

# Influencia de las distintas dosis de abonado aportado por fertirrigación

Estudio del contenido de nutrientes en suelo, desarrollo de la planta del olivo y rendimiento y calidad de la cosecha

En este trabajo se estudia la influencia sobre el desarrollo, producción y calidad de la cosecha de las plantas de olivo variedad Manzanillo de Sevilla de cuatro tratamientos de fertirrigación. No se encontraron diferencias significativas entre los parámetros considerados, es decir, al menos durante el tiempo de duración de la prueba la planta pudo crecer y producir bien con la concentración más baja de nutrientes, lo que significa un menor gasto económico y más bajo nivel de contaminación.

**A. Troncoso et al.**

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS). CSIC.

**L**a nutrición vegetal es el proceso mediante el cual la planta absorbe del medio elementos simples y agua y los transforma en compuestos asimilables. Cuando el consumo de elementos nutritivos es más elevado que la capacidad del suelo para producirlos, se origina un déficit en la dotación del terreno. Para corregirlo, al menos eventualmente, es necesario añadir nuevos nutrientes desde el exterior. A este proceso se le llama fertilización o abonado.

El agua es el medio en el que se encuentran disueltos los iones del suelo y, a su vez, el vehículo que los pone en contacto con la raíz, debido a su propio movimiento (flujo) o al de los iones en su interior (difusión). Cuando las pérdidas de agua (evapotranspiración, drenaje, etc.) son superiores a los aportes naturales (precipitaciones) disminuye la dotación del terreno hasta llegar a un grado de humedad que la planta es incapaz de extraer. Como en el caso anterior de la disponibilidad de nutrientes, el déficit hídrico se corrige por aportes externos (riegos).

En consecuencia, para que exista una absorción adecuada por la planta es necesario:

- Disponibilidad suficiente de nutrientes y de agua.
- Contacto de la solución de nutrientes y el sistema radicular.

Estos dos factores se favorecen muy claramente por aportes al suelo de soluciones nutritivas (fertirrigación) en puntos próximos al sistema radical (riego localizado).

La aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego (fertirrigación) es un método muy económico para suministrar nutrientes a las plantas (Hamdy, 1995) y, al mismo tiempo, uno de los que producen una mayor eficacia del agua y de los fertilizantes (Granelli et al., 1994; Neumann y Snir, 1995). Influye positivamente sobre la velocidad de crecimiento en el período juvenil de la planta (Higgs, 1992; Neilsen et al., 1993; Dencker y Hansen, 1994), con lo que acelera la entrada en producción (Marsh y Stowell, 1993; Castel et al., 1994). Estas posibilidades han hecho que la fertirrigación tenga un desarrollo muy importante en

los últimos años, en especial en países de clima árido (Kafkafi, 1994; Darwin, 1995; Hamdy, 1995; Sneh, 1995; y Nuñez-Escobar, 1995).

La fertirrigación también presenta diversos inconvenientes, la mayoría de los cuales se deben a su incorrecto manejo, y al desconocimiento existente aún de aspectos de la nutrición de las plantas (Pizarro, 1996). En concreto, un mal manejo de esta técnica puede provocar daños en el terreno, tales como la acidificación (Neilsen et al., 1993; Chung et al., 1994; Peryea et al., 1999), pérdidas de nutrientes por lavados a zonas más profundas del perfil del suelo donde no pueden ser tomados por la planta y, por el contrario, contaminación de las aguas freáticas (Parchomchuk et al., 1993; Neilsen et al., 1999), e incremento de la salinización en la zona del bulbo de riego (Atallah, 1995).

En olivar, la información disponible sobre la influencia del riego localizado es abundante (Martín-Aranda et al., 1982; Moreno et al., 1988; Fereres, 1995; Pastor et al., 1995; Moreno et al., 1996; Fernández et al., 1997; Romero et al., 1997; d' Andria et al., 1998; Fernández et al., 1998<sup>a</sup>; Villalobos et al., 1998; Celano et al., 1999; Fernández y Moreno, 1999; y Palomo et al., 2002).

En cuanto a la fertirrigación del olivo en condiciones de campo, existen, sin embargo, pocas publicaciones. Martín-Aranda et al. (1986) obtuvieron buenos resultados en fertirrigación del olivo con un equivalente al 40% del agua perdida por evaporación en un tanque clase A y una adición anual de 580 gr de N, 35 gr de P y 270 gr de K por árbol y período de riego. Troncoso et al. (1987) mostraron que las condiciones anteriores originaron pérdidas de N por percolación. Con posterioridad, Troncoso (1994) y Pastor y Vega (2001) establecieron criterios de manejo y control de la fertirrigación en el olivo, y Troncoso et al. (1997) relacionaron la disponibilidad de N dado por fertirrigación sobre el crecimiento y la producción del olivo.

Una forma de incrementar las ventajas que ofrece la fertirrigación (economía, aprovechamiento y versatilidad) y disminuir las desventajas (obturaciones, salinización y pérdidas de nutrientes por lavado) es utilizar las cantidades mínimas de abonos y agua que mantengan la producción y el crecimiento adecuados de la planta (Hagin y Lowengart, 1996).

Por estos motivos, en 1998 se inició el proyecto CAO 98-004



"Influencia de la fertirrigación sobre el contenido de nutrientes en el suelo, desarrollo de la planta del olivo y el rendimiento y calidad de la cosecha".

El objetivo principal de este proyecto fue la definición de las necesidades mínimas del olivo en NPK (en proporción 4:1:3) dados por fertirrigación, conservando una producción y un crecimiento vegetativo adecuados. Como objetivos parciales, se pretendía, por un lado, determinar la influencia de la fertirrigación sobre la fertilidad del terreno (contenido y disponibilidad de nutrientes) y los procesos de fijación y lavados de nutrientes (posibilidades de pérdidas y contaminaciones), y por otro, determinar la influencia sobre la composición mineral de la hoja (estado nutritivo de la planta), crecimiento del ramo de producción, floración, fructificación y calidad del fruto desde el punto de vista de su aprovechamiento como aceituna de almazara. El presente trabajo se refiere a este segundo apartado.

### Material y métodos

El trabajo se realizó en una parcela de 3,5 ha de olivar de la variedad Manzanilla de Sevilla situada en el Hospital El Tomillar, en el término municipal de Alcalá de Guadaíra (Sevilla). Dentro de dicha parcela se eligieron bloques de 4 árboles, 6 por cada tratamiento, es decir, 24 árboles por 4 tratamientos, 96 árboles en total. Los olivos, plantados en marco de 7x7 m, tenían nueve años cuando se inició la prueba (1998).

En la parcela se instaló una estación meteorológica Campbell (Campbell Scientific Ltd, Leicestershire, UK), que registra cada hora los valores medios, máximos y mínimos de un amplio número de variables meteorológicas, entre ellas la temperatura, humedad relativa del aire, radiación solar y precipitación, a excepción de la lluvia, que se registra cada diez minutos.

El sistema de fertirrigación, regulado por ordenador, estaba formado por una instalación de riego por goteo consistente en una tubería primaria que salía de la bomba del pozo, que después se dividía en cuatro tuberías secundarias, una por cada tratamiento, y una línea terciaria por cada fila de plantas, con cuatro goteros por árbol de 8 l/h de capacidad, a un metro de separación. El abono líquido, en depósito, se aplicó por medio de un inyector, ajustando el tiempo de inyección a las necesidades de cada tratamiento.

La dosis de riego fue igual para los cuatro tratamientos y se calculó a partir de la ecuación  $NR = ETC - Pe$ , en la que NR son las necesidades de agua de riego, ETC (mm) la evapotranspiración del cultivo y Pe (mm) es la precipitación efectiva. La ETC se calculó por el método recomendado por la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977)  $ETC = Kc Kr ETo$ , siendo Kc el coeficiente de cultivo, Kr el coeficiente de reducción y ETo la evapotranspiración de referencia.

La ETo se calculó a partir de los datos de la estación meteorológica, usando para ello la expresión de Penman modificada por la FAO. Para facilitar los cálculos, se usó el programa REF-ET elaborado por Universidad de Utah (Allen, 1990).

El coeficiente Kr se calculó a partir de la relación  $Kr = 2 \times Sc / 100$ , que encontraron para el almendro Fereres y col. (1981), siendo Sc (%) la superficie sombreada cubierta por los árboles.

El abono se aplicó diariamente, diluido en el agua de riego mediante un equipo de inyección de abonos (fertirrigación). Se aplicó un abono líquido comercial que pertenece a los llamados abonos complejos de reacción ácida (pH= 1), adecuados para el riego por goteo, de fórmula 9,9-2,5-7,2 (4:1:3), con 1,2 g/cm<sup>3</sup> de densidad, 9 °C de temperatura de cristalización, 5,6% de N-NH<sub>2</sub>,

**CUADRO I. VALORES DEL COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc)**

Mes	Kc
Marzo	0,70
Abril	0,65
Mayo	0,60
Junio	0,55
Julio	0,50
Agosto	0,50
Septiembre	0,60
Octubre	0,65

2,2% de N-NH<sub>4</sub>, 2,2% de N-NO<sub>3</sub> y 5,4 % de Cl. Las dosis anuales de abono por tratamiento y árbol han sido: 3,367 l para el de máxima dosis de abonado (Tratamiento T4); 1,684 l, para el tratamiento del 50% de la dosis máxima (Tratamiento T3); y 0,842 l para el tratamiento del 25% de dosis máxima (Tratamiento T2).

El diseño experimental del estudio estaba constituido, como se indicó

antes, por cuatro tratamientos con seis bloques por tratamiento distribuidos al azar, cada uno con cuatro árboles. Los tratamientos aplicados han sido: a) sólo agua de riego; b) 100 g de N por árbol y período de riego (marzo-septiembre) de un abono triple de NPK de proporción 4:1:3; c) 200 g de N por árbol y período de riego del mismo abono anterior; d) 400 g de N por árbol y período de riego del mismo abono anterior.

Para cada tratamiento se realizó la caracterización anual del suelo y de las plantas. Para la caracterización de las plantas se procedió al estudio del estado de nutrición y al control de parámetros relacionados con el crecimiento, la producción y la calidad de la cosecha.

Se determinó el contenido de agua y el potencial mátrico del agua en el suelo. Para la medida del contenido volumétrico de agua en el suelo se utilizó el método de moderación de neutrones, mediante el empleo de una sonda de neutrones modelo Troxler 3333 con doce tubos de acceso, dos para cada tratamiento. Los tubos, introducidos hasta un metro de profundidad, se colocaron entre dos bulbos de riego. Para la medida del potencial mátrico del agua en el suelo, se utilizaron tensiómetros de mercurio a dos profundidades, 70 y 90 cm, habiéndose instalado cinco baterías por tratamiento de dos tensiómetros cada una.

El estado de nutrición se determinó a partir de la toma de muestras de 200 hojas/árbol sanas y bien desarrolladas, distribuidas alrededor del árbol y a la altura del operador, en las que se analizaron los contenidos en macro y micronutrientes (N por el método Kjeldahl; y P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn y B, mediante calcinación, redisolución de las cenizas en HCl y medida por ICP-OES (Wallinga et al., 1995).

Los parámetros de crecimiento estudiados fueron el diámetro del tronco, la altura y el volumen de la copa de todos los árboles, medidos con anterioridad al inicio del período de fertirrigación, y la longitud y el número de nudos por ramo, previa elección y marcado de diez ramos/árbol en dos árboles de cada bloque.

Para el control de la producción se marca-

**CUADRO II. DOSIS DE AGUA APORTADA EN CADA PERÍODO DE RIEGO**

período	riego (l árbol <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	riego (l árbol <sup>-1</sup> )
12/4-30/4	51	569
1/5-15/5	48	720
16/5-31/5	56	896
4/6-15/6	47	517
16/6-30/6	73	1.095
1/7-15/7	81	1.215
16/7-31/7	74	1.184
1/8-15/8	62	930
16/8-31/8	68	1.088
1/9-15/9	75	1.125
16/9-30/9	76	1.140
1/10-15/10	65	975
16/10-28/10	43	559

**CUADRO III. DOSIS DE AGUA APLICADA AL MES**

mes	riego (l árbol <sup>-1</sup> )
abril	965
mayo	1.616
junio	1.612
julio	2.399
agosto	2.018
septiembre	2.265
octubre	1.534
total	12.438

# OLIVAR dossier

ron diez ramos por árbol en dos árboles por bloque con buena floración, sobre los que se tomaron los siguientes caracteres: nº inflorescencias en plena floración (PF); nº frutos/infrutescencias cuarenta días después de plena floración; y nº frutos en recolección. Asimismo, se midió la producción por árbol y la productividad (kg/cm<sup>2</sup>). Para conocer las posibles diferencias entre tratamientos relacionadas con la calidad del fruto, se procedió al estudio del peso del fruto y a la caracterización del aceite de oliva. Esta última se realizó sobre muestras de 1 kg de frutos por bloque, sobre las que se estimó: el índice de madurez; porcentaje de humedad; rendimiento graso, medido en analizador por RMN (resonancia magnética nuclear); acidez, índice de peróxidos, K270, K232, K225, contenido en polifenoles, ácidos grasos y tocoferoles, siguiendo la metodología indicada en el Reglamento CEE/2568/91.

## Resultados y discusión

Los valores del coeficiente de cultivo Kc utilizados han sido los determinados para la zona por Fernández y col. (1998) y se indican en el **cuadro I**.

En función de los factores indicados en el capítulo de materiales y métodos, en los **cuadros II y III** se indica el agua aportada (igual en todos los tratamientos) en cada período de riego. Naturalmente, los meses de julio, agosto y septiembre, por mayor

demanda tanto climática (calor y sequía) como por la presencia de fruto en la planta, son los que presentan mayores cantidades de agua de riego.

Con arreglo a dichos aportes, en la **figura 1** se indican los perfiles hídricos del suelo, en los que se observa una gran homogeneidad tanto entre los tratamientos como entre diferentes períodos del año y profundidades.

En el **cuadro IV** se presentan los resultados analíticos del agua utilizada en los riegos. Es un agua prácticamente neutra (ligeramente alcalina) con baja

**CUADRO IV. ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA DE RIEGO**

Parámetro	Valor
pH	7,25
CE (mS/cm)	0,92
Calcio, Ca (meq/l)	16,70
Magnesio, Mg (meq/l)	0,35
Sodio, Na (meq/l)	2,06
Potasio, K (meq/l)	0,02
RAS (meq/l)	1,10
Cloruro (meq/l)	2,07
Sulfato (meq/l)	1,07
Bicarbonato (meq/l)	5,15
N-Nitrato (meq/l)	1,24

**CUADRO V. APORTE DE NITRÓGENO EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS**

Tratamiento	N-Fertilizante (g árbol <sup>-1</sup> )	N-Agua de riego (g árbol <sup>-1</sup> )	Suma N (g árbol <sup>-1</sup> )
T1	0	216	216
T2	:100	216	316
T3	:200	216	416
T4	:400	216	616

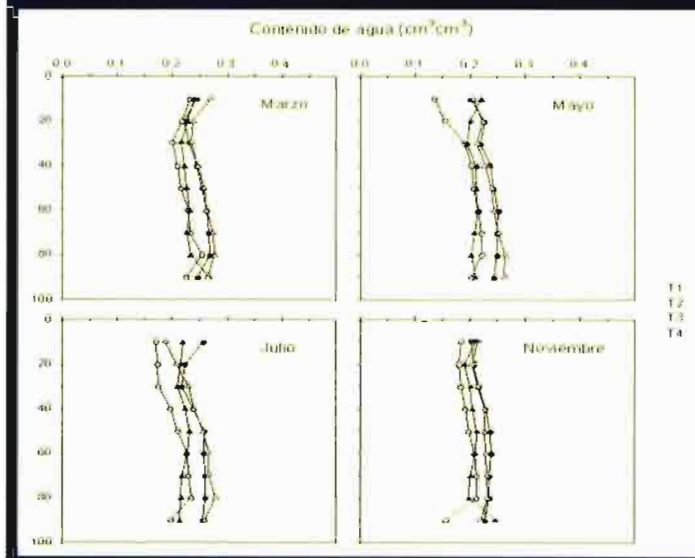
**CUADRO VI. RESULTADO DEL ANÁLISIS MECÁNICO DEL PERFIL DEL SUELO**

Profundidad	(%) Arena gruesa	(%) Arena fina	(%) Limo	(%) Arcilla	Textura
	Media ± desv. std.	Media ± desv. std.	Media ± desv. std.	Media ± desv. std.	Media
0-25 cm	48,9± 9,0	8,8±1,6	21,7±3,0	18,4±4,3	F ar
25-50 cm	42,8± 7,3	9,2±2,5	25,6±4	22,4±3,4	F.A ar
50-75 cm	37,8± 11,6	9,2±4,0	33,1±4,8	19,9±6,0	F
75-100 cm	39,9± 13,6	7,8±4,1	33,7±7,3	18,7±6,0	F

F: Franco; A: Arcilloso; ar: arenoso; n=12

**FIGURA 1.**

Contenido volumétrico de agua en suelo. Cada línea corresponde a un tratamiento, sin encontrar diferencias significativas entre ellos



conductividad eléctrica, es decir, baja salinidad y, en consecuencia, apta para el riego. En relación con los tratamientos de fertirrigación, se deben destacar los contenidos de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ya que representan un abonado adicional, como se observa en el **cuadro V**. En esta planta se determina que las plantas de tratamiento T1, recibieron en realidad 216 g de N, las de T2, 316 g, las de T3, 416 g y las de T4, 616, esta última cifra muy próxima al valor determinado como adecuado por Martín-Aranda y Troncoso (1986).

## Análisis del suelo

La parcela se asienta sobre un suelo pardo rojizo, medianamente profundo, formado sobre calizas detríticas del Mioceno bélico. Se trata de un suelo rojo mediterráneo del Alcor. Para la clasificación textural de la parcela (**cuadro VI**) se hicieron sondeos hasta un metro de profundidad en doce puntos de la parcela.

La determinación de las distintas fracciones granulométricas se realizó con el hidrómetro (De Leenher y col., 1985).

Los resultados de los análisis reflejan un suelo de textura franco-arenosa de 0-25 cm, franco-arcillo-arenosa de 25 a 50 cm y franca por debajo de los 50 cm.

Los análisis de la fertilidad química (**cuadro VII**) determinan un suelo alcalino en todas las profundidades, con unos contenidos altos de CO<sub>3</sub>Ca de 0-30 cm y muy altos por debajo de los 30 cm. La materia orgánica suele presentar unos contenidos altos en el primer horizonte, que disminuyen con la profundidad.

Los niveles de fósforo disponible suelen ser bajos de 0-30 cm y muy bajos por debajo de los 30 cm. Se observa cierta tendencia a la mayor concentración en los primeros 30 cm para el Tratamiento 4. El potasio disponible se encuentra en contenidos bajos, en concordancia con la mayor presencia de caliza activa. Aunque presenta unos niveles muy bajos o bajos en los primeros 30 cm y muy bajos a partir de dicha profundidad, muestra una tendencia clara a un descenso de su concentración conforme aumenta la profundidad del terreno, así como a una correlación positiva respecto a la dosis de abono empleada.

Se observa que no existieron diferencias significativas con los

**CUADRO VII. ANÁLISIS DE LA FERTILIDAD QUÍMICA DEL SUELO (MARZO 2001).**

Tratamiento	PROF	pH	CaCO3 (%)	Corg (%)	M.O. (%)	N-Kjel (est)	P dispon (ppm)	K dispon (ppm)
1	0-30	8,34	33,70	1,48	2,56	0,14	5,80	80,67
	30-60	8,38	58,50	0,64	1,11	0,06	2,93	51,33
	60-90	8,50	76,80	0,30	0,52	0,04	1,47	28,00
2	0-30	8,50	31,13	1,09	1,88	0,10	5,67	91,33
	30-60	8,40	54,70	0,59	1,01	0,06	3,97	60,67
	60-90	8,47	79,50	0,32	0,54	0,04	3,00	28,67
3	0-30	8,47	36,57	1,15	1,99	0,11	8,20	129,33
	30-60	8,43	65,03	0,50	0,87	0,05	3,43	46,67
	60-90	8,53	82,20	0,36	0,62	0,04	2,67	27,67
4	0-30	8,23	31,80	1,77	3,06	0,16	12,23	197,67
	30-60	8,27	46,10	1,01	1,74	0,09	6,20	66,33
	60-90	8,20	71,57	0,51	0,88	0,17	6,13	31,00

**CUADRO VIII. DESARROLLO DE LAS PLANTAS DE OLIVO EN RELACIÓN CON EL TRATAMIENTO DE FERTIRRIGACIÓN RECIBIDO**

Tratamiento	Volumen de copa (m³)	Altura árbol (m)	Diámetro medio copa (m)	Perímetro de tronco (cm)
T 1	21,43 a	3,51 a	3,40 a	48,88 a
T 2	24,04 a	3,65 a	3,53 a	50,00 a
T 3	22,64 a	3,60 a	3,44 a	50,01 a
T 4	21,72 a	3,52 a	3,40 a	49,83 a

Valores en una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P < 0,05).

distintos tratamientos diferenciales. Junto con los parámetros anteriores, se midió también el crecimiento de los ramos y el desarrollo de las inflorescencias. En estos casos, tampoco se encontraron diferencias significativas con los distintos tratamientos.

**Composición mineral de la hoja**

En el cuadro IX se indica la composición mineral de la hoja de las plantas sometidas a los distintos tratamientos. Los valores muestran unos niveles de nutrientes en hoja adecuados. No existieron diferencias entre tratamientos.

**Producción y calidad de la cosecha**

En el cuadro X se detalla la producción media de las plantas de cada tratamiento, así como la calidad de la cosecha expresada como peso (tamaño) del fruto y la producción en función de la sección horizontal del tronco.

De acuerdo con los resultados, no se produjeron diferencias significativas entre los distintos parámetros de producción considerados con los distintos tratamientos.

**Calidad del aceite**

Los frutos procedentes de las plantas de cada tratamiento de fertirrigación se enviaron a la estación de Olivicultura de Jaén para analizar la calidad del aceite respectivo. En los cuadros X, XI y XII se muestran los resultados de los análisis realizados en la campaña 2000/2001.

No se observan diferencias importantes en la composición del aceite correspondiente a cada tratamiento, ni siquiera en los aceites de las plantas sometidas a los tratamientos con mayores cantidades de nitrógeno.

Los aceites de otras campañas mantuvieron estas tendencias y tampoco mostraron diferencias importantes con los tratamientos de fertirrigación. ■

**CUADRO IX. COMPOSICIÓN MINERAL DE LA HOJA DE LAS PLANTAS DE OLIVO DE CADA TRATAMIENTO**

Tratamiento	% MS						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B
T 1	1,75	0,18	0,87	0,56	0,07	0,01	8	37	19	22	27
T 2	1,78	0,17	0,94	0,60	0,07	0,01	8	39	21	21	29
T 3	1,68	0,17	1,00	0,57	0,07	0,01	7	35	21	22	29
T 4	1,75	0,16	1,02	0,62	0,07	0,01	8	38	22	21	29

**CUADRO X. DESARROLLO DE LAS PLANTAS DE OLIVO EN RELACIÓN CON EL TRATAMIENTO DE FERTIRRIGACIÓN RECIBIDO**

Tratamiento	Producción (Kg árbol <sup>-1</sup> )	g fruto <sup>-1</sup>	g cm <sup>2</sup>
T 1	30,16 a	2,996 a	153,83 a
T 2	36,34 a	2,833 a	185,63 a
T 3	34,47 a	2,981 a	170,40 a
T 4	34,56 a	3,302 a	176,16 a

Valores en una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P < 0,05)

**CUADRO XI. ANÁLISIS DEL ACEITE. CAMPAÑA 2000/2001**

Tratamiento	Acidez (%)	Índice de peróxidos (meqO/kg)	K270	K232	K225	Polifenoles Totales (mg/Kg A. Cafeico)
T 1	0,25	4,87	0,20	1,75	0,51	780
T 2	0,25	4,84	0,17	1,70	0,51	780
T 3	0,18	5,80	0,16	1,63	0,48	666
T 4	0,22	4,90	0,18	1,65	0,47	723

**CUADRO XI. ANÁLISIS DEL ACEITE. CAMPAÑA 2000/2001**

Tratamiento	Acidez (%)	Índice de peróxidos (meqO/kg)	K270	K232	K225	Polifenoles Totales (mg/Kg A. Cafeico)
T 1	0,25	4,87	0,20	1,75	0,51	780
T 2	0,25	4,84	0,17	1,70	0,51	780
T 3	0,18	5,80	0,16	1,63	0,48	666
T 4	0,22	4,90	0,18	1,65	0,47	723

**CUADRO XII. COMPOSICIÓN ACÍDICA DEL ACEITE**

Tratamiento	C'16 (%)	C'16 (%)	C'17 (%)	C'17 (%)	C'18 (%)	C'18 (%)	C''18 (%)	C''18 (%)	C'20 (%)	C'20 (%)	C'22 (%)	C'24 (%)
T 1	14,08	1,25	0,18	0,25	2,52	75,23	4,64	0,72	0,5	0,3	0,12	0,09
T 2	14,29	1,36	0,19	0,33	2,49	74,42	5,04	0,74	0,51	0,32	0,13	0,17

Han participado: Coordinador: Troncoso de Arce, Antonio (IRNAS-CSIC); Investigadores: Cabrera Capitán, Francisco (IRNAS-CSIC); Fernández Luque, J. Enrique (IRNAS-CSIC); García-Ortiz Rodríguez, Angel (Est. Oliv. J. Nadal.); López Núñez, Rafael (IRNAS-CSIC); López Rivares, E. Pascual (E.U.I.T.A.-Universidad de Sevilla); Morales Sillero, Ana (EUITA- Universidad de Sevilla); Moreno Lucas, Félix (IRNAS-CSIC); Murillo Carpio, J. Manuel (IRNAS-CSIC); Ordovás Ascaso, José (EUITA- Universidad de Sevilla); Suárez García, Mª Paz (EUITA- Universidad de Sevilla); Técnicos: Girón Moreno, Ignacio (IRNAS-CSIC); Liñán Benjumea, Juana (IRNAS-CSIC); Cantos Barragán, Manuel (IRNAS-CSIC); Becarios: García Liñán, María; Troncoso Mendoza, Javier.

**Agradecimientos**

Este trabajo corresponde al proyecto CAO 98-004 dentro del Programa de la Calidad de la Producción del Aceite de Oliva en España (fondos FEGA-FEOGA) coordinado por INIA.

**Bibliografía**

Existe una amplia relación bibliográfica en nuestra redacción a disposición de los lectores.