

UTILIZACION DE DIFERENTES RESIDUOS DE LEGU-
MINOSAS COMO ABONO VERDE

I. EFECTO SOBRE LOS NUTRIENTES N, P, S

por

F. GALLARDO-LARA, B. VITORINO*, M. AZCON, J. A. OCAMPO



PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA
Tomo XXXIX, Núms. 5-6 — MADRID, 1980

UTILIZACION DE DIFERENTES RESIDUOS DE LEGUMINOSAS COMO ABONO VERDE

I. EFECTO SOBRE LOS NUTRIENTES N, P, S

por

F. GALLARDO-LARA, B. VITORINO*, M. AZCON, J. A. OCAMPO

SUMMARY

UTILIZATION OF LEGUMINOUS PLANT RESIDUES AS GREEN MANURE. I. EFFECT UPON THE NUTRIENTS N, P, S

An incubation experiment was carried out in order to know the effect of several plant residues, used as green manure, upon N, P and S in an Andalusian soil. The following integral plant material (root and shoots): luzerne (*Medicago sativa L.*), bean (*Vicia faba L.*) and veth (*Vicia sativa L.*) were applied as green manure. Fresh material was divided until convenient size to allow pass through 10 mm sieve and were added to the soil according to several treatments.

Organic matter, total N and total S were increased significantly by green manure treatments, as was expected. Losses of organic matter occurred at the beginning of the experiment. In all cases except veth treatments, sulfur losses were detected, specially when luzerne was applied.

Since the first week of incubation, and through all the experiment, addition of green manure increased nitrate content compared with treatments without it. Luzerne > bean > veth was the sequency of the efficiency of this parameter.

All treatments, but veth, tended to increase of the available P content during the experiment. The highest values were obtained between eight and ten week of incubation. Data from the control showed that incubation promoted release of phosphate from soil unavailable P.

At early incubation times available sulfur was significantly higher in green manure treatments than in control and (control+P) treatments. This behaviour was maintained during the whole experiment, although there were not clear trend. Between green manure treatments the highest available sulfur figures were achieved by luzerne treatments.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores inconvenientes que presentan gran número de suelos cultivados de España, especialmente de Andalucía, es su bajo contenido en materia orgánica (Olivares *et al.*, 1968; Esteban *et al.*, 1973; Ocampo *et al.*, 1975), lo que indiscutiblemente repercute de forma nega-

* Dirección actual: Departamento de Agricultura. Universidad Nacional de San Antonio Abad, de Cuzco, Perú. Participó en este trabajo con motivo de su estancia en la Estación Experimental del Zaidín, becado por Unesco, C.S.I.C.

tiva sobre su fertilidad. En la Estación Experimental del Zaidín desde hace tiempo se viene trabajando en la solución de este problema, de modo especial, tratando de utilizar como fertilizantes orgánicos diferentes materiales, tales como turba, paja, «compost» de basura urbana, etc. (Recalde *et al.*, 1959; Aguilar *et al.*, 1967; Gallardo-Lara *et al.*, 1973-78). A nivel regional, un aspecto inexplorado, en relación con lo referido, ha sido la utilización de abono verde. Con respecto a dicha práctica de abonado se ha indicado su capacidad para incrementar el humus del suelo (Hijimoto, 1967), y sobre todo su eficiencia en el suministro de nutrientes asimilables, que son liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica (Scherbatoff, 1949; Allison, 1973). En sentido contrario, se han apreciado fenómenos de fitotoxicidad (Sawada *et al.*, 1965), y que estos aditivos fomentan la descomposición de la materia orgánica humificada del suelo (Sauerbeck, 1963). También se ha hecho notar que la gran variabilidad en los resultados de los estudios sobre abono verde está motivada por las diferentes condiciones edafológicas, climáticas y de otra índole, en que han operado los diferentes investigadores (Joffe, 1955).

De acuerdo con lo anteriormente referido, el objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto que provoca la adición de residuos frescos de leguminosas sobre la disponibilidad de nutrientes (N, P, S) de un suelo de la región. El interés de este estudio es doble, de una parte proporciona una información útil con miras a la implantación en la zona de esta modalidad de abonado; de otra, constituye una contribución importante dentro de los conocimientos que se poseen sobre descomposición de materia orgánica fresca, incorporada al suelo, en relación con la liberación de nutrientes. Con respecto a esta cuestión última, hay que destacar que la mayoría de los estudios realizados se han hecho empleando materiales secos pulverizados (Broadbent, 1947; Stewart, 1959; Barrow, 1960a; Asghar y Kanehiro, 1976), mientras que en el estudio propuesto se ha trabajado utilizando residuos frescos troceados. La diferencia de actuar de una u otra forma ha sido puesta de manifiesto por Laura (1975), indicando que la desecación de materiales vegetales frescos retarda la mineralización de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El suelo utilizado (capa arable) en este experimento fue recogido en la localidad de Moraleda de Zafayona (Granada) en una parcela de nuevo regadío del Pantano de los Bermejales. Las características que lo definen son las siguientes: pH (H₂O): 7,00; materia orgánica: 0,94 por 100; capacidad de campo: 23,95 por 100; N: 56,00, P₂O₅: 17,84, K₂O: 23,75, S (total): 19,80 mg/100 g; arena: 31,80 por 100; limo: 34,40 por 100; arcilla: 33, 80 por 100.

El material verde consistió en plantas íntegras (raíz y parte aérea) de alfalfa (*Medicago sativa* L.), haba (*Vicia faba* L.) y veza (*Vicia sativa* L.), que se trocaron hasta un tamaño capaz de pasar a través de una malla de 10 mm. de luz. En el orden indicado, respectivamente, dichos

materiales tenían: 81,46; 87,15 y 72,50 por 100 de humedad. Más detalles de su composición química analizados según Jackson (1958), Cadahía (1971) y Lachica *et al.* (1973) se resumen en la tabla I.

TABLA I

Composición de los materiales verdes empleados en el experimento. Los valores indican % referido a materia seca

	C	N	P	S	K	Ca	Mg
Alfalfa	51,51	4,03	0,38	0,20	2,50	1,50	0,27
Haba	48,19	3,06	0,28	0,18	2,27	1,35	0,35
Veza	51,58	2,43	0,18	0,17	1,37	2,65	0,45

Experimento de incubación.—Se utilizaron macetas de plástico troncocónicas de 250 ml de capacidad. En cada una se depositaron 175 g de suelo seco al aire (tamizado 2 mm luz), y según los diferentes tratamientos previstos se incorporaron los materiales verdes en estado fresco. La proporción en que se hizo fue 2,5 por 100 referida a materia seca.

Los tratamientos efectuados (tres repeticiones) fueron los siguientes:

1. Suelo-testigo (T).
2. Suelo+P (T+P).
3. Suelo+alfalfa (A).
4. Suelo+alfalfa+P (A+P).
5. Suelo+haba (H).
6. Suelo+haba+P (H+P).
7. Suelo+veza (V).
8. Suelo+veza+P (V+P).

El riego se efectuó mediante agua destilada llevando a 2/3 de la capacidad de campo. El aporte de P se hizo a través de una solución de $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$, calculada de modo tal que la cantidad de la misma que proporciona 2/3 de la capacidad de campo, suministrase en el riego 100 ppm de P_2O_5 .

Todas las macetas se cubrieron con parafilm, que permite el intercambio gaseoso sin pérdidas de humedad (Dubey, 1969). La incubación se llevó a cabo en estufa a 27° C, efectuándose las determinaciones objeto de estudio con la siguiente periodicidad: 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 y 12 semanas; por tanto, de acuerdo con el número de tratamientos y repeticiones indicados, hubo necesidad de preparar inicialmente 192 macetas. A cada in-

tervalo programado, las correspondientes macetas eran retiradas de la cámara de incubación y todo su contenido era vertido en lugar apropiado, desecándolas a temperatura ambiente, con objeto de estabilizarlas como si fueran muestras directamente recogidas del campo. Una vez secas, antes de analizarlas, las muestras de los tratamientos con abono verde hubo necesidad de homogeneizarlas mediante disgregación mecánica de los residuos vegetales no totalmente descompuestos.

Sobre las diferentes muestras se realizaron las siguientes determinaciones: materia orgánica y N-Kjeldahl (C.M.A.I.N.E.A., 1973); $N(NO_3^-)$ (Primo Yufera y Carrasco Dorrien, 1973); P asimilable (Capitán-García y García-Ruiz, 1957); S-total (Cadahía, 1971) y $S(SO_4^{2-})$ (Esteban *et al.*, 1973).

RESULTADOS

La figura 1 muestra la evolución del contenido en materia orgánica de los diversos tratamientos. Queda patente que todos los aditivos incrementan significativamente este parámetro respecto a (T) y (T + P).

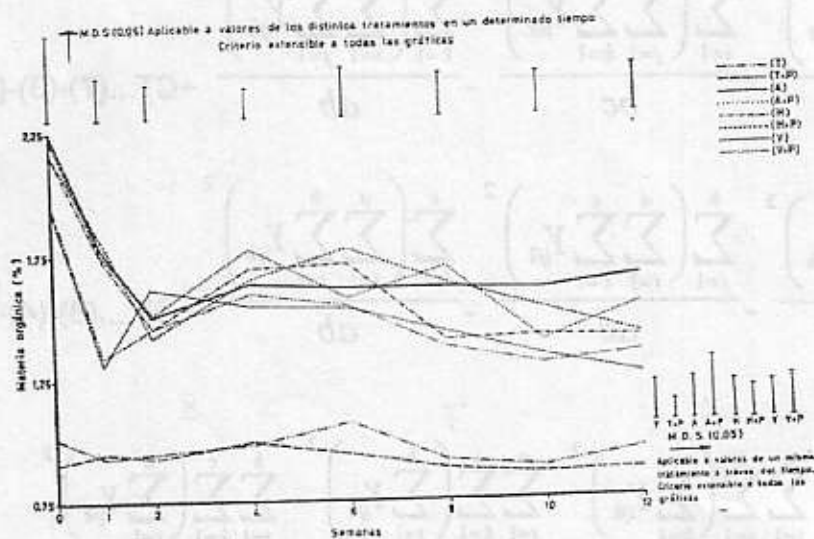


FIG. 1

Los resultados referentes a N-total (Kjeldahl) y $N(NO_3^-)$ se exponen, respectivamente, en las figuras 2 y 3. La formación de nitrato, de modo general, crece para todos los tratamientos a medida que transcurre el proceso de incubación. Desde el punto de vista relativo, coincidiendo con la segunda semana, todos los tratamientos que incluyen abono ver-

de superan significativamente a (T) y (T+P), y entre ellos los valores más elevados los presentan desde este momento (A) y (A + P).

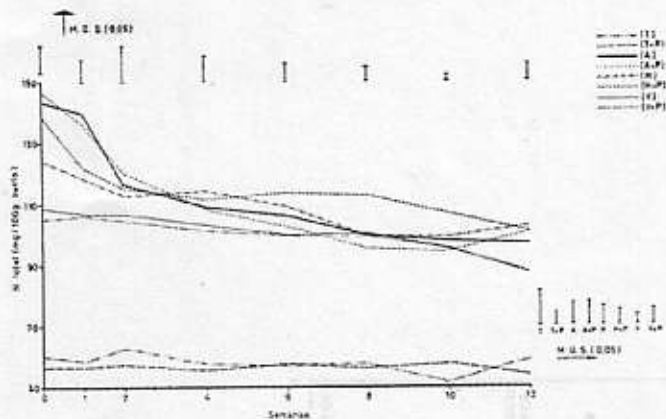


FIG. 2

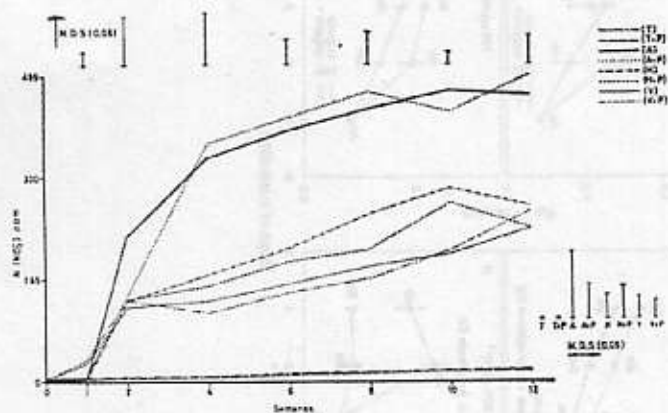


FIG. 3

En cuanto a P asimilable (figura 4), en general se advierte una tendencia hacia el incremento de dicho parámetro a lo largo de la incuba-

ción en todos los tratamientos, a excepción de los de veza, que fluctúan de modo estable y llegan a ser superados incluso por (T) y (T+P) después de la octava semana.

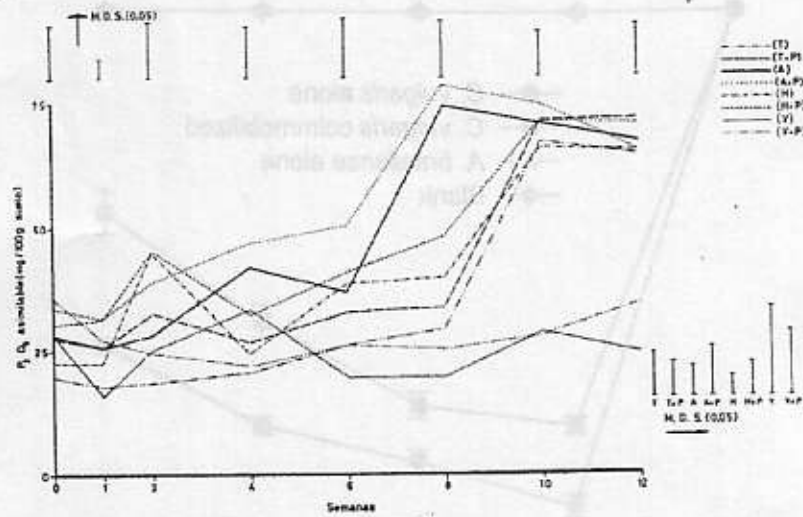


FIG. 4

Los valores correspondientes a S total y (SO_4^{2-}) , respectivamente, se representan en las figuras 5 y 6. Resulta evidente que la aplicación de estos residuos enriquece el suelo en este elemento y que todos ellos promueven la mineralización del mismo si se compara con (T) y (T+P).

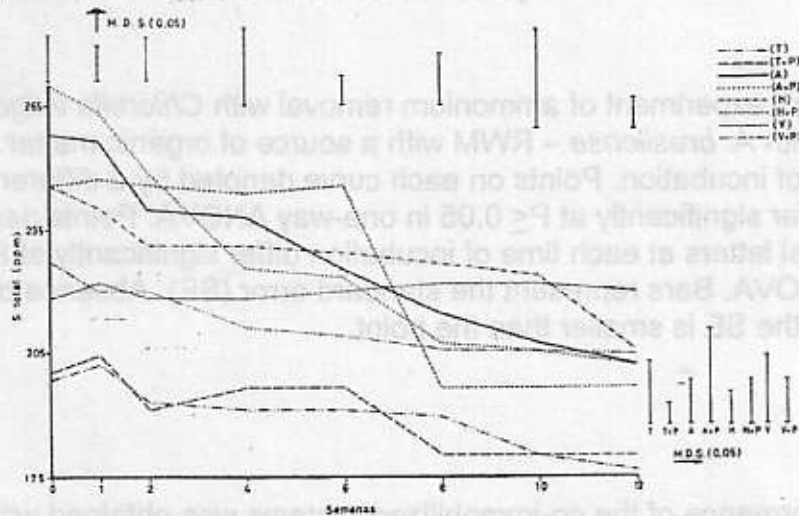


FIG. 5

The best performance of the co-immobilized systems was obtained with *Chlorella vulgaris*. However, in the analysis of the rate of the ammonium during the cycles of incubation of 48 hours the system did not work well because there was no effect of *Aspergillus* on the growth of *Chlorella* or in its capacity to eliminate ammonium. A possible explanation to this aspect is that the cultures used were transferred numerous times on culture medium (nutrient broth), leading to loss of essential genes as is common in many bacterial species. Therefore, new cultures of the strains used (*C. vulgaris* and *A. brasiliensis*) are being reactivated from

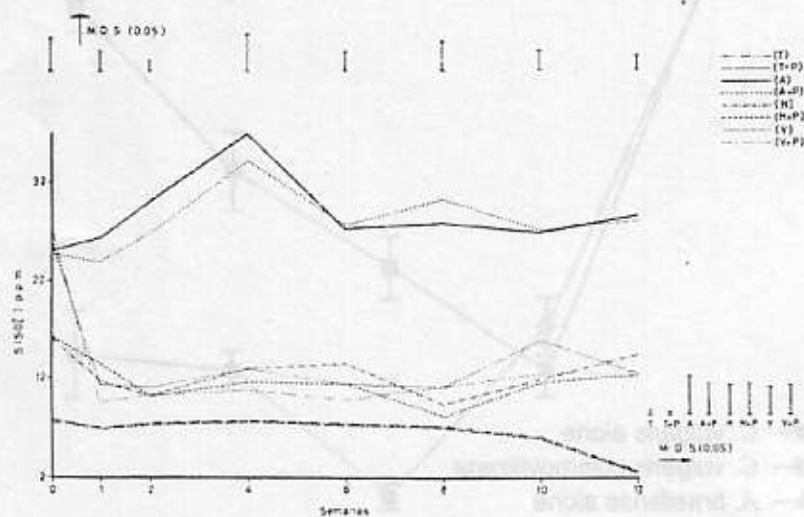


FIG. 6

DISCUSIÓN

Los resultados expuestos en la figura 1 muestran que para todos los tratamientos con abono verde existen considerables pérdidas de materia orgánica entre una y dos semanas, lo que está en consonancia con los valores de CO_2 desprendidos obtenidos en estudios similares durante los primeros estadios del proceso de incubación (Gaur *et al.*, 1971; Debnath y Hajra, 1972), indiscutiblemente ello se deberá a un exacerbado desarrollo microbiano en este período inicial, tal como ha sido comprobado, entre otros, por Bodily (1944).

En lo que atañe a N total (figura 2), todos los tratamientos en que se aplica abono verde incrementan este parámetro con respecto a (T) y (T+P). En un principio, el mayor aumento, en correspondencia lógica con su contenido más alto, lo proporcionan los tratamientos a base de alfalfa y después haba y veza. Posteriormente se aprecia un descenso gradual, indudablemente, como consecuencia del aumento de $\text{N}(\text{NO}_3^-)$, que tiene lugar en dichos tratamientos.

Los valores de $\text{N}(\text{NO}_3^-)$ (figura 3) indican que los materiales verdes adicionados no promueven inmovilización de N en ningún momento, y queda patente que a partir de la segunda semana fomentan una rápida formación de nitratos; esto concuerda con lo manifestado por Ensminger y Pearson (1950), acerca de que debe esperarse una rápida liberación de N cuando los materiales que se incorporan lo contienen aproximadamente en 2,5 por 100 o más. En lo concerniente a este parámetro, la efectividad de los diversos materiales queda establecida en el siguiente orden: alfalfa > haba > veza, de lo que se desprende, por tanto, que, a más alto contenido en N de los residuos aplicados, corres-

ponde mayor formación de nitratos. También en este sentido se encuentran referencias en la bibliografía, así Stewart (1959) obtiene durante seis semanas de incubación valores más elevados de N (NO_3^-), incorporando trébol (3,3 por 100 N) y alfalfa (2,7 por 100 N), que cuando agrego Kudzu (1,6 por 100 N) y lespedeza (1,8 por 100 N).

Birch (1961) no observa cambios significativos de P mineralizado durante los tres primeros meses de haber sometido a incubación diferentes residuos vegetales, guardando cierta concordancia con esta observación, la figura 4 muestra que la movilización de P, hasta la sexta semana, evoluciona de forma lenta, sobre todo si se compara con la producción de N (NO_3^-). La evolución de P asimilable en (T) y (T+P) pone de manifiesto que el proceso de incubación contribuye a incrementarlo; en contraposición, Ghoshal (1975) encuentra una inmovilización progresiva durante el período de incubación, tanto en el tratamiento testigo como en otros a base de estiércol y fertilizantes fosforados; estas discrepancias podrían explicarse como consecuencia de las diferentes características de los suelos utilizados en uno y otro experimento. El contenido superior de fósforo en alfalfa y haba, respectivamente, relación C/P: 146,07 y 172,10, frente al de veza C/P: 286,55 debe ser el factor determinante de la mayor mineralización en dichos tratamientos respecto a los de veza; apreciaciones en este sentido han sido hechas por Debnath y Hajra (1972), que obtienen valores más elevados de fósforo mineralizado con la adición de estiércol (relación C/P: 44,00), que con la de restos vegetales de relación C/P más amplia. Similares observaciones se encuentran en el trabajo de Gaur *et al* (1973), que estudian la humificación de diferentes materiales orgánicos, tales como estiércol, sesbania, paja, etc. En sentido opuesto, Enwezor (1976) observa mayor inmovilización de fósforo al disminuir la relación C/P de diferentes mezclas de guisante y paja adicionadas al suelo.

Los resultados de S total (figura 5), muestran que a medida que avanza el período de incubación se producen pérdidas de este elemento en los tratamientos (T), (T+P), (H), (H+P) y, sobre todo, en (A) y (A+P); esta observación viene avalada por el olor a sulfhídrico, principalmente en los tratamientos en que se adicionó abono verde; los valores correspondientes a los tratamientos (V) y (V+P) fluctúan de manera bastante estable. Las pequeñas ganancias de azufre que se advierten en algunos momentos del experimento podrían estar motivadas por contaminación atmosférica (Whitehead, 1964), no obstante haberse tomado precauciones para evitarla durante la desecación de las muestras a temperatura ambiente; o bien por errores propios del experimento o inherentes al método analítico utilizado (Tiedemann y Anderson, 1971).

El hecho de que a tiempo 0 la cantidad de S asimilable se vea significativamente incrementada en los tratamientos con aporte vegetal cuando se comparan con (T) y (T+P), puede deberse a que dichos aditivos aportan considerable cantidad de S (SO_4^-) (Beaton, 1966; Dijkshoorn y Van Vijq, 1967); también podría suceder que bajo el influjo de los componentes más asimilables que aporta la materia vegetal, se produzca una rápida mineralización de S orgánico durante el secado de las muestras (Kowalenco y Lowe, 1975a).

Aunque los fenómenos de sulfatooxidación y nitrificación guardan bastante similitud (Dommergues y Mangelot, 1970), comparando las figuras 3 y 6 se desprende que en el trabajo que nos ocupa dichos fenómenos han evolucionado de modo distinto, esta misma falta de paralelismo encuentra Kowalenco y Lowe (1975b) entre la mineralización de N y S en cuatro suelos canadienses sometidos a incubación.

Una visión global de los datos relativos a S asimilable (figura 6) indica que todos los tratamientos con abono verde fomentan un incremento significativo de este parámetro respecto a (T) y (T+P). También resulta evidente que (A) y (A+P) superan, significativamente, desde la primera semana a los restantes tratamientos. En cuanto a una explicación de estos resultados, está perfectamente establecido que existe correlación positiva entre el contenido y mineralización de S de los materiales orgánicos incorporados al suelo (Barrow, 1960b; Stewart *et al.*, 1966); en este sentido la relación C/S de la alfalfa es algo inferior a la de los otros materiales, y, podría, por tanto, ser uno de los motivos que ayude a comprender dicho comportamiento. No obstante, se puede encontrar la explicación del fenómeno referido en el hecho que con mucho énfasis resalta Barrow (1960b) relativo a una alta mineralización de azufre promovida por materiales de amplia relación C/S, pero a su vez con alto contenido en N, que, precisamente, son las características de la alfalfa, que posee mayor contenido en nitrógeno que los otros dos materiales. Otra observación relacionada con los resultados de azufre asimilable es la tendencia fluctuante que todos los tratamientos muestran en su evolución; con respecto a esta cuestión, Kowalenco y Lowe (1978) han comprobado que la adición de diferentes formas de nitrógeno, en idéntica cantidad, influyen de modo distinto sobre el azufre asimilable del suelo; esto nos lleva a considerar que, aparte de la variable cantidad de nitrógeno aportado con los diversos tratamientos, la forma en que este nitrógeno evoluciona también debe de repercutir sobre los resultados de azufre asimilable referidos. Indiscutiblemente, posteriores estudios serán necesarios en relación con esta cuestión.

Diferentes autores (Kute y Mann, 1969; Tiwari y Bisen, 1971) han observado que la efectividad del abono verde aumenta cuando se complementa con fósforo; este fue el motivo que nos sugirió introducir los diferentes tratamientos en que se adiciona fósforo. En general, se puede apreciar que dicho complemento no introduce cambios ostensibles respecto a los correspondientes tratamientos sin fósforo; en muchas ocasiones los diferentes parámetros evolucionan de forma paralela en unos y otros tratamientos. Más detalles en este sentido se encuentran, significativamente, matizados en las correspondientes gráficas de resultados.

Desde el punto de vista aplicado, en zonas como la que nos ocupa, al margen de problemas que podrían ser los de índole fitotóxica, los resultados obtenidos soportan la posibilidad de llevar a cabo esta práctica de abonado a primeros de abril, en que ya las temperaturas diurnas son bastante considerables, y después de aproximadamente mes y medio encontrarse el terreno bastante enriquecido en nutrientes y apto para llevar a cabo un cultivo hortícola de verano.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer al Laboratorio de Análisis en serie de la Estación Experimental del Zaidín, la colaboración prestada en la realización de este trabajo.

Este estudio forma parte de un proyecto de investigación subvencionado por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (1976).

RESUMEN

A través de un experimento de incubación que comprendió doce semanas, se ha estudiado el efecto que provoca la adición de diversos materiales verdes de leguminosas sobre los nutrientes N, P y S de un suelo de la región andaluza. Los aditivos utilizados fueron plantas enteras de alfalfa (*Medicago sativa L.*), haba (*Vicia faba L.*) y veza (*Vicia sativa L.*), que se trocero hasta tamaño conveniente y se incorporaron al suelo de acuerdo con un diseño experimental que comprendió diferentes tratamientos.

En lógica correspondencia a su composición química, los tratamientos que incluían abono verde incrementaron significativamente la materia orgánica, nitrógeno total y azufre total del suelo. Significativas pérdidas de materia orgánica tienen lugar en dichos tratamientos, coincidiendo con los primeros estadios del período de incubación. A través del tiempo se advirtieron pérdidas de azufre en todos los tratamientos, a excepción de los de veza; estas pérdidas son muy significativas en los que llevan alfalfa.

Desde una semana de incubación y a lo largo del experimento, la adición de abono verde promueve el incremento de nitratos frente a los tratamientos que no lo contienen; en cuanto a eficiencia, en este aspecto se establece el siguiente orden: alfalfa > haba > veza.

A excepción de los tratamientos con veza, en todos los demás, aun admitiendo ciertas fluctuaciones, resulta evidente un incremento de P asimilable a medida que transcurre el experimento. Los valores más elevados suelen obtenerse a las ocho o diez semanas. Los resultados correspondientes al tratamiento testigo ponen de manifiesto que la incubación contribuye a liberar parte del P fijado por el suelo.

En cuanto a S asimilable, queda patente que desde el inicio del experimento se incrementa significativamente en los tratamientos con aporte vegetal respecto a los que no llevan; desde la primera semana los valores significativamente superiores los ostentan los tratamientos con alfalfa, manteniéndose este comportamiento a lo largo del experimento. La tendencia que muestran dichos tratamientos en su evolución no es definida, sino fluctuante.

Sección de Química Agrícola. Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.). Granada

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, A.; OLIVARES, J.; LACHICA, M.; MONTOYA, E. (1967). «Valor fertilizante de una turba activada». I. *Agrochimica*, 12, 69-77.
- ALLISON, F. E. (1973). «Soil organic matter and its role in crop production». Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, London, New York.
- ASGHAR, M.; KANEHIRO, Y. (1976). Effects of sugarcane trash and pineapple residue incorporation on soil nitrogen, pH and redox potential. *Plant and Soil*, 44, 209-218.
- BARROW, N. J. (1960a). Stimulated decomposition of soil organic matter during the decomposition of added organic materials. *Australian J. Agr. Research*, 11, 331-338.

- (1960b). A comparison of the mineralization of nitrogen and of sulfur from decomposing organic materials. *Australian J. Agr. Research*, 11, 960-969.
- BEATON, J. D. (1966). Sulfur requirements of cereals, tree fruits, vegetables, and other crops. *Soil Sci.*, 101 (4), 267-282.
- BIRCH, H. F. (1961). Phosphorus transformations during plant decomposition. *Plant and Soil*, XV (4), 347-366.
- BODILY, H. L. (1944). The activity of microorganisms in the transformation of plant materials in soil under various conditions. *Soil Sci.*, 57, 341-349.
- BRADBENT, F. E. (1947). Nitrogen release and carbon loss from soil organic matter during decomposition of added plant residues. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 12, 246-249.
- CADAJA, C. (1971). Determinación semiautomática de azufre orgánico y mineral en muestras agrícolas con aparato Leco. *An. Edaf. y Agrobiol.*, XXX (7-8), 817-826.
- CAPITÁN-GARCÍA, F.; GARCÍA-RUIZ, R. (1957). Sobre la determinación de P y K asimilables en los suelos de la Vega de Granada. I. Extracción del P mediante la mezcla acético-acetato amónico. *An. Edaf. y Fis. Veg.*, XVI, 959-970.
- Comisión Métodos Analíticos del Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología (JOSE MARIA ALBAREDA) (1973). Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. An. Edaf. y Agrobiol.*, XXXII (11-12), 1154-1172.
- DEBNATH, N. C.; HAJRA, J. N. (1972). Transformation of organic matter in soil in relation to mineralisation of carbon and nutrient availability. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 20 (2), 95-102.
- DIJKSHOORN, W.; WAN WIJK, A. L. (1967). The sulfur requirements of plants as evidenced by the sulphur-nitrogen ratio in the organic matter, a review of published data. *Plant and Soil*, XXIV (1), 129-157.
- DOMMERQUES, Y.; MANGENOT, F. (1970). *Ecologie Microbienne du Sol*. Masson et Cie., Editeurs. Paris.
- DUBEY, H. D. (1969). Effect of Picloram, Diuron, Ametryne, and Prometryne on nitrification in some tropical soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 33, 893-896.
- ENSMINGER, L. E.; PEARSON, R. W. (1950). Soil nitrogen. *Advanc. Agron.*, 2, 81-109.
- ENWEZOR, W. O. (1976). The mineralization of nitrogen and phosphorus in organic materials of varying C/N and C/P ratios. *Plant and Soil*, 44, 237-240.
- ESTEBAN, E.; GÓMEZ, M.; LAVADO, R. (1973). Determinación de azufre asimilable en suelos típicos de la provincia de Granada. *Agrochimica*, 17 (3-4), 210-217.
- GALLARDO-LARA, F.; AZCÓN, M.; GÓMEZ, M.; ESTEBAN, E. (1979). Poder fertilizante de un «compost» de basura urbana. I. Capacidad de suministro de macronutrientes. *An. Edaf. y Agrobiol.*, XXXVIII (9-10), 1747-1764.
- GALLARDO-LARA, F.; YÁREZ, J.; AGUILAR, A.; OLIVARES, J. (1973). Posibilidades quelantes de diversos «composts» de turba. *An. Edaf. y Agrobiol.*, XXXII(3-4), 289-297.
- GAUR, A. C.; SADASIVAM, K. V.; VIMAL, O. P.; MATHUR, R. S. (1971). A study on the decomposition of organic matter in an alluvial soil: CO₂ evolution, microbiological and chemical transformations. *Plant and Soil*, 34, 17-28.
- GAUR, A. C.; SADASIVAM, K. V.; VIMAL, O. P.; MATHUR, R. S.; KAVIMANDAN, S. K. (1973). Studies on the humification of organic matter in a red Rakar soil. *Zbl. Bakt. Abt. II, Bd. 128*, S. 149-161.
- GHOSHAL, S. (1975). Biological immobilization and chemical fixation of native and fertilizer phosphorus in soil. *Plant and Soil*, 43, 649-662.

- HEJIMOTO, S. (1967). Studies on annual and perennial *Lespedeza*s. XI. Utilization of lespedezas for soil improvement and as source of green manure. Bulletin of the Hiroshima Agricultural College, 3 (2), 52-59.
- JACKSON, M. L. (1958). «Soil Chemical Analysis». Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- JOFFE, J. S. (1955). Green manure viewed by a pedologist. *Advanc. Agron.*, 7, 142-186.
- KOWALENCO, C. G.; LOWE, L. E. (1975a). Evaluation of several extraction methods and of a closed incubation method for studying soil sulfur mineralization. *Can. J. Soil Sci.*, 55, 1-8.
- (1975b). Mineralization of sulfur from four soils and its relationship to soil carbon, nitrogen and phosphorus. *Can. J. Soil Sci.*, 55, 9-14.
- (1978). Effects of added nitrogen on the net mineralization of soil sulphur from two soils during incubation. *Can. J. Soil Sci.*, 58, 99-101.
- KUTE, S. A.; MANN, H. S. (1969). Effect of green manuring on the yield attributes of succeeding crop of wheat. *Indian J. Agric. Sci.*, 39, 18-24.
- LACHICA, M.; AGUILAR, A.; YÁÑEZ, J. (1973). Análisis foliar. Métodos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín (II). *An. Edaf. y Agrobiol.*, XXIII, (11-12), 1033-1047.
- LAURA, R. D. (1975). On the stimulating effects of drying a soil and the retarding effect of drying a plant material. *Plant and Soil*, 44, 463-465.
- OCAMPO, J. A.; BAREA, J. M.; MONTOYA, E. (1975). Interactions between *Azotobacter* and «phosphobacteria» and their establishment in the rhizosphere as affected by soil fertility. *Can. J. Microbiol.*, 21 (8), 1160-1165.
- OLIVARES, J.; LACHICA, M.; AGUILAR, A. (1968). Valor fertilizante de una turba activada. II. «Control de la Fertilización de las Plantas Cultivadas». (II Coloquio Europeo y Mediterráneo), 35-42. Sevilla.
- PRÍMU YUFERA, E.; CARRASCO DORRIEN, J. M. (1973). «Química Agrícola. I. Suelos y Fertilizantes». Editorial Alhambra, S. A. Madrid.
- RECALDE, L.; ESTEBAN, E.; MONTOYA, E.; GARCÍA-RUIZ, E. (1959). Experiencias de abonado en la Vega de Granada. I. Efecto de la adición al suelo de paja y turba. *An. Edaf. y Fis. Veg.*, 18, 33-48.
- SAUERBECK, D. (1963). A critical evaluation of incubation experiments on the priming effect of green manure. Report of the FAO/IAEA Technical Meeting-Volkenrode, 9-14 September, 209-221. Pergamon Press, Oxford.
- SAWADA, Y.; NITTA, K.; IGARASHI, T. (1965). Injury of young plants caused by the decomposition of green manure. Part 2. Causal fungus as an agent of the decomposition. *Soil Science and Plant Nutrition*, 11 (6), 21-25.
- SCHERRATOFF, H. (1949). Some aspects of green manuring. *Soils & Fert.*, 12, 153-59.
- STEWART, B. A.; PORTER, L. K.; VIETS, F. G., Jr. (1966). Effect of sulfur content of straws on rates of decomposition and plant growth. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 30, 355-358.
- STEWART, E. H. (1959). Relative rates of mineralization in soil of organic nitrogen from several forage crops. *Agron. J.*, 51, 51-53.
- TIEDEMANN, A. R.; ANDERSON, T. D. (1971). Rapid analysis of total sulfur in soils and plant material. *Plant and Soil*, 35, 197-200.
- TIWARI, B. P.; BISEN, C. R. (1971). Green manuring of wheat with and without fertilizers. *Indian J. Agron.*, 16 (1), 40-42.
- WHITEHEAD, D. C. (1964). Soil and plant nutrition aspects of the sulphur cycle. *Soil & Fert.*, 27, 1-8.

Recibido para publicación: 16-V-1979