

# EVOLUCION TEMPORAL DE DETERMINADOS PARAMETROS QUIMICOS EN UN SUELO CULTIVADO REGADO CON ALPECHIN

*R. Onl6ñez<sup>1</sup>, P. Gonz1lez<sup>1</sup>, J.V. Gir1ldez<sup>2</sup> y G. Beltr1n<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Dpto. de Suelos y Riegos, D.G.I.E.A.J.A., C6rdoba.

<sup>2</sup>Dpto. de Agronomía, Universidad de C6rdoba.

<sup>3</sup>Dpto. de Olivicultura. D.G.I.E.A.J.A., Menjibar, Ja6n.

**RESUMEN:** En un suelo regado peri6dicamente con alpechín se ha seguido la evoluci6n temporal del contenido de f6sforo y potasio asimilables, materia orgánica (componentes mayoritarios del residuo) y la fracci6n de nitr6geno inorgánico. Se establecieron cuatro tratamientos: uno, testigo, en blanco sin alpechín, y los tres restantes con aportaciones de 100, 200 y 300 l/m<sup>2</sup> de j1mila, respectivamente. Los resultados muestran una cierta correlaci6n entre los niveles de f6sforo y materia orgánica en las muestras tratadas, no observada para el caso del K. La din1mica del nitr6geno en el suelo se ve afectada por la adici6n del residuo. Conviene destacar que, mientras que los valores de f6sforo asimilable y materia orgánica al final del ensayo son semejantes a los iniciales, los de potasio asimilable se elevan hasta un 50% m1s sobre los de partida.

## INTRODUCCI6N

La actual tendencia de la Comunidad Europea indica una políticade no residuos, bien porque estos sean inertizados, bien porque se eliminen utiliz1ndolos en determinados campos: agrícolade, industrial, etc. Tal es el caso del alpechín, o agua de vegetaci6n de las aceitunas, principal constituyente de las aguas residuales de la almazara y que representa, aproximadamente, el 45 - 50 % del peso del fruto. El alpechín es un líquido de color oscuro, destacando en su composici6n su alto contenido en potasio y materia orgánica, siendo tambi6n importantes sus niveles en sodio, f6sforo, calcio y magnesio (García- Ortiz y col., 1993).

Este subproducto presenta tambi6n niveles importantes de ácidos volátiles, procedentes de la hidrólisis de grasas, azúcares y proteínas ( Levi-Minzi y Riffaldi, 1988) y compuestos fen6licos ( Whitehead y col., 1981) responsables de efectos inhibidores sobre el crecimiento de las plantas y limitadores de la actividad biol6gica en la zona radicular.

La ausencia de metales pesados y agentes pat6genos en su composici6n diferencia este residuo de otros efluentes, marcando el límite de su aplicaci6n al suelo sus efectos negativos sobre la fertilidad del mismo, el riesgo de deterioro de la calidad del agua subterr1nea ( Gonz1lez y col., 1993) y su acci6n fitot6xica.

Varios estudios realizados sobre el efecto fitot6xico del alpechín indican que 6ste pr1cticamente desaparece por la acci6n de hongos y bacterias, siempre que se den condiciones favorables de aireaci6n, temperatura y humedad.

La mayoría de los autores consideran que, a los 45-50 días del vertido, los suelos deben de estar en condiciones para ser sembrados (Levi-Minzi y col., 1992). Este proceso se acelera notablemente en suelos sometidos al vertido con periodicidad, ya que estos cuentan con una flora mucho m1s especializada.

Por todo ello, considerando el alto valor fertilizante de este residuo, la estacionalidad de su producci6n y el riesgo de contaminaci6n que produciría su estancamiento

---

Artículo recibido el **19 de diciembre de 1995** y aceptado para su publicaci6n el **14 de febrero de 1996**. Pueden ser remitidas discusiones sobre el artículo hasta seis meses despu6s de la publicaci6n del mismo. En el caso de ser aceptadas, las discusiones ser1n publicadas conjuntamente con la respuesta de los autores en el primer n1mero de la revista que aparezca una vez transcurrido el plazo indicado.

o vertido incontrolado a ríos, el Dpto. de Suelos y Riegos del C.I.D.A. de Córdoba realizó un experimento en el que se pretendía controlar la evolución temporal de ciertos parámetros (componentes mayoritarios del alpechín) sobre un suelo cultivado al que viene aplicándose el residuo desde hace doce años. En este trabajo se presentan los datos preliminares del primer año ensayado.

## MATERIAL Y METODOS

El ensayo se llevó a cabo en la finca "Venta de Llano" perteneciente a la D.G.I.E.A. de la Junta de Andalucía, situada en el término municipal de Menjíbar (Jaén).

La elección del suelo se realizó, de una parte por ser parcelas a las que se le venía aplicando alpechín desde hace doce años y, de otra, porque en este centro se contaba con la infraestructura necesaria para aplicar el vertido, y se disponía de los datos meteorológicos de la zona. La distribución de las parcelas fue en bloques al azar con cuatro repeticiones y los siguientes tratamientos:

- T - testigo sin alpechín más 300 mm de agua.
- 1 - 100 mm de alpechín más 200 mm de agua.
- 2 - 200 mm de alpechín más 100 mm de agua.
- 3 - 300 mm de alpechín.

El ensayo se inició el 2 de febrero de 1994 con la toma de una muestra de suelo que sirvió para estimar las características del mismo, reflejadas en la Tabla 1.

Con posterioridad a este muestreo se realizó el vertido de alpechín, entre el 2 y el 6 de marzo, en las condiciones que se han descrito anteriormente. El alpechín utilizado procedía de una almazara con sistema continuo y su composición se refleja en la Tabla 2.

Una vez realizado el vertido se tomaron, con una periodicidad aproximadamente mensual, 16 muestras de suelo de cada tratamiento, teniendo en cuenta que cada muestra era la mezcla de 5 catas de suelo y que se muestreo una profundidad equivalente a la capa arable.

Todas las parcelas se sembraron de girasol y se abonaron de fondo en abril con 150 kg/ha de N en forma de urea.

El suelo ha sido objeto de las siguientes determinaciones: carbono y materia orgánica por oxidación con dicromato; fósforo asimilable, por vía colorimétrica utilizando como extractante  $\text{CO}_3\text{HNa}$ , según el método Olsen; potasio asimilable, por extracción con  $\text{AcNH}_4$  y posterior medida en un espectrofotómetro de emisión atómica; nitrógeno en forma de nitrato y nitrito, por colorimetría según el método de Griess-Illosvay, y en forma amoniacal por el método de azul de indofenol.

Tabla 1. Características del suelo usado en el ensayo.

<i>pH</i> en agua	8.56	Carbonatos (%):	27.14
M.O. (%)	1.78	C.I.C. (meq/100 g):	22.50
N. org. (%):	0.11 (C/N= 9.72)	K asim (ppm):	610.73
Textura:	arcillo-limosa	P asim (ppm):	16.85

Tabla 2. Características del alpechín usado en el ensayo.

<i>pH</i> :	5.9	Norg.(ppm):	156	Cu (ppm):	1.0
C.E.(dS/m):	5.5	Ninorg.(ppm):	66	Fe (ppm):	19.0
Res. Seco a 105C (%):	6.6	Na (ppm):	248	Mn (ppm):	0.6
K (ppm):	2700	Ca (ppm):	201	Zn (ppm):	4.0
P (ppm):	160	Mg (ppm):	85	R.A.S.:	3.7

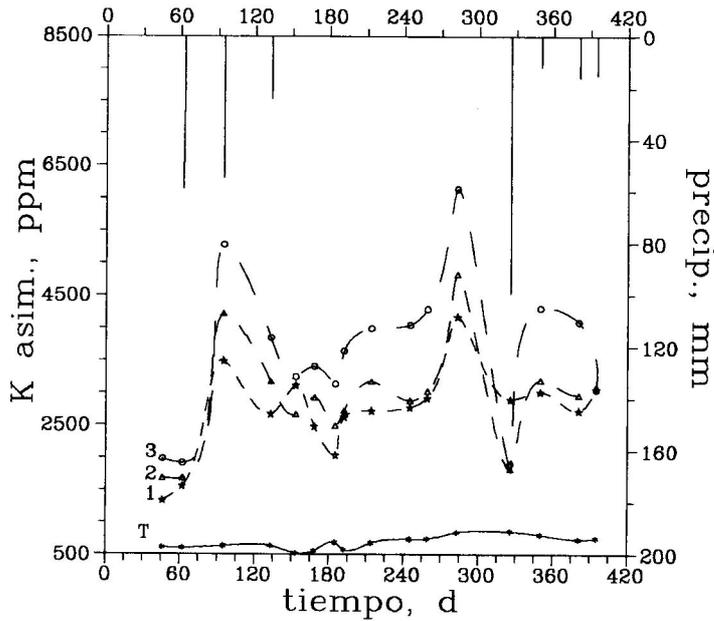


Figura 1. Evolución temporal del K frente a las lluvias registradas

RESULTADOS Y DISCUSION

Como consecuencia de la adición continuada de alpechín en las parcelas, la composición de éstas se ha modificado notablemente, sobre todo en lo que se refiere a potasio, que parte de un valor inicial de 1980 ppm en el suelo regado con 300 mm de jámila frente a 600 ppm que tiene el testigo. El efecto a largo plazo de este residuo se hace notar también en los contenidos de fósforo asimilable, carbono y nitrógeno orgánico y materia orgánica, que en la capa arable presentan valores iniciales hasta seis veces superiores a los testigos.

La dinámica del potasio a lo largo del ensayo está ligada a fenómenos de adsorción o de lavado (figura 1). Los niveles de este elemento en el suelo se incrementan notablemente con la adición del subproducto, para descender posteriormente como consecuencia de la extracción de la planta y de las lluvias primaverales. Después del período seco del verano, en el que el efecto de la planta no es tan acusado, aumentan sus valores por mineralización de formas orgánicas, coincidiendo con un

descenso de , materia orgánica. Las lluvias invernales vuelven a bajar las concentraciones de este elemento en el suelo, observándose al final del ensayo incrementos del 25 al 50 % sobre los niveles de partida en los suelos tratados.

Este último hecho da idea de la conveniencia de alternar el riego de parcelas con alpechín para evitar un aumento excesivo de potasio intercambiable en las mismas, que fuera en detrimento de otros cationes del complejo de cambio, como ya indicara Della Mónica (1980).

El mantenimiento de unos niveles de materia orgánica en equilibrio con las condiciones del medio reporta innumerables ventajas a un suelo agrícola y, por consiguiente, a la productividad de los cultivos; por tanto, un aporte de este tipo debe ser considerado siempre como favorable.

La dinámica de este parámetro en el suelo a lo largo del período ensayado es irregular (Tabla 3) debido 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 con alpechín.

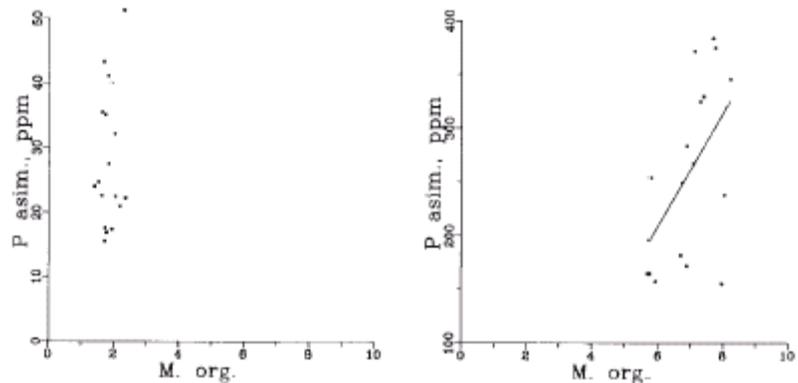


Figura 2. Relación entre la concentración de P asim. y porcentaje de M.O. en el suelo testigo (izq.) y el tratado con 300 mm de alpechín (der.).

Tabla 3. Concentración de los distintos nutrientes analizados a lo largo del periodo ensayado.

		Días acumulados de los muestreos realizados															
		46	62	95	133	153	168	185	192	214	245	259	283	326	350	381	3
		<i>P asimilable (ppm)</i>															
T		16.9	17.4	27.5	41.1	22.5	22.6	35.5	20.9	24.7	15.5	17.5	24.0	46.3	32.1	22.2	3
1		145.99		162.11		176.9		139.8		103.0		70.6	197.2		165.8		5
2		148.77		196.11		294.1		210.4		177.4		159.2	228.2		280.6		1
3		171.88		254.22		374.8		266.9		237.9		155.3	283.4		345.4		1
		<i>K asimilable (ppm)</i>															
T		610	602	632	635	523	556	686	575	677	739	742	843	856	806	734	7
1		13333		7559	3490	2674	3118	2481	2035	2622	2724	2775	2917	4174	2898	3074	2
2		16811		1681	4221	3170	2668	2928	2491	2726	3171	2880	3024	4827	1824	3192	2
3		19799		1914	5278	3847	3245	3406	3135	3641	3989	4041	4287	6142	1902	4304	4
		<i>N.NO<sub>3</sub> (ppm)</i>															
T		8.9	6.8	4.1	72	38.3	30.3	29.5	24.7	21.4	28.3	30.9	36.8	12.3	36.9	22.7	1
1		37.0	28.7	1.7	3.8	14.7	18.3	14.2	21.4	12.3	17.8	17.1	15.1	42.5	49.9	42.2	2
2		44.3	34.9	2.4	2.2	9.5	14.3	12.3	25.4	10.4	19.7	16.7	18.2	33.0	40.2	20.2	2
3		46.2	35.7	1.5	3.1	5.4	4.5	7.8	21.4	10.9	15.7	13.2	10.8	33.7	37.1	18.0	3
		<i>N.NO<sub>2</sub> (ppm)</i>															
T		100	1.16	1.24	1.04	0.74	0.44	0.08	0.05	0.09	0.11	0.10	0.29	0.16	0.13	0.10	0.
1		0.25	0.66	0.06	0.16	0.60	0.23	0.11	0.98	0.22	0.23	0.15	0.69	0.49	0.31	0.29	0.
2		0.59	0.64	0.08	0.26	0.68	0.15	0.11	0.70	0.22	0.29	0.17	0.79	0.60	0.31	0.47	0.
3		0.77	0.89	0.07	0.09	0.37	0.32	0.16	1.30	0.29	0.25	0.15	0.53	0.59	0.50	0.55	0.
		<i>M.O. (%)</i>															
T		1.78	1.94	1.84	1.82	2.05	1.63	1.63	2.19	1.53	1.72	1.73	1.41	1.68	2.03	2.36	1.
1		4.63	4.21	5.63	5.52	6.18	5.75	5.12	5.82	4.80	4.92	5.71	5.06	5.56	5.49	6.19	6.
2		5.77	5.05	6.21	6.09	6.69	7.52	5.72	7.01	6.45	5.42	6.11	5.57	5.97	6.29	6.82	7.
3		6.87	5.79	7.74	7.08	8.03	7.95	6.87	8.21	5.91	7.29	7.11	6.69	7.34	7.68	6.73	5.

Coincidiendo con lo registrado por Levi-Minzi y col. (1992), los niveles de materia orgánica del suelo al final del ensayo son similares a los de partida.

Lo anteriormente descrito para la M.O. es aplicable a la evolución temporal de la concentración de fósforo asimilable en el suelo, de hecho existe una cierta correlación entre estos dos parámetros (Figura 2) no detectada en el caso del potasio. Con posterioridad a la aplicación del residuo, los niveles de este elemento en el suelo aumentan considerablemente (Tabla 3), presentando después una serie de máximos y mínimos atribuibles tanto a las condiciones reductoras que establece el vertido, lo que conlleva la reducción de determinados elementos como el  $Fe^{3+}$  con formación de fosfatos ferrosos solubles y el aumento de la disponibilidad del fósforo en el suelo o la mineralización de formas de fósforo orgánicas contenidas en el alpechín, como a la extracción de la planta. Las dificultades de interpretación de este fenómeno han sido ya constatadas por Della Mónica y col. (1978). La cantidad de fósforo que puede ser lavado es baja debido a la poca movilidad de los iones fosfato en el suelo, lo que hace que no exista una clara relación entre la dinámica de este elemento y las precipitaciones registradas.

Al igual que ocurriera con la materia orgánica, los niveles de fósforo asimilable al final del ensayo son semejantes a los de partida.

La concentración de nitrógeno correspondiente a nitratos (Figura 3) no se modifica con la adición del residuo, produciéndose un fuerte lavado de este anión con las primeras lluvias tanto en los suelos tratados como en el testigo. Durante el período seco y con posterioridad al abonado de fondo los niveles de nitratos se elevan, pero como era de esperar, por las condiciones reductoras que potencia el vertido, los valores en los suelos regados con alpechín son siempre menores al testigo.

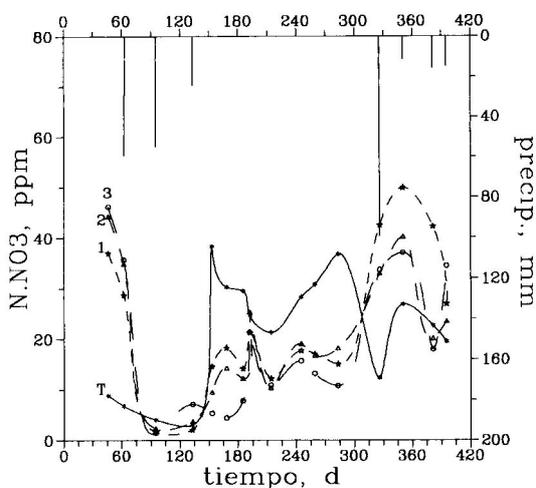


Figura 3. Evolución temporal del N nítrico frente a las lluvias registradas.

Las lluvias invernales provocan un descenso en la concentración de nitratos, menos acusada en los suelos tratados. De hecho, González y col. (1993) detectan una obturación de los poros del suelo con las partículas orgánicas en suspensión que aporta el subproducto, lo que provoca una disminución de la conductividad hidráulica de los mismos.

El ensayo pone de manifiesto la influencia del efluente en las bacterias del ciclo del nitrógeno en el suelo, como puede apreciarse en la figura 4. En esta se observa cómo la relación entre el nitrógeno correspondiente a nitritos y nitratos muestra distinta pendiente en los suelos testigo con respecto a los tratados con alpechín.

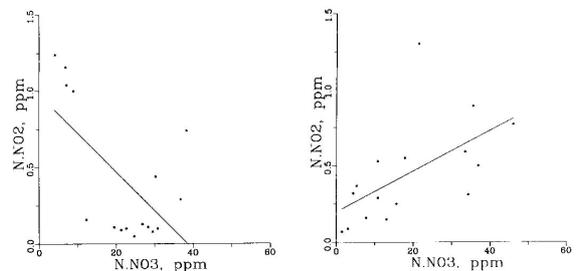


Figura 4. Relación entre la concentración del N de nitritos y nitratos en el suelo, testigo (izq.) y el tratado con 300 mm de alpechín (dar.).

### CONCLUSIONES

Al realizar un vertido de alpechín al suelo, hay que tener en cuenta que se riega con un subproducto muy rico en carbono orgánico, hecho éste que favorece la inmovilización del nitrógeno inorgánico, alterando las distintas formas de este elemento en el suelo, fenómeno más acusado en suelos sometidos a aportes continuados.

Aun cuando los niveles de fósforo asimilable y materia orgánica del suelo tratado al final del ensayo son similares a los de partida, el aumento de la concentración de potasio asimilable indica la conveniencia de evitar aportes masivos del subproducto, que provocarían un excesivo incremento de este elemento en el suelo, todo ello dependiendo de las características del mismo y de la climatología de la zona.

## LISTA DE SÍMBOLOS

M.O.	materia orgánica
N org.	nitrógeno orgánico
C.I.C.	capacidad de intercambio catiónico
K asim.	potasio asimilable
P asim.	fósforo asimilable
C.E.	conductividad eléctrica
N inorg.	nitrógeno inorgánico
R.A.S.	relación de absorción de sodio

## REFERENCIAS

- Della Monica, M., D. Potenz, E. Righetti y M. Volpicella. 1978. Effetto inquinante della acqua reflue della lavorazione della olive su terreno agrario. I. Evoluzione del pH, dei composti azotati e dei fosfati. *Inquinanti*, 22, 81.
- García-Ortiz, A., J.V. Giráldez, P. González y R. Ordóñez. 1993. El riego con alpechín. Una alternativa al lagunaje. *Agricultura*, 730, 426-431.
- González, P., A. Velasco, J.V. Giráldez y R. Ordóñez. 1993. El alpechín. Un potencial contaminante de los acuíferos. XI Jornadas Técnicas sobre

Riegos, Valladolid, 154-161.

- Levi-Minzi, R. y R. Riffaldi. 1988. Chemical differences between fresh and composted municipal wastes. *Agrie. Medit.* 118, 273.
- Levi-Minzi, R., A. Saviozzi, R. Riffaldi y L. Falzo. 1992. L'Epandage au champ des margines: effets sur les propriétés du sol. *Olivae*, 40, 20-25.
- Servili, M. y G.F. Montedoro. 1989. Recupero di polifenoli della acque di vegetazione della olive.
- Valutazione del loro potere antiossidante. *Industrie alimentan.* XXVIII, 14-18.
- Whitehead, D.C., H. Dibb y R.D. Hartley. 1981. Extractant pH and the release of phenolic compounds from soils, plant roots and leaf litter. *Soil Biol. and Biochem.*, 13, 343.

## AGRADECIMIENTOS

A Isabel Ordóñez, Catalina Lara, Carmen del Moral y Araceli García, por su valiosa colaboración tanto en la toma de muestras como en el análisis de las mismas.

Este estudio se ha llevado a cabo con la financiación de la Fundación para la Promoción y el Desarrollo del Olivar y del Aceite de Oliva.