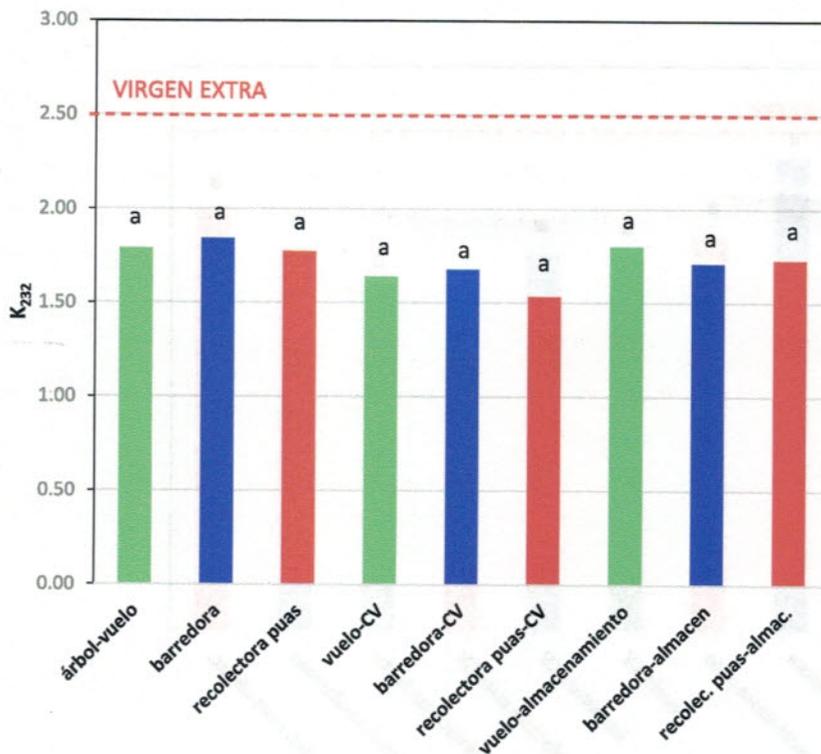


Figura 12. Efecto del sistema de recolección del fruto sobre el K232 del aceite de oliva virgen en el momento de la recolección, tras 20 horas de almacenamiento y extracción en almazara (CV) y tras 6 meses de almacenamiento del aceite en bodega (almacenamiento). Letras diferentes para la misma etapa indican diferencias significativas entre sistemas de recolección (P:0,05)

Los otros parámetros que miden el estado oxidativo del aceite, K232 y K270, no variaron de forma significativa entre sistemas de recolección y momentos de extracción del aceite mostrando valores por debajo de los límites establecidos para la categoría virgen extra. (Figuras 12 y 13) Tras un almacenamiento de seis meses se registró un incremento general de los valores de K232 como consecuencia de los procesos oxidativos asociados al contacto del aceite con el aire durante el

almacenamiento, si bien no se observaron diferencias significativas entre los aceites procedentes de los diferentes sistemas de recolección. En el caso del K270 se registró un incremento en los aceites almacenados procedentes de frutos derribados al suelo lo que explicaría los valores más bajos de índice de peróxidos observados para estos aceites por un estado más avanzado de oxidación, que es lo que mide el índice K270.

En cualquier caso, el sistema de recolección de fruto empleado no afectó a la catalogación del aceite en función de su estado oxidativo.

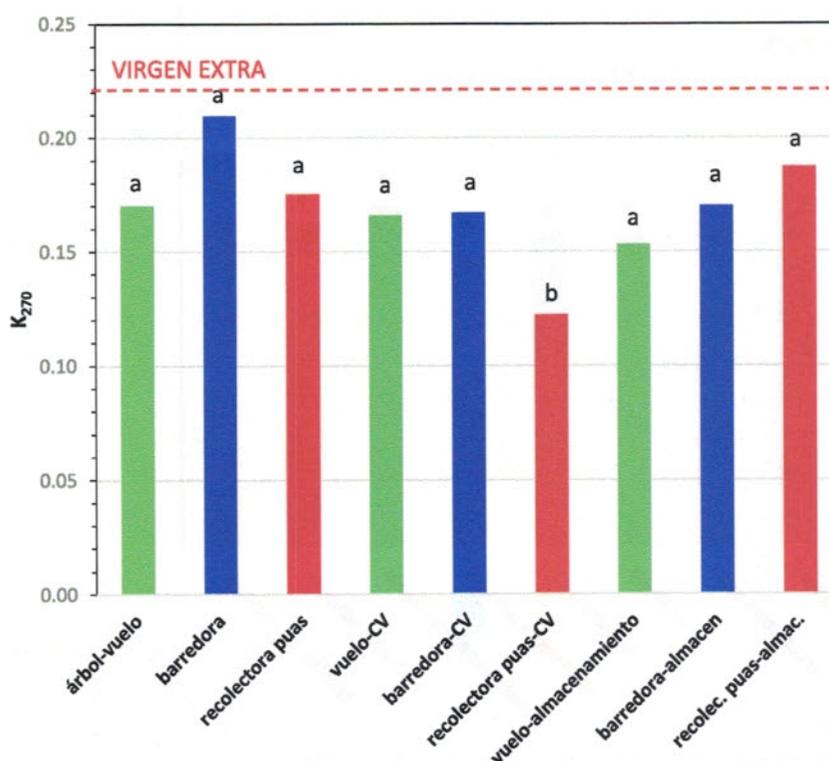


Figura 13. Efecto del sistema de recolección del fruto sobre el K270 del aceite de oliva virgen en el momento de la recolección, tras 20 horas de almacenamiento y extracción en almazara (CV) y tras 6 meses de almacenamiento del aceite en bodega (almacenamiento). Letras diferentes para la misma etapa indican diferencias significativas entre sistemas de recolección (P:0,05)

Los esteres etílicos del aceite de oliva virgen son utilizados como indicadores de los aceites de la categoría 'virgen extra'. Todos los aceites fueron clasificados dentro de la categoría virgen extra para este indicador (Tabla 3). En los aceites de frutos recién recolectados y en los procedentes de fruto almacenado y extraído a escala de almazara los valores obtenidos estuvieron por debajo del límite establecido por el COI y UE de 35 mg/kg. En general, los esteres etílicos del aceite aumentaron durante el almacenamiento del aceite como consecuencia de la reacción entre los ácidos grasos libres responsables de la acidez con el etanol del aceite. Tras los seis meses de almacenamiento del aceite

se ha observado que los aceites procedentes de frutos recolectados tras su derribo sobre el suelo muestran valores de esteres etílicos mayores que los procedentes de frutos recolectados del árbol, con diferencias significativas entre los tres sistemas de recolección. La concentración mas baja se observo en los aceites procedentes de fruto del vuelo mientras que los aceites de barredora mostraron los valores mas elevados. El mayor incremento de los esteres etílicos observado en los aceites procedentes de frutos recolectados del suelo coincide con que los aceites de partida mostraban los niveles de acidez y etanol mas elevados (Figura 10 y Figura 14).

Como consecuencia de la reacción entre los ácidos grasos libres responsables de la acidez y el etanol del aceite, al final del almacenamiento de los aceites procedentes de fruto recolectado del suelo se observaron unos valores de esteres etílicos mas elevados y en consecuencia un descenso de su acidez y valores mas bajos de etanol (Figura 10).

Tabla 3. Efecto del sistema de recolección del fruto sobre el contenido de esteres etílicos del aceite de oliva virgen en el momento de la recolección, tras 20 horas de almacenamiento y extracción en almazara (CV) y tras 6 meses de almacenamiento del aceite en bodega (almacenamiento).

Muestra	Esteres etílicos (mg/kg)
Arbol	< 3
Barredora	< 3
Recolectora púas	< 3
Arbol CV	< 3
Barredora CV	< 3
Recolectora púas CV	< 3
Árbol almacenamiento	6,60 c
Barredora almacenamiento	18,43 a
Recolectora púas almacenamiento	14,50 b

Letras diferentes indican diferencias significativas (p:0.05) entre tratamientos en cada etapa del estudio.

El etanol es un precursor junto con los ácidos grasos libres de los esteres etílicos del aceite de oliva virgen. En general, no se observaron diferencias significativas en el contenido de etanol entre los aceites extraídos tras su recolección con los métodos ensayados, si bien la concentración fue ligeramente mas baja en los aceites procedentes del fruto del árbol (Figura 14).

El aceite extraído a nivel de almazara mostro, en general, un incremento de la concentración de etanol debido a los procesos de respiración anaeróbica y posibles fermentaciones asociadas al almacenamiento del fruto durante 20 horas. Los aceites de frutos recolectados del suelo mostraron un ligero incremento, aunque no significativo, de la concentración de etanol. El incremento de los niveles de etanol de los aceites elaborados a nivel industrial respecto a los elaborados a nivel de laboratorio tras su recolección podría explicarse por las abrasiones sufridas por los frutos recolectados con barredora autopropulsada y las perforaciones originadas por la recolectora de púas respectivamente,

en conjunción con el almacenamiento del fruto por un periodo de 20 horas. Ambas circunstancias junto con la disponibilidad limitada de oxígeno por el fruto en la tolva inducirían la síntesis de etanol ya que se ha descrito que bajo estas condiciones el fruto favorece su síntesis en respuesta a las condiciones de estrés.

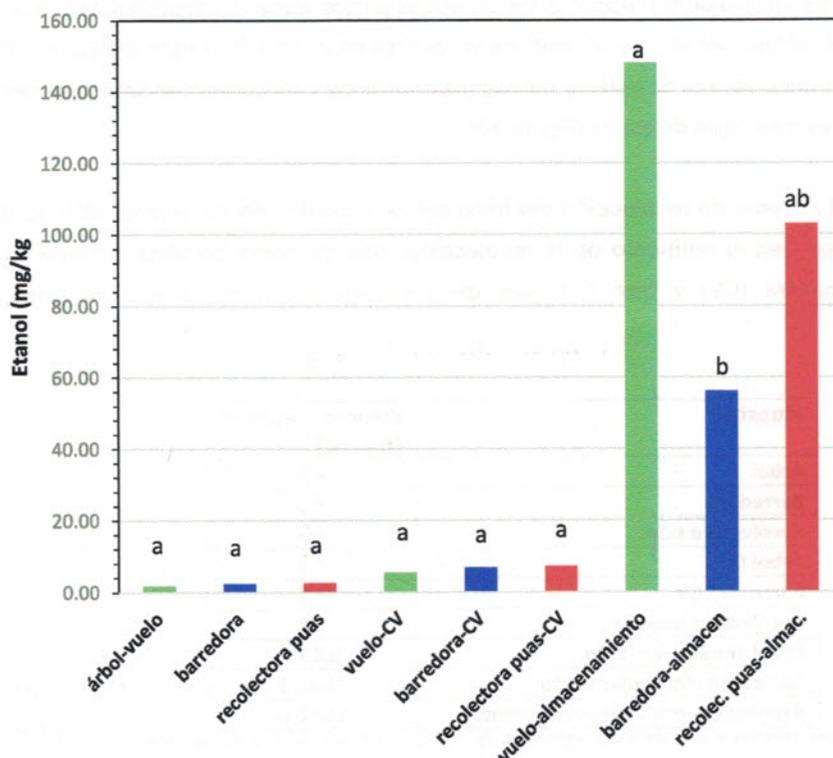


Figura 14. Efecto de l sistema de recolección del fruto sobre el contenido de etanol del aceite de oliva virgen en el momento de la recolección, tras 20 horas de almacenamiento y extracción en almazara (CV) y tras 6 meses de almacenamiento del aceite en bodega (almacenamiento). Letras diferentes para la misma etapa indican diferencias significativas entre sistemas de recolección (P:0,05)

Tras seis meses de almacenamiento del aceite en bodega, el contenido de etanol mostró un incremento generalizado, como consecuencia de los procesos fermentativos que ocurren en el depósito por acción de los microorganismos sobre los azúcares y proteínas presentes en el agua en suspensión que existe en el aceite. Los valores más elevados se observaron en los aceites procedentes de frutos recolectados del árbol, mientras que los más bajos se obtuvieron en los aceites de fruto recolectado con barredora. Los aceites procedentes de recolección con recolectora de púas mostraron un valor intermedio. Se obtuvieron diferencias significativas solo entre los aceites de barredora y los recolectados del árbol.

Al tratarse de un precursor de los ésteres etílicos la concentración de etanol se podría relacionar con el contenido de estos. Tras un almacenamiento de seis meses en bodega, los aceites

procedentes de fruto recolectado del árbol mostraron el contenido de etanol mas elevado y a su vez fueron los que tuvieron los esteres etílicos mas bajos. En el caso de los frutos derribados sobre el suelo y recolectados con diferentes métodos se observó que niveles mas bajos de etanol en los aceites tras su almacenamiento indicarían que éste ha reaccionado con la acidez, que muestra un descenso en estos aceites (Figura 1), para dar niveles de esteres etílicos mas elevados como es el caso de la recolectora de púas y de forma muy significativa, en el de los aceites procedentes de la barredora. Por tanto, los niveles de etanol y acidez mas elevados en los aceites de partida habrían favorecido en mayor medida la formación de esteres durante el almacenamiento en bodega.

Tabla 4. Efecto del sistema de recolección del fruto sobre el contenido de polifenoles totales del aceite de oliva virgen en el momento de la recolección, tras 20 horas de almacenamiento y extracción en almazara (CV) y tras 6 meses de almacenamiento del aceite en bodega (almacenamiento).

Muestra	Polifenoles totales (mg/kg)
Arbol	1231 a
Barredora	1051 a
Recolectora púas	942 a
Arbol CV	614 a
Barredora CV	617 a
Recolectora púas CV	692 a
Árbol almacenamiento	545 a
Barredora almacenamiento	524 a
Recolectora púas almacenamiento	542 a

Letras diferentes indican diferencias significativas (p:0.05) entre tratamientos en cada etapa del estudio.

Los compuestos fenólicos son responsables de algunas características sensoriales del aceite como el amargo, picante y astringencia. Asimismo, tienen un actividad antioxidante protegiendo a los lípidos de los procesos autoxidativos y son considerados como componentes beneficiosos para la salud. Los aceites de frutos recién recolectados presentan unas concentraciones mas elevadas en los procedentes del vuelo, aunque sin diferencias significativas respecto de los otros sistemas de recolección (Tabla 4). De forma similar se aprecia que no hay diferencias entre sistemas de recolección para estos compuestos en las otras etapas del estudio.

En cuanto a **las características sensoriales de los aceites** obtenidos en el trabajo (Tabla 3), su clasificación según la evaluación organoléptica fue Virgen extra para los aceites elaborados a nivel industrial (CV) procedentes de frutos recolectados del árbol y los recolectados del suelo mediante recolectora de púas. Los aceites elaborados a partir de frutos recolectados del suelo con barredora autopropulsada, fueron clasificados como vírgenes por la presencia de defectos sensoriales marcados. Se observa como los aceites procedentes de fruto derribado sobre el suelo muestran un descenso de la intensidad del frutado mucho mas marcado en el caso de los frutos recolectados con barredora.



Finalmente, los aceites almacenados durante seis meses fueron clasificados en todos los casos dentro de la categoría virgen.

Tabla 3. Clasificación de los aceites de oliva vírgenes extraídos a partir de frutos de la variedad 'Picual' recolectados mediante diferentes sistemas y tras un almacenamiento de seis meses.

Tratamiento	Atrojado/ Borras	Mohoso/ húmedo	Avinado/ avinagrado	Rancio	Otros	Frutado	Amargo	Picante	Clasificación
Vuelo CV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,4	6,3	EXTRA
Barredora CV	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	4,1	4,3	5,2	VIRGEN
Recolectora púas CV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	5,0	6,3	EXTRA
Vuelo almacen.	1,2	1,4	2,6	0,0	0,0	2,7	3,6	4,2	VIRGEN
Barredora almacen.	1,5	1,8	2,3	0,0	0,0	3,2	3,0	3,9	VIRGEN
Recolectora púas almacen.	1,9	2,9	2,3	0,0	0,0	2,8	3,1	4,0	VIRGEN

Conclusiones

- La recolección directa del fruto del árbol ha dado lugar a los aceites máxima calidad, virgen extra, tanto justo en el momento de la recolección como en la almazara tras un almacenamiento del fruto de 20 horas.
- En general, el contacto del fruto con el suelo modificó en mayor o menor medida las características sensoriales y los parámetros de calidad del aceite respecto al fruto del árbol.
- Las recolectoras de púas Felipe Borrás, en recolección de fruto derribado sobre suelo previamente limpio de hojas y frutos caídos de forma natural, dieron lugar a que los aceites fueran clasificados desde el punto de vista químico y sensorial como virgen extra, tanto en el momento de la recolección como en la almazara tras un almacenamiento del fruto de 20 horas.
- Los aceites de frutos derribados sobre suelo previamente limpio de hojas y frutos caídos de forma natural y recolectados mediante barredora autopulsada mostraron una pérdida de calidad manifiesta tanto en molturación inmediata como en molturación tras 20 horas desde recolección. En todos los casos fueron clasificados dentro de la categoría virgen, fundamentalmente por sus características sensoriales.
- El contenido de etanol del aceite aumentó desde el momento de la recolección hasta su procesado a nivel industrial tras 20 horas de almacenamiento para los tres sistemas de recolección evaluados.

- La pérdida de integridad de la epidermis durante la recolección de frutos derribados sobre suelo limpio favoreció en mayor medida a la formación de etanol, principal precursor de los esteres etílicos, tendencia que se mantuvo tras el almacenamiento de 20 horas antes de su extracción en almazara dando lugar a valores por encima de los observados para fruto recolectado del árbol. No se observaron diferencias significativas entre los sistemas de recolección de fruto derribado al suelo.
- Los aceites tras un almacenamiento de 6 meses dejaron de ser clasificados como virgen extra desde el punto sensorial aunque para lo parámetros de calidad físico-químicos fueran clasificados como virgen extra. En general, se observa un incremento del contenido de esteres etílicos durante el periodo de almacenamiento alcanzando concentraciones mas elevadas en los aceites procedentes de frutos recolectados del suelo. Se ha observado la relación entre etanol, acidez y esteres etílicos, apreciándose como los aceites con mayor contenido de etanol y acidez a nivel de almazara, procedentes de recolección de fruto derribado sobre el suelo previamente limpiado con barredoras o recolectoras de púas, han dado lugar tras su almacenamiento a valores mas elevados de esteres etílicos.

En Mengibar, a 3 de abril de 2017



Fdo. Dr. Gabriel Beltrán Maza

Investigador Titular

