

## VARIACIÓN ESPACIAL DEL CONTENIDO EN POTASIO ASIMILABLE Y CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS DE OLIVAR CULTIVADOS EN RÉGIMEN DE NO-LABOREO

L. SORIA HERRERA<sup>1</sup>, E. FERNÁNDEZ ONDOÑO<sup>2</sup>, M. PASTOR MÚÑOZ-COBO<sup>3</sup>, J. AGUILAR RUIZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Internacional de Andalucía. Sede Antonio Machado. Plz. Santa María s/n. 23400 Baeza (Jaén). e-mail: lsh@uniaam.uia.es

<sup>2</sup>Depto Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Campus Fuentenueva, 28007 Granada. e-mail: efernand@ugr.es

<sup>3</sup>Depto. Suelos y Riegos. CIFA-Córdoba. Alameda del Obispo, Apto. 4084. 14080 Córdoba. e-mail: madolfo.pastor@juntadeandalucia.es

**Abstract.** The levels of assimilable potassium and organic carbon in the olive orchard were analysed in 6 properties in the district of La Loma (province of Jaén) under the tree canopy, where leaves are left to accumulate on the ground in open soil and in shade, and in the middle of the lanes where the soil is bare and in the sun. The present study was done at different soil depths to analyse the spatial distribution of nutrients.

At the first two centimetres of depth, significant differences were found under the crowns and in the centre of the lanes, both in the amount of organic carbon and in the assimilable potassium.

**Key Words:** Olive orchard, soil, nutrients levels, assimilable potassium, organic carbon.

**Resumen.** En 6 fincas de olivar de la comarca de La Loma (Jaén) cultivadas en régimen de no-laboreo se han evaluado los niveles de carbono orgánico y potasio asimilable, diferenciando la zona bajo copa de los árboles, a la sombra y donde anualmente se van acumulando las hojas caídas de forma natural, y en el centro de la calle, donde el suelo está soleado y desnudo de vegetación y restos orgánicos. En el estudio se han realizado muestreos a diferentes profundidades con la finalidad de conocer la distribución espacial de potasio asimilable y carbono orgánico en el suelo.

Se encontraron diferencias significativas bajo copa y en el centro de la calle en los dos primeros centímetros de profundidad tanto en la cantidad de carbono orgánico como la del potasio asimilable.

**Palabras clave:** olivar, erosión, suelo, nutrientes, potasio asimilable, carbono orgánico.

## INTRODUCCIÓN

Es generalizado el bajo contenido en materia orgánica en los suelos de olivar y su empobrecimiento paulatino por la erosión,

debido fundamentalmente a la aplicación de determinadas prácticas agrícolas que han influido decisivamente en la aceleración del proceso erosivo. Desde diferentes puntos de vista el laboreo tradicional no parece la forma

más idónea de mantenimiento del suelo en el olivar. Por ello, en los últimos 25 años se han realizando ensayos en los que se compararon distintos sistemas de manejo de suelo (Pastor, 1991; Pastor *et al.*, 1998a) entre los que han destacado por su incidencia positiva el de *no-laboreo*, *mínimo-laboreo* o el *cultivo con cubierta vegetal*, sistemas que pueden contribuir a reducir globalmente la erosión (Blevins, 1986 y Pastor *et al.*, 1998b), así como a mejorar la capacidad productiva del cultivo (Pastor, 1991; Pastor *et al.*, 1998b). Además, determinadas prácticas, como dejar las hojas y los restos de poda debidamente troceados y repartidos sobre el suelo han demostrado que pueden mejorar de forma muy significativa contenido de materia orgánica en la capa más superficial del terreno (Ordóñez *et al.*, 2001) lo que probablemente se traducirá en una mejora de la infiltración y en una reducción de las pérdidas de suelo por erosión (Blevins, 1986). Por otro lado se ha observado una mayor infiltración en la zona bajo copa de los olivos que en el centro de la calle (Pastor, 1991), diferencias que pueden explicarse por la mejora de la estructura del suelo, aumento de la porosidad y reducción

de la compactación (Pastor *et al.*, 2000b), modificaciones que probablemente debidas a un aumento en el contenido en materia orgánica de la capa más superficial del suelo, hipótesis que tratamos de documentar cuando planteamos la realización de este trabajo.

La mayoría de los suelos de olivar de esta comarca (La Loma, Jaén) son pobres en materia orgánica y sufren una progresiva pérdida de fertilidad debido a la erosión hídrica, por lo que la adopción de sistemas de laboreo de conservación (fundamentalmente cultivo con cubierta vegetal) y dejar los restos vegetales sobre la superficie (por ejemplo restos de poda picados y hojarasca bajo la copa) parece muy recomendable (Pastor *et al.*, 1996).

El potasio es el elemento que mayores problemas plantea desde el punto de vista de la nutrición del olivar en los suelos calizos y arcillosos de Andalucía, especialmente en la comarca de La Loma en la provincia de Jaén (Soria, 2002). El estudio y utilización de prácticas de cultivo que incrementen el contenido en este elemento puede contribuir a un manejo más racional del olivar (Pastor *et al.*, 2000a).

TABLA 1: Características edáficas de los suelos de las fincas Pichilín (PI), Robledos (RO), Almíndez Umbría (AU), Almíndez Cerro (AC), Torralba (TO) y Solana (SO).

FINCAS	Prof. (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	CO <sub>3</sub> Ca eq. (%)	CIC	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g
PI	0-30	12.8	41.1	46.1	37.1	21.7	0.9
	30-60	7	40.9	52.1	37.8	22.6	8.5
RO	0-30	19.2	40.6	40.3	32	26.3	11.4
	30-60	12.7	51.8	37.6	36.3	24	0
AU	0-30	3.9	46.4	49.7	40.5	20.9	14.7
	30-60	1.6	34.5	63.9	43.0	17.7	14.2
AC	0-30	6.5	44.1	49.4	40.8	20.9	16.7
	30-60	7.1	66.6	26.3	69.8	10.6	15.7
TO	0-30	8.1	46.4	45.5	48.5	20.3	4.7
	30-60	5.7	47.3	47.0	38.1	26.4	3.5
SO	0-30	4.6	40.0	55.4	34.5	25.7	8.8
	30-60	4.2	47.8	49.9	35.6	26.4	6.3

TABLA 2: K asimilable (cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>) en muestras de suelo tomadas bajo copa (BC) y en el centro de la calle (CC) en las fincas Pichilín (PI), Robledos (RO), Almíndez Umbría (AU), Almíndez Cerro (AC), Torralba (TO) y Solana (SO).

FINCAS POSICIÓN Prof. (cm)	PI BC	PI CC	RO BC	RO CC	AU BC	AU CC	AC BC	AC CC	TO BC	TO CC	SO BC	SO CC
0-2	2.3	1.4	1.8	0.6	2.9	1.1	1.9	0.7	2.8	1.0	2.2	1.0
2-5	1.6	1.2	1.2	0.5	2.0	1.0	1.5	0.7	2.0	0.9	1.7	0.8
5-10	1.3	1.2	0.7	0.4	1.5	1.0	1.1	0.5	1.5	0.9	1.2	0.7
10-15	1.0	0.9	0.4	0.3	1.3	1.0	0.6	0.4	1.2	0.7	1.0	0.5
15-30	0.7	0.6	0.3	0.3	0.6	0.8	0.3	0.3	0.7	0.7	0.4	0.4
30-45	0.5	0.6	0.3	0.2	0.2	0.6	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4

**MATERIAL Y MÉTODOS**

El presente estudio se ha realizado en seis parcelas seleccionadas, cultivadas en régimen de no-laboreo, en la comarca de La Loma (Jaén): Pichilín (PI), Robledos (RO), Almíndez Umbría (AU), Almíndez Cerro (AC), Torralba (TO) y Solana (SO). Teniendo en cuenta que se pretendía estudiar la influencia del cultivo del olivar sobre la distribución espacial de los nutrientes en la parcela, se ha dividido el espacio en dos subzonas: la superficie bajo la copa de los árboles (BC), zona sombreada por la copa en la que se depositan las hojas que caen al suelo de forma natural al finalizar el segundo ciclo vegetativo, y el centro de la calle (CC), zona soleada que permanece permanentemente desnuda de vegetación y restos orgánicos.

Los suelos de las 6 parcelas seleccionadas, que se cultivan en régimen de no-laboreo, han sido clasificadas (FAO, 1999) como **cambisoles vérticos** (PI, AU y TO), **calcisol vértico** (AC) y **regosoles calcáricos** (SO y RO). Los olivares están implantados en una altitud que van desde los 400 m hasta los 600 m, la edad de los árboles varía entre los 35 y 55 años, aunque en la finca Robledos se supera los 100 años, y el marco de plantación es muy variable, tratándose en algún caso (PI) de plantaciones intensivas. El material originario predominante son margas grises y areniscas calcáreas. Todos los olivares son de la variedad “Picual”, y se riegan mediante un sistema de riego por goteo. Hay que destacar que en las fincas seleccionadas se sigue la práctica de dejar las hojas en el suelo bajo la

TABLA 3: Carbono orgánico (%) en suelos en muestras bajo copa (BC) y en el centro de la calle (CC) en las fincas Pichilín (PI), Robledo (RO), Almíndez Umbría (AU), Almíndez Cerro (AC), Torralba (TO) y Solana (SO).

FINCAS POSICIÓN Prof. (cm)	PI BC	PI CC	RO BC	RO CC	AU BC	AU CC	AC BC	AC CC	TO BC	TO CC	SO BC	SO CC
0-2	2.2	1.3	3.2	1.1	2.3	0.7	2.0	1.0	4.0	1.1	1.3	0.6
2-5	1.1	0.9	1.8	1.0	1.1	0.5	1.0	0.8	1.1	0.7	0.9	0.4
5-10	0.9	0.7	1.5	0.9	1.1	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	0.9	0.4
10-15	0.9	0.8	1.2	0.8	0.8	0.4	0.6	0.5	0.7	0.6	0.8	0.3
15-30	0.9	0.8	1.4	0.8	0.5	0.6	0.3	0.2	0.7	0.6	0.3	0.2
30-45	0.6	0.5	1.1	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.6	0.4	0.3	0.2

TABLA 4: Contenidos medios en K asimilable ( $\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$ ) y carbono orgánico (%) para el conjunto de muestras de suelo tomadas bajo copa (BC) y en el centro de la calle (CC) en las fincas Pichilín (PI), Robledos (RO), Almíndez Umbría (AU), Almíndez Cerro (AC), Torralba (TO) y Solana (SO).

Los valores de las columnas BC y CC seguidos de letras diferentes difieren significativamente al nivel  $p < 0,05$  según el test de Newman-Keuls.

Prof. (cm)	Potasio asimilable ( $\text{cmol}_{(+)} \text{Kg}^{-1}$ )			Carbono orgánico (%)		
	BC	CC	BC vs CC <sup>(1)</sup>	BC	CC	BC vs CC
0-2	2,32 a	0,97 a	*	2,50 a	0,97a	*
2-5	1,67 ab	0,85 ab	*	1,17 b	0,85 ab	NS
5-10	1,22 bc	0,78 ab	NS	0,93 b	0,78 ab	NS
10-15	0,92 cd	0,63 ab	NS	0,83 b	0,63 ab	NS
15-30	0,50 d	0,52 ab	NS	0,63 b	0,52 b	NS
30-45	0,35 d	0,42 b	NS	0,55 b	0,42 b	NS

copa y sin barrer, lo que no es una práctica habitual en la región.

Las muestras de suelo analizadas se han tomado a profundidades de 0-2, 2-5, 5-10, 10-15, 15-30 y 30-45 cm. Los resultados analíticos de las propiedades químicas de los suelos se muestran en la Tabla 1, habiéndose estudiado aquellos que presentan mayor influencia sobre las propiedades físicas del suelo o en la nutrición del olivar (Aguilar *et al.*, 1995; Pastor *et al.*, 1997). Se ha empleado la metodología propuesta por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación en los Métodos Oficiales de Análisis (1983). El potasio asimilable y el carbono orgánico se han determinado empleando las metodologías propuestas por Soil Conservation Service, (1972) y por Tyurin, (1951) respectivamente, las Tablas 2 y 3 muestran los resultados obtenidos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las seis parcelas seleccionadas se observan diferencias en los contenidos en carbono orgánico (Tabla 3) y potasio asimilable (Tabla 2) entre las muestras de suelo tomadas en el centro de la calle y las tomadas debajo de la copa, diferencias que afectan fundamentalmente a las capas 0-2 y 2-5 cm de profundidad (Tabla 4). Además, y como es

lógico, en todos los casos se observa un paulatino empobrecimiento del suelo a medida que profundizamos en el perfil.

Con respecto al **carbono orgánico** las muestras bajo copa presentan en todas las fincas (Tabla 3) unos valores más altos que en el centro de la calle, especialmente en las profundidades 0-2 (diferencias significativas para el conjunto de todas la fincas seleccionadas) y 2-5 cm (diferencias no significativas), aunque diferencias BC-CC se observan a lo largo de todo el perfil. Este hecho tiene una gran importancia, ya que este aumento en el contenido en carbono orgánico en la capa superficial puede explicar la mejora de la infiltración (Pastor, 1991) y de la porosidad del suelo (Pastor *et al.*, 2000b) bajo la copa de los olivos. Aunque la práctica de dejar la hoja bajo la copa solamente se venía aplicando desde hacía cinco años, los efectos a corto plazo sobre el suelo son ya significativos, por lo que de continuar esta práctica en el tiempo, probablemente a largo plazo se mejoren aún más los resultados aquí presentados.

Para el **potasio asimilable** (Tabla 2) también se observan diferencias entre la zona bajo copa y el centro de la calle, especialmente en los cinco centímetros más superficiales (diferencias significativas para el conjunto de todas la fincas seleccionadas), aunque la diferencias BC-CC se observan hasta

los 15 cm de profundidad. Con la práctica de dejar las hojas sin barrer se produce un reciclado del K extraído por el olivo, devolviéndolo a la superficie del suelo a través de las hojas depositadas sobre el terreno.

En general, los valores determinados tienden a uniformarse a partir de los 15 cm de profundidad. En ocasiones, estos valores de centro de la calle pueden llegar a superar en profundidad (> 15 cm) a los valores bajo copa, pero en cantidades mínimas, es el caso de Almíndez Umbría (AU) y Pichilín (PI) para el K asimilable y el caso de Almíndez Umbría (AU) para el carbono orgánico, en el resto de las fincas los niveles bajo copa superan a los de centro de la calle.

Bajo copa, en la mayor parte de los casos, las diferencias en profundidad para el potasio asimilable oscilan entre 0,5 y 1  $\text{cmol}_{(+)}\text{Kg}^{-1}$  en los 15 centímetros más superficiales, por lo que la densidad radicular en esta zona determinará, en gran medida, la capacidad de absorción y aprovechamiento de este elemento, especialmente en condiciones de no-laboreo. En el centro de la calle las diferencias no llegan en ningún caso a superar los 0,5  $\text{cmol}_{(+)}\text{Kg}^{-1}$ , siendo el descenso de concentración en profundidad mucho más homogéneo.

El test de Newman-Keuls demuestra diferencias significativas entre las muestras recogidas bajo copa y en el centro de la calle en los dos primeros centímetros de profundidad para el carbono orgánico, y para los cinco primeros centímetros para el potasio asimilable (Tabla 4). Asimismo existen diferencias al nivel  $p < 0,05$  Entre las profundidades señaladas y el resto de muestras analizadas.

## CONCLUSIONES

Tratando de facilitar la recogida de frutos que caen al suelo de forma natural, lo que es habitual en olivos de la variedad '*Picual*' a medida que avanza la campaña de recolección, es práctica habitual que durante el vera-

no los olivareros retiran las hojas caídas al suelo. Teniendo en cuenta los datos presentados debe concluirse que el mantenimiento sobre el suelo de las hojas del olivo bajo copa es una práctica muy recomendable, ya que mejora la fertilidad química del suelo. Por otra parte el aumento del contenido en materia orgánica implica una mejora de la infiltración y, por tanto, una reducción de la sensibilidad a la erosión, al favorecer el desarrollo de la estructura y aumentar la porosidad.

## REFERENCIAS

- Aguilar, J.; Fernández, J.; Fernández, E.; De Haro, S.; Marañés, A. y Rodríguez, T. (1995): El olivar jiennense. Serv. Publ. Interc. Científico. Universidad de Jaén.
- Blevins, R. L. (1986): Idoneidad del suelo para el laboreo nulo. En: Phillips y Phillips, eds. Agricultura sin laboreo. Ed. Bellaterra. S. A. Barcelona. 44-68.
- FAO (1999): World Reference Base for Soil Resources. Roma.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1986): Métodos Oficiales de Análisis. Análisis de Suelos. Tomo III. Ed. MAPA. Madrid.
- Ordóñez, R., Ramos, F. J., González, P., Pastor, M., Giráldez, J. V. (2001): Eficacia de la aplicación continuada de restos de poda de olivo sobre las propiedades físico-químicas de un suelo de olivar. Actas de V Jornadas sobre Investigación en la Zona Saturada. Universidad Pública de Navarra.
- Pastor, M. (1991): Estudio de diversos métodos de manejo del suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo. Ed. Diputación Provincial de Jaén. Instituto de Estudios Giennenses. 139-154.
- Pastor, M.; Castro, J. y Humanes, M.D. (1996): Criterios para la elección de sistemas de cultivo en el olivar. Informaciones técnicas 38/96. Dirección

- General de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía. Sevilla.
- Pastor, M., Aguilar, J., Fernández, E., Nieto, J., Jiménez, S., Hidalgo, J., Fernández, T., Soto, A. (1997): "Criterios para la fertilización del olivar. El caso práctico de la Comarca de La Loma". Publ. Caja Rural de Jaén.
- Pastor, M.; Orgaz, F.; Vega, V.; Hidalgo, J. y Castro, J. (1998a): Programación del Riego. En: Programación del Riego y de la Fertilización en olivares de la provincia de Jaén. Informaciones Técnicas 49/98. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Pastor, M.; Humanes, J.; Vega, V. y Castro, J. (1998b): Diseño y manejo de plantaciones de olivar. Serie Monográficas 22/98. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Pastor, M.; Vega, V. y Suárez, R. (2000a): "El abonado potásico en olivar: fertilización foliar". *Vida Rural*, 115:50-55. Madrid.
- Pastor, M., Castro, J., Humanes, M.D., Muñoz, J. (2000b): Gestione del suolo nell' olivicoltura dell' Andalucía. L' Informatore Agrario, 8: 83-92.
- Soil Conservation Service (1972): Soil Survey Laboratory. Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. Soil Survey Report, 1. U.S.D.A. Washington DC. USA.
- Soria, L. (2002): Fertilización y riego en el olivar de la provincia de Jaén: Comarcas de la Loma y Sierra Morena. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.
- Tyurin, I. V. (1951): "Analytical procedure for a comparature study of soil humus". *Trudy Pochr. Onst. Dokuchav*, 38. (Descrito por Kononova en 1961).