

Avances sobre cosecha mecánica de aceitunas de mesa en Argentina

Compiladores:

Bueno, Luis

Barceló Zungre, Franco

Monetta, Pablo

Vita Serman, Facundo



Avances sobre cosecha mecánica de aceituna de mesa en Argentina

Compiladores:

Bueno, Luis

Barceló Zungre, Franco

Monetta, Pablo

Vita Serman, Facundo



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

Ediciones INTA

Estación Experimental Agropecuaria San Juan

2021

634.63 Avances sobre cosecha mecánica de aceituna de mesa en Argentina /
Av15 compiladores Luis Bueno... [et al.]. – Buenos Aires : Ediciones INTA;
Estación Experimental Agropecuaria San Juan, 2021.
53 p. : il. (PDF)

Otros compiladores: Franco Barceló Zungre, Pablo Monetta y Facundo Vita Serman

ISBN 978-987-8333-94-6 (digital)

i. Bueno, Luis. ii. Barceló Zungre, Franco. iii. Monetta, Pablo. iv. Vita Serman, Facundo

ACEITUNA – COSECHA – COSECHA MECANICA – ARGENTINA

DD-INTA

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Diseño interior:

Luis Bueno, Franco Barceló Zungre, Pablo Monetta

INTA EEA San Juan

Facundo Vita Serman

IASO-UNdeC

Diseño de tapa:

Luis Basualdo

Este libro cuenta con licencia:



Autores

BACUR, Juan
BARCELÓ ZUNGRE, Franco
BELLOMO, Agustín
BUENO, Luis
CALAHORRA, Andrea
CASTRO CHEULA, Lisandro Agustín
DE LA VEGA, Daniela
GOÑALONS, Guillermo
LADUX, José Luis
LENZANO, Gonzalo
MANZANO, Gabriel
MÁRQUEZ, Ricardo
MASCHIO, Fabián
MATTAR, Susana
MERINO, Mauricio
MICHEL, Fabio
MONETTA, Pablo
NAJT, Francisco
OVIEDO, Alejandro
PERRIS, Leonardo
PIERANTOZZI, Pierluigi
PICCIONE, Guillermo
RODRÍGUEZ, Manuel
TIVANI, Martin
TORRES, Mariela
VEGA MACÍAS, Victorino
VITA SERMAN, Facundo

Índice

Introducción	5
I - Primeros ensayos sobre tratamientos en precosecha	11
Efecto de aplicaciones foliares de Fosfato Monopotásico y Etefón sobre la eficiencia de derribo	12
Aplicaciones foliares de Ca ²⁺ para incrementar firmeza y disminuir el daño en la fruta	15
Uso de Thidiazuron como herramienta para la planificación escalonada de la cosecha en aceitunas de mesa	19
II - Primeros ensayos sobre acondicionamiento poscosecha	23
Evaluación de tratamientos poscosecha en aceitunas de mesa cosechadas de forma mecánica.....	24
III - Implementación de cosecha para explotaciones pequeñas y medianas	28
La cosecha mecánica con brazo vibrador para fincas pequeñas a medianas: aplicación de derribantes y la productividad de la mano de obra.....	29
Evaluación de la calidad comercial de la aceituna para mesa (cv. “Hojiblanca”) cosechada mecánicamente	34
IV - Implementación de cosecha para grandes explotaciones	37
Sistema integral de recolección mecanizada en aceitunas de mesa -Parte I: eficiencia de cosecha	38
Sistema integral de recolección mecánica en aceitunas de mesa - Parte II: calidad de la fruta	43
Bibliografía	51

Introducción



El inicio del cultivo del olivo se ubica en el cuarto milenio y al norte del Mar Muerto, según evidencias arqueológicas encontradas que revelan la presencia de restos de huesos junto a primitivos molinos. Desde aquellos tiempos, se extendió por Oriente Medio, Norte de África y Europa ocupando todos los países ribereños del Mediterráneo (Rallo, 2005) . En tiempos actuales, se extiende hacia América, Sudáfrica, China, Japón y algunos países de Oceanía (Barranco *et al.*, 2017).

El olivo es un árbol perenne cuyo hábitat se localiza entre las latitudes 30° a 45° en ambos hemisferios, y principalmente, en regiones climáticas de tipo Mediterráneo caracterizadas por veranos secos y calurosos e inviernos fríos y húmedos. Actualmente, de las 10.6 millones de hectáreas que aproximadamente implantadas en el mundo, el 98% de ellas se encuentran localizadas en los países de la cuenca del Mediterráneo y menos del 10% de ellas se encuentran bajo riego (FAOSTAT, 2019). Aún con estas características, es en los últimos años que la creciente demanda de aceite de oliva y de aceitunas de mesa, lo ha visto expandirse hacia otras zonas geográficas de mayor latitud y altitud, y aún en climas continentales (Rallo and Barranco, 2021).

En Argentina, la actividad olivícola creció sostenidamente en los últimos años, afianzándose como el principal elaborador de aceites de oliva y de aceitunas de mesa en América. Dicha actividad se desarrolla casi exclusivamente en zonas áridas y semi-áridas y, en su totalidad, se encuentra bajo riego. De las casi 78.000 ha actuales (INDEC, 2020), más del 90% se localizan en en los valles cordilleranos del oeste del país, en las provincias de Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza. Son éstas también las que concentran la mayor producción y elaboración de aceitunas de mesa (Gómez-del-Campo *et al.*, 2010).

A nivel mundial, la cantidad de aceituna para mesa exportada asciende a 650.000 toneladas, de las cuales Argentina participa con casi un

10% (IOOC, 2019). Históricamente, la variedad más utilizada para este destino fue la “Arauco”, aunque con la modernización de los olivares, iniciada a principio de los años 90, con motivo de adaptarse se implantaron variedades de mayor demanda internacional como “Hojiblanca”, “Manzanilla”, “Kalamata”, “Mission”, entre otras. Las plantaciones intensivas modernas, que incorporaron tecnologías de riegos presurizados, fertirriego y labranzas mínimas, fueron estructuralmente diseñadas para la utilización de distintos sistemas de recolección mecanizada (Vita Serman & Matías, 2013).

Tal como se plantea en el trabajo “Visión Prospectiva de la Cadena de Olivo al 2030” (Gomez Riera & Vita Serman, 2014), es la mecanización de la cosecha uno de los principales desafíos de la actividad olivícola de cara a una producción rentable y sustentable. Tradicionalmente, la producción de aceituna de mesa se cosechó de forma manual con el argumento de que solo de esa forma se obtenía una fruta de calidad comercial. En la actualidad, más del 50% de los costos de cultivo se destinan a la cosecha manual, cuya oferta laboral resulta cada vez más limitada debido a la falta de interés del obrero rural para desarrollar trabajos en deficientes condiciones laborales. La posibilidad de incorporar la mecanización integral de la cosecha, no solo permitirá aumentar la productividad de la mano de obra, sino también mejorar el ingreso y las condiciones laborales del trabajador rural.

Este desafío no solo se circunscribe a nuestra producción local, sino que también es un objetivo en otros países productores, donde se han impulsado numerosos estudios sobre aquellas variables implicadas en la cosecha mecanizada. En las primeras experiencias realizadas fue habitual que las conclusiones afirmaran que, cuando se pone en práctica la mecanización de la aceituna de mesa, el porcentaje de daño debido a los impactos en la fruta por el accionar de las máquinas es aún lo suficientemente alto como para que el productor y la industria limiten su aplicación.

Cuando hablamos de la cosecha mecánica integral, podemos distinguir dos aspectos fundamentales: la acción de cosecha propiamente dicha y luego la “recepción” o “acondicionamiento” poscosecha de la fruta para minimizar los efectos del daño producido. En general, cuando nos referimos a la mecanización propiamente dicha, debemos tener en cuenta tres componentes básicos: la tecnología mecánica apropiada para remover la fruta sin que la planta resulte dañada; un adecuado modelo de cultivo que maximice el potencial productivo y, al mismo tiempo, que permita una arquitectura de la planta que facilite el pasaje de la maquinaria y la máxima eficiencia de recolección; y, por último, alguna práctica agronómica que mejore el proceso de abscisión del fruto.

Ferguson & Garcia, (2014) sostienen que desarrollar un modelo de cosecha mecanizada para cualquier frutal arbóreo, implica seguir ciertos criterios y lineamientos experimentales fundamentales. El primer paso sería analizar cómo se adaptaron otros cultivos frutales a la maquinaria existente y que modificaciones tuvieron que realizarse posteriormente en su sistema productivo, para luego incorporar esos conocimientos obtenidos al cultivo en cuestión. Posteriormente se deberían realizar el suficiente número de pruebas para recabar la información que contribuya al mejoramiento y estabilización del modelo mecanizado.

Las cosechadoras utilizadas inicialmente para aceitunas de mesa fueron, en algunos casos, vibradores de troncos desarrollados para cosechar aceitunas maduras (aceite). En otros, fueron máquinas adaptadas de otros cultivos, como el pistacho y frutales de carozo, tal es el caso de las llamadas “Side by Side”. Estos sistemas tienen como principio de funcionamiento la transmisión de la vibración de forma vertical a través del árbol. Esto produce una caída de los frutos, de acuerdo al gradiente de su fuerza de retención (FRF). Este tipo de cosechadoras incrementan su eficiencia en árboles pequeños, con ramas verticales en la parte superior, canopias ligeras y frutos de

tamaño grande (Hartmann *et al.*, 1975). Inicialmente la vibración en troncos tuvo problemas debido al daño que se generaba en el lugar de apoyo de la pinza, que en algunos casos podía concluir en la muerte de la planta. Estos se solucionaron mediante el agregado de acolchonamiento adicional en la abrazadora y asegurándose que la máquina vibradora estuviera firmemente agarrada al tronco sujeto a las vibraciones (Ferguson *et al.*, 2010).

El uso de las cosechadoras cabalgantes fue probado en una etapa posterior. Inicialmente con máquinas de gran porte como Colossus para modelos intensivos (Ferguson *et al.*, 2009) (Ravetti, 2008) (Freixa *et al.*, 2011) y recientemente con las de tipo viñateras en modelos super-intensivos (Morales-Sillero *et al.*, 2014). Los resultados fueron poco alentadores debido a que el contacto de los frutos con los bastones cosechadores tiende a causar mucho daño al fruto, lo cual incrementa la formación de manchas marrones o “moleestado”.

Otro factor que debe ser analizado a la hora de hablar de la cosecha mecánica es el diseño de olivar a cosechar, ya que el mismo debe prever una arquitectura de plantas específica para cada máquina a utilizar. Visco *et al.* (2008) destacaron la influencia del sistema de formación de la planta a la hora de la vibración de troncos. Para realizar una cosecha mecánica óptima con este tipo de máquina, la formación de las plantas debe ser hecha teniendo en cuenta un tronco cuyas ramas principales aparezcan arriba de 1,2 m desde el suelo, conservando tres ramas principales y manteniendo un volumen de copa cercano a los 30 m³. Según estos autores, manteniendo este volumen se alcanzaría una situación de compromiso entre producción de fruta y la eficiencia de cosecha.

Un excesivo volumen de copa, ya sea por su edad o por las condiciones de crecimiento sin podas que limiten el tamaño de los árboles, puede resultar determinante para un fracaso de la cosecha con vibradores de tronco. Tombesi

et al. (2017) indicaron la importancia de eliminar aquellas partes no productivas de las copas de los olivos para mejorar la eficiencia de recolección de los frutos al emplear vibradores de tronco. Ferguson & Garcia (2014) mostraron que la reducción de un 58% el volumen de copa en un árbol excesivamente grande, resultó en una caída de solo 21% de la producción, y que esto podría mejorar de forma notable la eficiencia de la recolección mecanizada. En ese caso, la cosecha se realizó con sistemas sacudidores de copa que accedían directamente a las zonas con frutos.

En esa misma línea, Jimenez-Jimenez *et al.* (2015) analizaron los parámetros que más influían en la cosecha mecánica, con el objetivo de mejorar, tanto el diseño y ajuste de las máquinas vibradoras como la adaptación del sistema de cultivo hacia dicho modo de cosecha. Luego de evaluar “Manzanilla” bajo tres diferentes diseños de cultivo: Tradicional (vaso con más de un tronco principal no recto con una línea de plantación de 10 x 10 m), tradicional adaptado a mecanización (vaso con un tronco principal recto, 10 x 10 m) e intensivo (vaso abierto con dos ramas principales, 7 x 6 m), concluyeron que en aquellas plantas más pequeñas y con menos carga individual se conseguían mejores eficiencias de cosecha. Esto probablemente se deba a que, en los árboles de menor porte, los parámetros de vibración aceleraron el desprendimiento de la fruta, minimizando el daño ocasionado en la corteza y en fruto.

Desde el punto de vista de la eficiencia de derribo de fruta, el momento óptimo de cosecha será cuando la fuerza de retención del fruto (FRF) se encuentre en su valor mínimo. Visco *et al.* (2008), observaron que a mayor retención de la fruta existía luego un mayor número de frutos magullados o molestados. El problema que se presenta cuando hablamos de mecanizar la cosecha para aceituna de mesa con destino a verde, es que debe realizarse durante un período o ventana de tiempo en el cual la FRF es alta. Sin embargo, es siempre recomendable mantener un seguimiento preciso de la FRF ya

que puede existir una disminución aún en ese corto periodo.

Según Beltrán (2008), el índice de madurez 1 es el apropiado para la cosecha de aceituna verde para industrializar. Como parámetro práctico a nivel de finca la cosecha se inicia una vez que el crecimiento de los frutos ha cesado y el color verde oscuro se torna más claro. Cuando el fruto comienza a cambiar de color debido al proceso de maduración característico de los frutos (envero), el valor comercial disminuye (Agustí, 2008). Esta característica, sumada a la velocidad del cambio de color de cada cultivar, así como el comportamiento en las distintas zonas, implica la necesidad de cosechar en un corto plazo. Según los estudios realizados por Weaver (1985), Kim *et al.* (2006) y Gregersen *et al.* (2013), las citocininas son las consideradas responsables del retraso de la senescencia de los frutos, por lo que es posible el uso de esta fitohormona como una herramienta más para retrasar la maduración y poder escalonar de forma apropiada la cosecha de los frutos en su estado óptimo.

Dentro de los aspectos más estudiados en el último tiempo, debemos considerar el uso de alguna práctica agronómica que acelere el proceso de abscisión del fruto. En la literatura hay abundante información sobre la aplicación de diferentes agentes químicos que debiliten el pedúnculo del fruto para facilitar la caída del mismo. En los primeros reportes realizados por Hartmann *et al.* (1975), seguido luego por otros autores, se concluyó que el etileno favorecía la abscisión del fruto, lo que facilitaba el desprendimiento de los mismos cuando se cosechaba mecánicamente con vibradores de tronco. Otros agentes que se estudiaron para disminuir la FRF fueron los fosfatos (monoamónico =MAP; monopotásico= MPK). Continuando esta línea de trabajo, Banno *et al.*, (1993) realizaron un ensayo donde se trabajó con la variedad Manzanilla y diversas soluciones inductoras de la abscisión, y se concluyó que en cuestión de tratamientos foliares, el

fosfato de sodio fue el que mejor resultado obtuvo, provocando la abscisión de los frutos pero no así de las hojas. Por otro lado, con el agregado de glicerol a esta solución se llegó a la conclusión de que la cavidad donde se unen pedicelo y fruto actúa como recipiente de productos agregados de forma foliar, lo cual induce a una mejor absorción de los mismos por parte del fruto. Por otro lado, podemos citar los trabajos realizados por Arquero *et al.* (1997) y Barranco *et al.* (2004), quienes estudiaron el efecto de la aplicación de este producto sólo y en combinación con etileno, en “Arbequina” y “Picual”. En aquellos casos, los mejores resultados obtenidos fueron la combinación de MPK en solución acuosa al 3% con 500 ppm de etefón (etileno), aplicado 15 días antes de cosecha. Ninot & Tous (2009) continuaron profundizando sobre el tema, confirmando los resultados anteriormente descritos y concluyendo que la aplicación de MPK solo funcionaba en combinación con el etefón, pudiéndose lograr reducciones de hasta un 77% de la FRF, aunque muchas veces con el riesgo de caída de hojas que podían afectar el rendimiento de los olivares al año siguiente. Sin embargo, en experiencias realizadas en California con “Manzanilla”, Burns *et al.* (2008) no encontraron aumentos de la eficiencia de cosecha con el uso de etefón y monofosfato de potasio.

En los últimos años se desarrolló un protocolo sobre la correcta aplicación de agentes precursores de etileno en sinergia con fosfatos, resultado de la colaboración entre las asociaciones de productores e industriales de la aceituna de mesa e instituciones de ciencia de España. Se tuvieron en cuenta variables que afectan al correcto funcionamiento de los agentes de abscisión de frutos, como el volumen de caldo a aplicar, la superficie foliar a mojar, las condiciones climáticas y la época de aplicación. Los resultados experimentales en dicha colaboración fueron muy variables, dependiendo de factores como el estado de

madurez, carga del árbol, condiciones climáticas, entre otras, pudiendo resumirse que en promedio se obtuvo un 13,85% de aumento del derribo de fruta, así como un 2,09% de aumento en cuanto a la caída de hoja (Victorino Vega-Macias, com. pers.).

En la literatura existen también otras alternativas de manejo a campo realizadas previo a la cosecha. Con el objetivo de mejorar la condición estructural del fruto (mesocarpo) y aumentar su resistencia al golpe o “molestado”, también se probó la aplicación foliar con calcio. Tsantili *et al.* (2008) concluyeron que una aplicación de cloruro de calcio 30 días antes de cosecha, previno el ablandamiento y los daños en los frutos cosechados, sin producir defoliaciones o alteraciones en la fisiología de la planta.

Si retomamos el concepto de cosecha mecánica integral, es indispensable tener en cuenta que todo aquel daño que se produzca en el fruto por el proceso mismo de cosecha, debe ser minimizado. Cuando el daño ya se ha producido, a medida que el tiempo transcurre éste se hace más visible, afectando notablemente la calidad comercial de la fruta. Es por ello que el acondicionamiento postcosecha de la fruta es vital para minimizar los efectos del daño producido. Podemos citar en este caso a Glozer *et al.*, (2008), quienes realizaron numerosos ensayos sumergiendo el fruto cosechado y molestado en soluciones acuosas antioxidantes como ácido salicílico, citrato de calcio e hidróxido de sodio en concentraciones de 0,4%. Para estos autores, la inmersión de la fruta inmediatamente después de cosecha en una solución acuosa de hidróxido de sodio (0,4%) previamente refrigerada, mejoró la firmeza de la pulpa y previno el pardeamiento del fruto. Posteriormente, Segovia-Bravo *et al.* (2012) analizaron el efecto de la conservación del fruto (“Manzanilla”) en atmósferas inertes de N₂, inmersión en soluciones ácidas refrigeradas y en metabisulfito de sodio, con un período de retraso de inmersión de entre 4 y 24 horas.. Las conclusiones obtenidas de ese

trabajo destacan que lo ideal es la inmersión de la fruta cosechada en metabisulfito de sodio refrigerado a 4°C, en un tiempo de espera no mayor a 8 h. Esto no solo previene el pardeamiento de las zonas dañadas y mejora la uniformidad de color, sino que además incrementa la firmeza de la fruta sana.

Como ejemplo de una evaluación integral de la cosecha mecánica de la aceituna para mesa se puede citar a Zipori *et al.* (2014), quienes evaluaron todos los parámetros anteriormente mencionados: aplicación de productos derribantes en pre cosecha, cosecha mecánica con vibrador, e inmersión poscosecha de la fruta en soluciones débiles de hidróxido de sodio. Las experiencias se realizaron en Israel, en cuatro variedades de aceituna para mesa (Hojiblanca, Manzanilla, Nabali Mouhassan y Souri). Los resultados obtenidos concluyen en que la aceituna de mesa puede ser cosechada mecánicamente de forma efectiva y rentable, siendo el principal factor a considerar la cosechadora y el procesamiento poscosecha inmediato. La variedad Manzanilla fue la única que no presentaba buenos resultados comerciales en cuanto a calidad de fruto, por lo que se recomendó profundizar los trabajos en tal sentido.

En la presente publicación se pretende brindar al lector los avances sobre la mecanización de la aceituna de mesa desarrollados en la Argentina. Estas tareas de I+D se realizaron mediante la articulación entre el sector público y privado, lo que permitió planificar, en forma participativa, las acciones de experimentación, transferencia y capacitación con el sector productivo aceitunero. En tal sentido, se ha conformado una mesa de discusión sobre la implementación de la cosecha mecánica con la participación del sector productivo e industrial, el sector científico-tecnológico y los representantes de los gobiernos provinciales. Las actividades aquí presentadas dan continuidad a las acciones de experimentación que se vienen realizando desde el año 2011 hasta esta parte, acompañando a los sectores productivos de la zona.

I - Primeros ensayos sobre tratamientos en precosecha



Efecto de aplicaciones foliares de Fosfato Monopotásico y Etefón sobre la eficiencia de derribo

Bueno, L.^{1*}, Manzano, G.³, Vita Serman, F.¹⁻², Maschio, F.⁴, Monetta, P.¹.

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA San Juan. San Juan. Argentina.

² Instituto de Agricultura Sostenible en el Oasis (UNDeC). La Rioja. Argentina.

³ Departamento de Ingeniería Agronómica. UNSJ.

⁴ Finca Las Marías. Isola Asti S.A. San Juan.

bueno.luis@inta.gob.ar

Introducción

En aceituna para mesa la eficacia de la recolección mecánica mediante vibradores de troncos, suele ser baja debido a la elevada fuerza de retención del fruto (FRF). El uso de agentes químicos que faciliten la abscisión de la aceituna se ha estado investigando desde hace más de treinta años (Hartmann *et al.*, 1970). Los favorecedores de la abscisión son sustancias químicas que buscan provocar la caída de los frutos, o por lo menos, disminuir la resistencia al desprendimiento y facilitar la recolección (Porrás Piedra *et al.*, 1995). Los mejores resultados se lograron con precursores de etileno, como es el Etefón, pero cuando se utilizaron en concentraciones en las que eran efectivos para facilitar la abscisión del fruto, causaban una excesiva e inaceptable caída de hojas (Martín *et al.*, 1981). El fosfato monopotásico $H_2K(PO)_4$ (MPK) es un fertilizante económico y fácilmente disponible que se emplea foliarmente en olivo como una fuente excelente de P y K. La incorporación de pequeñas dosis junto al Etefón reduce la FRF y mejora, en algunos casos, la eficiencia de la recolección mecánica, sin provocar caída adicional de hojas.

El presente estudio evalúa el efecto de Fosfato Monopotásico (MPK) + Etefón sobre la fuerza de retención del fruto y la eficiencia de cosecha en aceitunas con destino a conserva.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en el año 2013 en una finca comercial localizada en Cañada Honda, departamento Sarmiento, Provincia de San Juan. El olivar del cultivar “Manzanilla”, seleccionado por su homogeneidad y buen rendimiento, contaba con un marco de plantación de 7x4m (416 plantas/ha) de 16 años de edad.

Los tratamientos aplicados se detallan en la tabla 1. Estos tratamientos se aplicaron 20 días previos a la cosecha

Tabla 1. Composición de los tratamientos aplicados por vía foliar.

Tratamiento	Composición
T1	3% MPK+ 500 ppm Etefón
T2	4% MPK+ 500 ppm Etefón
T3	4% MPK+ 1000 ppm Etefón
T4	6% MPK
Control	Sin aplicación

Diseño experimental

La parcela experimental estuvo conformada por una hilera central y dos borduras. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento, evaluando 10 plantas de la hilera central.

Mediciones

La fuerza de retención del fruto se midió a través de un dinamómetro (Schwyz Digital Force Gauge DINDING 50 N), antes y después de las aplicaciones hasta el día de la cosecha. Esta medición se realizó en 100 frutos por repetición de cada tratamiento.

Cosecha

La cosecha mecánica (Mec) se realizó con una maquina vibradora de tronco, del tipo “Side by Side” marca COE, con sistema de recolección y limpieza incorporado. Finalizada la cosecha mecánica, se realizó un repaso manual (Man) de la fruta remanente en las plantas para cosechar la totalidad de la aceituna y poder evaluar la eficiencia de cosecha.

La eficiencia de cosecha (EF) se calculó de la siguiente manera:

$$EF = \frac{kg\ Mec}{kg\ Mec + Kg\ Man} * 100$$

Peso de hoja derribada

Se cuantifico la cantidad de hoja derribada por la cosechadora colocando una bolsa de red en la salida del sistema de limpieza de la cosechadora, para luego ser pesadas.

Aplicación del producto

Para calcular el volumen de caldo, se midió dos diámetros de la copa de los olivos perpendiculares entre sí (D y D’), la altura total del olivo (H) y la distancia entre el suelo y la parte inferior de la copa (h). Con estos datos se obtuvo la superficie externa de la copa del olivo donde se sitúan de forma generalizada las aceitunas. Esta superficie se calculó empleando la siguiente fórmula, adaptada de la superficie de un ovoide:

$$Sext = \pi * ((D + D')/2) * (H - h)$$

En base a la superficie externa de copa, se determinó el volumen de caldo medio por olivo a aplicar, con un índice de aplicación (i.a.) de 0,2 l/m² de superficie externa de copa:

$$Vol. de caldo(l/olivo) = Sext (m2/olivo) * i.a. (l/m2)$$

El momento de aplicación fue 15 días antes de la fecha estipulada de cosecha, como sugieren la mayoría de los reportes.

Resultados y Discusión

En la Fig. 1 se observa la dinámica temporal de la fuerza de retención en los distintos tratamientos aplicados.

Se conoce que los mayores valores de FRF se dan con los frutos verdes, luego bajan de

manera acusada durante el período de maduración y a partir de ahí, disminuyen muy lentamente (Porrás, 1994). En nuestro experimento se pudo observar que, previo a la aplicación de los productos derribantes, los valores de FRF eran muy elevados, tal como se esperaba para frutas con estadio o estadios de madurez temprana. Durante los primeros 15 días desde la aplicación, los valores de FR fueron constantes y sin diferencias entre los distintos tratamientos. A partir del día 15, se observó una caída pronunciada de la FR en todos los tratamientos. Esta tendencia no puede ser atribuida al efecto de los agentes favorecedores de la abscisión ya que aconteció aún en el Control. Esto puede estar asociado al proceso natural de madurez del fruto o, inclusive, el efecto que puede ocasionar una suspensión temporal del riego, que se realizó para evitar la rotura en troncos. Sin embargo, se pudo observar que la mayor disminución de la FRF con respecto al Control correspondió al tratamiento T3 (30%), sin alcanzar niveles de reducción del 40%, mencionados en otros trabajos (Barranco *et al.*, 2004; Ferguson *et al.*, 2006; Ninot, *et al.*, 2009).

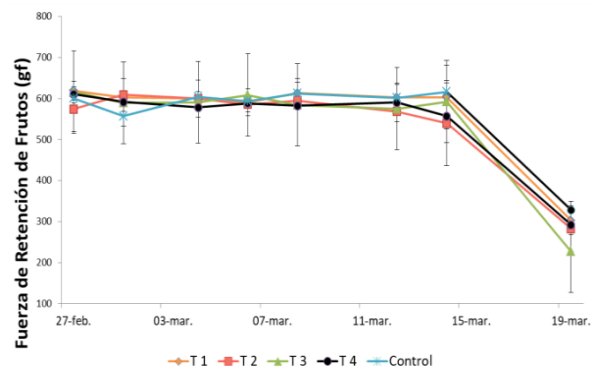


Figura 1. Evolución de la fuerza de retención de fruto en “Manzanilla” durante el periodo de ensayo, para los cinco tratamientos ensayados.

La Fig. 2 nos muestra que solo aumentó levemente, la eficiencia de cosecha mecánica en el tratamiento T3 (4% MPK+ 1000 ppm Etefon), alcanzándose un 72,7% en contraste con un 63,9% del Control. No se observaron diferencias entre el resto de los tratamientos versus el Control.

Al evaluar la cantidad de hoja derribada al momento de la cosecha mecánica, se advierte

que al aumentar la dosis de producto aplicado aumenta significativamente la caída de hojas. De los 1,18 kg de hojas por árbol que caen de las plantas del Control, llegamos a duplicar la caída de hojas en el T3 (4,77 Kg de hoja/árbol) En consecuencia, el derribante también acciona el proceso de caída de hoja, Esto confirma que dosis por arriba 200 ppm de Etefón verifican altas pérdidas de hojas (Ferguson *et al.*, 2006).

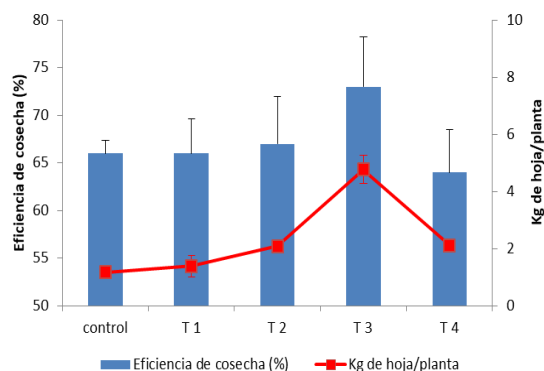


Figura 2. Eficiencia de cosecha % y Hoja derribada por planta (Kg) por tratamiento.

En la tabla 2 se observan los costos de cada tratamiento por hectárea, solo tomando los valores de los productos y no así el costo de aplicación (tractor, operario, etc.). Al analizar esta variable podemos indicar que los costos aumentan considerablemente, sin ser cubiertos proporcionalmente a la ganancia del porcentaje de derribo en la cosecha mecánica.

Tabla 2. Costo de producto (US\$/Ha) según los tratamientos.

Tratamiento	US\$/Ha
3% MPK+0,05% Etefón (T1)	480
4% MPK+0,05% Etefón (T2)	563
4% MPK+0,10% Etefón (T3)	781
6% MPK (T4)	490
Testigo (T5)	0

Conclusiones

Si bien se pudo lograr un aumento del 8% en la eficiencia de cosecha cuando se aplicaron altas dosis de agentes favorecedores de la abscisión, la caída de hojas fue lo suficientemente importante como para comprometer la

producción del año siguiente.

Según numerosos datos experimentales recabados en España en los últimos años, los resultados del uso de estos agentes son muy variables, dependiendo de factores como el estado de madurez, carga del árbol, condiciones climáticas, entre otras, pudiendo resumirse que se en promedio se obtuvo un 13,85% de aumento del derribo de fruta (Victorino Vega-Macias, com. pers.).

Por otra parte, el resultado económico de aplicar estos agentes derribantes en aceitunas de mesa dependen fuertemente de la cantidad de fruta en el árbol, precio de venta de la aceituna y la estrategia de cosecha tomada por cada empresa (segunda pasada con máquina, repaso a mano, etc.). Los resultados particulares de este trabajo generan nuevas incógnitas sobre la eficacia de estos agentes favorecedores de abscisión y su relación con aspectos tales como estado de madurez, fuerza de retención del fruto o dosis y fechas de aplicación y, fundamentalmente la interacción con las condiciones ambientales. Todo esto con miras de desarrollar una mejora en cuanto a la eficiencia de trabajo de las máquinas y en el costo final de cosecha.

Agradecimientos

A la “Finca Las Marías” y todo su personal. En especial al encargado del campo, Sr. Manuel Méndez. El trabajo fue financiado por el proyecto PRET del INTA.

Aplicaciones foliares de Ca²⁺ para incrementar firmeza y disminuir el daño en la fruta

Bueno, L.^{*1}, Manzano, G.³, Vita Serman, F.¹⁻², Maschio, F.⁴, Monetta, P.¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA San Juan. San Juan. Argentina.

² Instituto de Agricultura Sostenible en el Oasis (UNdeC). La Rioja. Argentina.

³ Departamento de Ingeniería Agronómica. UNSJ.

⁴ Finca Las Marías. Isola Asti.

bueno.luis@inta.gob.ar

Introducción

La cosecha mecánica de aceitunas provoca daños o “molestado” en la fruta que repercuten negativamente en la calidad del producto final cuando ésta es destinada a mesa. Entre los métodos desarrollados para disminuir el daño es mantener la firmeza del fruto, durante la maduración y almacenamiento. Esto se logra aumentando la concentración de calcio (Ca²⁺) en la fruta, mediante la aplicación foliar en precosecha (Ferguson y Watkins, 1989). Estos tratamientos resultaron efectivos en algunos cultivos frutales, como las manzanas (Recasens *et al.*, 2004), cerezas (Facteau *et al.*, 1987) y duraznos (Manganaris *et al.*, 2005). Con el fin de evaluar estrategias para minimizar el molestado de la fruta, en este trabajo se evaluó, a campo, el efecto de la aplicación de Ca sobre la firmeza de la pulpa y su relación con los daños ocasionados luego de la cosecha mecánica.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en el año 2013 en una finca de la localidad de Cañada Honda, departamento Sarmiento, Provincia de San Juan. El trabajo se desarrolló en un olivar de 16 años de edad de la variedad “Manzanilla”, con un marco de plantación de 7x4 m (416 plantas/ha).

Tratamientos

Se eligió aplicar el nitrato de calcio [Ca(NO₃)₂] vía foliar por ser un producto accesible en el mercado. Los tratamientos y dosis evaluadas se detallan en la tabla 1.

Las aplicaciones foliares se realizaron con una atomizadora remolcada por tractor con capacidad para 400 l de solución. (Fig. 1).

La cantidad de agua aplicada buscó mojar bien la superficie de las hojas. Para eso se debía provocar el goteo en hojas y frutos. Debido a que la absorción foliar del Ca se limita a bajas cantidades, se realizaron tres aplicaciones con un intervalo de 10 días. La primera aplicación se realizó 45 días antes de cosecha.

Tabla 1. Composición de tratamientos aplicados

Tratamiento	Composición	Aplicaciones
T1	1% Ca(NO ₃) ₂	3 c/10 días
T2	2% Ca(NO ₃) ₂	3 c/10 días
Control	H ₂ O	3 c/10 días

Diseño experimental

La parcela experimental estuvo conformada por una hilera central y dos borduras. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento, evaluando 10 plantas de la hilera central.



Figura 1. Aplicaciones foliares con atomizadora.

Determinaciones analíticas

Se tomaron muestras de hojas y frutos de cada una de las repeticiones en cinco momentos distintos: previo a las aplicaciones foliares, al finalizar cada una de las tres aplicaciones y al momento de cosecha. En cada muestreo se determinó firmeza del fruto y niveles de Ca^{2+} en hoja y fruto. Para la determinación del contenido total de Ca^{2+} en hoja y fruto el material vegetal fue lavado con agua destilada y con detergente no iónico al 0,05%, luego secado y calcinado en horno mufla a 500°C durante 24 h y posteriormente disuelto en HCl (20%). A partir de esta solución se cuantificó el contenido total de Ca^{2+} por espectrometría de absorción atómica (espectrofotómetro Perkin Elmer-Analyst A200).

La firmeza del fruto del fruto se determinó a través de un dinamómetro (Schwyz Digital Force Gauge DINDING 50 N). Esta labor se realizó en 100 frutos independientes por repetición de cada tratamiento.

Cosecha

La cosecha se realizó con una maquina vibradora de tronco, tipo “Side by Side”, la que cuenta con un sistema de recolección y limpieza incorporado. La aceituna cosechada fue volcada en bins posicionados en la parte posterior de la cosechadora.

Evaluación del daño provocado en cosecha

Para valorar el daño de cosecha, se extrajeron muestras de fruta de los bins de la cosechadora.

Las muestras se mantuvieron durante 24 h a temperatura ambiente para que se desarrolle el molestado en el fruto y luego se seleccionaron 100 aceitunas al azar de cada repetición. Las aceitunas fueron clasificadas en tres categorías según el porcentaje de daño, “sin daño”, “daño medio” y “daño grave”.

Resultados y Discusión

Contenido de Ca en los tejidos

Como muestra la Fig. 2, los tratamientos con aplicaciones de Ca mostraron un incremento en el contenido foliar de este elemento. Se puede observar que el nivel foliar de Ca en las plantas testigo, se mantuvo estable durante el transcurso del ensayo, mientras que, en las plantas tratadas, se observó un incremento a partir del día 20 desde el inicio de las aplicaciones. No se observaron diferencias en función de las dosis de 1 y 2 % de $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$. Este resultado coincide parcialmente con lo reportado por Tsantili, *et al.*, (2008), donde también se observó una caída en la concentración de Ca en las hojas sin tratar, a medida que avanzaba la madurez.

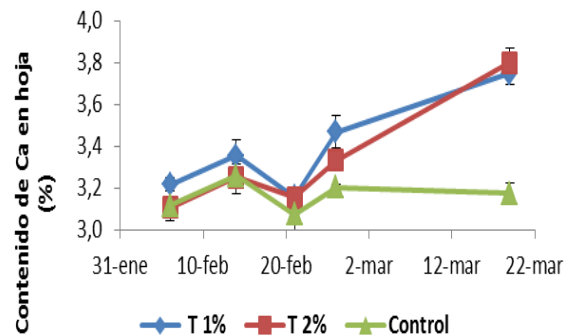


Figura 2. Evolución de la concentración de Ca (%) en hojas de olivo cv. “Manzanilla” desde el inicio de las aplicaciones hasta cosecha.

El contenido de Ca en el fruto disminuyó durante el transcurso del ensayo en aceitunas procedentes de plantas sin tratar (Fig. 3). Esto coincide con reportes bibliográficos para otros frutales y responde probablemente al proceso de maduración natural del fruto (Facteau *et al.*,

1987. Recasens *et al.*, 2004). Sin embargo, en coincidencia con la respuesta observada a nivel foliar, la aplicación foliar de nitrato de calcio al 1 y 2% incrementó el contenido de Ca en aceitunas luego de 15 días de la primera aplicación. Al momento de cosecha (41 días desde la primera aplicación) el nivel de Ca en frutos disminuyó en las plantas tratadas, pero aún mostró valores significativamente superiores al Control.

El incremento simultaneo en el contenido de Ca, en hoja y fruto, sugiere que éste nutriente fue absorbido y luego traslocado al fruto luego de la aplicación de Nitrato de Calcio. No se observaron diferencias entre las dos dosis aplicadas (1 y 2%), lo que podría indicar que la dosis menor fue suficiente para mejorar el contenido de calcio en fruto o que los niveles de Ca aportados mediante ambos tratamientos fueron superiores a los que la planta pudo absorber vía foliar.

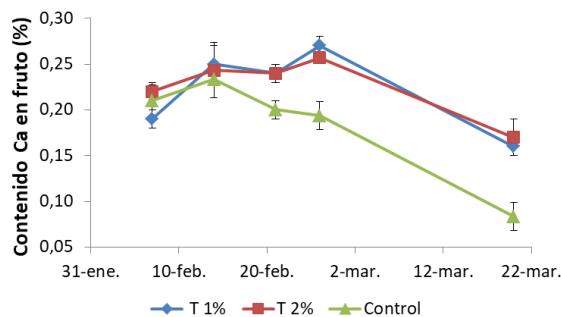


Figura 3. Dinámica de la concentración de Ca en piel y pulpa (%) a través del periodo que duró el ensayo.

Firmeza de la pulpa

En la Fig. 4 se observa como disminuye la firmeza de la pulpa en frutos procedentes de plantas del Control, conforme al avance del proceso de madurez del fruto. Esto se puede relacionar a la caída en el contenido de Ca en frutos (Fig. 3). Por el contrario, los tratamientos con aplicación foliar de Nitrato de Calcio en soluciones del 1 y 2% se pudo observar un rápido efecto sobre la firmeza del fruto. La aplicación foliar de Ca al 1% mejoró significativamente la firmeza de la pulpa frente

al Control, manteniéndose constante desde la primera aplicación hasta cosecha. Por otra parte, la dosis al 2% aumentó la firmeza de la pulpa a partir de los 7 días de la primera aplicación y la mantuvo hasta cosecha (41 días). La correlación entre el contenido de Ca y la firmeza del fruto coincide con lo reportado por Tsantili, *et al* (2008).

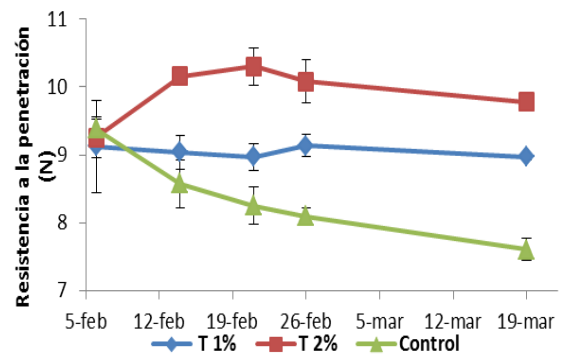


Figura 4. Evolución de la firmeza del fruto (N).

Daño provocado por la cosecha

En relación al aumento de la firmeza de la pulpa, se pudo observar que el porcentaje de aceitunas “sin daño” fue mayor en los tratamientos con aplicación de Ca (1 y 2%) (Fig. 5).

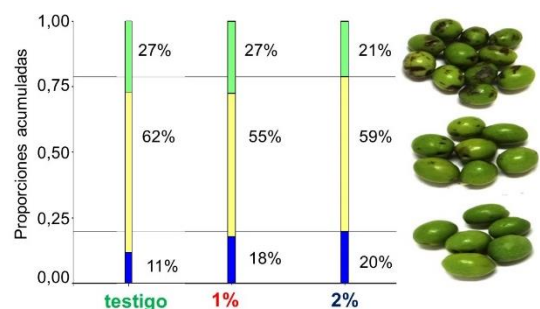


Figura 5. Cuantificación del daño/molestado (%) de aceitunas de Hojiblanca sin fermentar cosechadas mecánicamente, luego de la aplicación de los tratamientos ensayados.

Al mismo tiempo que se aumentó la cantidad de fruta sin daño, las aplicaciones de Ca disminuyeron los frutos con daño grave frente al Control. El porcentaje de aceitunas con daño medio fue similar entre los tratamientos. Estos datos sugieren que la mayor firmeza de la pulpa

de las aceitunas tratadas, tiene un efecto positivo sobre el sobre el molestado ocasionado por la cosecha.

Conclusiones

A partir de los tratamientos ensayados se puede inferir que hubo una respuesta a la aplicación foliar de Ca, observándose un incremento en el contenido de este nutriente en hojas y fruto.

El aumento del contenido de Ca en la fruta mejora la firmeza de la pulpa, principalmente con dosis de 2% de Ca.

Una mejora en la firmeza del fruto tuvo como recompensa una disminución en los daños provocados por la cosecha mecánica. Es interesante hacia futuro conocer en profundidad como se produce y evoluciona el molestado en el fruto y como interviene el Ca en la resistencia de los tejidos al daño mecánico. Por otra parte, es fundamental tener en cuenta el costo de aplicación de este fertilizante foliar y su impacto final sobre la calidad de la fruta, integrado a un proceso de acondicionamiento previo a la fermentación.

Agradecimientos

A la “Finca Las Marías” y todo su personal. En especial al encargado de campo, Manuel Méndez. El trabajo fue financiado por el proyecto PRET del INTA.

Uso de Thidiazuron como herramienta para la planificación escalonada de la cosecha en aceitunas de mesa

De la Vega, E. D.^{1,2*}, Bacur, J.³, Tivani, M.⁴, Torres, M.^{4,5}, Mattar, S⁶. Pierantozzi, P.^{4,5}

¹ Universidad Nacional de Chilecito (UNdeC), La Rioja. Argentina.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. AER INTA Chilecito. La Rioja. Argentina

³ Aimurai S. A., Vichigasta, Chilecito, La Rioja.

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. CCT San Juan, Argentina.

⁵ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA INTA San Juan.

⁶ Universidad Católica de Cuyo (UCCuyo). San Juan. Argentina

delavega.daniela@inta.gob.ar

Introducción

La maduración de la aceituna implica una secuencia de cambios desde el aspecto bioquímico, fisicoquímico y morfológico que resultan inevitables y progresivos. El cambio de color del tegumento es el síntoma externo más evidente de la maduración de la fruta y se debe, en primera instancia, a la degradación de la clorofila y a la síntesis de los pigmentos específicos como los antocianos (Lavee, 1996). La dinámica de biosíntesis y degradación de estos pigmentos es parte de este proceso y el tiempo en el cual se dan estos cambios está directamente relacionado con el genotipo y ambiente en que se desarrolla el cultivo (Bodoira *et al.*, 2015). En este sentido, ambientes más cálidos aceleran el proceso y, por el contrario, ambientes más fríos lo retrasan. Otros factores de variaciones son la carga frutal del árbol y la cantidad de radiación recibida (Treantacoste *et al.*, 2010; Lemole *et al.*, 2018).

Las citocininas son hormonas vegetales, las cuales se las puede dividir en naturales y sintéticas, siendo estas últimas de mayor eficacia en aplicaciones exógenas. Entre sus efectos fisiológicos se menciona el retraso de la senescencia de los tejidos (Weaver, 1985, Kim *et al.*, 2006; Gregersen *et al.*, 2013), debido a la continuidad de la síntesis de proteínas y

ácidos nucleicos en las zonas aplicadas, preservándose así gran parte de la clorofila de tales tejidos, responsables del color verde de los órganos (Hoppins, 1976; Segura, 2008). El uso de citocininas en forma exógena, está citado en varios cultivos, en uva para mesa retrasando su envero y así escalonando la cosecha. En olivo la aplicación de thidiazuron 10 días antes de la madurez industrial logró retrasar el proceso madurativo de la fruta a cosechar (de la Vega *et al.*, 2018).

Este trabajo se realizó en la variedad Manzanilla, destinada a conserva en verde y donde su período de cosecha es muy breve, virando en poco tiempo de color y desmereciendo el valor industrial de la misma. Un retraso en la maduración mantiene los frutos verdes por mayor tiempo, dando mejores posibilidades a la hora de planificar la cosecha. Siendo importante el uso de esta fitohormona en el escalonamiento de la madurez para la cosecha mecánica, ya que permite cosechar la fruta en verde por un período de tiempo mayor a lo convencional.

En este trabajo se propuso, en finca comercial, la aplicación Thidiazuron (citocinina sintética) para retrasar el envero de los frutos de Manzanilla con destino a conserva y evaluar en el producto terminado la calidad organoléptica de las mismas.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el año 2017 en la localidad de Vichigasta situada en el departamento Chilecito, provincia de La Rioja. El cultivar estudiado fue “Manzanilla”, plantada en el año 1997, en un marco de plantación de 8x4 m. Se implementó el ensayo en un cuadro uniforme en carga frutal y con las mismas condiciones edáficas y de manejo del cultivo. Se eligieron 5 sectores homogéneos, constituidos por 5 hileras completas cada una (aproximadamente 200 plantas), donde se aplicó la citocinina, al cual lo denominamos “Tratamiento”. Aquí se aplicó Thidiazuron en una dosis de 4 ppm y 10 días antes de la madurez industrial (Índice de madurez 1), con el uso de pulverizadoras de 2000 L, y aplicaciones de caldo de 1000 L/ha; y se seleccionaron 5 sectores adicionales, constituidos por 5 filas de plantas cada sector sin aplicación de esta fitohormona, al que denominamos “Control”.

En los sectores “Control” se seleccionaron, al azar, 5 plantas del centro de cada sector para la cosecha, con un índice de madurez 1 (Beltrán, 2008). En las plantas donde se aplicó el tratamiento con Thidiazurón, se llevó a cabo el mismo procedimiento, alcanzándose el índice de madurez 1 el 5 de abril (aproximadamente 2 meses posteriores).

Tanto el Tratamiento como el Control (5 repeticiones), fueron cosechados en las fechas citadas anteriormente y llevados a fábrica para su elaboración, bajo las mismas condiciones y procedimientos industriales. La elaboración final fue de aceitunas de mesa verde *tipo sevillano*.

Finalmente, las muestras se analizaron sensorialmente según la metodología del Consejo Oleícola Internacional, según lo establecido en la normativa CODEX para las aceitunas de mesa (COI, 2013). Las puntuaciones asignadas por el panel se representaron gráficamente en forma de diagrama radial siguiendo los principios del Análisis Cuantitativo Descriptivo (Stone *et al.*,

1974), el cual permite evaluar de manera individual los descriptores considerados y representar el perfil sensorial específico para cada muestra de aceituna de mesa.

Resultados

La aplicación de una citocinina sintética (Thidiazuron) retrasó la maduración de las aceitunas, manteniendo verde la fruta con una diferencia de 51 días entre la cosecha del control (Fig. 1) respecto a la del tratamiento de citocinina (Fig. 2).



Figura 1. Aceituna en el árbol de *Manzanilla de Sevilla* 51 días después de su madurez industrial, sin aplicación de TDZ.



Figura 2. Aceitunas en el árbol de *Manzanilla de Sevilla* 51 días después de su madurez industrial, con aplicación de TDZ.

Una vez elaboradas y en el análisis sensorial de las aceitunas industrializadas evaluadas, no presentaron características anormales o negativas, ni tampoco se registraron diferencias significativas, en olor y sabor, entre las muestras del control versus el tratamiento con Thidiazuron. Asimismo, las aceitunas de ambos tratamientos presentaron brillo normal. En general, las aceitunas de control y tratamiento se consideraron de buena calidad. La misma establece que las aceitunas de mesa deberán tener el color, sabor, aroma y textura característicos del producto final, es decir con cutícula fina y suave, pulpa compacta, crujiente, no granulosa ni leñosa, en todos los casos con buen desprendimiento del hueso.

En el juicio global del análisis organoléptico no se observaron diferencias significativas entre tratamiento y control. Sin embargo, se registraron diferencias en los descriptores: amargo, dureza, crujiente y fibrosidad, siendo éstos considerados atributos positivos en el tratamiento con Thidiazuron (Fig. 3). Estos parámetros guardan cierta relación con la madurez de las aceitunas, siendo sus valores inversamente proporcionales al estado de madurez de la fruta. Por lo tanto, esto resulta particularmente importante, si se considera que las aceitunas del tratamiento con Thidiazuron fueron cosechadas 51 días posteriores a aquellas del control.



Figura 3. Gráfico radial de la intensidad de atributos sensoriales de los tratamientos control y TDZ en las aceitunas elaboradas de *Manzanilla de Sevilla*.

Tabla 1. Valores comparativos para cada parámetro correspondientes a los tratamientos control y TDZ para todas las repeticiones.

Parámetros evaluados	Tratamientos					
	C 1	T1	C 2	T2	C3	T3
Color a/v	6	6,3	7,5	6	7,5	7
Olor	4	4	2,5	4	3	3,8
Ácido	5	4	4	4	3,1	3
Salado	7	4	6	4	5,8	3,7
Amargo	0	3	1	3	0	2,7
Dureza	4	6,5	5	5	2,5	5,0
Crujiente	6	7,5	3	6,5	5,1	5,2
Fibrosidad	0	4	0	2,5	0	2,3
Separación pulpa/hueso	7,5	6	4	5	6,5	6,3
Valoración del Juicio	6	6	6	6	5,4	6

Conclusiones

La aplicación de una citocinina sintética, constituye una excelente alternativa para poder escalar la cosecha de aceitunas con destino a la elaboración para mesa, ampliando así el período de la cosecha mecánica, y también permite hacerlo de manera más oportuna.

De esta manera, en la variedad Manzanilla industrializada en verde, se logró obtener aceitunas elaboradas de igual forma sin diferencias organolépticas perceptibles entre ambos tratamientos (control vs Thidiazuron), existiendo una diferencia de 51 días de cosecha entre el control y las plantas tratadas con Thidiazuron 10 días antes de la 'madurez industrial' con una dosis al 4 ppm.

En base a lo expuesto, la aplicación de citocinina exógena logra atrasar la madurez industrial, sin afectar la calidad final de las aceitunas, y consecuentemente planificar una cosecha mecánica con mayor margen de recolección, sin alterar la calidad de la materia prima.

Agradecimientos

A la empresa AIMURAI S.A. por permitir desarrollar las experiencias en finca y a la fábrica LA SEIS por industrializar las aceitunas. Al panel de cata del Centro de Referencia en Evaluación Sensorial de Aceite de Oliva y Alimentos (CRESA) de la Universidad Católica de Cuyo (UCC).

II - Primeros ensayos sobre acondicionamiento poscosecha



Evaluación de tratamientos poscosecha en aceitunas de mesa cosechadas de forma mecánica.

Monetta, P.^{1*}, Bueno, L.¹, Vita Serman, F.¹⁻⁴, Castro Cheula, L.², Bellomo, A.², Perris, L.², Mattar, S.³

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA San Juan. San Juan. Argentina.

²San Juan de los Olivos S.A.

³ Universidad Católica de Cuyo (UCCuyo). San Juan. Argentina

⁴ Instituto de Agricultura Sostenible en el Oasis (UNdeC). La Rioja. Argentina.

monetta.pablo@inta.gob.ar

Introducción

El daño tisular producido en las aceitunas por los golpes ocasionados durante la cosecha mecánica, desencadena reacciones oxidativas, mayoritariamente enzimáticas (Segovia Bravo *et al.*, 2009). El pardeamiento enzimático del tejido celular dañado por la manipulación o la cosecha es causado por la conversión de compuestos fenólicos naturales en quinonas que luego son oxidadas en pigmentos marrones, rojos o negros (Glozer & Ferguson, 2008). El grado de avance de estos procesos oxidativos se visualiza como manchas oscuras en piel y pulpa del fruto que afectan la calidad comercial de las aceitunas con destino a conserva. Considerando que las enzimas asociadas al daño oxidativo poseen valores de pH óptimos cercanos a la neutralidad, distintos autores han propuesto que mediante la inmersión de la fruta cosechada en soluciones débiles de pH alcalino es posible permeabilizar la superficie externa del fruto, inhibir total o parcialmente la actividad de dichas enzimas, y, por consiguiente, enlentecer o retardar el daño observado luego de la cosecha mecánica (Ben-Shalom, *et al.*, 1978).

En este sentido, en el presente trabajo se evaluó si la inmersión de la fruta en solución alcalina de NaOH (0.45%) representa una alternativa para mantener las aceitunas desde la cosecha hasta el quemado. Particularmente se determinó si mediante el mantenimiento de la fruta en dicha solución se previene el avance de los daños ocasionados durante la cosecha

mecánica. Además, se tuvo en evaluación si el mantenimiento de las aceitunas en esta solución afecta el proceso de elaboración o incide sobre la calidad del producto final.

Materiales y Métodos

Cosecha y aplicación de tratamientos

El ensayo se realizó en una industria olivícola ubicada en el departamento Ullum, San Juan. Se utilizó un olivar de “Manzanilla”, de 10 años con marco de plantación intensivo (4 x 6). Se cosecharon aceitunas mediante una cosechadora autopropulsada “Side by Side” con vibrador de tronco (COE) el día 19/03/2013 a las 10 de la mañana (Fig. 1). Para agilizar el traslado de la fruta hasta la fábrica, un bin de aceitunas recién cosechadas se colocó sobre una camioneta y se trasladó inmediatamente a la planta industrial (Fig. 2).



Figura 1. Cosechadora mecánica de aceitunas “Side by Side” (COE).



Figura 2. Transporte de las aceitunas desde la finca a la fábrica.

Una vez en la planta industrial, se realizó una separación por tamaño a fin de evitar diferencias en el calibre de las aceitunas que pudieran influir sobre los resultados (Fig. 3). Las aceitunas de tamaños medios (240/280 y 200/240) se recolectaron en tambores de 270 l y se posicionaron en el patio de fermentación de la empresa (Fig. 4).



Figura 3. Separación por tamaño

Los tambores cargados con fruta fueron rellenados con solución de NaOH 0,45% (temperatura ambiente) a distintos tiempos según se indica en la descripción de los tratamientos (Tabla 1). Se utilizaron un total de 12 tambores, 2 por tratamiento. En todos los tratamientos el tiempo transcurrido desde la cosecha hasta el quemado de las aceitunas fue de 48 h. Las diferencias entre los tratamientos radicaron en el tiempo transcurrido desde la

cosecha hasta que las aceitunas fueron sumergidas en la solución de “recepción” o “acondicionamiento” con NaOH 0.45%.



Figura 4. Imagen representativa de tambores donde se aplicaron los tratamientos.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos postcosecha con NaOH 0.45%

Trat.	Adición de NaOH (h post cosecha)	Quemado (h post cosecha)
T1	1 h	48 h
T3	3 h	48 h
T6	6 h	48 h
T12	12 h	48 h
T24	24 h	48 h
Testigo	Sin NaOH	48 h

Quemado y fermentación

Los procesos de quemado y fermentación se realizaron de acuerdo a los protocolos de la empresa.

Evaluación de calidad

Al finalizar el proceso de fermentación se tomaron muestras de cada uno de los tratamientos para la evaluación de la calidad. Cada muestra se subdividió en dos submuestras, una se derivó al panel de cata de la UCCuyo, mientras que la otra fue evaluada en INTA EEA San Juan. En el Panel de Cata de la UCCuyo se realizó un análisis sensorial en función de planillas del COI para aceitunas de mesa. La evaluación realizada en INTA consistió en tomar muestras de 200 aceitunas y clasificarlas en tres grupos en función del grado de daño observado. Se consideraron **sanas** a las aceitunas que no presentaban ninguna marca visible (Fig. 5), con **daño medio** a aquellas sin lastimaduras y marcas menores a 3 mm (Fig.

6), y **daño grave** a aquellas con cortes, lastimaduras o manchas superiores a 3 mm de diámetro (Fig. 7). Los resultados fueron evaluados estadísticamente mediante análisis de la varianza unifactorial seguido de test de Tukey para identificar diferencias significativas entre medias.



Figura 5. Imagen representativa de aceitunas clasificadas como "sanas".



Figura 6. Imagen representativa de aceitunas clasificadas como "daño medio".



Figura 7. Imagen representativa de aceitunas clasificadas como "daño grave".

Resultados y Discusión

Evaluación de la fruta según el nivel de daño

En función de los resultados se puede observar que el porcentaje de aceitunas sin daño fue inferior al 10% en todos los tratamientos y no presentó mayores diferencias en relación al tiempo transcurrido desde la cosecha hasta la inmersión en NaOH (Fig. 8). Este resultado sugiere que el porcentaje de aceitunas sin daño depende principalmente de la variedad, factores agronómicos y de cosecha y no puede ser modificado mediante el tratamiento post cosecha implementado. Con respecto a los daños medios y graves se observa una tendencia a medida que se aumenta el tiempo desde la cosecha hasta la inmersión en la solución de NaOH, donde disminuyen los daños medios e incrementan los daños graves (Fig. 8). Esto sugiere que el daño en las aceitunas golpeadas o lastimadas durante la cosecha avanza de forma más lenta cuando estas son sumergidas en solución de NaOH mientras que lo hace de forma más rápida al estar mayor tiempo en contacto con el aire.

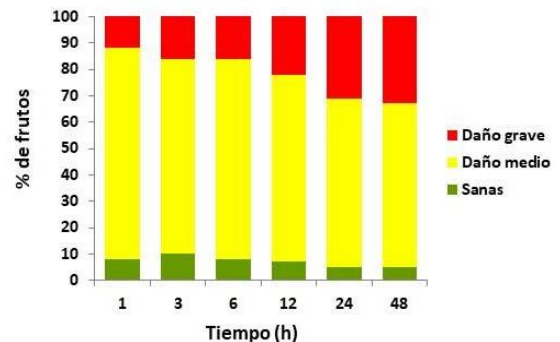


Figura 8. Porcentaje de aceitunas clasificadas según el tipo de daño (en verde aceitunas sanas, amarillo aceitunas con daño medio y rojo aceitunas con daño grave). Los tratamientos distribuidos en el eje X indican el tiempo transcurrido desde la cosecha hasta la inmersión en solución de NaOH.

Análisis sensorial

El resultado del análisis sensorial realizado por el panel de cata de la UCCuyo indicó que en todos los tratamientos las aceitunas evaluadas no presentaron defectos de textura ni de sabor, pero por la gran heterogeneidad entre las distintas unidades, falta de homogeneidad de color, presencia de lastimaduras o manchas

superiores a 3mm, la calidad general de las tres muestras fue considerada como mala. Este resultado era esperable y coincidente con lo observado en la clasificación de daños. En ningún caso las frutas sin daños superaron el 10%, en consecuencia, en cualquier muestra al azar, el porcentaje de frutas con daños medios o graves es muy elevado.

Conclusiones

En conjunto los resultados indican que el porcentaje de aceitunas dañadas durante la cosecha no puede ser modificado mediante la aplicación de tratamientos post cosecha siendo dependiente de factores como variedad, madurez, temperatura de la fruta, tipo de máquina, formación del árbol, etc. Sin embargo, se observó que el daño ocasionado se agrava en función del tiempo transcurrido desde la cosecha (pasando de medio a grave) y que este proceso puede ser retardado mediante la inmersión inmediata de la fruta en soluciones débiles de NaOH. La calidad general de la fruta en su conjunto no fue aceptable, dado que el porcentaje de fruta sin daño fue muy bajo. En este sentido sería necesario realizar correlaciones entre factores agronómicos (variedad, índice de madurez, fuerza de retención) y el porcentaje de daño de las aceitunas cosechadas mecánicamente. Otro aspecto a profundizar es la evaluación de prácticas agronómicas tendientes a incrementar la eficiencia de cosecha (aplicación de derribantes y formación del árbol), también resulta necesario estudiar la logística de cosecha-recolección-transporte a fin de disminuir el tiempo transcurrido desde la cosecha hasta el procesamiento de la fruta, y por último, la utilización de condiciones post cosecha adicionales (soluciones frías para transporte y recepción) que contribuyan a retardar aún más los procesos oxidativos que ocurren luego de que la fruta ha sido golpeada.

Agradecimientos

A la empresa San Juan de los Olivos S.A. y a todo su personal. Colaboradores indispensables para llevar adelante trabajos de este tipo.

III - Implementación de cosecha para explotaciones pequeñas y medianas



La cosecha mecánica con brazo vibrador para fincas pequeñas a medianas: aplicación de derribantes y la productividad de la mano de obra

Vita Serman, F.^{*1,2}; Bueno, L.²; Barceló Zungre, F.²; Najt, F.³; Rodriguez, M.²; Oviedo, A.²; Pierantozzi, P.^{2,4}; Monetta, P.²

¹ Instituto de Agricultura Sostenible en el Oasis. IASO-UNDEC

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA-EEA San Juan. Argentina

³ Finca Sol de San Juan

⁴ CONICET

vita.facundo@inta.gob.ar

Introducción

La Argentina ha evolucionado en los últimos años hasta convertirse en un importante actor mundial en la producción y exportación de aceitunas de mesa, siendo el principal proveedor en muchos países de Sudamérica. Del total de 25000 ha implantadas que se destinan a la aceituna de mesa, la provincias del oeste argentino (Mendoza, San Juan, La Rioja y Catamarca) concentran el 93% del área cultivada (censo INDEC, 2020).

Todas estas regiones productoras de aceitunas presentan una insuficiente y costosa dotación de mano de obra para la cosecha, siendo ésta una de las principales limitantes para la rentabilidad de las explotaciones (Gomez Riera & Vita Serman, 2014). Las claves para que un olivicultor pueda incorporar en su finca una cosecha mecanizada son: que la maquinaria esté a su alcance, que las plantas y los frutos no se dañen durante la operación y que la eficiencia de derribo sea suficientemente alta como para evitar el repaso manual.

Teniendo en cuenta estos tres aspectos, este trabajo tuvo como finalidad evaluar una alternativa de mecanización de cosecha para pequeños y medianos productores aceituneros, abordando distintos aspectos tecnológicos que aporten al aumento de eficiencia de las máquinas y la productividad de la mano de

obra. Por ello, se utilizó un brazo vibrador montado sobre un tractor y se utilizó un carro recolector con lona extensible de diseño local. El objetivo de este trabajo fue contrastar el impacto sobre la productividad de mano de obra de la cosecha mecánica, ajustando el uso de productos favorecedores de la abscisión de frutos. Los resultados de calidad de la fruta se presentan en el capítulo III, pág. 33.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en una finca ubicada en Cañada Honda, Sarmiento, San Juan. La variedad elegida fue “Hojiblanca”, en un lote homogéneo y de buen rendimiento, con un marco de plantación de 6x4m (416 pl/ha) y 10 años de edad. La formación de las plantas era acorde al sistema de cosecha mecánica.

Tratamientos

Los tratamientos aplicados se detallan en la tabla 1. La aplicación se realizó 20 días antes de la cosecha.

Tabla 1. Composición de tratamientos aplicados

Tratamiento	Composición
MPK+ETH	4% MPK ^a + 500 ppm Etefón ^c
MAP+ETH	2% MAP ^b + 500 ppm Etefón
Control	Control sin aplicación con cosecha mecánica
Manual	Cosecha manual

^a Fosfato mono-potásico. ^b Fosfato mono-amónico. ^c Etileno

Aplicación de productos

Se utilizó un equipo atomizador de arrastre modelo Selec 2000, Metalfor (Fig. 1). Se aplicaron aproximadamente 62 litros de caldo por hilera. La cantidad de agua aplicada buscó mojar bien los frutos para que el producto llegara a la inserción del pedúnculo. Para eso se debía provocar el goteo en hojas y frutos.



Figura 1. Aplicación de productos favorecedores de la abscisión de frutos.

Diseño experimental

Cada tratamiento contó con 4 repeticiones compuestas por 3 hileras completas de 46 plantas cada una. Por consiguiente, en cada aplicación se pulverizaron 12 hileras completas por cada tratamiento. Todas las mediciones se realizaron sobre la hilera central de cada repetición, mientras que las dos restantes sirvieron de bordura.

Mediciones

La fuerza de retención del fruto se midió semanalmente a través de un dinamómetro (Schwyz Digital Force Gauge DINDING 50 N), desde el día aplicación hasta cosecha. Esta medición se realizó en la hilera entera evaluando aproximadamente en 150 frutos por repetición de cada tratamiento.

Cosecha mecánica

La cosecha mecánica se realizó con un brazo vibrador Moresil MV350 montado sobre un tractor de 110 HP, junto con 4 personas encargadas de realizar un vareo sobre la planta cosechada, y se utilizó para recolectar la fruta un carro con lona extensible marca NATI remolcado por otro tractor. Se necesitaron 6 operarios para dicha labor (2 tractoristas y 4

para tareas de despliegue de la lona y vareo de las plantas). Finalizada la cosecha mecánica, se realizó un repaso manual de las plantas para cosechar la totalidad de la aceituna y poder evaluar la eficiencia de cosecha.

Cosecha manual

Esta instancia se realizó con una cuadrilla contratada con 6 personas, durante 7 horas de trabajo neto. Los cosechadores utilizaron morrales para acumular la aceituna cosechada en altura, las que luego eran depositadas en cajones plásticos de aproximadamente 19 kg de fruta.

Eficiencia de cosecha (EF)

Se calculó como el cociente entre la fruta mecanizada sobre el total de fruta cosechada (mecanizada + repaso manual).

Tiempos de cosecha

Se registraron los tiempos de cada una de las operaciones realizadas: vibrado, recogido de tela, desplazamiento entre plantas del carro recolector, extendido de tela, desplazamiento del tractor con brazo vibrador.

Resultados y Discusión

Fuerza de retención

Al analizar la evolución de la fuerza de retención (Fig. 3) no se observan diferencias entre los tratamientos con productos favorecedores de la abscisión de frutos y el control. Se percibe una leve disminución de la FRF en el tiempo, probablemente atribuible al proceso natural de madurez o al efecto del corte de riego que suele realizarse para evitar el daño en troncos. Estos resultados indican que, en este caso, ni los productos ni las dosis generaron ventajas a la hora de la cosecha. Arquero *et al.* (1997) encontraron una disminución en la FRF en una serie de ensayos con fosfato monopotásico (MPK). El MPK, con y sin Etefón, y surfactantes, fue investigado luego por Barranco *et al.* (2004) como favorecedor de abscisión de frutos en “Arbequina” y “Picual” para aceite,

encontrando los mismos efectos. Sin embargo, Burns *et al.* (2008) no encontraron ventaja al combinar Etefón con MPK. Cuando la aplicación de estos productos se realiza en aceitunas verdes los resultados suelen ser aún más variables, dependiendo de diversos factores como estado de madurez, carga del árbol, condiciones climáticas, entre otras.

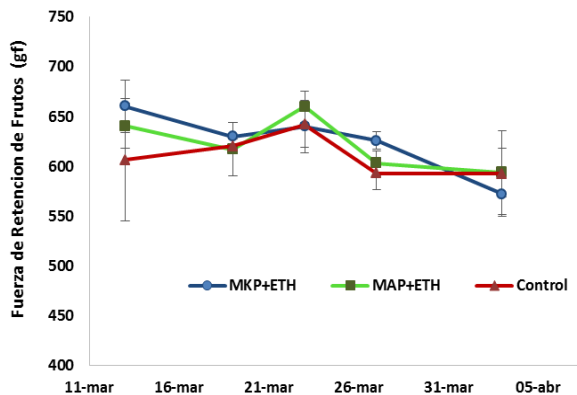


Figura 3. Dinámica de la fuerza de retención del fruto (FRF) en “Hojiblanca” con destino a verde tipo “sevillana”. Cañada Honda, San Juan, Argentina. Los puntos de datos son medias de cuatro repeticiones. Las barras verticales son más/menos el desvío estándar de las medias.

Eficiencia de cosecha

En la Fig. 4 se destaca que el nivel de carga de las plantas evaluadas fue alto, representando una producción aproximada de 25.000 kg/ha. Las parcelas seleccionadas para cada tratamiento tuvieron una producción homogénea, lo que hizo más confiable la evaluación de eficiencia de cosecha.

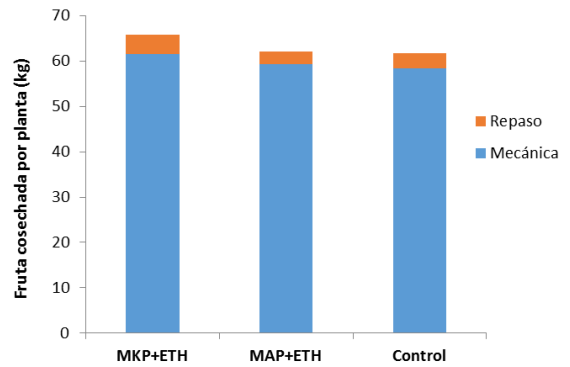


Figura 4. Cantidad de fruta cosechada a través del uso de vibración de troncos y por el repaso manual luego de la mecanización. En kg de aceituna por planta.

No existieron diferencias entre la aplicación de derribantes respecto del control sin aplicación (Fig. 5), lo que coincide con la ausencia de diferencias en la FRF al momento de la cosecha (Fig.3). Sin embargo, se destaca que en todos los tratamientos la eficiencia de la cosecha mecánica fue superior al 90% (Fig. 5).

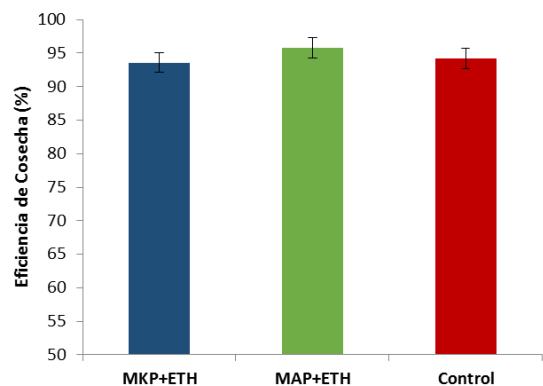


Figura 5. Eficiencia de derribo de la fruta (%) para cada tratamiento ensayado, en “Hojiblanca” de 10 años de edad, en San Juan, Argentina. Las barras verticales son más/menos el desvío estándar de las medias.

Esta alta eficiencia de cosecha contrasta con los resultados de otros reportes (Barranco *et al.*, 2004; Burns *et al.*, 2008) e inclusive a experiencias locales anteriores, pudiéndose deber a la combinación simultánea de la vibración con el vareo de ramas que retienen la fruta. Este dato es de suma importancia dado que la eficiencia general condiciona la viabilidad de este tipo de cosecha.

Tiempos de cosecha

La cosecha mecánica se dividió en 5 operaciones, vibrado, recogido de la tela, desplazamiento del tractor con pinza vibradora, traslado de tractor con carro y extendido de la tela. Luego de una gran cantidad de mediciones del tiempo transcurrido en cada una de las etapas, se determinó que el tiempo total entre plantas fue de 2' 30". De este análisis se puede inferir que en una jornada de 7 h netas de operación se podrían cosechar un total de 168 plantas. En la Fig. 6 se detallan los tiempos medios, en segundos, requeridos para cada etapa. El análisis de esta información sirve para identificar las etapas que insumen mayor tiempo y, en cuyo caso, si éste puede ser disminuido. A partir del análisis se deduce que la incorporación de un segundo equipo de recolección trabajando a la par (compuesto por carro recolector + operarios) permitiría agilizar considerablemente la tarea de cosecha, dado que más del 50% del tiempo del proceso de cosecha lo insume el tendido y la recogida de telas (Fig. 7).

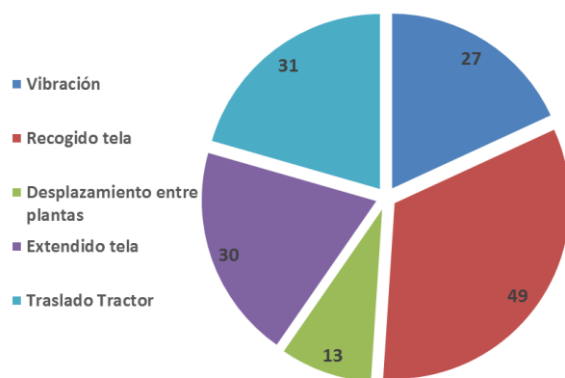


Figura 6. Distribución de tiempos (segundos) de cosecha según etapa, utilizando un brazo vibrador montado sobre tractor y un carro recolector de fruta remolcado, con lona extensible.

Productividad de la mano de obra

Por último, se comparó el sistema de cosecha mecánica con la cosecha manual. Se tuvo en cuenta para la relación el número de operarios, horas trabajadas y kg de aceitunas cosechadas en cada sistema (mecánico y manual).

Cada modelo de cosecha y sus características se resumieron en la tabla 2.

Tabla 2. Características de cada sistema de cosecha comparado.

	Mecánica	Manual
Tiempo neto de trabajo (h)	7	7
Personal ocupado	6	6
N° de plantas cosechadas	168	
N° de cajas por persona		18
Fruta total cosechada (kg)	10080	2160

Al comparar los sistemas y relacionar los kg de aceitunas cosechadas por día por personal ocupado (Fig. 7) se observa la amplia diferencia de la productividad del trabajo. Por cada jornada, mediante recolección manual, un cosechador capacitado con anterioridad puede promediar alrededor de unos 360 kg de fruta (18 cajas). En cambio, mediante el sistema mecanizado cada trabajador cosecha en la misma jornada cerca de 1680 kg (10080 kg / 6 trabajadores), lo que representa un aumento de productividad del 470%. De esta manera, se logra que la mano de obra de cosecha sea mucho más eficiente lo que no solo permitiría disminuir los costos de cosecha, sino que permitiría mejorar el ingreso del trabajador especializado.

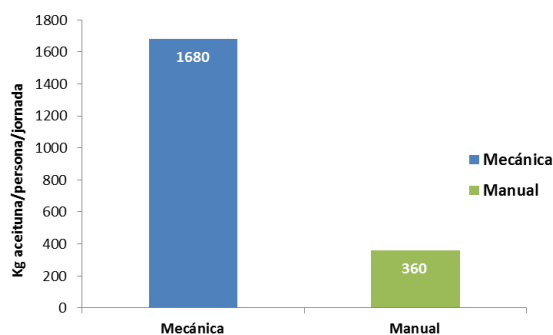


Figura 7. Productividad de la mano de obra en una jornada de trabajo (Kg/persona), utilizando un brazo vibrador montado sobre tractor y un carro recolector de fruta remolcado con su lona.

Conclusión

El sistema de cosecha mecánica con pinza vibradora acoplada frontalmente al tractor acompañado de 4 operarios que varean el árbol, mostró muy buen desempeño logrando más del 95% de eficiencia. No obstante, se puede mejorar el sistema optimizando los tiempos en acomodar y recoger lona o trabajando con dos equipos recolectores y un vibrador central. Los resultados de desempeño obtenidos nos indican que olivicultores pequeños o medianos que puedan acceder a través de la adquisición, el uso compartido o el alquiler de servicio, pueden contar con tecnología disponible para tal fin.

Considerando que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, al analizar las fuerzas de retención y las eficiencias de cosecha, las aplicaciones foliares para favorecer la abscisión del fruto no resultaron convenientes en las dosis y condiciones de la evaluación.

Se destaca el aumento (+450%) de la productividad de la mano de obra en favor del sistema mecanizado respecto a la cosecha manual, no solo permitiría mejorar el ingreso del olivicultor, sino también la remuneración y condiciones laborales del personal de cosecha. Por último, es importante destacar que los resultados de calidad de fruta obtenidos en esta experiencia se presentan en el siguiente trabajo (Capítulo III pág. 34)

Agradecimientos

Un agradecimiento especial para José Antonio Amaya y el personal de la Finca Sol de San Juan, por su colaboración para el desarrollo de las experiencias desarrolladas en la finca.

Evaluación de la calidad comercial de la aceituna para mesa (cv. “Hojiblanca”) cosechada mecánicamente

Monetta, P.^{1*}; Bueno, L.¹⁻³; Rodríguez, M.¹; Barceló Zungre, F.¹; Lenzano, G.⁴; Merino, M.⁴; Vita Serman, F.¹⁻²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA San Juan. Argentina

² Instituto de Agricultura Sostenible en el Oasis (UNdeC). La Rioja. Argentina.

³ Departamento de Ingeniería Agronómica. UNSJ.

⁴ Isola Asti S.A.

*monetta.pablo@inta.gob.ar

Introducción

Uno de los grandes desafíos que enfrenta la mecanización de la cosecha de aceitunas con destino a conserva radica en el nivel de daño ocasionado en el fruto que repercute negativamente en la calidad del producto final. El daño tisular producido en las aceitunas por los golpes ocasionados durante la cosecha mecánica, desencadena reacciones oxidativas, mayoritariamente enzimáticas (Segovia Bravo *et al.*, 2009). El pardeamiento enzimático del tejido celular dañado por la manipulación o la cosecha es causado por la conversión de compuestos fenólicos naturales en quinonas que luego son oxidadas en pigmentos marrones, rojos o negros (Glozer & Ferguson, 2008). El progreso de estos procesos oxidativos se visualiza como manchas oscuras en piel y pulpa del fruto que afectan la calidad comercial de las aceitunas con destino a verdes tipo “Sevillanas”. Considerando que las enzimas asociadas al daño oxidativo poseen valores de pH óptimos cercanos a la neutralidad, distintos autores han propuesto que mediante la inmersión de la fruta cosechada en soluciones débiles de pH alcalino es posible permeabilizar la superficie externa del fruto, inhibir total o parcialmente la actividad de dichas enzimas, y, por consiguiente, enlentecer o retardar el daño observado luego de la cosecha mecánica (Ben-Shalom *et al.*, 1978). El presente ensayo se realizó a fin de evaluar en forma conjunta, y a escala industrial, la influencia del proceso

completo de cosecha, traslado y elaboración sobre la calidad de la aceituna de mesa a escala industrial. Este trabajo complementa el artículo publicado en este mismo libro titulado “La cosecha mecánica con brazo vibrador para fincas pequeñas a medianas” (Ver Capítulo III, pág. 29) donde se cosecharon mecánicamente árboles de “Hojiblanca” mediante un brazo vibrador con vareo y una recolección con un carro con lona retráctil para agilizar los tiempos. La fruta cosechada se trasladó en bins inmediatamente a la fábrica y fue recibida en fermentadores con soluciones débiles de hidróxido de sodio (NaOH) o ácido acético (CH₃COOH). La Fig. 1 muestra un esquema general del proceso realizado. El trabajo consistió en la evaluación de calidad de la fruta obtenida luego del proceso de elaboración.

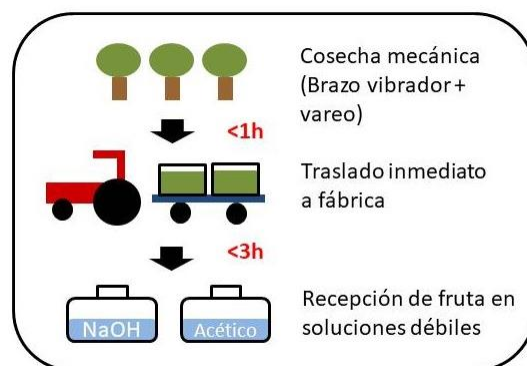


Figura 1. Esquema general de la logística de cosecha, acarreo y recepción implementada para este ensayo. Se destacan en rojo los tiempos máximos respetados en cada etapa.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en una industria aceitunera, localidad de Cañada Honda, Sarmiento, San Juan. Las aceitunas cosechadas mecánicamente, en una finca cercana, se trasladaron a la industria procurando que no transcurrieran más de 4 horas desde el inicio de la cosecha. El traslado de la fruta se realizó en tandas de 4 bines (aproximadamente 400 kg c/u). Cada tanda alimentaba un fermentador de 3000 kg, el cual contenía 1000 l de solución de recepción según se indica en la **tabla 1**.

Tabla 1. Detalle de los fermentadores y la solución de recepción.

Fermentador N°	Fecha	Solución	Fruta (kg)
1	04/04/18	NaOH (0.4%)	3000
2	04/04/18	Acético (3%)	3000
3	05/04/18	NaOH (0.4%)	3000
4	05/04/18	Acético (3%)	3000

Una vez lleno cada fermentador (6 bins), se removió la solución de recepción para empezar el proceso de quemado. En los fermentadores con solución de NaOH esta operación se realizó de manera directa, mientras que en los otros fermentadores con ácido acético se implementó un lavado para eliminar el contenido de ácido. El proceso de quemado y fermentación se realizó de acuerdo a los procedimientos y protocolos establecidos por la empresa.

Concluido el proceso de elaboración se tomaron muestras de cada fermentado para realizar la evaluación de calidad. Esta evaluación fue realizada por el laboratorio de calidad de la empresa y consistió en una clasificación de las aceitunas en cuatro categorías (sin defectos, defectos leves, defectos medios y defectos graves) y en la determinación de parámetros químicos (pH, acidez total y concentración de sales grados Baumé).

Resultados y Discusión

Mediante la evaluación de calidad de la fruta se observó que el porcentaje de fruta sin defectos en ambos tratamientos superó el 80% (86% y 82% en tratamientos alcalino y ácido, respectivamente), mientras que las frutas con defectos leves, medios y graves representaron porcentajes menores (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de defectos en fruta posfermentación

Defectos (%)	NaOH (0.4%)	Acético (3%)
Def. graves	2	3
Def. medios	5	7
Def. leves	7	8
Sin defectos	86	82

La Fig. 2, muestra gráficamente el porcentaje acumulado de fruta con cada tipo de daño donde se puede apreciar mejor el resultado obtenido. Aun cuando la cosecha fue mediante el uso de vibrador de tronco y vareo y la fruta recibida en una lona sobre el suelo, el porcentaje de fruta sin daño o con daños leves fue alto. Resultados similares a los que obtuvimos con la misma variedad cosechada con “Side by Side” (ver Capítulo III, pág. 29).

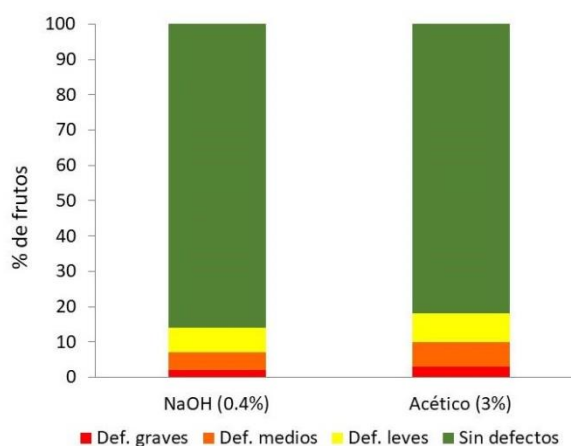


Figura 2. Porcentaje acumulado de defectos en fruta luego del proceso de fermentación.

Por último, el análisis fisicoquímico arrojó también valores aceptables para ambos tratamientos, indicando que el mantenimiento

de la fruta en solución alcalina o ácida no alteró, ni condicionó el proceso fermentativo, obteniéndose en ambos casos frutas con propiedades fisicoquímicas acordes a los estándares esperados (Tabla 3).

Tabla 3. Características fisicoquímicas de fruta posfermentación

Parámetro	NaOH (0.4%)	Acético (3%)
pH	3,86	3,99
Acidez total	0,85	0,85
°B	6,50	6,00

En conjunto, a partir de los datos medios de eficiencia de cosecha obtenidos en el campo (Ver Capítulo III, pág. 29) junto al análisis de calidad de la fruta post fermentación evaluado en el presente, se estima que mediante la implementación de un sistema de cosecha mecánica y la subsiguiente aplicación de un protocolo de traslado rápido (menos de 4h desde cosecha) y recepción de fruta en solución alcalina o ácida débil, es posible obtener aproximadamente 800 kg de fruta elaborada sin defectos posfermentación a partir de 1000 kg iniciales de fruta en planta (Fig. 3).

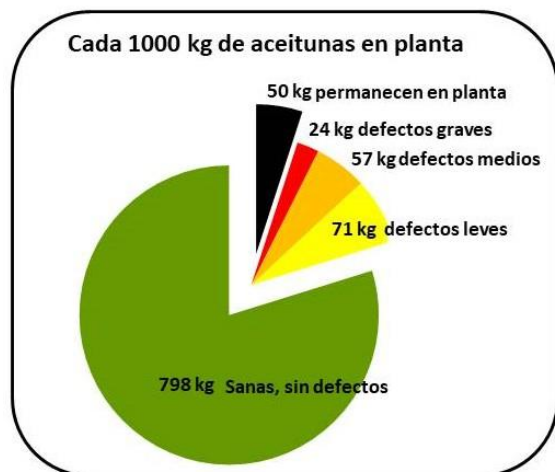


Figura 3. Cálculos estimados del resultado de la aplicación de la cosecha mecánica en aceituna con destino a “verde tipo sevillano” de la variedad Hojiblanca.

Conclusiones

Los resultados indican que mediante el protocolo aplicado (corto plazo transcurrido

desde la cosecha hasta la inmersión en solución + mantenimiento de la fruta en solución ácida o alcalina hasta el proceso de quemado) es posible obtener un producto de calidad a partir de aceitunas cosechadas mecánicamente. Cabe destacar que estos resultados fueron obtenidos en “Hojiblanca”, lo que no garantiza un comportamiento similar en otras variedades. Esto requiere continuar evaluando aquellas variedades de interés comercial o nuevas variedades.

Por último, en el caso que no exista la posibilidad de enviar rápidamente la fruta a fábrica, o bien, que las distancias no lo permitan, en el futuro habrá que ensayar alternativas para hacer el acondicionamiento a campo y el posterior traslado de la fruta.

Una vez obtenidos estos resultados surgió la necesidad de evaluar la viabilidad técnica de aplicación, a gran escala, del protocolo empleado en este ensayo, lo que se presenta en el Capítulo final de este compendio.

Agradecimientos

A la empresa Isola Asti S.A. y a todo su personal. Colaboradores indispensables para llevar adelante trabajos de este tipo.

IV - Implementación de cosecha para grandes explotaciones



Sistema integral de recolección mecanizada en aceitunas de mesa - Parte I: eficiencia de cosecha

Vita Serman, F.^{1,4}; Marquez, R.²; Michel, F.²; Goñalons, G.¹; Calahorra, A.³; Ladux, J.³;
Monetta, P.⁴; Bueno, L.⁴; Vega Macías, V.⁵

¹ Instituto de Agricultura Sostenible en el Oasis (UNdeC). La Rioja. Argentina.

² VG SA. Vichigasta, La Rioja. Argentina.

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA Chilecito.

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA San Juan. San Juan. Argentina.

⁵ IFAPA Alameda del Obispo. Córdoba. España.

vita.facundo@inta.gob.ar

Introducción

Con la transformación de la olivicultura argentina que comenzó a principio de los años 90', la producción de aceituna de mesa creció notablemente. Si bien la producción del país ha tenido oscilaciones en las distintas temporadas, el promedio de los últimos 10 años ha estado en la 1000 toneladas de fruta procesada (IOC, 2020). Del total producido, más del 70% se destina al mercado externo y el resto al consumo interno (Gomez Riera & Vita Serman, 2014).

Según datos de la Federación Olivícola Argentina (FOA), a partir de un promedio de 130.000 toneladas de aceitunas en los últimos 2 años, la provincia de La Rioja aportó casi el 60% de la producción nacional. Tanto la producción como la elaboración están concentradas cerca de las localidades de Chilecito y Aimogasta.

Tanto en esta región productora de aceituna de mesa como en otras de la Argentina, la dotación de mano de obra para la cosecha resulta insuficiente y costosa, siendo una de las principales causas que motivan evaluar factibilidad técnica de incorporar la cosecha por medios mecánicos. Sin embargo, el uso de la cosecha mecánica a nivel de finca presenta una serie de complejidades propias del entramado agroindustrial del sector. Las diversas situaciones de logística en transporte de la fruta desde la finca a la fábrica y sus

condiciones de recepción, la conservación en el campo previo a la entrega, los métodos de cosecha que reduzcan el daño durante la operación y el aumento de la cantidad de kilos recolectados, son algunos de los factores que condicionan el planteo de su implementación a esta escala.

El objetivo de este trabajo fue evaluar integralmente la eficiencia de cosecha a campo y la calidad de fruta obtenida en fábrica en tres típicas variedades elaboradas para mesa en la zona: "Manzanilla", "Hojiblanca" y "Picual", aplicando un protocolo de recolección y logística de traslado y recepción implementado por la empresa.

En este artículo se describe la evaluación de la eficiencia de trabajo y derribo de diferentes tipos de maquinarias y formas de cosecha.

Materiales y Métodos

Las experiencias se realizaron en un olivar de la localidad de Vichigasta, La Rioja, Argentina (coordenadas geográficas Lat:-29.6128, Long:-67.4373). Se seleccionaron lotes homogéneos de "Manzanilla", "Hojiblanca" y "Picual". Los olivares seleccionados tenían carga homogénea y estaban estructuralmente formados para cosecha mecánica.

Se evaluaron distintas estrategias de cosecha mecánica de acuerdo a la sensibilidad varietal de la fruta. Las estrategias de cosecha fueron:

(a) cosecha con máquina de tipo "Side By

Side” modelo COE (Fig. 1) en “Manzanilla”;
(b) cosecha mecánica con COE y repaso con
maquina cabalgante integral modelo Colossus
(Fig. 2) en Hojiblanca y Picual.

Cada tratamiento contó con 4 repeticiones
compuestas por 1 hilera completa de más de 40
plantas. La cosecha se aplicó en toda la hilera y
se contó en n° de plantas para conocer la
eficiencia x planta. El diseño fue en parcelas
distribuidas al azar.



Figura 1. Cosecha mecánica con equipo “Side by Side” modelo COE

Mediciones realizadas

En cosecha, se midió la fuerza de retención de la fruta (FRF) con un dinamómetro marca Schwyz (Modelo: Digital Force Gauge DINDING 50 N). Esta medición se realizó en la hilera entera evaluando aproximadamente en 100 frutos por repetición de cada tratamiento. Para evaluar la eficiencia de cosecha se tuvieron en cuenta los kg de frutos cosechados mecánicamente respecto de los kg de fruta total por unidad de muestreo (n° plantas). El peso total de fruta se calculó como la suma total de los kg cosechados mecánicamente, la fruta que quedó en el suelo posterior a la mecanización y

los kg que quedaron en la planta (repasso manual).

Se evaluaron los tiempos de cosecha insumidos por cada una de las máquinas. En el caso de la cosechadora de tipo “Side by Side”, se cronometró el tiempo de traslado y posicionamiento de la pinza, vibración, detenciones para bajar bins y se estimó el tiempo de detenciones no previstas. En Colossus se consideró el tiempo de avance, detenciones para carga y descarga de bins y giros en cabeceros. Con estos datos se estimaron los tiempos promedio de trabajo de las máquinas. Se consideró que las máquinas funcionaron con tres turnos de 8 h y se estimó un tiempo efectivo de trabajo diario considerando las detenciones para carga de combustible, detenciones por rotura o imprevistos ocasionados.

Por otra parte, se midió el tiempo que insumió en cada caso el llenado de un bin, el tiempo de permanencia en el campo y el tiempo total transcurrido hasta ser sumergido en la solución de “recepción” o “acondicionamiento”.



Figura 2. Cosechadora cabalgante integral modelo Colossus

Resultados y Discusión

Fuerza de retención de la fruta

En la Fig. 3 se observa la FRF al momento de la cosecha, en las 4 hileras evaluadas. Los resultados indican que la fuerza a la que los frutos son retenidos fue distinta entre variedades, probablemente asociado al estado de madurez en el momento de la cosecha. El valor medio observado no difiere entre bloques, aunque si se manifiesta una importante variabilidad en la resistencia del pedúnculo a la separación del fruto. Esto es un comportamiento observado previamente en estudios anteriores (Ver Capítulo I, pág. 12) y el cual sugiere hacer mayores determinaciones para disminuir el efecto de la variabilidad intra y entre árboles.

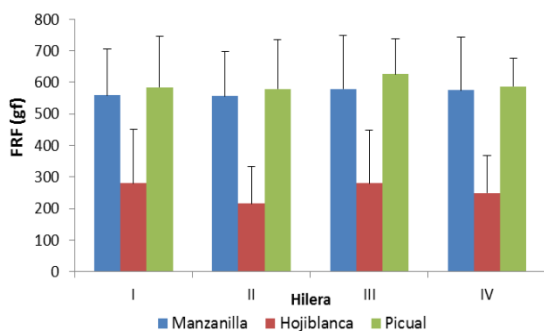


Figura 3. Fuerza de retención de frutos promedio (150 frutos) al momento de cosecha en las 4 hileras ensayadas, en las variedades “Manzanilla”, “Hojiblanca” y “Picual”.

Eficiencia de la cosecha mecánica.

En la Fig. 4 se muestra la eficiencia media de cosecha de las distintas máquinas utilizadas en las variedades utilizadas. En “Manzanilla”, con un rendimiento de 7200 kg de fruta/ha, la cosecha con COE no superó el 35% de derribo bajo las condiciones en que se encontraba la fruta (Fig. 4a). La baja eficiencia pudo estar asociada a la alta FRF (Fig. 3) y relación FRF/peso del fruto (Tabla 1).

Caso distinto fue el de “Hojiblanca” (17500 kg de fruta/ha) donde la eficiencia de cosecha lograda en la primera pasada con COE fue de 71% de derribo (Fig. 4b), desempeño similar a

lo reportado por Ferguson *et al.* (2010) en California con el mismo tipo de vibrador de tronco. Sin embargo, contrasta con lo obtenido en “Manzanilla” y se puede asociar a una menor relación FRF/peso de fruto, a una mayor carga de fruta y a una mejor estructura de formación de la planta. Por otra parte, un 58% de la fruta que permaneció en el árbol fue derribada durante el repaso con Colossus. No superó el 2% la fruta que cayó al suelo luego de pasar las dos máquinas, y cayó al suelo luego de pasar las dos máquinas. Es importante destacar que la eficiencia global de la doble cosecha COE-Colossus alcanzó el 88% de derribo, lo que no justificaría un repaso manual del 12% de la fruta que permaneció en el árbol. En el caso de “Picual”, con un rendimiento promedio de 13300 kg de fruta/ha, la eficiencia de cosecha con COE fue relativamente baja (41% de derribo) en contraste con lo obtenido en “Hojiblanca” (Fig. 4c). Esto también se podría asociar a una alta FRF y relación FRF/peso de fruto, dado que tanto la carga frutal como la estructura de las plantas fueron similares. Por otra parte, un 52% de la fruta que permaneció en el árbol fue derribada luego por la Colossus, representando el 31% del total del árbol. La eficiencia global de las 2 máquinas alcanzó solo un 71% de derribo, por lo cual un 27% de la fruta quedó en el árbol (Fig. 5-c) y un 2% en el suelo.

Tabla 1: Fuerza de retención de fruto y relación entre la FRF/Peso del fruto.

	FRF media (gf)	Peso medio de frutos (g)	FRF/peso de frutos
Manzanilla	567.3	4.2	136.4
Hojiblanca	256.3	4.7	55.1
Picual	594.0	4.7	127.7

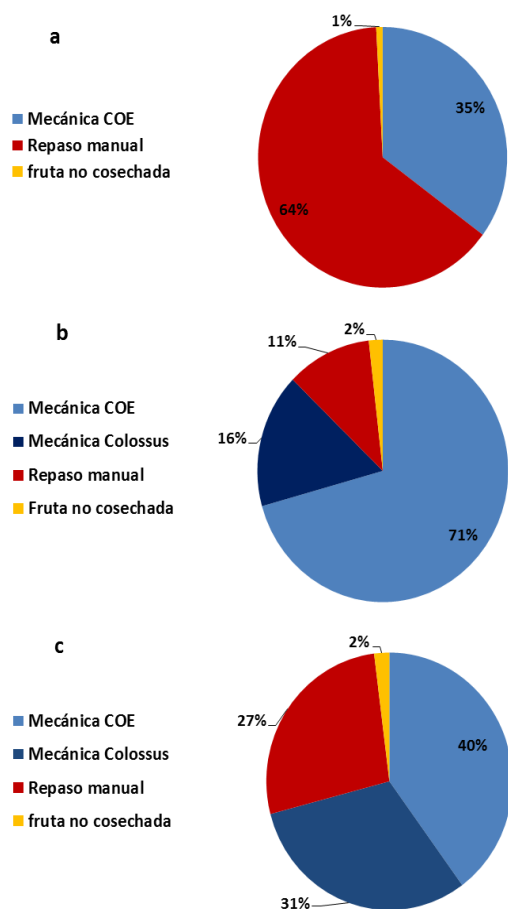


Figura 4. Eficiencias de cosecha en obtenidas en a="Manzanilla", b="Hojiblanca" y c="Picual". El valor es un promedio de 4 repeticiones.

Logística de recolección y transporte de la fruta desde el campo a la industria.

En la Tabla 2, se observan los tiempos (T') de espera de la fruta en las distintas etapas del proceso de cosecha y poscosecha. El T' de cosecha fue muy variable en relación a la máquina utilizada y a la carga de fruta de cada cuadro. La velocidad de avance de la "Side by Side" fue mayor que la de Colossus, aun cuando la primera recibe la totalidad de carga de fruta. Esto causo un llenado más rápido de los bins con fruta. A mayor producción por ha el T' de cosecha fue también menor pero mayor el T' de espera en el campo. La logística de transporte a la fábrica se vio afectada con un mayor rinde por ha. En "Manzanilla" y "Picual", el T' total de espera hasta ser sumergida la fruta en una solución de

"recepción" estuvo dentro de lo esperado. Por el contrario, en "Hojiblanca" cosechada con COE o Colossus el T' fue mayor a lo previsto. Si consideramos la forma de cosecha que tiene Colossus, más de 3 h promedio de espera hace más propenso al daño de fruto.

Tabla 2: Analisis de tiempos de cosecha y espera previo al acondicionamiento poscosecha de la fruta.

	T' de cosecha (h/Bin)	T' de espera en campo (h/Bin)	T' total pre-acondicionamiento (h/Bin)
Manzanilla COE	00:13	00:24	00:59
Hojiblanca COE	00:05	02:42	02:44
Hojiblanca Colossus	00:17	02:59	03:08
Picual COE	00:06	00:58	01:23
Picual Colossus	00:24	01:13	01:45

Velocidad de trabajo de las máquinas.

En las Tablas 3 y 4 se observa los tiempos promedio de trabajo de las máquinas en las tres variedades estudiadas. Se consideró las maquinas funcionando con tres turnos de 8 h y se estimó un tiempo efectivo de trabajo diario, teniendo en cuenta las detenciones para carga de combustible, por rotura o imprevistos.

En el caso de la cosechadora de tipo "Side by Side" (COE) el tiempo medio de vibrado y desplazamiento (incluye el T' de descarga del bin por la máquina) fue ≈ 20 segundos por planta (Tabla 3). Si la maquina no sufre detenciones externas al propio procedimiento de cosecha, una hectárea puede ser cosechada en $\approx 01:40$ hh:mm considerando un marco de plantación de 8 x 4m (312.5 plantas/ha). Si consideramos un uso intensivo de la maquina (tres turnos de 8 h) con un tiempo efectivo de uso diario de 19 h, la cosechadora sería capaz de cosechar ≈ 11.6 ha por día.

Tabla 3: Velocidad de trabajo promedio de máquina cosechadora de tipo “Side By Side”, modelo COE.

COE				
T' Vibrado (hh:mm:ss)	T' de desplazamiento (hh:mm:ss)	T' efectivo x hectárea (hh:mm:ss)	Horas de trabajo x día	Ha. x día
0:00:08	0:00:11	1:38:31	19:00:00	11.58

Al realizarse el repaso con Colossus, el T' de cosecha medido por planta fue ≈ 31 segundos, promediando el tiempo efectivo de avance, el giro al final de línea y la descarga de bins. El tiempo necesario de trabajo que debería realizar la máquina para cosechar 1 hectárea fue de 02:45 hh:mm. La superficie cosechable por día con 18 h efectivas de trabajo fue de ≈ 6.6 ha. La menor eficiencia de trabajo está asociada a la propia forma de cosecha de esta máquina y al elevado tiempo necesario para la descarga y reposición de bins.

Tabla 4: Velocidad de trabajo promedio de máquina cosechadora de tipo maquina cabalgante integral, modelo Colossus.

Colossus				
T' Cosecha x planta (hh:mm:ss)	T' de giro x planta (hh:mm:ss)	T' descarga Bin x planta (hh:mm:ss)	T' efectivo x hectárea (hh:mm:ss)	Horas de trabajo x día
0:00:20	0:00:04	0:00:07	02:45:48	18:00:00

Conclusiones

En el caso aquí presentado, donde en una finca comercial las plantas fueron correctamente formadas para permitir el uso de las maquinas ensayadas, las diferencias en la eficiencia de derribo entre las variedades parecen estar más relacionada a la fuerza de retención de la fruta al momento de la cosecha. Dado que la FRF suele depender del estado de madurez de la fruta, hacer un muestreo semanal de los diferentes sectores de la finca podría tener un

impacto sensible sobre los costos de cosecha ya que las eficiencias mecánicas alcanzadas podrían no requerir el repaso manual de fruta remanente en el árbol. Esto queda sujeto a las dimensiones de la explotación y a la disponibilidad de maquinaria de cosecha.

La eficiencia de trabajo de la Colossus es casi la mitad de las “Side by Side”, lo que ralentiza todo el proceso de cosecha, y provoca que se vaya ampliando el tiempo entre maquinas a medida que va avanzando la temporada de cosecha. Estas diferencias en la velocidad de trabajo complican la utilización en tándem (Cosecha-Repaso). En explotaciones de gran extensión, una solución sería poder utilizar un único sistema de cosecha rápido y eficiente. Encontrar un óptimo en el volumen y arquitectura de la planta, una frecuencia de vibración eficiente, agentes químicos con capacidad para favorecer la abscisión de fruto o la adaptación de un sistema de vibración de canopia, permitirían poder alcanzar eficiencias de cosecha mayores al 80%. De esta manera se podría poner en discusión si es conveniente hacer una segunda cosecha con Colossus, un repaso manual directo, o dejar la fruta en la planta a los fines de cosecharse mecánicamente para aceite.

Los resultados cualitativos de la fruta logrados a través del uso de cosecha mecánica y su logística posterior se presentan en el artículo “Sistema integral de recolección mecánica en aceitunas de mesa- Parte II: calidad de la fruta” (ver Capítulo IV, pág. 43)

Agradecimientos

A la empresa VG SA por permitir desarrollar las experiencias en finca y fábrica. Este trabajo fue posible gracias al financiamiento de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNdeC y la colaboración de los alumnos de Agronomía, Romina Galleguillo, Mauricio Quiles y Facundo Estrada.

Sistema integral de recolección mecánica en aceitunas de mesa - Parte II: calidad de la fruta

Vita Serman, F.^{1,3}; Marquez, R.²; Piccione, G.²; Michel, F.²; Goñalons, G.¹; Calahorra, A.³; Ladux, J.³; Monetta, P.⁴; Bueno, L.⁴; Mattar, S.⁵; Vega Macías, V.⁶

¹ Instituto de Agricultura Sostenible en el Oasis (UNdeC). La Rioja. Argentina.

² VG SA. Vichigasta, La Rioja. Argentina.

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA Chilecito.

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA San Juan. San Juan. Argentina.

⁵ Universidad Católica de Cuyo (UCCuyo). San Juan. Argentina

⁶ IFAPA Alameda del Obispo. Córdoba. España.

vita.facundo@inta.gob.ar

Introducción

El objetivo de este estudio fue evaluar integralmente la eficiencia de cosecha a campo y la calidad de fruta obtenida en fábrica en “Manzanilla”, “Hojiblanca” y “Picual” con destino a conserva, aplicando un protocolo de recolección y logística implementado por la empresa.

Este trabajo se complementa con la evaluación de la eficiencia de cosecha y de trabajo de las máquinas del artículo “Sistema integral de recolección mecanizada en aceitunas de mesa- Parte I: eficiencia de cosecha.” (ver Capítulo IV, pág. 38) y se focaliza en el análisis de la calidad comercial de la aceituna de mesa cosechada manual y mecánicamente en las variedades “Manzanilla”, “Hojiblanca” y “Picual”.

En este capítulo se busca describir el proceso, evaluar su aplicación y analizar los problemas, que permitan dar soluciones concretas a una empresa con producción y entamado integrado que decide mecanizar. El conocimiento generado será de suma utilidad para la incorporación de la mecanización integral de la cosecha en el sector aceitunero.

Materiales y Métodos

La experiencia se realizó en una empresa olivícola de la localidad de Vichigasta, La Rioja, Argentina (coordenadas Lat:-29.6128, Long:-67.4373). Se seleccionaron lotes homogéneos, de “Manzanilla”, “Hojiblanca” y “Picual”. Los olivares seleccionados para el ensayo habían sido acondicionados con anterioridad y se formaron estructuralmente a los fines de cosecharse mecánicamente.

Se evaluaron distintas estrategias de cosecha mecánica de acuerdo a la sensibilidad varietal de la fruta. Los tratamientos ensayados fueron:

- “Manzanilla”: COE=Cosecha con Side-by-Side (Ver Figura 1, pág. 34); Repaso= Repaso cosechado manualmente; Manual= cosecha manual tradicional.
- “Hojiblanca”: COE; Colossus= repaso con cabalgante integral (Ver fotografía, pág. 32); Repaso y Manual.
- “Picual”: COE; Colossus; Repaso y Manual.

Se siguió el protocolo de cosecha y transporte realizado por la empresa. Las aceitunas cosechadas mecánicamente, se trasladaron en bins a la planta industrial, por medio del uso de un carro porta bins, con una capacidad de transporte de 5 bins. Cada bin contó con una tarjeta de trazabilidad que permitió conocer la

hora de cosecha y la hora de entrada a los tanques de quemado de la fruta. Se evitó una permanencia mayor a 1,5 h desde cosecha a ingreso a cocedera con solución de recepción, según resultados obtenidos en experiencias previas (Ver Capítulo II, pág. 24)

Al llegar a la industria, la fruta se volcó a una línea de limpieza, para luego ser colocada en cocederas de 10 t de fruta conteniendo una solución de “recepción o acondicionamiento”, con NaOH (0.4%) y a 15°C de temperatura. Una vez completada su capacidad, se evacuó la solución de recepción y se realizó el quemado y posterior envío a fermentadores, de acuerdo a los protocolos de la empresa.

Se realizaron muestreos de la fruta antes del ingreso a la cocedera, al finalizar el proceso de fermentación y al momento de la clasificación final. La evaluación fue realizada en el laboratorio de la propia empresa, según los criterios estandarizados y protocolizados.

Se consideró como unidad experimental a una cocedera de 10 t de fruta recibida. Luego la fruta fue enviada a sus respectivos fermentadores. Cada tratamiento contó con 4 repeticiones. El diseño fue en parcelas distribuidas al azar.



Figura 1: Vista de la planta de elaboración y recepción de fruta con carros transportadores de bins.

Evaluación de fruta proveniente del campo.

El “escandallo” u hoja de evaluación de fruta proveniente del campo consistió en una valoración porcentual de cantidad de fruta sana

o con algún tipo de defecto, sobre una muestra de 1 kg de fruta. En el experimento se tomó una muestra compuesta de los bins cosechados. De la totalidad de los defectos descritos en el escandallo de evaluación, en este caso solo fueron considerados aquellos con relación directa con la cosecha mecánica. Los defectos considerados fueron los siguientes: Rehuz (daño por rotura de fruto), Daño de Cosecha Grave (DCG), considerando como defectos visibles que profundizan la pulpa y Daño de Cosecha Leve (DCL), defectos visibles que profundizan levemente en la pulpa.

Para las evaluaciones de posfermentación y clasificación se utilizó aceituna proveniente de los distintos métodos de cosecha. En este caso las evaluaciones se hicieron una vez finalizado el proceso de fermentación de la fruta. Del total de defectos descritos en el escandallo de evaluación, solo fueron considerados aquellos con relación directa con la cosecha mecánica: Rehús, DCG, DCL, frutos arrugados y frutos con Pedúnculo. Se analizaron 4 muestras por tipo de cosecha realizada, proveniente de grupos de fermentadores homogéneos.

Evaluación sensorial de la fruta.

Se tomaron 4 muestras de aceitunas de “Hojiblanca” por tipo de cosecha en envases de 1 kg de fruta en sus salmueras madre y fueron enviadas al Laboratorio de Análisis Sensorial (CRESA) de la Facultad de Ciencias Químicas y Tecnológicas de la Universidad Católica de Cuyo.

Dado que el análisis sensorial de aceitunas no cuenta con muchos antecedentes sobre resultados comparativos de distintas formas de cosecha, se evaluaron diferentes metodologías de clasificación basadas en el Método COI / OT / MO No 1 / Rev.2 (COI, 2011) y complementada con la Hoja de Perfil Descriptiva del Instituto de la Grasa-CSIC (Rejano Navarro *et al.*, 2011).

Para la determinación de la clasificación comercial, se deben aplicar normas comerciales de calidad específicas, como normas COI, CODEX, CAA, USDA, RTS,

entre otras. En las Normas Oficiales de cumplimiento obligado existen tres tipos de parámetros para clasificar las aceitunas por categorías comerciales:

- Parámetros físicos claramente definidos: golpes, manchas, arrugas, etc.
- Parámetros con valores fijados para la conservación: niveles de sal, acidez, etc.
- Otros parámetros que dependen del método de elaboración de la empresa: sanas, exentas de fermentaciones desviadas, presencia de olores y sabores anormales.

Para este estudio se utilizó la Norma Codex (COI, 2013) armonizada con Norma Comercial aplicable a las aceitunas de mesa (COI, 2011), clasificando en:

- Calidad Extra:** calidad superior con grado máximo de características, según su variedad y preparación, con muy ligeros defectos (Tabla 1).
- Calidad I o Selecta:** Buena calidad presenta características según su variedad y preparación, con ligeros defectos (Tabla 1).
- Calidad II o Estándar:** características según su variedad y preparación, con ligeros defectos (Tabla 1).
- Calidad III o Descarte:** aceituna que puede derivarse a otros productos como rodajado, pasta, aceite lampante.

Tabla 1. Categorías Comerciales definidas según Norma CODEX (COI, 2013) armonizada con la Norma Comercial COI (COI, 2011)

Categorías Comerciales	Máximo % de defectos
“Extra”, “Fantasía” o “A”	12%
“I”, “Primera”, “Selecta” o “B”	17%
“II”, “Segunda”, “Estándar” o “C”	22%
“III”, “Descarte”, “Rodajado”, “Pasta” o “Lampante”.	>22%

Se aplicó el Análisis Sensorial de aceitunas de mesa como método analítico objetivo tratándose de un fruto cuya primera evaluación por parte del consumidor es la visual.

Todos estos parámetros fueron evaluados por el Método de Evaluación Sensorial: olor, sabor y textura de las aceitunas de mesa, llevado a cabo por un Panel de Evaluadores seleccionados y

calibrados.

La metodología aplicada establece los criterios para la clasificación comercial. Características visuales, olfativas (sensaciones olfativas agradables, propias de la fermentación láctica o detección de fermentaciones anormales), gustativas (acidez y sal equilibradas) y cinestésicas (firmeza, crujiente, fibrosidad) y separación pulpa hueso.

A efectos de complementar los datos necesarios a evaluar para este estudio se utilizó la Hoja de Perfil del Instituto de la Grasa de Sevilla-CSIC, (Rejano Navarro *et al.*, 2011) Mediante dicha hoja de perfil se completó el estudio de parámetros fundamentales para este estudio:

- Defectos de Textura: blandos, arrugados, fibrosos.
- Defectos de epidermis sin afectar la pulpa: Manchas superficiales, coloración anormal.
- Defectos de epidermis que afectan la pulpa: daños que penetran en el interior de la pulpa, daños provocados por insectos (eriófidis).
- Presencia de pedúnculos.
- Frutos rotos.

En la descripción cuali-cuantitativa de los daños se observó el fruto superficialmente y posteriormente se observó la coloración del mesocarpio de la zona molestada, lo cual sirvió para cuantificar el defecto leve o grave definiendo este según el tamaño mayor o menos a 9 mm², según Norma Comercial Codex vigente.

Resultados y Discusión

Calidad de la fruta a la llegada a la industria.

El estado de la fruta, previo a la inmersión en la solución de recepción de NaOH (0.4%) a 15 °C, fue muy variable en relación a la forma de cosecha y la variedad (Fig. 2). En “Manzanilla”, la fruta cosechada con COE alcanzó al 100% de defectos visibles (Fig. 2a). Si bien el tiempo entre cosecha y acondicionamiento de la fruta estuvo entre lo

previsto, la sensibilidad varietal al golpe o molestado parece condicionar la manifestación del daño. Por el contrario, la fruta repasada manualmente 2 días después de la cosecha mecánica con COE, mostró un 40% de aceitunas sin daño y menos del 10% con daño de cosecha grave (DCG).

En el caso de “Hojiblanca” y “Picual”, el 10% y 20%, respectivamente, de la fruta cosechada con COE resultó sin defectos visuales (Sana) (Fig. 2b-c). Si bien estas variedades son conocidas por su menor sensibilidad, el nivel de molestado parece ser aún alto. Esta situación se vio agravada cuando analizamos la fruta repasada con Colossus, donde más del 70% manifestó DCG.

En “Hojiblanca” aparece un 14% de fruta deshidratada debido al posible compromiso de la integridad de los haces vasculares del pedúnculo. Es probable que el tiempo de espera entre una máquina cosechadora y la otra ayudó a agravar el efecto.

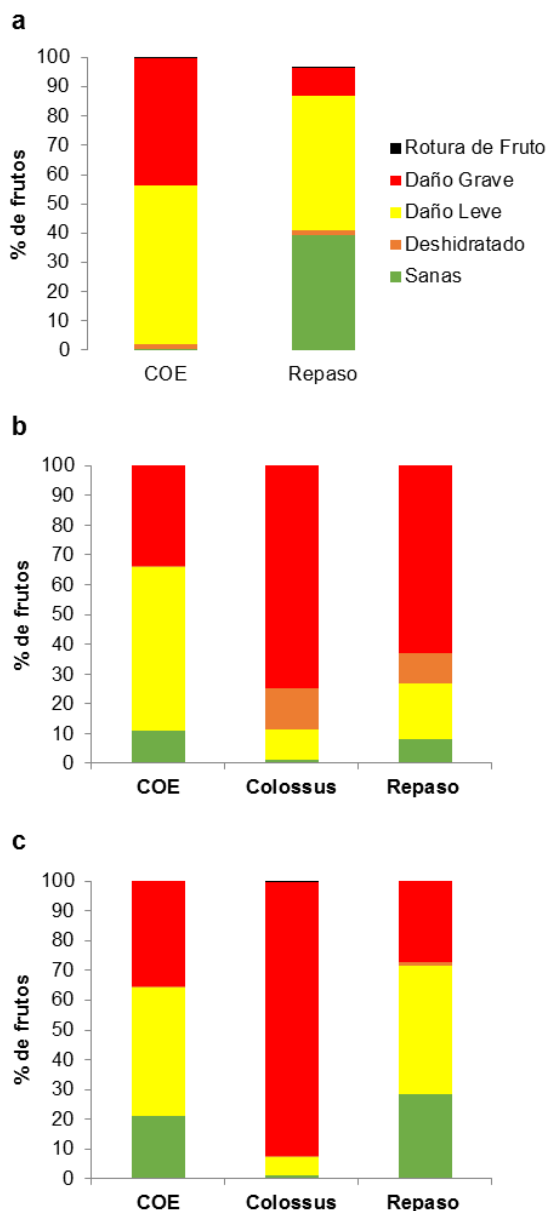


Figura 2. Evaluación del daño en fruta previo a la inmersión en solución de NaOH (0.4%) a 15 °C en a= 'Manzanilla' b= 'Hojiblanca' y c= 'Picual', cosechadas con “Side by Side” (COE), cabalgante integral (Colossus) y repasadas manualmente.

Calidad de la fruta posfermentación

En este caso las evaluaciones se hicieron una vez finalizado el proceso de fermentación y sobre fermentadores con homogeneidad en el origen de la fruta. En la Fig. 3 se observa la evolución de la calidad de la fruta en las tres variedades ensayadas.

En “Manzanilla”, se observó un aumento

significativo de la fruta Sana (23%) en lo cosechado mecánicamente con COE, lo que se relaciona con una desaparición visual del molesto en aquellas aceitunas con daño leve (DCL). En el mismo sentido, disminuyó a 7% el daño grave (DCG), que, sumado al Rehús y los frutos arrugados, representan solo un 10% del total (Fig. 3a). La fruta de repaso manual manifestó igualmente una evolución favorable de la calidad al aumentar el % de fruta sana (45%), en relación a la evaluación previa al cocido. Sin embargo, se observó un aumento de la fruta con DCG (26%), que, sumado al Rehús y los frutos deshidratados, alcanzan un 30%. Es posible que éste aumento de daños visiblemente graves estén asociados a la permanencia de la fruta en planta luego de la mecanización, entendiendo que es una variedad más sensible al golpe mecánico y que la fruta que permanece en el árbol no pasó por ningún proceso de acondicionamiento poscosecha que pudiera detener su evolución (Glozer *et al.*, 2008). Al analizar la fruta cosechada de forma manual tradicional observamos una mayor calidad global de la misma con respecto a la cosecha mecánica con COE y el repaso posterior.

En “Hojiblanca” y “Picual”, aquella fruta cosechada mecánicamente con COE mejoró notablemente la cantidad de aceituna Sana, que supera un 50% y evidencia la desaparición visual del DCL provocado en la cosecha. En el mismo sentido, prácticamente desaparece la fruta con daño grave (DCG), que sumados al Rehús y los frutos arrugados apenas representan el 2% del total de la fruta. La fruta de repasada con Colossus manifestó igualmente una evolución favorable de la calidad al aumentar el % de fruta sana (Fig. 3b-c). Sumado a esto, se manifestó una fuerte disminución de la fruta con DCG (8%), que sumado al Rehús y los frutos deshidratados, no supera el 14%. Estos resultados concuerdan con lo reportados por Zipori *et al.* (2014) con las mismas variedades en Israel.

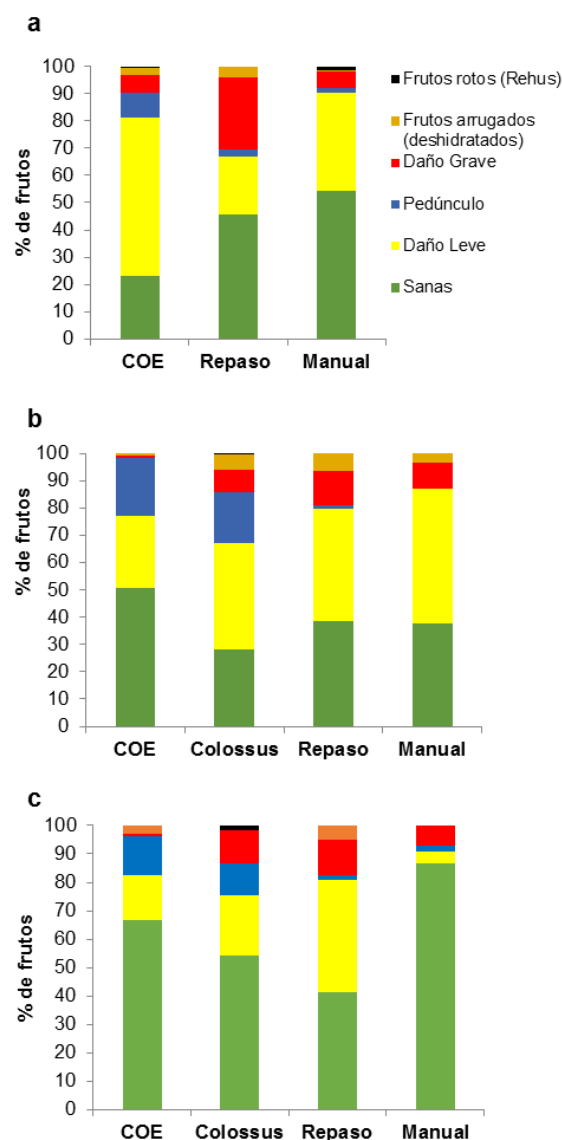


Figura 3. Evaluación del daño en fruta post fermentación en aceitunas de a= 'Manzanilla' b= 'Hojiblanca' y c= 'Picual' cosechadas con "Side by Side" (COE), cabalgante integral (Colossus) y repasadas manualmente, frente a un "control" de cosecha Manual tradicional.

Si contrastamos los resultados de calidad obtenidos con COE en relación a la fruta cosechada manualmente, en “Hojiblanca” la cosecha mecánica supera a lo que se cosecha tradicionalmente a mano. No sucede lo mismo en “Picual” aunque en los dos casos serían fermentadores considerados de 1° categoría al momento de la clasificación, dada la suma de la fruta sin daño o con daño leve. Si bien la

fruta repasada con Colossus no alcanzó el mismo nivel de calidad que la cosecha Manual, la fruta conseguida fue de aceptable calidad. Relacionado a la mecanización de la cosecha aparecen las aceitunas que mantienen el pedúnculo, que, si bien no se puede considerar un defecto grave, requiere una solución tecnológica para su extracción en el proceso de selección y/o maquinado posterior.

Evaluación sensorial de las aceitunas.

En la Fig. 4 se describe el perfil sensorial descriptivo para cada uno de los tratamientos ensayados. Tanto las aceitunas cosechadas con COE, Colossus o manualmente presentaron color, sabor, aroma y textura característicos de la variedad y del método de elaboración empleado (Fig. 4a-c). Se encontraron exentas de deterioro microbiológico, presentaron sabor y olor normales propios del proceso de fermentación láctica dirigida.

En el caso del descriptor “Apariencia Externa” se incluyeron los daños físicos provocados en los frutos como consecuencia de un impacto o golpe durante la recolección y poscosecha. En este caso la cosecha mecánica con COE superó en valoración a la cosecha manual y Colossus (Fig. 4a-c), coincidiendo con lo observado en la clasificación realizada por la propia empresa (Fig. 3b).

En este gráfico no se incluyó la presencia de pedúnculo, cuya cantidad cuantificada supera los límites para los dos casos de cosecha mecánica.

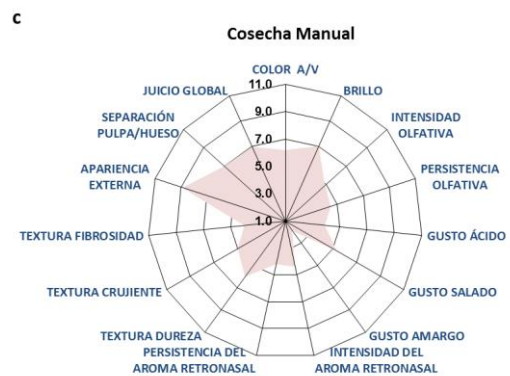
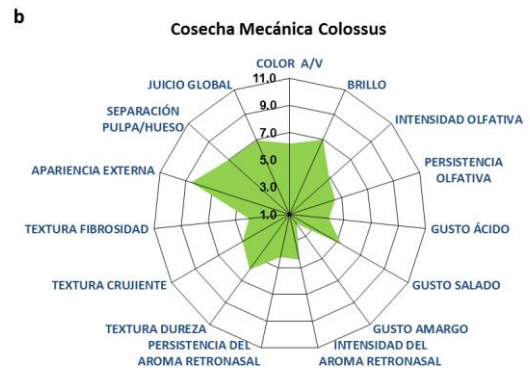
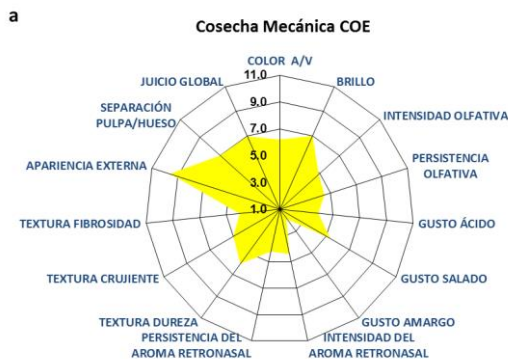


Figura 4. Perfil Sensorial de aceitunas de mesa cv. “Hojiblanca” cosechadas con: (a) “Side by Side” (COE), (b) cabalgante integral (Colossus) y (c) manual tradicional.

Determinación de la Calidad Comercial

Los resultados fueron homogéneos en los parámetros de textura, separación pulpa-hueso, acidez y fibrosidad. En relación al color de la salmuera, si bien se observaron coloraciones diferentes, no se pudieron atribuir a algún tratamiento en particular (Tabla 2).

Se evaluaron los requisitos de calidad establecidos clasificándolas en las 3 Categorías comerciales (Tabla 1) definidas por la Norma CODEX (COI, 2013).

La Tabla 2 muestra que las aceitunas cosechadas con COE son de calidad comercial superior en comparación con la cosecha manual. En el caso de Colossus, la muestra de un solo fermentador pudo ser clasificada como I o Primera. En este análisis tampoco se tuvo en cuenta la cantidad de pedúnculos porque se considera que los mismos podrían ser extraídos

mecánicamente. Se destaca la incidencia de golpes graves y leves en la cosecha manual, situación que se viene observando con más frecuencia en los últimos años, y se debe al uso de peines de plástico o metal para facilitar la cosecha o simplemente por el uso de diferentes cintas o apósitos que sirven como protección de las manos de los cosechadores (Ferguson *et al.*, 2010). Esto repercute fuertemente en la calidad comercial de las aceitunas.

Se determinó un importante porcentaje de aceitunas con defecto de anillado en la cosecha con Colossus y Manual, lo cual podría estar asociado a frutos que sufren más golpe (Colossus) o sin acondicionado poscosecha (Manual), lo cual incrementaría la tasa respiratoria.

Cabe destacar que las muestras recibidas no habían sido sometidas al proceso de selección

y clasificación previamente, con lo cual se pueden obtener muy buenos resultados después de la operación de selección y clasificado. Los resultados aquí presentados solo representan el universo muestreado, aunque coincide con los obtenidos durante la clasificación de la fruta que realizó la empresa.

Tabla 2. Resultados de la evaluación de defectos cuantificados y categorización de calidad comercial según Norma CODEX (COI, 2013).

Cosecha	Color de la salmuera	Defectos graves (que afectan la integridad)			Defectos Leves (que no afectan la integridad)					Total de daños	Calidad por CODEX
		Anillado	Golpes graves	Hongos	Golpes leves	Eriófidios	Blandas	Arrugadas	Pedúnculos		
COE	Intermedio	2	2	0	3	4	1	0	34	12	Extra
COE	Oscura	5	3	0	1	5	0	0	39	14	I
COE	Intermedio	5	5	0	3	1	0	0	16	14	I
COE	Clara	4	8	0	3	4	0	3	11	22	II
Colossus	Intermedio	0	8	0	7	0	0	0	28	15	I
Colossus	Oscura	4	19	0	5	0	0	0	41	28	III
Colossus	Clara	1	16	0	1	0	1	2	20	21	II
Colossus	Intermedio	23	12	0	5	0	0	10	20	50	III
Manual	Intermedio	13	8	0	2	0	1	0	2	24	III
Manual	Clara	0	14	0	1	3	0	10	4	28	III
Manual	Clara	0	7	0	13	1	0	0	10	21	II
Manual	Oscura	0	11	0	8	4	0	7	3	30	III

Conclusiones

La calidad de la fruta obtenida en las tres variedades estudiadas manifestó resultados diferentes cuando se las cosechó mecánicamente.

En el caso de “Manzanilla” se observaron niveles de molestado altos con “Side-by-Side”, lo que se relaciona con la sensibilidad varietal ampliamente enunciada en la bibliografía internacional (Ferguson *et al.*, 2010; Jiménez-Jiménez *et al.*, 2013). Se observó una mejora

en la calidad cuando se utilizó una solución de “recepción o acondicionamiento” después de cosecha, aunque luego del proceso de elaboración apenas se supera el 20% de fruta sin dañar, contrastando con el 50% obtenido en cosecha manual. El 60% de fruta con daño leve da la posibilidad de usar un buen porcentaje de la fruta para otros destinos (rodajado y otros). Un punto importante a considerar es que hay una disminución de calidad cuando la fruta se cosecha manualmente luego de haber sido

mecanizada (repasso), por lo que es fundamental trabajar sobre la eficiencia de derribo y minimizar la fruta repasada.

Lo que resulta muy destacable es el desempeño de la cosecha mecánica en “Hojiblanca” y “Picual”, con el posterior acondicionamiento durante la recepción de la fruta en fábrica. Se manifestó un menor molestado durante la cosecha y una muy buena calidad luego de la fermentación, fundamentalmente cuando consideramos el desempeño de la cosechadora “Side-by-Side”. En el caso de Colossus hay un claro aumento del daño, que puede estar asociado al propio trabajo de la máquina o a los daños previos ocurridos por el paso anterior del vibrador de tronco. Sin embargo, los daños graves se reducen a menos del 2% en COE y a solo 15% en Colossus, obteniéndose más del 50% de aceituna sin daño y, aún, en mejor condición que la fruta cosechada manualmente. Desde el punto de vista sensorial se observó buena calidad global en las aceitunas obtenidas, aunque hubo diferencias apreciables entre las dos tecnologías de cosecha mecánica aplicadas. Los resultados positivos obtenidos en las aceitunas de “Hojiblanca” cosechadas en forma mecánica con “Side by Side” superan a los obtenidos por cosecha manual, obteniendo calidad Comercial Extra y Primera, sin haber realizado el pasado por la selectora.

En cuanto a los aspectos negativos observados se hace referencia a la cantidad de pedúnculos en la fruta cosechada mecánicamente, lo cual requerirá de soluciones tecnológicas en fábrica. Otro aspecto a considerar es el defecto de frutos con anillado. La metodología de clasificación comercial utilizada, según Norma Codex, contempla que dicho defecto afecta la integridad del fruto y podría evaluarse como una consecuencia fisiológica o microbiológica del procedimiento utilizado de cosecha.

Sin duda los resultados de la recolección de la aceituna de mesa por medios mecánicos para las variedades Hojiblanca y Picual son promisorios. Se espera sumar resultados de otros años y variedades para respaldar la

tendencia de los resultados hasta ahora obtenidos.

Agradecimientos

A la empresa VG SA por permitir desarrollar las experiencias en finca y fábrica. A los integrantes del Panel de Cata de Aceitunas de Mesa de la FCQyT de la UCCuyo. Este trabajo fue posible gracias al financiamiento de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNdeC y la colaboración de los alumnos de Agronomía, Romina Galleguillo, Mauricio Quiles y Facundo Estrada.

Bibliografía

- Arquero, O., Barranco, D., Nararro, C. & de Torro, R. P. (1997). Influence of Monopotassium phosphate on olive abscission. *Olea* 24: 116-118.
- Agustí, M. (2008). Crecimiento y maduración del fruto. En *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2nd edición. Azcón-Bieto, J. y Talón M. eds. Universitat de Barcelona-McGrawHill Interamericana, Madrid España. Cap. 26, pág. 519-556.
- Banno, K., Martin, G. & Carlson, R. (1993). The role of phosphorous as an olive leaf and fruit abscission inducing agent. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 118(5): 599-604.
- Barranco, D., Arquero, O., Navarro, C. & Rapoport, H. F. (2004). Monopotassium phosphate for olive fruit abscission. *HortScience* 39: 1313-1314.
- Ben-Shalom, N., Harel, E. & Mayer, A.M. (1979). Enzymic browning in green olives and its prevention. *J. Sci. Food Agric.* 29:398-402.
- Beltrán, G., Uceda, M., Hermoso, M. & Frías, L. (2008). Maduración. En: *El cultivo del olivo* (Barranco, D.; Fernández- Escobar, R. y L, Rallo). Ediciones Mundi Prensa. Andalucía, España, pág. 163-187.
- Bodoira, R., Torres, M., Pierantozzi, P., Taticchi, A., Servili, M. & Maestri, D., (2015). Oil biogenesis and antioxidant compounds from "Arauco" olive (*Olea europaea* L.) cultivar during fruit development and ripening *European Journal of Lipid Science and Technology*. 117 (3), pág. 377-388.
- Burns, J., Ferguson, L., Glozer, K., Krueger, W. & Rosecrance, R. C. (2008). Screening Fruit Loosening Agents for Black Ripe Processed Table Olives. *HortScience* 43(5): 1449-1453.
- COI. (2013). Métodos y Estándares de Evaluación Sensorial. Norma CODEX Stan 066s Aceitunas de Mesa Rev.
- COI. (2011) Norma comercial COI/OT/NC aplicable a las aceitunas de mesa.
- De la Vega, E. D., Robles, J., Silvente, S., Tivani, M., Torres, M., Pierantozzi, P., (2018). Delay of the degradation of pigments in olive fruits (*Olea europaea* L.) through the application of a synthetic cytokinin. XVI Congreso latinoamericano de fisiología vegetal
- Facteau, T.J., Rowe, K.E., & Chestnut, N.E. (1987). Response of 'Bing' and 'Lambert' sweet cherry to preharvest calcium chloride applications. *HortScience* 22:271-273.
- FAOSTAT (2019). Vol. 2021 <http://faostat.fao.org>
- Ferguson, L. & Watkins, C. (1989). Bitter pit in apple fruit. *Hort. Rev. (Amer. Soc. Hort. Sci.)* 11:289-355.
- Ferguson, L.; Burns, J.; Glozer, K.; Crisosto, C.; Bremer, V.; Krueger, W. & Rosecrance, R. (2006). "Mechanical harvester efficiency and damage evaluations".
- Ferguson, L., Burns, J., Guinard, J.-X. & Rosa, U. (2009). Developing Mechanical Harvesting for California Black Ripe Processed Table Olives: 2007-2010: Year 2 of 4 Progress Report. California Olive Committee: 19.
- Ferguson, L. & Garcia, S. C. (2014). Transformation of an Ancient Crop: Preparing California 'Manzanillo' Table Olives for Mechanical Harvesting. 24(3): 274.
- Ferguson, L., Rosa, U. A., Castro-Garcia, S., Lee, S. M., Guinard, J. X., Burns, J., Krueger, W. H., O'Connell, N. V. & Glozer, K. (2010). Mechanical harvesting of California table and oil olives. *Advances in Horticultural Science* 24(1): 53-63.
- Freixa, E., Gil, J. M., Tous, J., & Hermoso, J. F. (2011). Comparative study of the economic viability of high- and super-high-density olive orchards in Spain. *Acta Horticulturae*, 924, 247-254.
- Glozer, K., Krueger, B., Ferguson, L., & Davis, U. C. (2008). Evaluation of antioxidants and preharvest plant growth regulators to reduce physical damage and improve firmness in 'Manzanillo' olives in 2008 Kitren Glozer, Bill Krueger and Louise Ferguson., *FirmTech* II.
- Glozer, K., Krueger, B. & Ferguson, L. (2009). Evaluation of antioxidants and preharvest plant growth regulators to reduce physical damage and improve firmness in 'Manzanillo' olives in 2008.
- Gómez-del-Campo, M., Morales-Sillero, A., Vita Serman, F., Rousseaux, M. C. & Searles, P. S. (2010). El olivar en los valles cálidos del Noroeste de Argentina (provincias de Catamarca, La Rioja y San Juan). *Olivae* 114: 23-45.

- Gomez Riera, P. & Vita Serman, F. (2014). Visión prospectiva de la cadena del olivo al 2030. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Gregersen, L., Culetic, A., Boschian L., Krupinska K. (2013). Plant senescence and crop productivity. Department of Molecular Biology and Genetics, Aarhus University, Forsoegsvej. *Plant Molecular Biology* Vol.82 No.6 pág.603-622.
- Hartmann, H.; Tombesi A. & Whisler, J.1970. Promotion of ethylene evolution and fruit abscission in the olive by 2-chloroethanephosphonic acid and cycloheximide. *Ed. Hort. Sci.* 94: 11-13
- Hartmann, H. T., Reed, W., Whisler, J. E. & Opitz, K. W. (1975). Mechanical harvesting of olives. *California Agriculture* 29(6): 4-6.
- Hopping, M.E., (1976). Effect of exogenous auxin, gibberellins, and cytokinins on fruit development in Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis* Planch.). *N. Z. J. Bot.*, 14: 69-75.
- INDEC (2020).Censo Nacional Agropecuario 2018 : resultados preliminares. . Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC.
- IOOC (2020).World Table Olive Figures. Available at: <http://www.internationaloliveoil.org>. International Olive Oil Council.
- Jiménez-Jiménez, F., Castro-García, S., Blanco-Roldán, G. L., Ferguson, L., Rosa, U. A. & Gil-Ribes, J. A. (2013). Table olive cultivar susceptibility to impact bruising. *Postharvest Biology and Technology* 86: 100-106.
- Jimenez-Jimenez, F., Blanco-Roldan, G., Castillo-Ruiz, F., Castro-Garcia, S., Sola-Guirado, R. & Gil-Ribes, J. (2015). Table olives mechanical harvesting with trunk shakers: Orchard adaption and machine improvements. *Chemical Engineering Transactions* 44: 271-276.
- Jiménez, F. J., Castro-García, S., Blanco-Roldán, G. L., Sánchez, E. J. G. & Gil-Ribes, J. A. (2013). Isolation of table olive damage causes and bruise time evolution during fruit detachment with trunk shaker. *Spanish Journal of Agricultural Research* (1): 65-71.
- 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 Biology and Technology* 111: 117-125.
- Kim, H.J., Ryu, H., Hong, S.H., Woo, H.R., Lim, P.O., Lee, I.C., Sheen, J., Nam, H.G., Hwang, I. (2006). Cytokinin-mediated control of leaf longevity by AHK3 through phosphorylation of ARR2 in *Arabidopsis*. *Proc Natl Acad Sci USA* 103:814-819.
- Lavee, S. & Martin, G. C. (1981). Ethylene Evolution following Treatment with 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic Acid and Etefon in an *In Vitro* Olive Shoot System in Relation to Leaf Abscission. *Plant Physiology* 67(6): 1204-1207.
- Lavee, S. (1996). Biology and physiology of the olive. In: *Encyclopedia mundial of the Olive*. Plaza y Janes, Barcelona, pág. 61-106.
- Lemole, G., Weibel, A., Trentacoste, E. (2018). Effect of shading in different periods from flowering to maturity on the fatty acid and phenolic composition of olive oil (cv. Arbequina).
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Mignani, I., Diamantidis, G., & Tzavella-Klonari, K. (2005). The effect of preharvest calcium sprays on quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown rot of peach fruits. *Scientia Hort.* 107: 43–50.
- Martin, G.; Lavee, S. & Sibbet, G.(1981). Chemical loosening agents mechanical harvest of olive. *J. Amer.Soc.Sci.* 106:325-330
- Morales-Sillero, A., Rallo, P., Jiménez, M. R., Casanova, L. & Suárez, M. P. (2014). Suitability of Two Table Olive Cultivars ('Manzanilla de Sevilla' and 'Manzanilla Cacereña') for Mechanical Harvesting in Superhigh-density Hedgerows. 49(8): 1028.
- Ninot, A., & Tous, A. R. J. (2009). Ensayo de productos favorecedores de la abscisión del fruto de 'Arbequina' para mejorar la eficiencia de la recolección con vibradores de tronco. 2009.
- Porras Piedra, A., Cabrera de la Colina, J., Soriano Martín, M. (1995). *Olivicultura y Elaiotecnica*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Castilla La Mancha. 319 pp. (ISBN 84-88255-91-8). Ed. Servicio de Publicaciones UCLM. Cuenca.
- Rallo, L. (2005).Variedades de olivo en España. In *Variedades de olivo en España: una aproximación cronológica*(Eds L. Rallo, D.

- Barranco, J. Caballero, A. Martin, J. Tous and I. Trujillo). MAPA and Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Rallo, L. & Barranco, D. (2021). Del olivar tradicional al superintensivo: “La senda del azar”. *Mercacei magazine* (106): 60-65.
- Ravetti, L. M. (2008). Evaluation of new olive mechanical harvesting technologies in Australia. *Acta Horticulturae*, 791 PART 1, 387–392.
- Recasens, I., Benavides, A., Puy, J., & Casero, T. (2004). Pre-harvest calcium treatments in relation with respiration rate and ethylene production of ‘Golden Smoothee’ apples. *J. Sci. Food Agr.* 84:765–771.
- Rejano Navarro, L. & Sanchez Gomez, A.H. (2011). International Course on Table Olive Standards. Method for the sensory analysis of table olives. Instituto de la Grasa. CSIC.
- 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 (4), 1380-1385.
- Segovia-Bravo, K. A., García-García, P., López-López, A. & Garrido-Fernández, A. (2012). Effect of Inert Atmosphere on the Postharvest Browning of Manzanilla Olives and Optimization by Response Surface Methodology of the Aqueous Treatments. *Journal of Food Science* 77(5): S194-S201.
- Segura, J. (2008). Introducción al desarrollo. Concepto de hormona vegetal. En *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2nd edición. Azcón-Bieto, J. y Talón M. eds. Universitat de Barcelona- McGrawHill Interamericana, Madrid España. Cap. 17. Pág. 351-376.
- Stone, P.H., Quirk, W.J. and Somerville, R.C.J. (1974). The effect of small-scale vertical mixing of horizontal momentum in a general circulation model. *Mon. Weather Rev.*, 102, 765-771.
- Tombesi, S., Poni, S., Palliotti, A. & Farinelli, D. (2017). Mechanical vibration transmission and harvesting effectiveness is affected by the presence of branch suckers in olive trees. *Biosystems Engineering* 158: 1-9.
- Trentacoste, E.R., Puertas, C.M., Sadras, V.O. (2010). Effect of fruit load on oil yield components and dynamics of fruit growth and oil accumulation in olive (*Olea europaea* L.). *Eur. J. Agron.* 32: 249-254.
- Tsantili, E., Christopoulos, M. V, & Pontikis, C. A. (2008). Texture and Other Quality Attributes in Olives and Leaf Characteristics after Preharvest Calcium Chloride Sprays. 43(6), 1852–1856.
- Visco, T., Molfese, M., Cipolletti, M., Corradetti, R. & Tombesi, A. (2008). The influence of training system, variety and fruit ripening on the efficiency of mechanical harvesting of young olive trees in Abruzzo, Italy. 425-429: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium.
- Vita Serman, F. & Matías, A. (2013). Zonas olivícolas de Argentina, contexto y prospectiva de la cadena de olivo. 21: INTA. Ed. Electronica.
- Weaver, R. (1985). Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. México D.F., México. Pág. 622.
- Yamada, H. & Martin, G. C. (1994). Physiology of Olive Leaf Abscission Induced by Phosphorus. 119(5): 956.
- Zipori, I., Dag, A., Tugendhaft, Y. & Birger, R. (2014). Mechanical Harvesting of Table Olives: Harvest Efficiency and Fruit Quality. *HortScience* 49(1): 55-58.

En la presente publicación se pretende brindar al lector los avances sobre mecanización de la aceituna de mesa desarrollados en la Argentina.

Estas tareas de I+D se realizaron mediante la articulación entre el sector público y privado, lo que permitió planificar, en forma participativa, las acciones de experimentación transferencia y capacitación con el sector productivo aceitunero.

El INTA y el IASO-UNdeC han aunado esfuerzos para que la recolección mecánica se convierta en una solución tecnológica indispensable para garantizar la rentabilidad y sustentabilidad del sector productivo e industrial de aceituna de mesa, ya que suponen un aumento en la productividad de la mano de obra con generación de trabajo de mayor calidad y remuneración.



Instituto de Agricultura
Sostenible en el Oasis



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina