

EFECTO DE ENMIENDAS ORGANICAS SOBRE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE UN SUELO CULTIVADO CON MANÍ

Lillian Frioni

Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, 5800 Río Cuarto, Córdoba, Argentina

RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes tratamientos orgánicos sobre la actividad biológica de un Hapludol con incorporación de avena como enmienda dos meses antes de la siembra de maní, en cantidades equivalentes a 5,2 t de peso seco ha⁻¹.

En general, la evolución de las deshidrogenasas y el CO₂, como reflejo de la actividad biológica global (enzimática y microbiana), fueron más eficientes en evidenciar el efecto de las enmiendas orgánicas.

Los nitratos evidenciaron cierta inmovilización en el primer muestreo en los tratamientos con raíz y raíz más vástago de avena, que corresponden a los de mayor C/N.

Los celulolíticos evidenciaron cierta inmovilización en el primer muestreo en los tratamientos con enmienda orgánica hasta el 5º muestreo, luego los efectos desaparecieron. Los nitrificantes autótrofos presentaron escasa variación en el tiempo.

Palabras clave: enmiendas orgánicas, microflora del suelo, deshidrogenasa, dióxido de carbono, maní, celulolíticos, nitrificantes.

ORGANIC MANURES EFFECTS ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF A PEANUT CROPPED SOIL

ABSTRACT

Green manure (oats) effects on the biological activities of a Hapludoll was studied. An equivalent of 5,2 tons of dry weight. ha⁻¹ were added to the soil two months before sowing peanuts.

In general, dehydrogenase activity and CO₂ evolution, as reflect of global biological activity, were more efficient to show the effect of organic manure on soil microflora, in the first samples.

Mineral N as nitrates was inhibited in the first sample with oats roots and with the entire crop, with higher C/N relations.

Evaluations of microbial densities indicated that cellulolytic showed higher values in the treatments with organic manures until february. Nitrifiers did not change with the treatments.

Key words: organic manure, soil microflora dehydrogenases, carbon dioxide, peanut cellulolytic, nitrifiers microorganisms.

INTRODUCCION

Mantener e incrementar el nivel de materia orgánica del suelo es un imperativo de la agricultura conservacionista. Los cultivos continuos y la erosión contribuyen a una pérdida progresiva de materia orgánica y se requieren muchos años para restablecer el equilibrio. (Meints *et al*, 1977).

Los cultivos anuales o perennes suelen incorporar al suelo para mejorar sus propiedades físicas y el nivel de materia orgánica. La velocidad de degradación de un resto vegetal y la inmovilización del nitrógeno se pueden inferir de su relación C/N, aunque la misma por sí sola puede no caracterizar la disponibilidad de C y N para los microorganismos (Parr y Papendick, 1978). Así, Reinertsen *et al*, (1984) comprobaron que el nitrógeno inmovilizado en la degradación de paja de trigo depende de la cantidad de carbono rápidamente disponible (soluble en agua).

Muchos trabajos se efectuaron en el laboratorio e invernáculo (Broadbent y Nakashima, 1965, Waddington, 1978) y la recuperación del nitrógeno por el cultivo siguiente se emplea como criterio de evaluación en estos trabajos.

Luego del agregado de abonos verdes se verifica un incremento en la población microbiana, que coincide con cambios en el N mineral, que en general alcanza el máximo una o dos semanas luego de la incorporación (Tindall, 1980). Varios parámetros se han empleado como índices de la actividad biológica del suelo: recuentos, biomasa total, enzimas, ATP, velocidad de respiración (Parkinson *et al*, 1971). Pero son necesarios ensayos de campo para tomar decisiones en programas de manejo de rastrojos (Paul, 1984).

En el país se cuenta con muy poca información sobre el efecto de enmiendas orgánicas en cultivo de maní y el objetivo de este trabajo fue evaluar la incorporación de avena en diferentes tratamientos, sobre actividades biológicas de un suelo, actividad biológica global (CO₂), deshidrogenasas, acumulación de nitratos y algunos grupos microbianos.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se instaló en el campo experimental de la Universidad en suelo Hapludol (A₁-B₂-C-C_{ca}) con las siguientes características en el horizonte A_p: textura, franco a franco arenosa, materia orgánica (Walkley y Black) 2,41% , nitrógeno total (Kjeldahl) 0,107% ,

fósforo asimilable (Bray y Kurtz) 13,5 ppm y pH (1/2,5) 6,6. La Tabla 1 presenta las condiciones climáticas.

Dos meses antes de la siembra (17 de setiembre) se incorporó avena a razón de 5,2 t de peso seco ha⁻¹ en diseño de bloques al azar y 3 repeticiones en forma de: **testigo (T)** sembrado luego con maní sobre barbecho de un año; **raíz (R)**, solamente con esta fracción; **raíz más vástago (R+V)** incorporando el cultivo completo a 12 cm de profundidad y **doble parte aérea (Vást x 2)**, con cantidad doble de follaje. La enmienda orgánica fue doblemente picada (trozos de 5-15 cm), se pasó la rastra de doble disco dentado de doble acción a 10 cm luego el esclarificador a 45° respecto al anterior y se incorporó con múltiple de discos a 12 cm de profundidad.

A mediados de noviembre se sembró maní en parcelas de 7,5 m con 4 surcos separados 0,70 m con una cantidad de semilla de *Arachis hypogaeae*, L colorado irradiado, cedido por el INTA de Manfredi, de modo que luego del raleo las plantas estuvieron separadas 0,10 m (densidad de siembra de 143.000 plantas ha⁻¹).

Muestras: se efectuaron desde setiembre hasta junio en la profundidad de 0-20 cm, a partir de 10 submuestras tomadas al azar, que fueron mezcladas y tamizadas a 2 mm, efectuándose de inmediato las determinaciones.

Deshidrogenasas: se evaluaron por la técnica de Sida *et al* (1964).

Desprendimiento de CO₂: por modificación de la técnica de Dommergues (1968), evaluando a los 7 días el CO₂ liberado a partir de 100 gramos de suelo llevado a su capacidad de campo.

N-mineral: como nitratos (incluidos los nitritos) por la técnica de Bremner y Leeney (1965).

Celulolíticos aerobios: por recuento en medio líquido por técnica de Pochon y Tardieux (1962).

Nitrificantes autótrofos: por recuento en medio selectivo líquido con sulfato de amonio (Pochon y Tardieux, 1962). En ambos casos se determinó el número más probable (NMP) por la tabla de Mc Crady (Pochon y Tardieux, 1962), expresándose los resultados como logaritmo en base 10 del NMP g⁻¹ de suelo seco llevado a 105°C.

Análisis estadístico: la varianza y las diferencias entre medias se evaluaron según Snedecor y Cochran (1977), mediante el estudio del factorial (4 tratamientos y 8 muestreos). En caso de interacción positiva, se analizó el efecto de cada factor en los diferentes niveles del otro.

RESULTADOS Y DISCUSION

La figura 1 presenta los resultados de la actividad deshidrogenásica, que refleja la actividad de numerosas enzimas que participan en óxido reducciones biológicas y cuya determinación es empleada en comparaciones de actividad biológica del suelo (Frioni, 1976 y 1981).

Se aprecia una actividad muy marcada en los primeros muestreos, sobre todo en los tratamientos con enmiendas orgánicas de planta entera (R + V) y doble parte aérea (Vast x 2). Este efecto declina luego del cuarto muestreo (diciembre). El análisis del factorial evidenció el efecto global favorable del tratamiento orgánico durante toda la experiencia:

Enmienda orgánica			Epoca de muestreo							
R + V	Vast x 2	T R	4	1	2	3	5	6	7	8

NOTA: tratamientos señalados por la misma línea no difieren por Tuckey al 5%.

El cuarto muestreo coincide con período vegetativo del maní (1 mes de la siembra) que explica la alta actividad del testigo, debido al efecto rizoférico del cultivo. Luego del quinto muestreo las diferencias entre tratamientos desaparecen.

En la interacción de ambos factores (enmienda x tiempo) se apreció que en los dos primeros muestreos se mantiene la supremacía de los tratamientos (R + V) y (Vast x 2), el tercero no presentó diferencias, éstas son menores en los siguientes y desaparecieron a partir del sexto muestreo (abril), donde las enmiendas ya fueron mineralizadas bajo las condiciones favorables de temperatura y humedad (Tabla 1).

La figura 2 presenta los datos de la evolución del dióxido de carbono de los suelos incubados en el laboratorio. La tendencia general de las curvas es bastante similar a las de la actividad enzimática evaluada. La absorción de oxígeno y la evolución de CO₂ son métodos frecuentemente empleados en la comparación de la actividad biológica de los suelos, que se han correlacionado con otras evaluaciones, entre ellas, con la actividad de numerosas enzimas, como las deshidrogenasas (Frankenberger y Dick, 1983).

Se confirma el efecto global positivo de los tratamientos (R + V) y (Vast x 2). Los restos de avena son

rapidamente mineralizados por su baja relación C/N y alta concentración de compuestos hidrosolubles (Kolenõrander, 1974). El análisis del factorial mostró:

Enmienda orgánica			Epoca de muestreo							
R + V	Vast x 2	T R	1	2	4	6	5	7	8	3

NOTA: tratamientos señalados por la misma línea no difieren por Tuckey al 5%.

En el análisis de la interacción se apreció que los dos primeros muestreos evidenciaron el efecto estimulante de los tratamientos (R + V) y (Vast x 2), luego las diferencias desaparecieron ya sea porque la enmienda orgánica ha sido mineralizada o por el efecto estimulante del cultivo de maní que sobrepasa el efecto residual del abono orgánico.

La figura 3 presenta los resultados en el nivel de nitratos. Se aprecia una disminución de los mismos en los primeros muestreos en parcelas con enmiendas de mayor relación C/N: (R) y (R + V). Luego de este período se observa un incremento en la acumulación de nitratos, similar a la descrita por Nuñez Vazquez *et al* (1977) para el mismo cultivo.

El grupo fisiológico de los celulolíticos aerobios se presenta en la figura 4. El efecto fue muy significativo en los tratamientos que recibieron la enmienda orgánica (R + V) y (Vast x 2) por su aporte en celulosa. El análisis del factorial evidenció:

Enmienda orgánica			Epoca de muestreo							
R + V	Vast x 2	T R	3	1	2	6	7	8	4	5

NOTA: tratamientos señalados por la misma línea no difieren por Tuckey al 5%.

Los números más altos se obtuvieron en el tercer muestreo (fines de octubre) coincidentes con incrementos de temperatura del aire y del suelo (Tabla 1). En el estudio de la interacción, se apreció que los tratamientos no difirieron en los dos primeros muestreos y que las tres formas de enmiendas estimularon igualmente a los celulolíticos en el tercer muestreo, luego las diferencias fueron muy escasas. En la figura se aprecia que este grupo fue menor en donde se incorporó

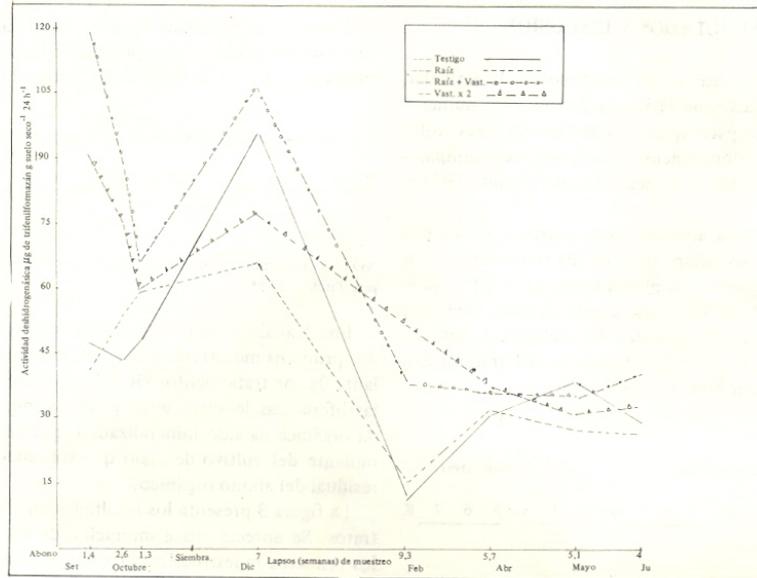


Figura 1. Actividad deshidrogenásica

(μg triclorofenil formazán g suelo seco 24 h^{-1})

de cada muestreo:

error standard = 5,87
de toda la experiencia

6,73 6,48 1,45 10,13 8,91 4,67 2,92 2,12

Tabla I. Condiciones climáticas durante el ensayo

	Temperatura del aire ($^{\circ}\text{C}$)		Temperatura media del suelo a 10 cm ($^{\circ}\text{C}$)	HR media del aire	precipitaciones (mm de agua)
	máx.	mín.			
setiembre	17,3	6,1	11,4	59	41,6
octubre	23,3	10,5	16,9	63	43,0
noviembre	23,9	12,4	17,9	72	156,7
diciembre	26,1	15,5	20,8	73	164
enero	31,3	17,1	24,2	60	49,0
febrero	28,8	15,7	22,2	65	87,4
marzo	28,6	17,4	23,0	74	154,0
abril	21,0	11,2	16,1	82	103,2
mayo	19,6	9,6	14,6	79	42,5
junio	14,3	2,2	8,3	74	12,0

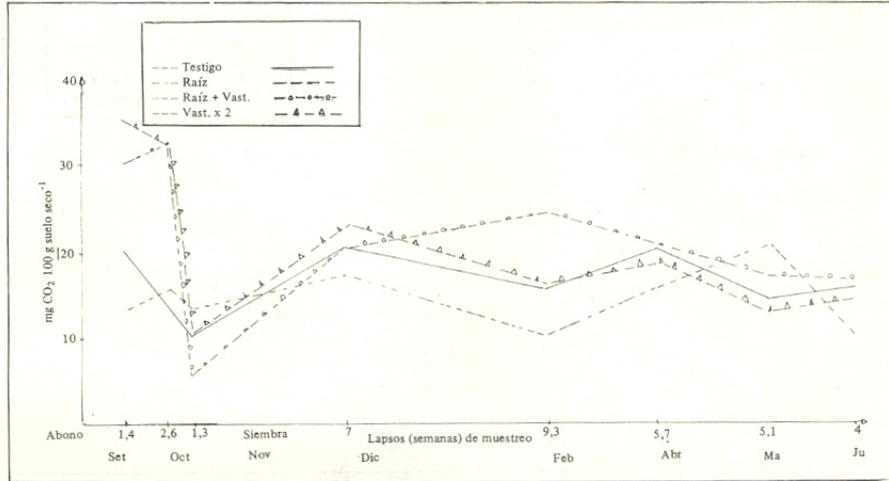


Figura 2. Actividad respiratoria

(mg CO₂ 100 g suelo seco⁻¹ 7 días⁻¹)

de cada muestreo:

error standard = 5.18
de toda la experiencia

4,48 3,22 1,79 3,41 3,08 2,51 2,17 1,81

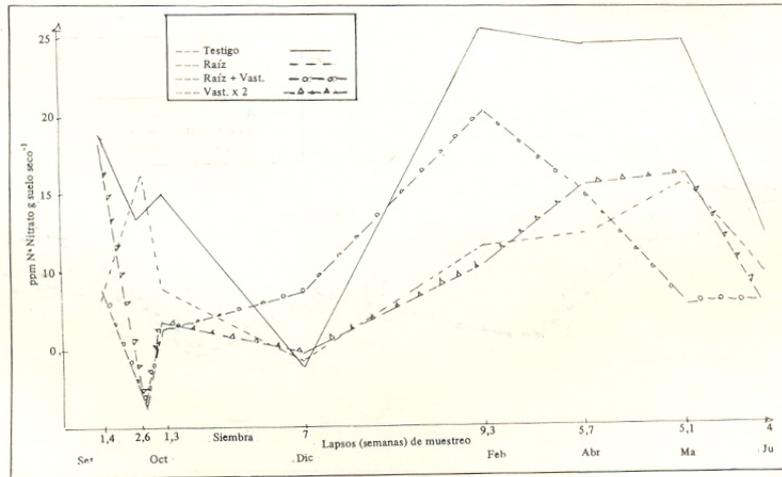


Figura 3. N-nitratos g suelo seco⁻¹

de cada muestreo:

error standard = 5,56
de toda la experiencia

2,12 2,28 3,87 3,32 1,93 5,06 3,37 3,19

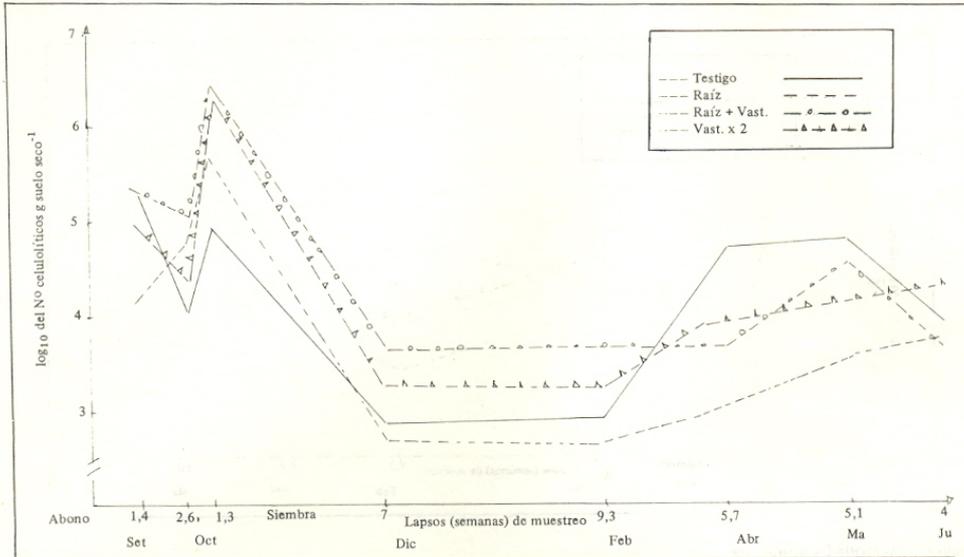


Figura 4. Celulolíticos aerobios

(\log_{10} N^o g suelo seco⁻¹)

de cada muestreo:

error standard = 0,44 0,45 0,47 0,42 0,62 0,20 0,61 0,30 0,27
de toda la experiencia

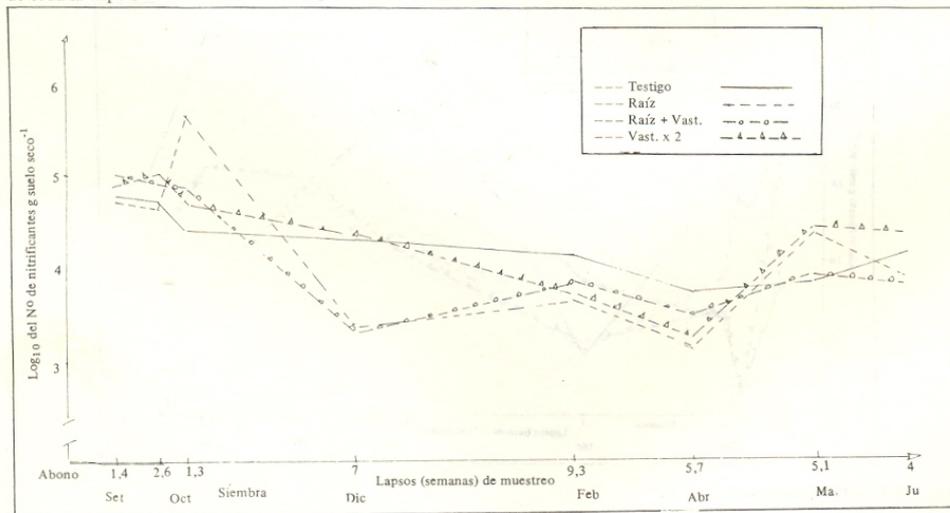


Figura 5. Nitrificantes autótrofos

(\log_{10} N^o g suelo seco⁻¹)

de cada muestreo:

error standard = 0,45 0,76 0,41 0,49 0,23 0,45 0,28 0,65 0,34

raíz desde el cuarto muestreo, debido probablemente a su mayor contenido en lignina.

En la figura 5 se observa la evolución de los nitrificantes que presentaron escasa variación a través de la experiencia y globalmente su número no presentó diferencias con las distintas enmiendas. Los tres primeros muestreos presentaron mayor número de este grupo y no hubo efecto de la interacción. La respuesta es similar a la de la acumulación de los nitratos.

CONCLUSIONES

En general, la evolución de las deshidrogenasas y del CO₂, como reflejo de la actividad biológica global (enzimática y microbiana) permitieron evidenciar el efecto de las enmiendas orgánicas, sobre todo los de los primeros muestreos, alteraciones rápidas en la ac-

tividad biológica del suelo en respuesta al abono verde. Los tratamientos más estimulantes fueron (R + V) y (Vast x 2), menos resistentes, por su composición química, a la biodegradación.

El N-NO₃ evidenció cierta inmovilización en los tratamientos (R) y (R + V) en el primer muestreo, efecto que se mantuvo en el segundo con (R + V) y (Vast x 2).

Los celulolíticos aerobios presentaron mayor número en los tratamientos con enmienda orgánica hasta el 5º muestreo. El otro grupo analizado, los nitrificantes autótrofos, no presentaron grandes variaciones en la experiencia.

Se concluye que de los parámetros escogidos para evidenciar respuestas de la microflora del suelo ante distintos tratamientos orgánicos, fueron los que reflejan actividades globales (actividad deshidrogenasa y desprendimiento de CO₂) los que permitieron evaluar rápidamente estos cambios.

RÉFERENCIAS

- Bremner, L. M. y D. R. Keeney, 1965. Steam distillation methods for determination of ammonia, nitrate and nitrite. *Anal. Chim. Acta* 32: 485-496.
- Broadbent, F. E. y T. Nakashima, 1965. Plant recovery of immobilized nitrogen in greenhouse experiments. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29: 55-60.
- Casida, L. E., D. A. Klein y T. Santoro, 1964. Soil dehydrogenase activity *Soil Sci.* 98: 371-373.
- Dommergues, Y., 1968. Degagement tellurique du CO₂. Mesure et signification. *Ann. Inst. Past.* 115: 627-656.
- Frankenberger, W. T. Jr. y W. A. Dick, 1983. Relationships between enzyme activities and microbial growth and activity indices in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 945-951.
- Frioni, L. 1976. Estudio experimental de la influencia de la vegetación sobre el equilibrio biológico del suelo. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 13: 283-291.
- Frioni, L. 1981. Efecto de la atrazina, linurón y 2,4 D amina sobre algunas propiedades biológicas de un suelo. II Ensayo de laboratorio. *Rev. Agr. Microb.* 13: 9-16.
- Kolenbrander, G. L. 1974. Efficiency of organic manure in increasing soil organic matter content. *Trans. 10th Int. Congr. Soil Sci.* vol 2: 129-136.
- Meints, V. W.; L. T. Kurtz; S. W. Melsted y T. R. Peck, 1977. Long-term trends in total soil N as influenced by certain management practices. *Soil Sci.* 124: 110-116.
- Núñez Vazquez, F.; H. O. Ramos y H. E. Medeot, 1977. La longitud del barbecho y los rendimientos de sorgo y maíz. *IDIA sup. N° 35*: 363-368.
- Parkinson, D.; T. R. C. Gray y S. T. Williams, 1971. Methods for studying the ecology of soil microorganisms. *IBP Handb. N° 19*, Blackwell Scientific Publ. Oxford.
- Parr, J. F. y R. I. Papendick, 1978. Factors affecting the decomposition of crop residues by microorganisms. En W. R. Oschwald (ed) en *Crop Residue Management Systems* ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI: 101-129.
- Paul, E. A. 1984. Dynamics of organic matter in soils. *Plant and Soil* 76: 275-285.
- Pochon, J. y P. Tardieux, 1962. *Techniques d'Analyses en Microbiologie du Sol*. Ed. de la Tourelle, París.
- Reinersten, S. A.; L. F. Elliott, V. L. Cochran y G. S. Campbell, 1984. Role of available carbon and nitrogen in determining the rate of wheat straw decomposition. *Soil Biol. Biochem.* 16: 459-464.
- Snedecor, G. W. y W. G. Cochran, 1977. *Análisis estadísticos*. Cia. Ed. Continental, Méjico.
- Tindall, T. A., 1980. Agronomic considerations of crop residue removal. En: *Crop Residue Management in Livestock Production and Conservation Systems*. Agr. Exp. St. Div. Agr. Oklahoma St. Univ. Research Rep. P-796.
- Waddington, J. 1978. Growth of barley, brome grass and alfalfa in the green-house in soil containing rapeseed and wheat residues. *Can. J. Plant Sci.* 58: 241-248.