

## Efecto de la enmienda con alperujo sobre los principales nutrientes de un suelo agrícola

R. Ordóñez<sup>1</sup>, P. González<sup>1</sup>, J.V. Giráldez<sup>2</sup> y A. García-Ortiz<sup>3</sup>

1. Dpto. de Suelos y Riegos, CIFA de Córdoba, DGIFAJA.
2. Dpto. de Agronomía, ETSIAM, Univ. De Córdoba.
3. Dpto. de Olivicultura, CIFA de Menjíbar (Jaén), DGIFAJA.

**RESUMEN.** Se ha estimado la concentración de los principales nutrientes de un suelo agrícola, seis meses después de haberlo abonado con alperujo. Los resultados muestran diferencias importantes en el porcentaje de materia orgánica y potasio asimilable entre las parcelas tratadas y las testigo, y confirman que se trata de un fertilizante de liberación lenta y difícil degradación por su descompensada relación C/N.

**ABSTRACT.** The concentration of the principal nutrients on agricultural soil has estimated, six months after the application of the alperujo (a byproduct of the olive oil extraction factories). The results show important differences in organic matter content and available potassium between the treatment and control plots, which confirms that we are dealing with a slow liberation fertilizer and difficult degradation because of the high C/N rate.

### 1.- Introducción.

En la campaña 91/92 se presentó en el mercado oleícola, un nuevo sistema de producción de aceite de oliva. Su característica principal es que elimina la producción de alpechín, disminuyendo drásticamente los vertidos de la almazara.

La nueva tecnología venía a dar un enfoque completamente diferente al problema de la contaminación generada por la obtención del aceite de oliva. Al eliminar la producción de alpechín, se conseguía una disminución importante de la contaminación tanto cuantitativa, ya que el volumen del vertido disminuía un 75%, como cualitativa porque el efluente que queda, por sus propias características es más tratable que el alpechín.

El principal inconveniente que se ha presentado hasta ahora, en lo que a residuos se refiere, ha sido un aumento de la humedad final y la fluidez de los orujos. Al no separarse la fase líquida acuosa, los orujos retienen toda el agua de vegetación del fruto. La humedad media de este orujo es del 60-70%, frente al 50% del orujo procedente de los decanter de tres fases y al 26% de los procedentes de la prensas (Hermoso y col., 1994).

Las consecuencias de este aumento de humedad de los alperujos se traduce en su dificultad de manejo, hay que almacenarlo en tolvas en lugar de apilarlo, el

encarecimiento de su secado y la dificultad de funcionamiento de los secaderos tradicionales, ya que los azúcares de la aceituna, que iban disueltos en el alpechín se quedan en el orujo (García-Ortiz y col., 1995). Las altas temperaturas de los secaderos caramelizan estos azúcares produciendo un apelmazamiento de la masa de orujo, que dificulta el secado y crea un cierto riesgo de incendio.

Por otra parte, la aplicación agrícola de residuos orgánicos representa una interesante vía de recuperación de nuestros suelos, así como una fuente de nutrientes esenciales para las plantas (Avnimelech, 1986).

Las propiedades del alperujo desde el punto de vista agrícola ha sido objeto de consideración en diversos trabajos en función de varias circunstancias estimadas como favorables para dar semejante uso a este residuo (Romero y col., 1998; Ordóñez y col., 1998). Estas circunstancias se refieren en síntesis, a su potencial valor fertilizante mineral y orgánico en función de su composición química, a su nulo valor económico, a la localización de su producción en las inmediaciones de los terrenos de aplicación, a la temporalidad de su obtención y a los inconvenientes que produce eliminarlos desde las almazaras.

Experiencias realizadas por diversos autores con alpechín (González y col., 1993; López y col., 1993; Martín Olmedo y col., 1994) indican que la mayoría de sus componentes quedan retenidos en el suelo modificando sus características químicas, físicas y biológicas. Con el presente estudio se intenta estimar la incidencia del abonado con alperujo sobre los nutrientes mayoritarios de un suelo agrícola.

### 2.- Material y métodos.

Para la realización del ensayo se eligieron unas parcelas sitas en la ciudad de Osuna (Sevilla) con unas dimensiones de 12x24.

Se procedió a un primer muestreo que permitió estimar las características físico-químicas del suelo y son las que aparecen en la Tabla I.

En Julio de 1998 se realizó el tratamiento que consistió en la adición de 20 T/Ha de alperujo sobre rastrojo de trigo al que se le había recogido la paja. El residuo se aplicó uniformemente en superficie, incorporándolo a los primeros centímetros de suelo con una grada de disco. Otra subparcela de las mismas dimensiones actuó como testigo.

Ambas parcelas se explotan bajo el sistema de laboreo tradicional.

**Tabla 1.** Características físico-químicas del suelo utilizado en el ensayo.

H	Cl <sub>2</sub> Ca	C.I.C.	CO <sub>2</sub> Ca
H <sub>2</sub> O		meq/100gr	%
8.24	7.70	29.8	18.4
% M.O.	% Arena	% Limo	% Arcilla
2.05	23.6	49.4	27.0

El alperujo procedía de una balsa a la intemperie construida en una almazara situada en la misma finca donde se localizaban las parcelas de ensayo. Sus características se ven reflejadas en la Tabla II.

**Tabla 2.** Características químico-agrícolas del alperujo. Macro y micronutrientes totales

Característica	Valor	Característica	Valor
pH	6.8	Mg (%)	0.96
CE ((dS/m)	1.2	Na (ppm)	180.0
M.O. (%)	60.3	K (%)	0.29
C org. (%)	35.5	Fe (g/kg)	2.6
N org. (%)	1.1	Cu (ppm)	13.3
C/N	32.2	Mn (ppm)	66.7
P (%)	0.03	Zn (ppm)	9.8
Ca (%)	1.2	H (%)	49.6

En Febrero de 1999 se realizó un segundo muestreo para evaluar el efecto del enmendante sobre el perfil del suelo. Se tomaron muestras a tres profundidades y a todas ellas se les determinó las distintas fracciones de nitrógeno inorgánico (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> y NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), materia orgánica y los nutrientes Ca, Mg, Na, K y P disponibles.

El porcentaje de materia orgánica se determinó por oxidación con dicromato potásico; fósforo disponible por vía colorimétrica utilizando como extractante CO<sub>3</sub>HNa, según el método Olsen; potasio, calcio, sodio y magnesio disponibles, por extracción con CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> y posterior medida en un Espectrofotómetro de Absorción y Emisión Atómica; nitrógeno en forma de nitrato y nitrito por colorimetría según el método de Griess-Illosvay y en forma amoniacal por el de azul de indofenol.

### 3.- Resultados y discusión.

Los principales efectos observados en la fracción química del suelo están relacionados tanto con la composición como con la naturaleza orgánica del residuo que se ha aportado al mismo (Tabla III).

En la Figura 1 se puede observar como se ha producido un ligero aunque significativo incremento de materia orgánica en las parcelas enmendadas y que se mantiene a lo largo de todo el perfil. El que se haya mantenido un nivel de materia orgánica en los suelos tratados por encima de los testigos se debe fundamentalmente a la naturaleza de las sustancias que lo componen que son de difícil degradación, hecho confirmado por Servili y Montedoro (1989) en un

estudio sobre la evolución de la relación C/N en un suelo regado por alpechín

**Tabla 3.** Variación de las propiedades químicas del suelo tratado con alperujo frente al testigo a distintas profundidades.

Prof. cm	N.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)		N.NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (ppm)	
	T	NT	T	NT
0-15	9.1 a	17.0 b	0.34	0.27
15-30	7.4 a	14.3 b	0.47	0.52
30-45	8.9	11.7	0.68	0.72

Prof. cm	N.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)		P disp (ppm)	
	T	NT	T	NT
0-15	3.3	4.5	10.1	8.0
15-30	3.3	4.2	7.9	6.4
30-45	3.2	4.9	5.7 a	2.3 b

Prof. cm	C.I.C. Meq/100g		Ca* dis (ppm)	
	T	NT	T	NT
0-15	31.4	29.7	8198 a	7569 b
15-30	32.8	28.8	8151 a	7372 b
30-45	34.0	31.1	8247 a	7344 b

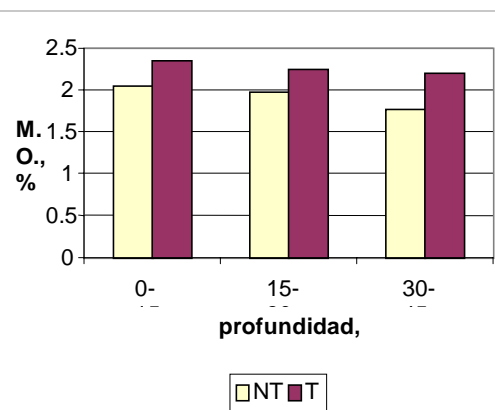
Prof. cm	Mg* dis (ppm)		Na* dis (ppm)	
	T	NT	T	NT
0-15	131 a	115 b	189	175
15-30	130 a	101 b	183	161
30-45	131 a	95 b	167	185

Prof. cm	pH		H <sub>2</sub> O PH		Cl <sub>2</sub> Ca	
	T	NT	T	NT	T	NT
0-15	8.33	8.23	7.68	7.70	7.70	7.71
15-30	8.33	8.26	7.67	7.71	7.71	7.71
30-45	8.39	8.32	7.70	7.71	7.71	7.71

Prof. cm	M.O. (%)		K* dis (ppm)	
	T	NT	T	NT
0-15	2.3 a	2.1 B	583 a	459 b
15-30	2.2 a	2.0 b	537 a	369 b
30-45	2.2 a	1.8 b	450 a	282 b

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0.05)

\* Extractados con ACNH<sub>4</sub>.



**Fig.1.** Porcentaje de materia orgánica en el perfil del suelo

La concentración de P en el alperujo no es muy importante, de hecho es sensiblemente menor que la detectada en otros residuos como gallinaza y palomina (Labrador y col., 1993), en compost de R.S.U. (Ayuso y

col., 1994, Aguilar y col., 1994) o en lodo de depuradora (Polo y col., 1998), esto unido a que su naturaleza es fundamentalmente orgánica determina que los cambios inducidos en el contenido de este elemento en el suelo por la aplicación del residuo no sean muy importantes. No obstante, y como puede apreciarse en la Figura 2 se observa un aumento de más de 3kg/Ha en el horizonte superficial de las parcelas tratadas y un cierto desplazamiento de este elemento en el perfil.

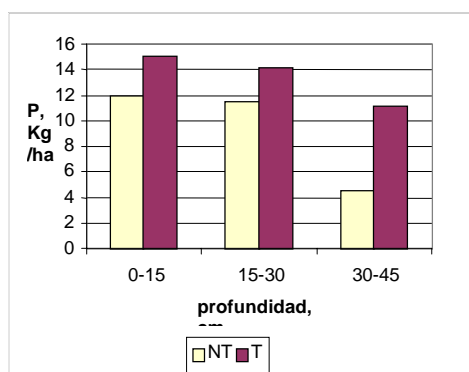


Fig. 2. Fósforo disponible en el perfil de suelo.

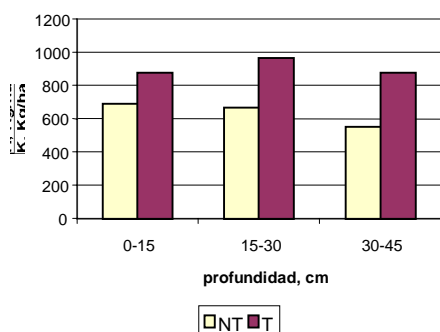


Fig. 3. Potasio disponible en el perfil de suelo.

El alperujo es uno de los residuos orgánicos con mayor contenido en potasio, esto determina, como se observa en la Figura 3, que los niveles de este elemento en el suelo se incrementan notablemente con la adición del subproducto. La diferencia con la parcela testigo aumenta a medida que se desciende en el perfil, aproximadamente un 20, un 30 y un 37% para los horizontes superficial, medio y de 30 a 45 cm. Las lluvias otoñales e invernales recogidas de Julio a Febrero podrían haber provocado la movilidad de este catión, de hecho Ordoñez y col. (1994) detectaron un lavado de potasio a capas más profundas en un suelo regado con alpechín

El aumento en la concentración de potasio disponible observado en las parcelas tratadas no ha ido en detrimento de otros cationes del complejo de cambio. Como puede observarse en las Figuras 4, 5 y 6 el contenido de Ca y Na casi no se altera con la adición del residuo y el de magnesio incrementa sus niveles a lo largo de todo el perfil.

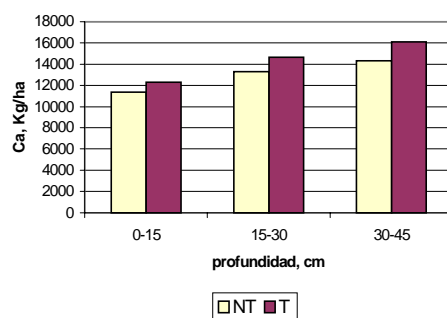


Fig. 4. Calcio disponible en el perfil de suelo.

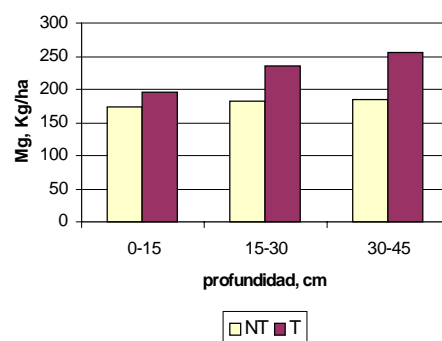


Fig. 5. Magnesio disponible en el perfil de suelo.

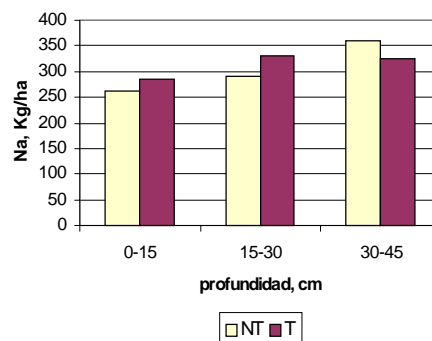


Fig. 6. Sodio disponible en el perfil de suelo.

El aporte nitrogenado efectuado por el alperujo es fundamentalmente orgánico, por lo que no cabe esperar aumentos destacados en las distintas fracciones de nitrógeno inorgánico en el perfil (Tabla III). Por el contrario, se aprecia un descenso en la concentración de nitrógeno nítrico, menos acusado en profundidad, en las parcelas enmendadas respecto a las testigo, y que supone una pérdida de casi 30 Kg/Ha para el perfil muestreado. La descompensada relación C/N del residuo potencia la inmovilización del anión nitrato y afecta a la actividad de las bacterias del ciclo del nitrógeno.

**Tabla 4.** Concentración de nitrógeno nítrico en el perfil del suelo

Trat	Prof. cm	N.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Kg/Ha	N.NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	N.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N ing.
NT	0-15	25.50	0.42	6.75	32.67
	15-30	25.80	0.94	7.47	34.20
	30-45	22.80	1.40	9.59	33.79
T	0-15	13.71	0.51	4.86	19.08
	15-30	13.37	0.85	5.89	21.11
	30-45	17.30	1.33	6.26	24.88

NT= suelo no tratado

T= suelo tratado

La variación que sufren las distintas formas de nitrógeno inorgánico en el suelo ha sido puesta de manifiesto por nuestro equipo (Ordóñez y col., 1996) en ensayos de similares características con alpechín.

Por último, indicar que el contenido de humedad en las parcelas tratadas con alperujo es mayor a lo largo de todo el perfil que en las testigo, y esto en un año en que la pluviometría ha sido bastante escasa.

#### 4.- Conclusiones.

El ensayo pone de manifiesto los beneficios de la enmienda con alperujo sobre las propiedades químicas del suelo receptor. De todos los cationes analizados, es el potasio el que se ha visto más afectado con la adición del residuo indicando la escasa variación de fósforo detectada que se trata de un fertilizante de liberación lenta.

Al aplicar alperujo al suelo, hay que tener en cuenta que estamos trabajando con un producto con un alto porcentaje de carbono orgánico que modifica la dinámica del nitrógeno en el suelo, por lo que se recomienda que junto con la enmienda se aplique un fertilizante nitrogenado de manera que se favorezca la mineralización del residuo y se enriquezca al suelo en este nutriente tan esencial para las plantas.

*Agradecimientos.* A Manuel Armenteros, Catalina Lara y Carmen del Moral por su ayuda en el planteamiento y ejecución de los ensayos de campo y recogida y procesado de las muestras de suelo; a Isabel Ordóñez y Araceli García por su colaboración en el análisis de los distintos parámetros. Al proyecto CICYT OLI96-2129 por la financiación de las experiencias.

#### Referencias.

- Avnimelech, Y., 1986. Organic residues in modern agriculture. En *The role of organic matter in modern agriculture*. (Chen, Y. y Avnimelech, Y., Eds.), 1-10.
- Ayuso, M., Pascual, J.A., García, C., Hernández, T., Costa, F., Polo, A., 1994. Influencia del grado de estabilidad de la materia orgánica sobre el crecimiento vegetal. *Actas III Congr. Internacional de Química de la ANQUE*. Puerto de la Cruz (Tenerife), vol.II, 104-107.
- García-Ortiz, A. y Frias, L., 1995. El empleo de alpechín y orujos húmedos. *Comunicación I+D Agroalimentaria 18/95* Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, Sevilla.
- González, P., Velasco, A., Giráldez, J.V. y Ordóñez, R., 1993. El alpechín un potencial contaminante de los acuíferos. *Riegos y Drenajes XXI*, 75:35-38.
- Hermoso, M.; González, J.; Uceda, M.; García-Ortiz, A.; Morales, J.; Frias, L. y Fernández, A., 1994. Elaboración de aceites de oliva de calidad. *Apuntes 11/94*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Labrador, J., Guiberteau, A., López, L., Reyes, J.L., 1993. La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización. *Hojas divulgadoras*, nº 3/93. H.D. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- López, R., Cabrera, F., Murrillo, J.M., Fernández, M. Y Sánchez, M.C., 1993. El compost de alpechín como fertilizante orgánico: efectos sobre raygrass en un ensayo en invernadero. *II Congr. Nat. De Química de la ANQUE*, Sevilla, vol. 2, 181-188.
- Martín-Olmedo, P., Murrillo, J.M., Cabrera, F. Y López, R., 1994. Efecto residual de la aplicación de residuos agroindustriales sobre un cultivo de remolacha. *Actas III Congr. Internacional de Química de la ANQUE*. Puerto de la Cruz (Tenerife), vol.II, 77-85.
- Ordóñez, R., González, P., Giráldez, J.V. y Velasco, A., 1994. Changes in soil fertility under continuous direct drilling in a heavy clay mediterranean soil. *Anales del 15º Congr. Internacional de la Ciencia del Suelo*. Méjico, 7b:108-109.
- Ordóñez, R., González, P., Giráldez, J.V. y Beltrán, G., 1996. Evolución temporal de determinados parámetros químicos en un suelo cultivado regado con alpechín. *Ingeniería del Agua*, 3:53-58.
- Ordóñez, R., Romero, A. M<sup>a</sup>., Polo, M<sup>a</sup>. J., Giráldez, J.V. y González, P., 1998. Aplicación de alperujo en suelos: I. Dinámica de los principales nutrientes aportados. *XVI. Congreso Nacional de Riegos*, Palma de Mallorca: 157-164.
- Romero, A.M<sup>a</sup>., Ordóñez, R. y Giráldez, J.V., 1998. Variación de las características físico-químicas de varios suelos enmendados con alperujo. *IV International Congress of Project Engineering*, Córdoba, 1316-1324.
- Polo, M.J., Ordóñez, R. y Giráldez, J.V., 1998. Caracterización de los fangos de depuradora de la E.D.A.R. de Córdoba. Estudio de su aptitud agronómica. *Tecnología del Agua*. ISSN: 211/8173.172:20-27.
- Servili, M. Y G.F. Montedoro, 1989. Recupero di polifenoli della acque di vegetazione della olive. Valutazione del loro potere antiossidante. *Industria Alimentari*. XXVIII, 14-18.