

Respuesta de olivos adultos de la variedad ‘Picual’ a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio.

A. Centeno y M. Gómez del Campo
Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid.
Av. Complutense s/n. 28040. Madrid.
e-mail: ana.centeno@upm.es

Palabras clave: *Olea europaea*, sulfato amónico, Hakaphos violeta®, NKplus®, análisis foliar, crecimiento de los brotes, producción de aceituna.

Resumen

Durante 2008, 2009 y 2010 se ha evaluado la respuesta de olivos plantados en 1997 de la variedad ‘Picual’ (208 olivos/ha) a la aplicación de abonos nitrogenados, fosfatados y potásicos sobre el crecimiento de los brotes y la producción de aceituna. El nitrógeno (N) fue aplicado al suelo en primavera como sulfato amónico a razón de 138, 60 y 61 kg/ha de N, respectivamente para cada año de tratamiento. El fósforo (P) y el potasio (K) se aplicaron vía foliar durante el verano con una dosis de 1,6, 1,7 y 1,8 kg/ha el primero, y de 7,4, 8,3 y 6,1 kg/ha el segundo. Cada uno de los tres años se realizaron análisis foliares en hojas cogidas en julio. El crecimiento vegetativo se determinó en invierno a partir del crecimiento de los brotes y la producción se determinó en recolección. Ninguno de los tratamientos efectuados modificó significativamente la composición de nutrientes de la hoja. El N produjo un aumento significativo del crecimiento de los brotes en 2009, sin embargo, no tuvo efectos en la producción de aceituna en ninguno de los años estudiados. El P aumentó el crecimiento vegetativo en el 2010 y la producción en 2009. Finalmente, el K únicamente tuvo efectos en la producción de aceituna en 2010, que se vio significativamente reducida.

INTRODUCCIÓN

La fertilización constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola y es una de las técnicas que más ha progresado en las últimas décadas. Ésta tiene por objetivo satisfacer las necesidades nutritivas de las plantas cuando los nutrientes necesarios para su crecimiento no son aportados en cantidades suficientes por el suelo.

El olivo es una especie poco exigente en nutrientes (Therios, 2009) y se adapta bien a suelos con baja fertilidad. Por ello, tradicionalmente, los aportes de fertilizantes han sido muy bajos o inexistentes. A partir de la intensificación del cultivo en las nuevas plantaciones, las necesidades de riego y fertilización han aumentado, por lo que hoy en día casi todas las explotaciones realizan planes anuales de aplicación de riego y fertilizantes.

Numerosos trabajos prueban que la disponibilidad de nutrientes mejoran tanto el crecimiento del árbol, como la producción de fruto, y la calidad y cantidad de aceite obtenido (Erel et al., 2008; Fernández-Escobar et al., 2006; Morales-Sillero et al., 2007). El nitrógeno es el elemento fertilizante más importante aplicado en olivar, aunque a menudo es aplicado en exceso, realizándose en España aportaciones anuales entre 9 y 350 kg/ha (Fernández-Escobar, 1994). Sin embargo, no siempre se producen respuestas en la

planta a la aplicación de nitrógeno, cuando el nivel de nitrógeno en hoja se encuentra en niveles adecuados (Fernández-Escobar et al., 2009; Marcelo et al., 2002).

El fósforo rara vez se tiene en cuenta en la programación de fertilización de las plantaciones de olivar. Dada la facilidad de reutilización de este elemento y las bajas extracciones (Fernández-Escobar, 2008), son raras las respuestas al abonado fosfórico (Civantos, 1996; Fernández-Escobar, 2008). El potasio es el elemento que en mayor cantidad extrae el cultivo, produciéndose carencias habituales en gran parte del olivar que deben ser corregidas anualmente y de forma eficaz mediante aplicaciones foliares. La aplicación de potasio en olivo incrementa la longitud de los brotes (Restrepo-Díaz et al., 2008), el rendimiento (Jasrotia et al., 1999), y la floración y el número de frutos (Erel et al., 2008).

El ensayo se ha realizado en una finca en la que, a diferencia de lo que suele ocurrir en la mayoría de fincas de olivo españolas, la fertilización realizada habitualmente es muy baja, con dosis anuales de N, P y K de 0.43; 0.19; 1.29 kg·ha⁻¹, respectivamente. Teniendo en cuenta esta situación de partida, se ha pretendido estudiar la respuesta de olivos cultivados en intensivo, con niveles adecuados de nutrientes, a la fertilización con cantidades adicionales de nitrógeno, fósforo o potasio, sobre el crecimiento vegetativo y la producción de aceituna.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo del 2008 al 2010 en olivos plantados en 1997 de la variedad 'Picual' en marco intensivo (8 x 6 m), en una plantación comercial situada en el término municipal de Valdepeñas (Ciudad Real) (latitud 38°50'N, longitud 3°19'W, altitud 780 m). Los tratamientos se distribuyeron en cuatro bloques al azar, y se realizaron sobre cinco árboles alineados por bloque, teniéndose en cuenta únicamente los tres árboles centrales para la toma de medidas. La aplicación de riego se realizó mediante goteros de 3.5 L/h enterrados a 40 cm de profundidad y a 1 m de la línea de plantación y una separación entre goteros de 2 m, siendo las dosis de riego aplicadas de 148, 210 y 292 m³·ha⁻¹, respectivamente en 2008, 2009 y 2010. Las dosis de riego se determinaron por los propietarios en función de la dotación hídrica anual permitida a la finca por la Confederación Hidrográfica del Guadiana, lo que explica la variabilidad anual de las cantidades aplicadas.

Durante los tres años de ensayo, los propietarios realizaron aplicaciones foliares de fertilizantes en todos los árboles de la finca, aportándose 0.4; 0.4; 0.5 kg·ha⁻¹ de N, 0.14; 0.13; 0.3 kg·ha⁻¹ de P₂O₅, y 0.14; 3.13; 0.6 kg·ha⁻¹ de K₂O, en 2008, 2009 y 2010, respectivamente.

Las dosis de fertilizante aplicadas en cada tratamiento se resumen en la Tabla 1. El N fue aplicado como sulfato amónico (21% N) alrededor del tronco del árbol fraccionado en dos veces durante la primavera, en una superficie equivalente a la proyección de la copa. El P se aplicó vía foliar fraccionado en tres veces durante el verano con el producto Hakaphos® violeta (13% N, 40% P₂O₅, 13% K₂O). El K también se aplicó vía foliar fraccionado en tres veces durante el verano con el producto NKplus® (11% N y 39% K₂O). Todos los tratamientos se compararon con árboles testigo, a los que sólo les correspondieron las dosis de fertilizante aplicadas en general a toda la finca.

El crecimiento vegetativo se evaluó a través de la medida de la longitud de los brotes en 3 brotes por olivo, lo que supuso 36 brotes por tratamiento, a mediados de marzo y a finales de septiembre (inicio y fin del periodo de crecimiento). En recolección, a finales de noviembre, se determinó la producción por árbol en dos árboles por bloque y

tratamiento. Cada uno de los años de estudio, en julio, se muestrearon hojas para realizar el análisis foliar.

El análisis de la varianza se realizó mediante el programa MSTAT-C (Universidad de Michigan). Las diferencias entre los tratamientos y el testigo se establecieron con un nivel de significación $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis foliares efectuados todos los años mostraron que los árboles estuvieron en niveles de nutrientes adecuados en hoja (Fernández-Escobar, 2008) tanto en el testigo como en el resto de tratamientos.

La dosis adicional de nitrógeno aplicada con el tratamiento N provocó un incremento significativo de la longitud de los brotes respecto al testigo del 27% en 2009, teniendo crecimientos anuales de $8,5 \pm 2,9$ cm y $6,2 \pm 1,6$ cm, respectivamente (Tabla 2). A pesar de que en 2010 se aplicó la misma dosis de N, la falta de respuestas en el crecimiento podría deberse a la mayor variabilidad en los datos obtenida, siendo el coeficiente de variación en 2009 del 30% y en 2010 del 100%. En 2010, la aplicación de P incrementó un 18% el crecimiento de los brotes respecto al testigo, con crecimientos anuales de $8,3 \pm 6,4$ cm y $6,8 \pm 5,8$ cm, respectivamente. En ninguno de los años ensayados se vio un efecto significativo en el crecimiento de los brotes con el tratamiento K. Algunos estudios han visto un efecto positivo en el crecimiento vegetativo con aplicaciones de N en olivo (Cimato et al., 1990; Erel et al., 2008; Jasrotia et al., 1999) ya que el N estimula la asimilación de carbohidratos, lo que provoca un aumento de la tasa de crecimiento. Sin embargo, es importante considerar el nivel de nutrientes en hoja antes de realizar los aportes de N, ya que en el caso de Fernández-Escobar y Marín (1999) y Connel et al. (2002) no vieron efectos en el crecimiento del árbol al realizar aportes extra de N a olivos con niveles adecuados de ese nutriente. A su vez, Fernández-Escobar et al. (2009) observaron que, tras haber tratado con N durante 13 años, no se produjo un efecto en el crecimiento, aunque los niveles de N en hoja estuvieran por debajo de los considerados como adecuados para olivo, lo que apoyaría el hecho de que el umbral de deficiencia sería inferior al considerado hasta ahora de 1,4% (Fernández-Escobar, 2008). Erel et al. (2008) no vieron efectos en el crecimiento vegetativo mediante tratamientos con P o K.

En cuanto a la producción de aceituna, el tratamiento N no ha modificado la producción en ninguna de las tres campañas (Tabla 3). Sin embargo, en el tratamiento P se produjo un aumento significativo del 30% respecto al testigo en 2009, no habiendo más diferencias significativas el resto de años. Con el tratamiento K en cambio, se produjo una reducción significativa de la producción del 8% respecto al testigo en 2010. Los tratamientos fertilizantes no siempre modifican la producción obtenida a pesar de encontrarse las plantas por debajo de niveles adecuados de nutrientes (Fernández-Escobar et al., 2009; Restrepo-Díaz et al., 2008). Sin embargo, en algunos casos, se han encontrado respuestas positivas mediante aplicaciones con N en olivos con niveles de deficiencia de ese elemento (García-Novelo et al., 2002), con P aplicado en la segunda y tercera fases del crecimiento del fruto (Inglese et al., 2002) o con aplicaciones crecientes de K (Jasrotia et al., 1999). La reducción en la producción con el tratamiento K no se ha observado en otros trabajos.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran respuestas de las plantas a la aplicación de cantidades adicionales de N, P y K, a pesar de que los olivos se encontraban en niveles adecuados de nutrientes. Aunque las recomendaciones generales de fertilización no consideran importante el papel del P en el olivo, el efecto positivo del tratamiento P sobre el rendimiento que se ha obtenido, plantearía el interés por estudiar el efecto que dicho elemento tendría en la producción de aceituna a largo plazo. Así mismo, sería conveniente seguir comprobando durante más años la incidencia negativa en la producción del K o si por el contrario se trata de un efecto aislado.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Bodegas Mendieta por haber permitido llevar a cabo este experimento en sus olivares, así como a Compo Agricultura S.L. por la financiación del trabajo. Así mismo, queremos agradecer especialmente a Valentín Iniesta y a Serafín Alcázar por su ayuda en los trabajos de campo en la parcela de ensayo.

Referencias

- Cimato, A., Marranci, M. and Tattini, M. 1990. The use of foliar fertilization to modify competition and to increase yield in olive (*Olea europaea* cv. Frantoio). *Acta Hort.* 286:175-178.
- Civantos, L. 1996. Técnicas de producción. En: Consejo Oleícola Internacional. Enciclopedia mundial del olivo. Madrid, 479 p.
- Connel, J.H., Ferguson, L., Krueger, W.H. and Sibbett, G.S. 2002. Effects of foliar application of olive on olive leaf nitrogen, growth, and yield. *Acta Hort.* 586:251-254.
- Erel, R., Dag, A., Ben-Gal, A., Schwartz, A. and Yermiyahu, U. 2008. Flowering and fruit set of olive trees in response to nitrogen, phosphorus, and potassium. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133(5):639-647.
- Fernández-Escobar, R. 2008. Fertilización. p. 299-336. En: D. Barranco, R. Fernández-Escobar and L. Rallo (eds.), *El cultivo del olivo*. Mundi-Prensa, Madrid.
- Fernández-Escobar R., Beltrán G., Sánchez-Zamora MA., García-Novelo J., Aguilera MP. and Uceda M. 2006. Olive oil quality decreases with nitrogen over-fertilization. *HortSci.* 41, 215-219.
- Fernández-Escobar, R., García-Barragán T. y Benlloch M. 1994. Estado nutritivo de las plantaciones de olivar en la provincia de Granada. *ITEA* 90, 39-49.
- Fernández-Escobar, R. and Marín, L. 1999. Nitrogen fertilization in olive orchards. *Acta Hort.* 474:333-335.
- Fernández-Escobar R., Marín L., Sánchez-Zamora M.A., García-Novelo J.M., Molina-Soria C. and Parra M.A. 2009. Long-term effects of N fertilization on cropping and growth of olive trees and on N accumulation in soil profile. *Eur. J. of Agron.* 31, 223-232.
- García-Novelo, J.M., Sánchez-Zamora, M.A., Marín, L. y Fernández-Escobar, R. 2002. Optimización del abonado nitrogenado en el olivar. *Proc. XI Simposio Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas*. Zaragoza, 19-21 Julio. p. 267-269.
- Inglese, P., Gullo, G. and Pace, L.S. 2002. Fruit growth and olive oil quality in relation to foliar nutrition and time of application. *Acta Hort.* 586:507-509.
- Jasrotia, A., Singh, R.P., Singh, J.M. and Bhutani, V.P. 1999. Response of olive trees to varying levels of N and K fertilizers. *Acta Hort.* 474:337-340.

- Marcelo, M.E., Jordao, P.V., Soveral-Días, J.C., Matias, H. and Rogado, B. 2002. Effect of nitrogen and magnesium application on yield and leaf-N and Mg concentrations of olive trees cv. Picual. *Acta Hort.*, 586: 329-332.
- Morales-Sillero, A., Jiménez, R., Fernández, J.E., Troncoso, A. and Beltrán, G. 2007. Influence of fertigation in 'Manzanilla de Sevilla' olive oil quality. *HortSci.* 42(5):1157-1162.
- Restrepo-Díaz, H., Benlloch, M., Navarro, C. and Fernández-Escobar, R. 2008. Potassium fertilization of rainfed olive orchards. *Sci. Hort.* 116:399-403.
- Therios, I. 2009. Mineral Nutrition of the olive. En: *Olives. Crop Production Science in Horticulture Series*, No. 18. CAB International (Ed.), UK: 179-209.

Tablas

Tabla 1. Dosis de elementos fertilizantes aplicados en los tratamientos N, P y K en 2008, 2009 y 2010.

Tratamiento	Dosis de elementos fertilizantes aplicados (kg·ha ⁻¹)		
	2008	2009	2010
N	138	60	61
P	1,6	1,7	1,8
K	7,4	8,3	6,1

* Las dosis corresponden a la suma de las dosis aplicadas de cada elemento en cada tratamiento y las aplicadas por los propietarios a toda la finca

Tabla 2. Efecto de la aplicación de N, P y K en el crecimiento del brote.

Tratamiento	Crecimiento del brote (cm)		
	2008	2009	2010
Testigo	8,3±3,6	6,2±1,6	6,8±5,8
N	12,0±5,9	8,5±2,9*	9,5±11,0
P	9,3±3,7	7,1±2,7	8,3±6,4*
K	10,3±4,1	12,0±6,7	5,2±4,5

* Diferencias significativas respecto al testigo (P<0,05).

Tabla 3. Efecto de la aplicación de N, P y K en la producción de aceituna.

Tratamiento	Producción de aceituna (g/olivo)		
	2008	2009	2010
Testigo	17950±1439	15932±3420	28896±5095
N	16920±3788	16662±3345	30729±5893
P	16165±3245	20804±4082*	30265±3558
K	18033±2988	15305±1843	26495±4982*

* Diferencias significativas respecto al testigo (P<0,05).