

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DURANTE CUATRO CAMPAÑAS SOBRE LA VARIEDAD MANZANILLA DE SEVILLA

Influencia de la fertilización potásica sobre la maduración, tamaño y rendimiento graso

Una gran superficie del olivar andaluz vegeta en suelos calizos y arcillosos siendo el potasio el elemento que mayores problemas plantea desde el punto de vista de la nutrición, especialmente en los años de grandes cosechas y de baja pluviometría, agravándose en aquellas situaciones en las que la sequía se prolonga durante el otoño. En este artículo se presentan los resultados de cuatro campañas de experimentación comparando distintas dosis de potasio aplicadas en fertirrigación y por vía foliar.

Hidalgo J. C., Vega, V., Hidalgo, J., Holgado, A., Escudier, J. G. y Capitán, J.

IFAPA Centro Alameda del Obispo. Córdoba.

La respuesta del olivar a la aplicación de fertilizantes potásicos depende de las características físico-químicas del suelo, la pluviometría de la zona, la tipología de olivar y, por supuesto, del modo de aplicación del abonado. Con carácter general,



Foto 1. Vista general del campo de ensayo.

raramente se ha encontrado respuesta a la aplicación de fertilizantes potásicos al suelo en olivar de secano, y cuando esto ha sucedido los resultados se han observado a muy largo plazo. Esta falta de respuesta puede ser debida al tipo de suelo (sobre todo en casos de altas concentraciones de calcio en el complejo de cambio) y a la tipología de las arcillas, especialmente cuando se fertilizan olivares con un nivel productivo medio-bajo. En estas situaciones, la fertilización foliar con K ha resultado mucho más eficaz (Pastor y col. 2003).

Cuando el potasio se aplica en fertirrigación, aún siendo menos móvil en el suelo que el

nitrógeno, es capaz de desplazarse en profundidad y ser absorbido por las raíces de la planta una vez que se va saturando el complejo de cambio, lo cual es relativamente rápido si se tiene en cuenta que a lo largo de la campaña se aporta una gran cantidad de fertilizante en un volumen de suelo relativamente pequeño (el bulbo húmedo).

A nivel fisiológico, el potasio juega un papel importante en la acumulación de hidratos de carbono y grasas en los frutos, así como en los procesos de transpiración y movimiento de agua en la planta, regulando el mecanismo de apertura y cierre de estomas. La mayor deman-

CUADRO I.

Análisis químico del suelo del ensayo.

Capacidad de intercambio catiónico	6,17	meq/100 g
Ca ⁺²	2,95	meq/100 g
Mg ⁺²	2,50	meq/100 g
Na ⁺¹	0,23	meq/100 g
K ⁺¹	0,43	meq/100 g
Carbonatos	0,00	%
P Olsen	16,6	ppm
pH 1/2,5	7,4	
pH in CIK	6,9	
Potasio asimilable	190	ppm

da de K se produce a medida que se desarrollan los frutos, que acumulan grandes cantidades de este elemento durante el período de maduración, pudiendo ocasionar deficiencias temporales de K, incluso en suelos relativamente bien provistos de este nutriente.

Existen muy pocas referencias bibliográficas en el caso del olivar que hayan estudiado el efecto de la aplicación de fertilizantes potásicos sobre la maduración del fruto y la lipogénesis. En este documento se presenta un trabajo en condiciones de campo en el que se evalúa la influencia de la aplicación de distintas dosis y forma de potasio sobre la maduración de los frutos, el tamaño y el rendimiento graso de los mismos.

Materiales y métodos

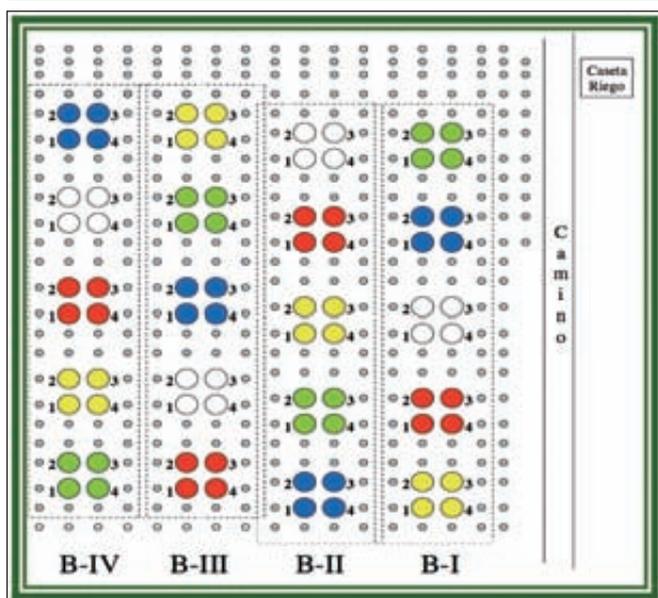
Los datos que se presentan a continuación corresponden a un ensayo realizado en un olivar adulto de regadío de la variedad Manzanilla de Sevilla situado en la finca El Hecho (foto 1), en el término municipal de La Rambla (Córdoba). El marco de plantación es de 8 x 6 m (208 árboles/ha) y un volumen de copa de los olivos al inicio del ensayo de 3.500 m³/ha. Los árboles vegetan sobre un suelo poco profundo (aproximadamente 45 cm), con textura franco-

arenosa (63,5% arena, 23,6% limo y 12,9% arcilla) y un bajo nivel de fertilidad (cuadro I). El agua de riego, proveniente de un sondeo, es de muy buena calidad (CE 0,306 dS/m y pH 7,3) y presenta un contenido en cationes y aniones bajo (cuadro II), que aún teniendo escasa repercusión en el programa de abonado, han sido considerados al efecto de calcular las dosis de fertilizante para los distintos tratamientos. Se ha aplicado un riego anual de 2.000 m³/ha siguiendo la metodología propuesta por Orgaz y col. (2005).

El experimento consiste en cinco tratamientos con distintas dosis y formas de aplicación de K, distribuidos en bloques al azar con cuatro repeticiones para cada uno de ellos. Se ha establecido una doble línea guarda entre tratamientos, quedando la parcela elemental compuesta por 16 olivos (figura 1). Los cuatro olivos centrales han sido controlados en un ensayo matriz para evaluar el efecto del potasio en la producción y calidad de aceituna de mesa destinada al aderezo en verde (datos no presentados). Una vez realizada la recolección de

FIGURA 1.

Croquis del campo de ensayo.



Escucha tu lado más ecológico

Agromed

F. San José • Ctra. Dilar, Km. 2
18150 Gójar (Granada) ESPAÑA-UE
Tlfs: +34 958597611 • +34 958597117
Fax: +34 958597117
E-mail: agromed@agromed.net
www.agromed.net

**Formulaciones
Exclusivas
para Nutrición
y Protección
Vegetal Ecológica**

dichos olivos (última semana de septiembre-primer semana de octubre) se ha planteado un ensayo complementario en el que se ha llevado a cabo un seguimiento de la maduración, evolución del peso y del rendimiento graso de los frutos de aquellos olivos restantes, pertenecientes a las líneas guarda, que presentaban un estado de carga similar, hasta finales de diciembre-principios de enero.

Las dosis de fertilizantes (N, P y K) a aportar y el fraccionamiento anual de los mismos se han calculado según la metodología propuesta por Pastor y col. (2005), en base a la capacidad productiva de la plantación. Todos los árboles han recibido un abonado idéntico de N y P aplicado en fertirrigación, con el objetivo de proporcionar, en todo momento, una fertilización N-P-K equilibrada. Periódicamente se ha aportado un "cóctel" de microelementos. Se han comparado distintas dosis de potasio aplicadas en fertirrigación y por vía foliar respecto a un tratamiento control (OK) que no ha recibido aporte de K. Los tratamientos han consistido en la aplicación de potasio en:

- Fertirrigación (FR) a distintas dosis:
 - K: dosis de referencia calculada según metodología empleada.
 - K/2: la mitad de la dosis de referencia.
 - 2K: el doble de la dosis de referencia.
- Vía foliar (FF):
 - K/2: mitad de la dosis de referencia en cuatro pulverizaciones anuales (abril, mayo, septiembre y octubre).

Los fertilizantes se han aportado de forma conjunta con el agua de riego (**foto 2**), en todos

CUADRO II.

Análisis químico del agua de riego empleada en el ensayo.

Bicarbonatos	2,90 meq/l
Carbonatos	0,00 meq/l
Sulfatos	0,36 meq/l
Cloruros	2,00 meq/l
Calcio	1,95 meq/l
Magnesio	2,49 meq/l
Potasio	0,06 meq/l
Sodio	0,83 meq/l
Índice de RAS	0,56

y cada uno de los riegos y durante la totalidad del tiempo de riego (salvo K en el tratamiento Foliar K/2).

Los parámetros estudiados han sido: la evolución del índice de madurez, del rendimiento graso (mediante un equipo de espectroscopía NIR, mod. Olivescan de Foss) y del peso fresco del fruto. La determinación del índice de madurez se ha realizado empleando la **expresión 1**, según la cual se asignan los valores de la siguiente manera:

- Valor 0: aceitunas totalmente verdes.
- Valor 1: aceitunas que adquieren el color verde amarillento.
- Valor 2: se comienza a observar color violáceo en la epidermis.
- Valor 3: predomina el color morado sobre la totalidad de la piel.
- Valor 4: se alcanza el color negro en la epider-

mis sin que éste penetre en la pulpa.

• Valores del 5 al 7: corresponden a aceitunas negras con distintos grados de maduración de la pulpa, siendo el valor 5 cuando la maduración avanza desde la epidermis sin llegar a la mitad de la pulpa, el valor 6 cuando sobrepasa la mitad de la pulpa sin llegar al hueso, y por último, el valor 7 cuando se produce la maduración total de la pulpa alcanzando el hueso (**foto 3**).

• Los coeficientes a, b, c, d, e, f, g y h representan el número de aceitunas de cada grupo.

Expresión 1.

$$IM = \frac{a0+b1+c2+d3+e4+f5+g6+h7}{a+b+c+d+e+f+g+h}$$

Resultados y discusión

Las cantidades de N-P-K aportadas en los distintos tratamientos durante el periodo 2006-2010 se recogen en el **cuadro III**.

Índice de madurez de los frutos

Durante el 2007, año de producción medio-baja en toda la plantación, se tomaron muestras de fruto (una muestra por olivo para cada tratamiento y repetición) cada 10-15 días desde finales de septiembre (fecha de recolección de los olivos destinados a aceituna de mesa del ensayo matriz) hasta diciembre. La evolución del índice de madurez de los frutos (**figura 2**) muestra cómo los tratamientos en los que

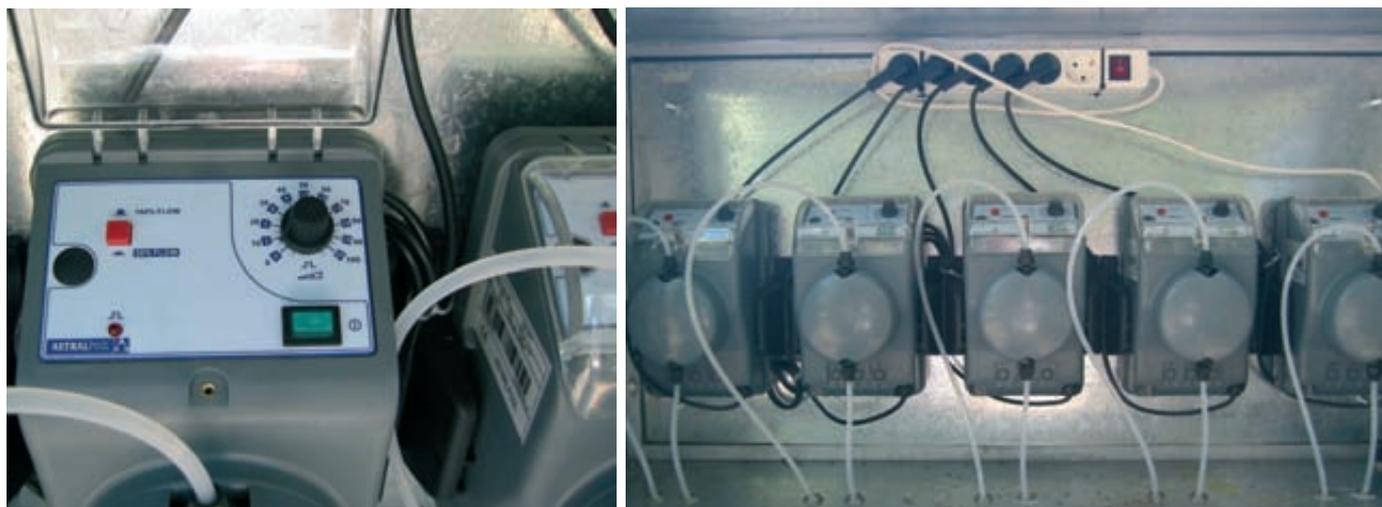


Foto 2. Detalle de las bombas inyectoras, independientes para cada uno de los tratamientos.

En olivos con producción medio-baja, los tratamientos que reciben aporte de potasio adelantaron la maduración del fruto respecto a los del control no abonado. Sin embargo, los olivos con producción alta no muestran diferencias significativas en la maduración entre tratamientos

CUADRO III.

Producción acumulada (kg/olivo) y cantidades medias de N, P₂O₅ y K₂O, para el periodo 2006-2010, aplicadas en cada uno de los tratamientos, expresadas como UF (x10⁻³) (g) por árbol y como UF (x10⁻³) (g) por kg de aceituna producida.

Trata- miento	Producción kg/arb	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		g/arb	g/kg aceituna	g/arb	g/kg aceituna	g/arb	g/kg aceituna
OK	146		12,2		4,0	--	0
FF K/2 *	151		11,8		3,8	924,5	6,1
FR K/2	161	1.778	11,0	581	3,6	924,5	5,7
FR K	172		10,3		3,4	1.849	10,8
FR 2K	175		10,2		3,3	3.698	21,1

se aplicó potasio adelantaron su maduración respecto al control no abonado en torno a los 10-15 días, independientemente de la dosis y forma de aplicación del K (foto 4). La producción media de todos los olivos muestreados fue de 19,2 kg.

El año 2008, por el contrario, fue un año de producción muy alta en la plantación, seleccionándose idéntico número de árboles para el muestreo (un olivo por tratamiento y repetición). La producción media de los olivos fue de 43,7 kg. En la figura 3 se observa cómo las aceitunas tardaron más en madurar debido al efecto de la gran cosecha, no existiendo diferencias entre tratamientos.

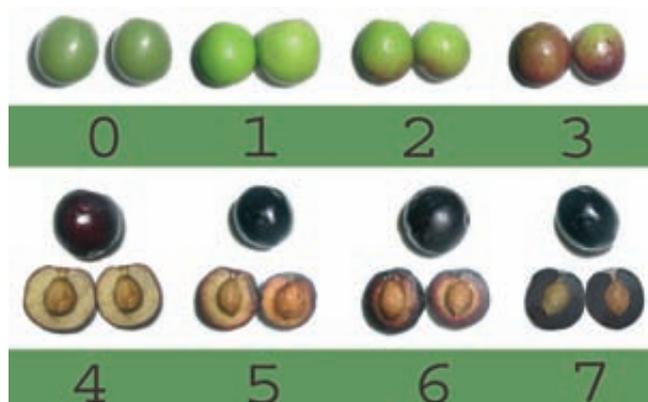


Foto 3. Índice de madurez en frutos de olivo.



**La solución
está en sus manos**

Ferrostrene[®] K
olivo

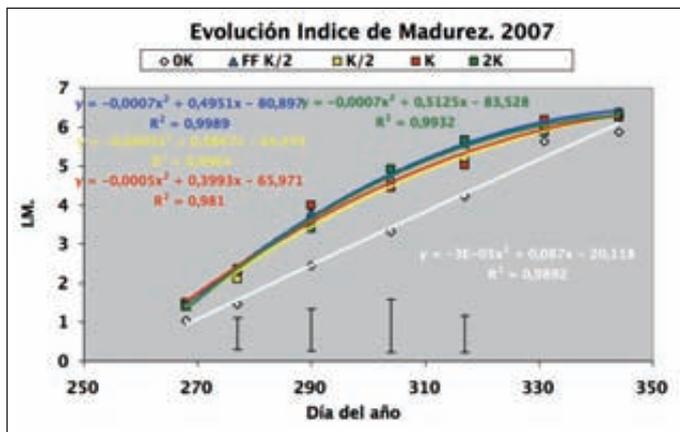


ISAGRO ESPAÑA

Maldonado, 63, C 2º 28006 Madrid
Tel. 91 402 30 40 - Fax. 91 401 30 59

FIGURA 2.

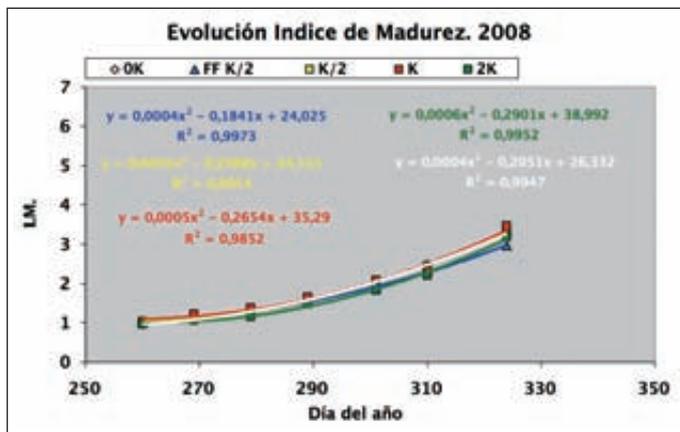
Evolución índice de madurez 2007.



Cada punto representa el valor medio de cuatro árboles. Las barras muestran diferencias significativas según test LSD ($p < 0,05$).

FIGURA 3.

Evolución índice de madurez 2008.



Cada punto representa el valor medio de cuatro árboles. Las barras muestran diferencias significativas según test LSD ($p < 0,05$).



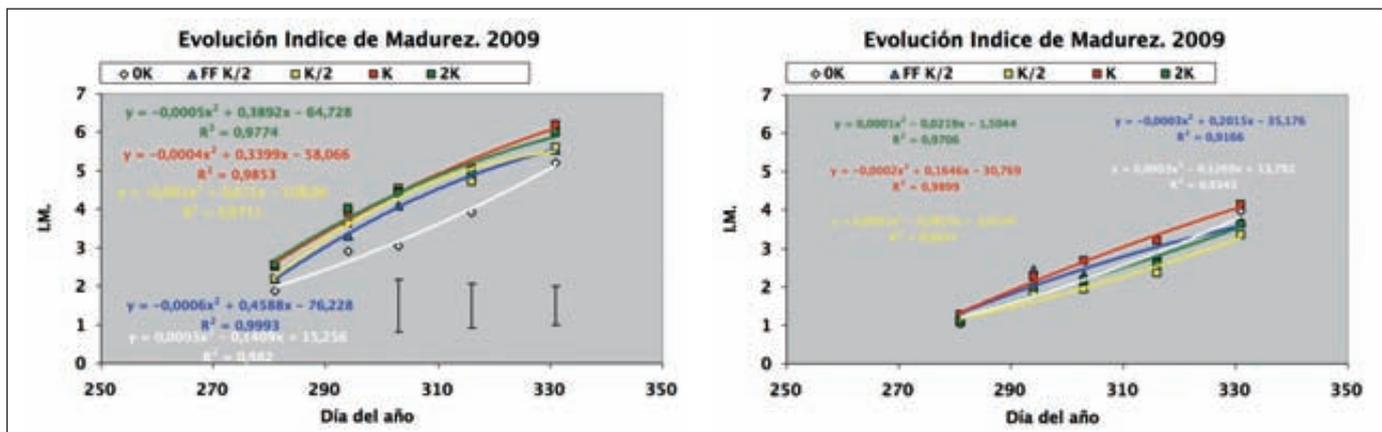
Foto 4. Distinto grado de maduración observable en árboles con diferente dosis de fertilización potásica. En la imagen izquierda, olivos correspondientes al tratamiento 0K. Foto derecha: olivos correspondientes al tratamiento K.

En 2009 se pudieron seleccionar árboles con producciones altas y árboles con estado de carga medio-bajo (un olivo por tratamiento y repetición, respectivamente). En el primer caso la producción media fue de 33,7 kg/olivo, mientras que el segundo fue de 10,6 kg/olivo. Las figuras 4a y 4b muestran la evolución del índice de madurez para los olivos con producción medio-baja y alta, respectivamente.

Se observa cómo en el caso de los olivos con producción medio-baja, los tratamientos que reciben aporte de potasio adelantaron la maduración del fruto respecto a los del control no abonado (figura 4a), datos similares a los

FIGURA 4.

Evolución del índice de madurez durante el año 2009 de olivos con produc. medio-baja (izqda) y producción alta (drcha).



Cada punto representa el valor medio de cuatro árboles. Las barras muestran diferencias significativas según test LSD ($p < 0,05$).

observados en 2007. Sin embargo, los olivos con producción alta (**figura 4b**) no muestran diferencias significativas en la maduración entre tratamientos, como ya ocurrió en 2008.

Durante 2010 sólo ha sido posible seleccionar árboles con estado de carga alto (uno por tratamiento y repetición) prolongándose el periodo de toma de muestras hasta finales de enero de 2011. La producción media de los olivos ha sido de 26,8 kg/olivo. Los valores obtenidos (**figura 5**) concuerdan con los resultados previos observados en los olivos con alta producción (**figuras 3 y 4b**), no apreciándose diferencias significativas en la maduración del fruto entre los distintos tratamientos estudiados.

Evolución del peso fresco

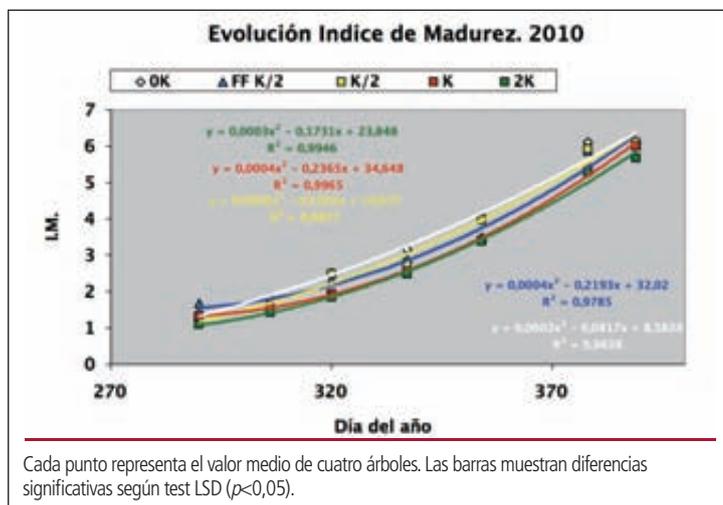
En cuanto a la evolución del peso fresco de los frutos se observa, en general, como desde el primer muestreo el tratamiento control tiene un peso fresco del fruto inferior al de los

tratamientos en los que se aplica potasio, fundamentalmente a las dosis K y 2K en fertirrigación, manteniéndose esa tendencia en el tiempo (**figura 6**).

ción (foliar o fertirrigación) tiene una influencia en el tamaño del fruto y en situaciones de alta producción puede discriminar el destino final de la cosecha (mesa o almazara).

FIGURA 5.

Evolución índice de madurez 2010.



Cada punto representa el valor medio de cuatro árboles. Las barras muestran diferencias significativas según test LSD ($p < 0,05$).

Este hecho, también observado en el ensayo matriz, es especialmente relevante cuando se trata de olivos destinados a la producción de aceituna de mesa, donde un mayor tamaño del fruto influye de manera directa en un mayor precio de venta.

Igualmente, se observan grandes diferencias en peso de los frutos entre los estados de carga y descarga, disminuyendo conforme aumenta la cosecha. El planteamiento de un programa de fertilización

microgránulos solubles

Naturamin-WSP

80% de aminoácidos libres

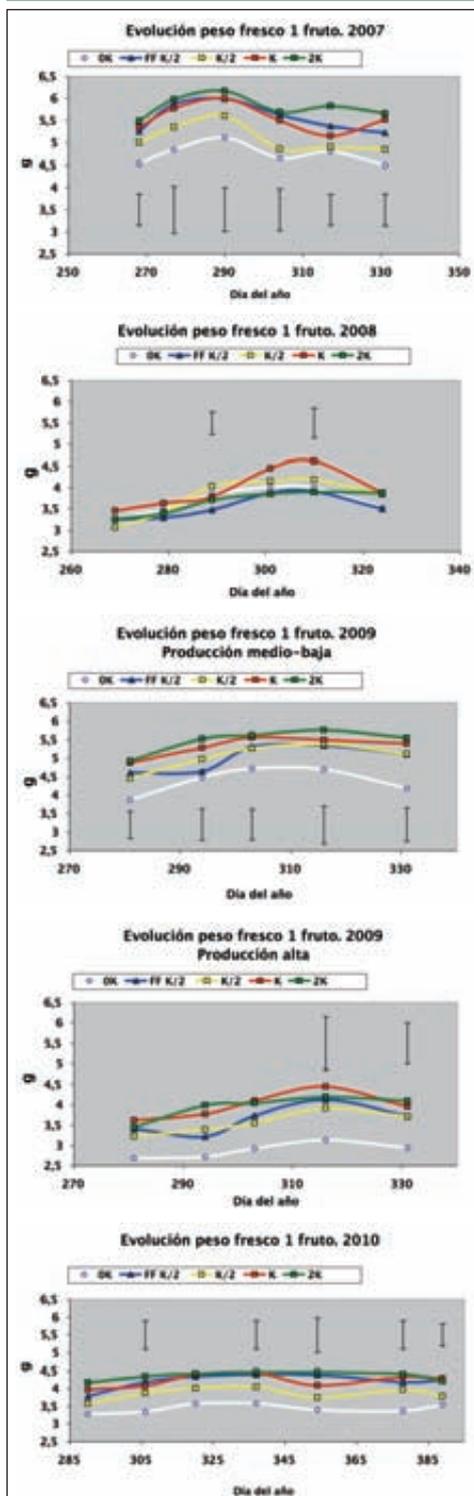
TITULAR
DE LA INSCRIPCIÓN
Y FABRICANTE

Daymsa



FIGURA 6.

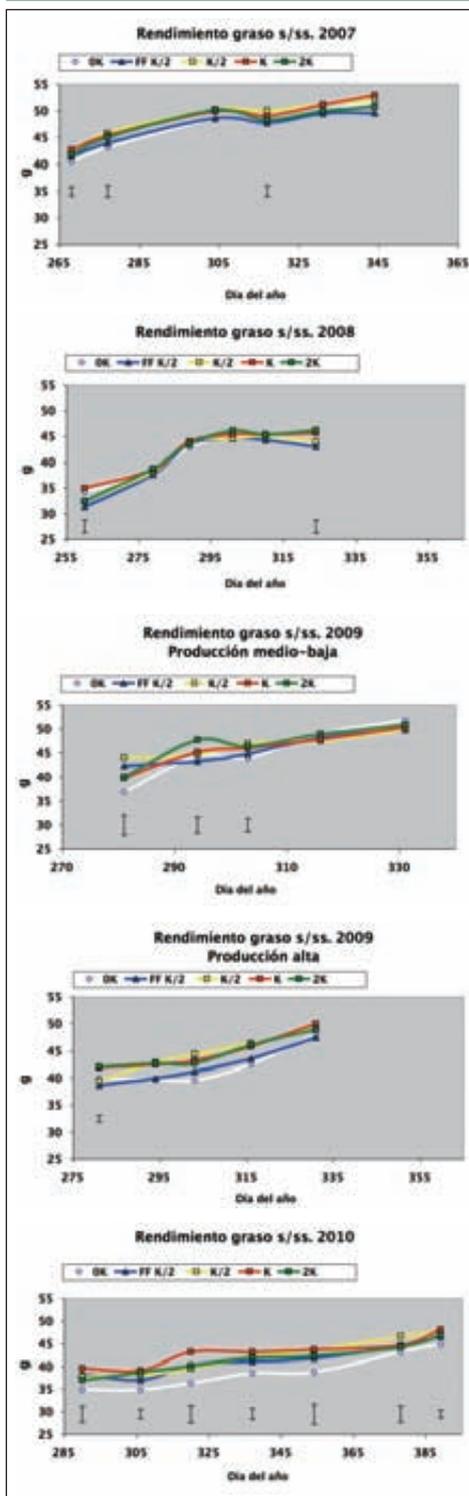
Evolución del peso fresco del fruto para los años 2007, 2008, 2009 (producciones media-baja y alta) y 2010.



Cada punto representa el valor medio de cuatro árboles. Las barras muestran diferencias significativas según test LSD ($p < 0,05$).

FIGURA 7.

Evolución del rendimiento graso sobre materia seca para los años 2007, 2008, 2009 (produc. media-baja y alta) y 2010.



Cada punto representa el valor medio de cuatro árboles. Las barras muestran diferencias significativas según test LSD ($p < 0,05$).

Evolución del rendimiento graso

Por último, se ha estudiado la influencia de la aplicación de potasio y la evolución del rendimiento graso de los frutos. La **figura 7** muestra los resultados obtenidos en cada uno de los años.

Los patrones de formación de aceite son similares para todos los tratamientos. La acumulación de aceite en los frutos se ralentiza a partir de los primeros días de noviembre. Cuando los árboles presentan bajos estados de carga no se han observado diferencias significativas de rendimiento graso entre los distintos tratamientos en el momento de realizar la recolección (final de noviembre a primera quincena de diciembre - final de enero en 2011). En las cuatro campañas controladas el tratamiento testigo ha presentado menor rendimiento graso que los tratamientos fertirrigados K y 2K, siendo las diferencias significativas en dos de ellas. En ninguno de los casos el tratamiento foliar K/2 ha presentado mejor comportamiento que el testigo OK.

Conclusiones

La fertilización potásica, además de mejorar la producción del olivo, puede ser una herramienta muy útil para adelantar la maduración del fruto en situaciones de media-baja cosecha, mejorar el rendimiento graso de los frutos en condiciones de alta cosecha y aumentar el calibre de los frutos en prácticamente la totalidad de las situaciones. ●

Agradecimientos

Este ensayo ha sido posible gracias a un convenio y a un contrato de colaboración suscritos por el IFAPA Centro Alameda del Obispo con la empresa Tessenderlo Chemie España S.A. y la Interprofesional de la Aceituna de Mesa (Interaceituna) respectivamente, así como al proyecto Transforma Olivar y Frutos Secos, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y el Fondo Social Europeo (FSE). Nuestro reconocimiento a Miguel Varona y Rafael Aguilar por su inestimable ayuda y colaboración. A Marcos Hidalgo y Antonio Prieto por su profesionalidad en el trabajo. Agradecer por último a Carlos Montijano y su familia las facilidades que en todo momento han dado para llevar a cabo el ensayo en su finca.