

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE RESIDUOS DE ALMAZARA EN EL FÓSFORO ASIMILABLE Y OTRAS PROPIEDADES EDÁFICAS DE UN OLIVAR EN REGADÍO

C. Barreto¹; M^aA. Rozas¹; A. López-Piñeiro¹; J. M. Nunes²; y A. García¹

¹Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. 06071 Badajoz, España.

²Escuela Superior Agraria de Elvas, apartado 254, 7350 Elvas, Portugal

RESUMEN

Los suelos dedicados a olivar en Extremadura y Alentejo (Portugal) se caracterizan por ofrecer niveles muy bajos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo asimilable. Con el fin de evaluar los efectos que sobre el fósforo asimilable y otras propiedades edáficas ejerce la aplicación de residuos de almazaras de dos fases en un olivar de regadío, se ha llevado a cabo una experiencia de campo con olivos en riego localizado.

En la experiencia se han diferenciado seis tratamientos: fertilización química (TF), 65 y 130 Mg ha⁻¹ (T1 y T2) de residuos de almazaras de dos fases, 27 y 54 Mg ha⁻¹ (T3 y T4) de residuos de almazaras de dos fases extractados para aceite y sin enmienda ni abono alguno (T0). Los resultados que se presentan corresponden a un año de aplicación de los residuos y deben considerarse como preliminares. Es destacable que los niveles de P asimilable, tanto en horizonte superficial como subsuperficial, experimentan diferencias significativas tanto con el tratamiento TF como con T0. Resultados similares son encontrados para la materia orgánica y el nitrógeno. La aplicación de residuos de almazaras de dos fases y de residuos extractados para aceite provocan un efecto beneficioso en las propiedades edáficas analizadas.

Palabras clave: Residuos almazara, olivar, riego, fósforo asimilable, propiedades edáficas

INTRODUCCIÓN

Las regiones de Extremadura y Alentejo (Portugal) presentan unos niveles bajos de contaminación de recursos, salvo los producidos en temporadas por determinadas industrias como las almazaras. Esta temporalidad en el incremento de la contaminación, puede constituir un riesgo elevado para la salud y deterioro del medio ambiente. Por ello es preciso profundizar en el conocimiento sobre el aprovechamiento de los subproductos y residuos de las industrias y, especialmente, las vinculadas con el sector oleícola.

En el proceso de elaboración del aceite de oliva, la entrada en funcionamiento del sistema continuo o extracción por centrifugación de la masa de aceituna, ha supuesto una importante modificación en el concepto de los subproductos y residuos obtenidos, tanto en su cuantía y características como en su posterior aprovechamiento. En Extremadura, con una producción de aceitunas del 6.2 % del total nacional, la producción de aceite es aproximadamente de 30.000 Mg (Mesías y col., 1997) que genera 120.000 Mg de alperujos. Estas cifras, junto con otras equivalentes a la generada en la región del Alentejo (Portugal) (Castro, C. y col., 1997), suponen que entre las dos regiones fronterizas generen casi 250.000 Mg de este derivado. Debido al escaso contenido graso y elevada humedad que se puede conseguir en el alperujo con las nuevas tecnologías, su interés comercial ha sido considerado prácticamente nulo (Alba, J. 1994) únicamente para la recuperación de aceite residual generando, por tanto, un grave problema ecológico su dificultosa eliminación.

Una alternativa a la solución del problema que plantea los residuos de la industria oleícola en su eliminación, es su reciclaje mediante su aplicación agronómica (como fertilizante) a los suelos. En este sentido, numerosos autores, García-Rodríguez, A., 1995; Cabrera, F., 1994, 1995 y Cabrera y col. 1997; Cegarra y col., 1996; Tomatti y col., 1995 y 1996, entre otros, defienden que el aprovechamiento agronómico de los subproductos y residuos de estas industrias es una alternativa sencilla y a la vez rentable de reutilizar y eliminar dichos residuos. Además, a diferencia de otros residuos (lodos de depuradora, residuos sólidos urbanos), los procedentes del sector oleícola están exentos de metales pesados y organismos patógenos que pueden comprometer la salud pública. Este hecho los convierte en idóneos para ser utilizados como enmienda orgánica o acondicionador del suelo.

Los suelos dedicados a olivar en Extremadura y Alentejo (Portugal) se caracterizan por ofrecer niveles muy bajos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo asimilable. Esta situación es acentuada cuando la explotación se encuentra en regadío, experimentando las propiedades de estos suelos un

notable deterioro. Por ello, la incorporación de materia orgánica a estos suelos es una necesidad manifiesta, y los residuos de almazaras de dos fases pueden constituir un material apropiado para ser utilizado como enmienda orgánica. Con este trabajo nos proponemos evaluar los efectos que la aplicación de residuos de almazaras ejerce sobre el fósforo asimilable y otras propiedades edáficas relevantes, después de un año de aplicación en un olivar de regadío.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los residuos utilizados en este trabajo fueron alperujos procedentes de una almazara que emplea un sistema centrífugo de dos fases y sus residuos extractados químicamente para la obtención de aceite. Características generales del suelo donde se ubica el olivar y de los residuos utilizados se muestran en la [Tabla 1](#).

La experiencia se ha desarrollado en un olivar en riego localizado en Elvas (Portugal). El diseño experimental se ha planteado en bloques al azar, 12 árboles por bloque, con tres réplicas por tratamiento. Se han realizado seis tratamientos: 65 y 130 Mg ha⁻¹ de alperujo (T1 y T2), 27 y 54 Mg ha⁻¹ de alperujos extractados químicamente para la obtención de aceite (T3 y T4), y dos controles, uno en el que no se aplicó enmienda ni abono alguno (T0) y otro que recibe fertilización mineral (TF) equivalente a 0.558 Mg ha⁻¹ de N, P y K.

Los residuos utilizados como enmienda y el abono mineral fueron aplicados en febrero de 1999, esparciéndose manualmente en la superficie del suelo y posteriormente fue mezclado mediante laboreo con los primeros 20 cm de profundidad del mismo. Periódicamente se han tomado tres muestras de suelo para su posterior análisis a dos profundidades (0 a 25 cm y de 25 a 50 cm). La primera muestra se ha tomado previamente a la aplicación de ningún tratamiento (Enero 1999) y las restantes posteriores a dicha aplicación con un intervalo de 4 meses (Julio y Diciembre de 1999). Los suelos del olivar donde se realiza la experiencia no ha recibido fertilización alguna en las 100 semanas anteriores al comienzo de la experiencia. Las muestras de suelo tomadas fueron secadas al aire y tamizadas por malla de 2 mm antes de efectuar los análisis.

Análisis de suelos y residuos

pH: se determinó en agua y en una proporción 1:1 (p/v) usando un electrodo combinado; **materia orgánica** se ha determinado mediante oxidación con dicromato potásico (Nelson and Sommers, 1982); **capacidad de intercambio catiónico (CIC)** fue obtenida mediante saturación con NH_4OAc 1N a $\text{pH}=7$ y posterior lavado con etanol, el desplazamiento de NH_4^+ se ha realizado con NaOAc y su determinación mediante destilación Kjeldahl; **nitrógeno total** se ha determinado con el método de Kjeldahl (Bremner and Mulvaney, 1982); conductividad eléctrica fue determinada mediante el método de la pasta saturada (Allison, 1973); **fósforo asimilable** se ha determinado mediante extracción con NaHCO_3 0.5 M a $\text{pH}= 8.5$ (Olsen and Dean, 1965)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fósforo asimilable (Olsen)

El suelo del olivar utilizado en esta experiencia ofrece un contenido en P asimilable (olsen) ligeramente superior a 13 g kg^{-1} ([Tabla 1](#)) y debe interpretarse como bajo. La adición de alperujo, residuos extractados y abono mineral introduce fuertes variaciones en los contenidos de P ([Tabla 2](#)). El mayor incremento lo experimenta el suelo que recibe la dosis más alta de alperujo en el muestreo de Julio. Como se desprende de la [Tabla 2](#), en el muestreo de Diciembre, y aunque el periodo transcurrido desde la aplicación de los residuos es corto, se observan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y a diferentes profundidades. En muestras superficiales (0-25 cm) y subsuperficiales (25-50 cm) es apreciable que los tratamientos que incorporan residuos o abono ofrecen niveles de P asimilable superiores al ofrecido por el tratamiento que no recibe ninguna enmienda. Es destacable que la aplicación de alperujo (T1 y T2) se traduce en un aumento significativo de los niveles de P con respecto a los dos tratamientos testigos (T0 y TF) llegando a duplicar los niveles del tratamiento T0 ([Tabla 2](#)).

También es destacable que la aplicación de dosis mayores de alperujo no se traduce en un incremento de los niveles de P asimilable. Sin embargo, la aplicación de dosis más altas de residuos de alperujo extractados si representa un incremento significativo de los niveles de P en muestras superficiales en el último muestreo, hecho que no se corresponde con las muestras recogidas de 25 a 50 cm de profundidad. Se puede observar una variación estacional significativa en todos los tratamientos en muestras subsuperficiales, mientras que en superficiales estas diferencias sólo se detectan en TF, T2, T3 y T4.

Materia orgánica

Los niveles de materia orgánica existentes en el suelo que soporta la experiencia supera ligeramente niveles del 2 % ([Tabla 1](#)). Los residuos empleados en los tratamientos T1, T2 y T3, T4 presentan superiores a 92 y 89 % respectivamente, por lo que cabe esperar que la adición de estos residuos aumente notablemente los niveles iniciales de materia orgánica. En muestras superficiales las diferencias significativas para esta propiedad se han encontrado entre los tratamientos que incorporan las dosis más elevadas de alperujo (T2) y residuos extractados (T4) frente al control (T0)([Tabla 3](#)). No obstante, a pesar del elevado contenido en materia orgánica que ofrecen los residuos utilizados, sólo en el mejor de los casos (T2) el incremento de materia orgánica con respecto al contenido inicial supera el 1.2 % (Tabla 3). Este hecho puede obedecer a la rápida mineralización de la materia orgánica que ocurre en suelos bien aireados como sucede en los de labor(Levi-Minzi et al., 1985).

En las muestras subsuperficiales no se aprecia variaciones significativas en ninguno de los tratamientos efectuados ([Tabla 3](#)). No obstante, los valores más altos de materia orgánica tras un año de aplicación de los tratamientos, se corresponde con aquellos que incorporan residuos de alperujo extractados para aceite (T3 y T4).

Nitrógeno total

El efecto de la aplicación de los diferentes tratamientos sobre nitrógeno total edáfico se presenta en la [Tabla 4](#). Como es lógico, los resultados revelan un comportamiento muy similar al ofrecido por la materia orgánica. El mayor incremento de N total con respecto al inicial se presenta en el tratamiento que incorpora la dosis más elevada de alperujo, representando este incremento más del 0.08 % respecto al contenido en T0 (Tabla 4). Es destacable que tras un año de aplicación de los diferentes tratamientos (muestreo de diciembre), los niveles de nitrógeno que presentan T0 y TF no ofrecen diferencias significativas entre sí en muestras superficiales ni en subsuperficiales. También de la observación de la [Tabla 4](#) se desprende que la incorporación de dosis más elevadas de residuos extractados de alperujo no se traduce en un incremento de los niveles de N total.

Conductividad eléctrica

La adición de alperujo, residuos extractados y abono mineral introduce grandes variaciones en los niveles de conductividad ([Tabla 5](#)). El mayor incremento lo experimenta el tratamiento que incorpora fertilización química que en las muestras superficiales (muestreo de Julio) ofrece un valor de 5.80 dS m⁻¹ y en las de mayor profundidad este valor es de 6.67 dS m⁻¹. También se aprecian variaciones significativas en las dos profundidades seleccionadas para los tratamientos que incorporan diferentes dosis de alperujo y de sus residuos extractados con respecto al tratamiento T0. El motivo de ello es la presencia de sales solubles en estos residuos, especialmente en el alperujo, ya que los mayores aumentos se producen en los tratamientos con dosis más altas.

Es destacable que en el último muestreo (Diciembre) ([Tabla 5](#)) la conductividad eléctrica experimenta un fuerte descenso en la totalidad de los tratamientos. Este hecho puede obedecer al lavado ocasionado por las precipitaciones otoñales, además de la correspondiente degradación de la materia orgánica de los residuos aplicados. No obstante, los valores registrados por TF continúan ofreciendo valores próximos a 2 dS m⁻¹, cifra a partir del cual pueden aparecer problemas en determinados cultivos. Sin embargo, los tratamientos que incorporan los residuos de almazara o sus residuos extractados, independientemente de la dosis aplicada, ofrecen valores de conductividad similares al tratamiento testigo (T0), con variaciones que no son estadísticamente significativas.

CONCLUSIONES

Transcurrido un año desde la aplicación del alperujo y de sus residuos extractados se constata un aumento en más de dos veces de los niveles iniciales de P asimilable, aún considerando los tratamientos que incorporan la dosis más baja. Los niveles de P que ofrecen los suelos que incorporan la enmienda son sensiblemente superiores al que presenta el suelo del tratamiento que incorpora fertilización mineral.

Se observa que los niveles de materia orgánica ofrecen diferencias significativas en los tratamientos que incorporan la máxima dosis de residuos. El mayor incremento, tras la aplicación de la enmienda, para esta propiedad se aprecia en el tratamiento que incorpora la máxima dosis de alperujo, alcanzando una cifra superior en 1.2 % a la registrada por el tratamiento que no recibe ninguna enmienda ni fertilización. Para el nitrógeno total los resultados revelan un comportamiento muy similar a ofrecido por la materia

orgánica.

Inicialmente y tras 5 meses de la aplicación de residuos y fertilización mineral, la conductividad experimenta un notable incremento en todos los tratamientos, destacando los valores encontrados en el que aplica abono mineral. Al final del año se aprecia un fuerte descenso de los valores de esta propiedad. Sin embargo, el tratamiento TF continua ofreciendo valores significativamente mayores que aquellos encontrados en los tratamientos que incorporan alperujo o residuos, independientemente de la dosis aplicada.

La aplicación directa, sin previo compostaje, del alperujo y de sus residuos extractados para aceite, es una vía interesante de reutilización de estos residuos. Al mismo tiempo este aprovechamiento puede resolver el problema que plantea la ubicación de los mencionados residuos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de un proyecto más amplio financiado por el I Plan Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Extremadura.

REFERENCIAS

- Alba Mendoza, J. 1994. El orujo de aceituna. Evolución, estado actual y perspectivas. *Agricultura* 746. 812-814.
- Allison, L. E. 1973. Oversaturation method for Preparing Saturation Extracts for Salinity Appraisal. *Soil Sci.* 116:65-69.
- Brenner, J. M. And Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen total. In *Methods of soil Analyses.* in A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2.* 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Cabrera Capitán, F. 1994. Reutilización de residuos. *Olivicultura.* Fundación La Caixa. Agro Latino S.L., 121-127. Barcelona
- Cabrera Capitán, F. 1995. El alpechín un problema mediterráneo. En: *La calidad de las aguas continentales españolas.* Eds. Alvarez y Cabrera. *Geoforma.* Ediciones Logroño. 141-154.
- Cabrera, F.; López, R.; Martín, P; Murillo, J.M. 1997. Aprovechamiento agronómico del compost de alpechín. *Rev. Fruticultura Profesional*, 88, 94-105.

Cegarra, J.; Paredas, C.; Roig, A.; Bernal, M.P. y García, D. 1996. Use of olive mill wastewater compost for crop production. *International biodeterioration and biodegradation* 38: 193-203.

Levi-Minzi, R.; Riffaldi, R.; Guidi, G. y Poggio, G. (1985). Chemical characterization of soil organic matter in a field study with sewage sludge and composts. In: long term effects of sewage sludge and farm slurries applications. J. H. Williams; G. Guidi and P L'Hermitte (eds.) Elsevier Applied Science Publishers. London & New York, 151-160.

Mesías, F.J.; Delgado, E.; Barroso, J.C. Martín, M. 1997. El futuro del olivar en Extremadura ante la reforma de la OCM. *Agricultura*, 46-48.

Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. in A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2.* 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Olsen, S. R. and Dean, L.A. (1965). Phosphorus. In *Methods of soil science.* Black, C.A. ed. American Society of Agronomy. Madison, WI.

Tomati, U.; Galli, E.; Pasetti, L. y Volterra, E. 1995. Bioremediation of olive-mill wastewaters by composting. *Waste Management and research* 13, 509-518.

Tomati, U.; Galli, E.; Fiorelli, F. y Pasetti, L. 1996. Fertilizers from composting of olive-mill wastewater. *International Biodeterioration and biodegradation* 38, 155-162.

FIGURAS Y TABLAS.