

Incidencia de la Aplicación de un Compost de Basura Urbana y Diferentes Complementos Minerales sobre la Disponibilidad Secuencial de Fósforo para la Planta¹

F. Gallardo-Lara*, R. Delgado Calvo Flores**, R. Nogales**

ABSTRACT

A greenhouse pot experiment was conducted to evaluate the capacity of phosphorus release of an urban refuse dump, either alone or supplemented with different mineral complements. Evaluations were made by determining the phosphorus extracted by six harvests of a ryegrass culture. (*Lolium perenne* L. cv. Argo). After a period of integration and stabilization, compost added to soil promoted a significant increase of the phosphorus extracted by plants. Presumably, that phosphorus came from the mineralization of organic phosphorus present in the compost. This effect was greater when compost was supplemented with a single mineral nutrient (N, P, K or S), especially at the first harvest. Finally, when compost was provided with all nutrients, it promoted a greater uptake of phosphorus by plants than mineral fertilization with all nutrients. That effect was observed with particular significance during the three final harvests.

INTRODUCCION

Un aspecto importante de la fertilización orgánica del suelo radica en que, a través de ella, se aportan nutrimentos que son liberados gradualmente a formas asimilables para la planta. En este sentido, se ha prestado una especial atención al empleo de diferentes materiales orgánicos como fuentes potenciales de nitrógeno (2, 34) y en menor medida, a otros elementos tales como azufre (3, 35) y fósforo.

En relación con este último nutrimento, la mayor parte de los estudios efectuados se han llevado a cabo mediante la aplicación de diversos productos orgánicos, como son los estiércoles naturales (19, 32) y los abonos verdes (15, 37) no existiendo, en cambio, suficiente información acerca de un producto orgánico

COMPENDIO

Se llevó a cabo un experimento con objeto de evaluar la capacidad de cesión de fósforo de un compost de basura urbana, con y sin complementos minerales, a través de la medida del fósforo extraído por seis recogidas de un cultivo de ryegrass. (*Lolium perenne* L. cv. Argo). La adición de compost al suelo, tras un cierto período de integración en el mismo, promueve un aumento significativo del fósforo extraído por el cultivo, que, presumiblemente, proviene de la mineralización del fósforo orgánico del compost. Dicho efecto se encuentra potenciado cuando este material es suplementado con nitrógeno, fósforo, potasio o azufre, especialmente, durante el comienzo del experimento. Por último, la aplicación conjunta de compost y complementos minerales promueve mayor extracción de fósforo por la planta que la fertilización exclusiva mineral, hecho especialmente significativo en las tres últimas recogidas de ryegrass.

de interés especial en la actualidad, como lo es el compost de basura urbana, limitándose la información a lo indicado por otros autores en diversos estudios (11, 36), en los cuales este elemento es tratado conjuntamente con otros nutrimentos.

El objetivo del presente trabajo es incrementar el conocimiento sobre tal aspecto, ya que en el mismo se describen resultados relativos a la influencia de la adición de compost al suelo, con y sin complementos minerales, sobre la absorción secuencial de fósforo por un cultivo de ryegrass.

MATERIALES Y METODOS

Material orgánico y suelo utilizado

El subproducto orgánico ensayado fue compost maduro de basura urbana de la ciudad de Granada (España). El análisis químico del mismo dio los siguientes resultados: pH (H₂O) = 7.1; CE₂₅ = 31.15 mMhos/cm; C orgánico = 25.52% N = 1.40%; P₂O₅ = 0.87%; K₂O = 0.78%; S = 0.26%; Ca = 8.72% y Mg = 0.80%.

Se utilizó el horizonte Ap de un Fluvisol calcáreo de la vega alta del Genil (Granada), cuyo análisis quí-

¹ Recibido para publicación el 2 de mayo de 1987. Los autores agradecen al C.S.I.C. la subvención prestada a este trabajo de investigación que forma parte del Proyecto: Estudio de la materia orgánica del suelo y uso de diferentes fuentes orgánicas para el aumento de la fertilidad del mismo.

* Departamento de Química Agrícola. Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.) Granada. (ESPAÑA)

** Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada (ESPAÑA).

mico y textural se expresa a continuación: $\text{pH}(\text{H}_2) = 7$; Materia Orgánica = 1.64% ; N = 0.125% ; $\text{P}_2\text{O}_5 = 0.043\%$; $\text{K}_2\text{O} = 0.014\%$; $\text{CO}_3 \text{ Ca equiv.} = 15.75\%$; Arena = 41.1% ; Limo: 42.2% y Arcilla = 16.7%

Estos análisis se realizaron según técnicas descritas por diferentes autores (6, 22, 26).

Tratamientos experimentales

Se establecieron 19 tratamientos que se mencionan a continuación: 1(T): Suelo; 2(C): Suelo y compost; 15 tratamientos más que, además de suelo y compost incluían complementos de N, P, K y S, bien individualmente: 3(CN), 4(CP), 5(CK), 6(CS); en combinaciones binarias 7(CNP), 8(CNK), 9(CNS), 10(CPK) 11(CPS), 12(CKS); en combinaciones ternarias 13(CNPK), 14(CNPS), 15(CNKS), 16(CPKS) o en combinaciones cuaternarias 17(CNPKS). Por su parte, se establecieron dos tratamientos más los cuales, además de suelo, incluían exclusivamente fertilización mineral 18(NPKS) y 19(NPKSCaMg).

La cantidad de compost adicionada al suelo fue de 60 t/ha. Los nutrientes minerales añadidos lo fueron en cantidad equivalente a su contenido en el compost.

Experimento de fertilidad

El experimento se realizó en invernadero, en macetas troncocónicas de PVC (baja densidad), de 2.5 l. de capacidad. Cada maceta fue sembrada con 1 000 semillas de ryegrass (*Lolium perenne* L. cv. Argo) que fue recolectado mensualmente hasta obtener un total de seis recogidas. Para cada tratamiento se establecieron seis repeticiones. Otros detalles experimentales, así como las condiciones ambientales en que se desarrolló el ensayo, han sido anteriormente referidos (31).

Una vez secadas y molidas las muestras vegetales recolectadas, correspondientes a cada tratamiento y repetición, se determinó en ellas el fósforo, según metodología descrita por Lachica *et al.* (26).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se expresan los resultados correspondientes a la concentración de fósforo en la planta, para cada uno de los tratamientos efectuados, durante el desarrollo del experimento.

La adición de compost al suelo no provoca variaciones sustanciales de la concentración de fósforo en

Cuadro 1. Concentración de fósforo en parte aérea de ryegrass expresado en % de materia seca. Valor medio de seis repeticiones.

Tratamientos	Recogidas					
	1a	2a	3a	4a	5a	6a
1 (T)	0.28	0.17	0.18	0.17	0.35	0.45
2 (C)	0.29	0.19	0.13	0.16	0.48	0.57
3 (CN)	0.33	0.20	0.16	0.23	0.37	0.65
4 (CP)	0.60	0.43	0.60	0.60	0.67	0.81
5 (CK)	0.43	0.27	0.53	0.41	0.55	0.79
6 (CS)	0.38	0.24	0.56	0.31	0.58	0.82
7 (CNP)	0.56	0.34	0.24	0.37	0.49	0.80
8 (CNK)	0.29	0.20	0.16	0.28	0.28	0.58
9 (CNS)	0.27	0.17	0.17	0.28	0.21	0.37
10 (CPK)	0.60	0.43	0.65	0.28	0.69	0.91
11 (CPS)	0.57	0.40	0.21	0.25	0.57	0.65
12 (CKS)	0.28	0.34	0.54	0.21	0.40	0.47
13 (CNPK)	0.53	0.40	0.41	0.28	0.48	0.69
14 (CNPS)	0.53	0.27	0.21	0.43	0.42	0.73
15 (CNKS)	0.29	0.21	0.26	0.37	0.36	0.49
16 (CPKS)	0.65	0.48	0.46	0.64	0.50	0.76
17 (CNPKS)	0.53	0.24	0.45	0.30	0.37	0.62
18 (NPKS)	0.58	0.31	0.47	0.31	0.37	0.22
19 (NPKSCaMg)	0.42	0.31	0.33	0.25	0.26	0.22
MDS (0.05)	0.08	0.08	0.10	0.10	0.09	0.11

la planta, con respecto al testigo, durante las cuatro primeras recogidas. Esta tendencia ha sido igualmente observada en otros trabajos (5, 23), los cuales indican que solamente se producen incrementos significativos al utilizar dosis elevadas de compost. En nuestro caso, sólo se constataron incrementos del mismo en las dos últimas recogidas.

En cuanto a la aplicación conjunta de compost y fertilizantes minerales, en general, dan lugar a un aumento de la concentración de fósforo en la planta, tanto respecto al testigo como al compost, destacando el aumento producido por la adición de fósforo lo cual refleja que, durante parte del experimento, este elemento tiene carácter limitante.

Por último, la adición exclusiva de fertilizantes minerales también provocan incrementos, aunque en menor grado, que los originados cuando van unidos al material objeto de estudio, especialmente en las dos últimas recogidas.

Desde un punto de vista absoluto, los datos de concentración de fósforo en la planta son similares a los obtenidos por otros autores utilizando dicho material vegetal (9, 33), cumpliendo la mayoría de ellos los requerimientos para la ganadería (27).

La Fig. 1 recoge la evolución del P extraído por la planta en los tratamientos (T), (C), (CN), (CP); (K) y (CS).

La aplicación de compost al suelo (C) en la primera recogida, no produce variaciones significativas con respecto al testigo. Ello indica, por una parte, que el fósforo que contiene el compost debe ser predominantemente de naturaleza orgánica, no asimilable; por otra, tampoco se observan cambios en sentido contrario, que hagan suponer una inmovilización, tal como ha sido descrito para otros materiales orgánicos en experimentos de incubación (14, 16, 17, 18). En la segunda recogida se observa que (C) supera significativamente al testigo; después, en las restantes recogidas, se continúa observando esta misma tendencia que también resulta significativa en el quinto y sexto corte.

Una visión global del comportamiento que configura el tratamiento (C) indica que el material objeto de estudio, una vez incorporado al suelo, promueve un significativo aumento de fósforo asimilable, el cual, principalmente, debe de provenir a través de la mineralización de fósforo orgánico. Estos resultados concuerdan con la idea manifestada acerca de que la adición de materiales orgánicos que contengan 0.3% de fósforo o más, dan lugar a una positiva mine-

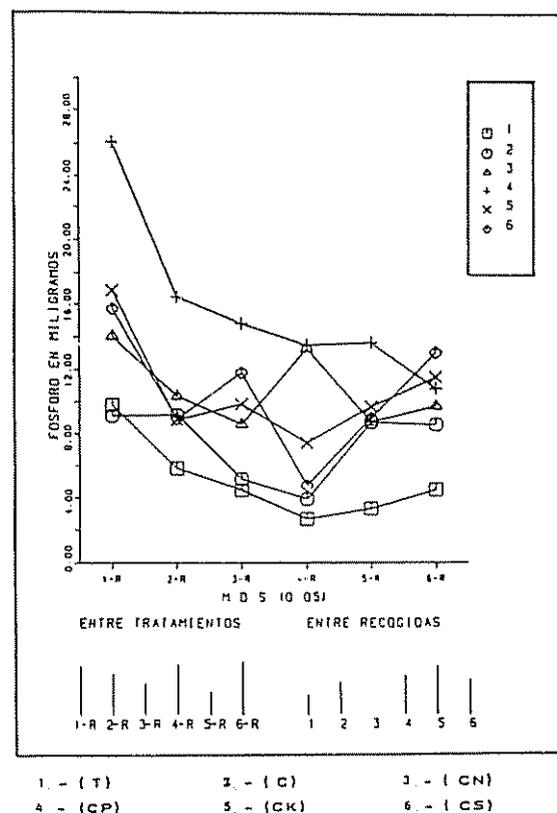


Fig. 1. Evolución del fósforo extraído por la planta, expresado en miligramos, para los tratamientos (T), (C), (CN), (CP), (CK) y (CS). Valor medio de seis repeticiones.

ralización de este elemento (10); en nuestro caso, el compost contiene un 0.87% de P_2O_5 . Así mismo, estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores en ensayos de campo e invernadero (20, 21).

La adición, tanto de nitrógeno como de fósforo, potasio o azufre al compost, favorecen la disponibilidad de fósforo asimilable por la planta, promoviendo aumentos significativos en todas las recogidas respecto a (T) y en algunas de ellas frente a (C).

El marcado efecto del tratamiento (CP) se puede atribuir a que la adición de fósforo inorgánico, de inmediato, resulta asimilable (28) y además, incrementa la mineralización del fósforo orgánico (1, 13).

Los considerables incrementos de fósforo asimilable que promueven tanto (CN) como (CS), están de acuerdo con los resultados obtenidos por Barrow (4) en un estudio de incubación en el cual comprueba que, a niveles altos de N y S añadidos, corresponden valores superiores de fósforo asimilable. En el mismo sentido, Clement (8) indica que la adición de diversas fuentes azufradas incrementan el fósforo asimilable en suelos calcáreos, con la consiguiente repercusión

sobre la planta. Por otra parte, estos resultados contrastan con la inmovilización de fósforo provocada por aportes de nitrógeno efectuados a través de la incorporación de residuos de leguminosas (14).

Las Figs. 2 y 3, además de los tratamientos controles (T) y (C), incluyen los tratamientos constituidos por compost, respectivamente, suplementado con combinaciones binarias y ternarias de los diferentes nutrientes aplicados.

En ambas figuras se confirma la influencia que tiene la adición de diferentes fertilizantes minerales al compost para incrementar el fósforo asimilable, obteniéndose valores significativos respecto al testigo y en algunas recogidas, respecto al compost. Igualmente, se pone de manifiesto la mayor eficiencia de los tratamientos que llevan fósforo, así como el que la aplicación de nitrógeno potencia el efecto del fósforo (CNP). En sentido contrario se advierte una mutua interacción negativa entre el potasio y el azufre (CKS) durante el primer corte; pero, en contrapartida, este tratamiento ocasiona un aumento significativo respecto a (C) en el segundo corte, hecho que no sucede por parte de los tratamientos (CK) y (CS). Algo simi-

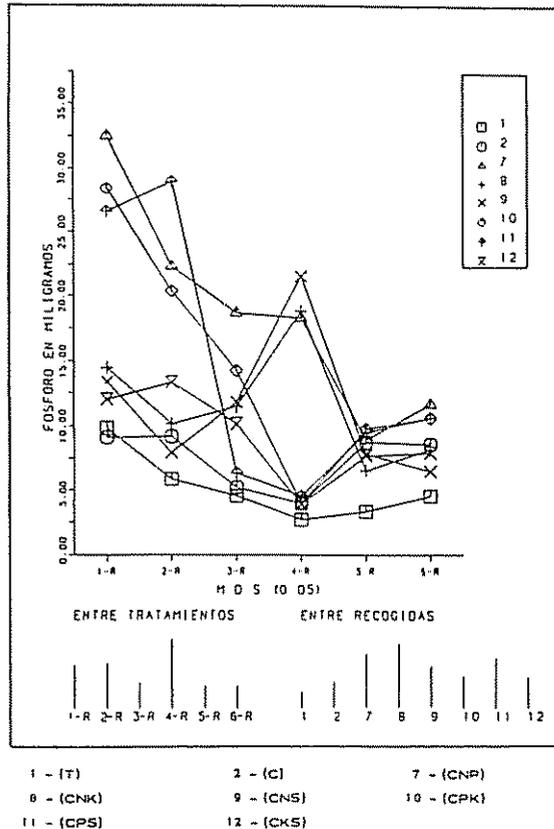


Fig. 2. Evolución del fósforo extraído por la planta, expresado en miligramos, para los tratamientos (T), (C), (CNP), (CNK), (CNS), (CPK), (CPS) y (CKS). Valor medio de seis repeticiones.

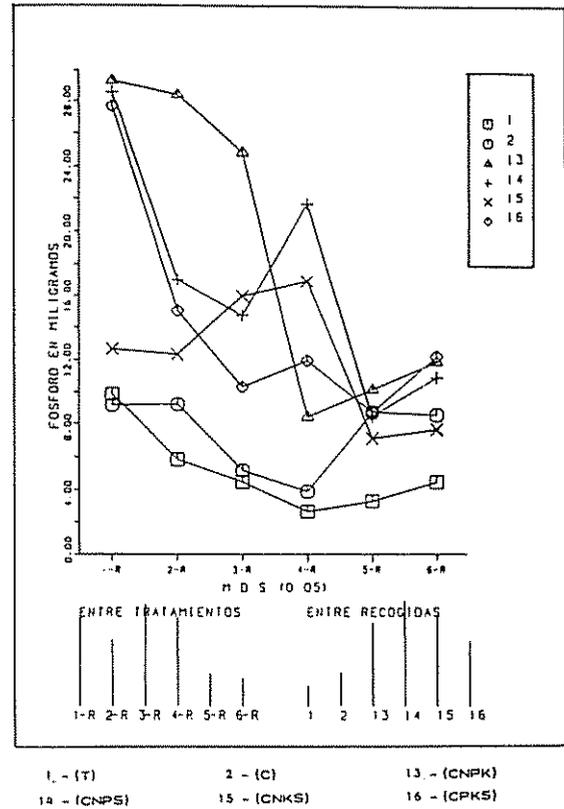


Fig. 3. Evolución del fósforo extraído por la planta, expresado en miligramos, para los tratamientos (T), (C), (CNPK), (CNPS), (CNKS) y (CPKS). Valor medio de seis repeticiones.

lar a lo últimamente descrito sucede en el tratamiento (CNKS), en el cual, en las dos primeras recogidas, no presentan resultados significativos y sí en cambio en la tercera y cuarta

La Fig. 4 expresa la evolución, además de los controles, de los tratamientos (CNPKS), (NPKS) y (NPKSCaMg).

En ella, en forma global, se aprecia que la cantidad de fósforo extraída por la planta es ligeramente superior para el tratamiento (CNPKS), siendo el incremento bastante aproximado al producido por el compost sólo con respecto al testigo (I).

Un análisis detallado revela claramente que (CNPKS) no muestra diferencias significativas respecto a (NPKS) durante las tres primeras recogidas; después, sí se presentan diferencias significativas a favor de (CNPKS) que hay que atribuirles a una liberación de fósforo asimilable por parte del compost, a medida que transcurre su integración en el suelo.

En conjunto, estas observaciones discrepan de las efectuadas por (24, 25) relativas a que la adición de compost y fertilizantes minerales NPK dan lugar a va-

lores de fósforo asimilable inferiores a los que resultan cuando se añaden exclusivamente fertilizantes minerales. Sin embargo, tales observaciones están en concordancia con las obtenidas por El-Baruni y Olsen (12), quienes señalan un aumento mayor del fósforo soluble del suelo cuando se aplica conjuntamente estiércol y superfosfato, con respecto a la adición separada de dichos productos. Asimismo, nuestros resultados confirman las observaciones de Mehta y Daftardar (29) relativas a que la incorporación al suelo de composts de paja de trigo o de basuras urbanas, conjuntamente con mezclas minerales NPK, dan lugar a una extracción mayor, aunque no significativa, de fósforo por un cultivo de trigo, frente a la fertilización exclusivamente mineral.

El efecto beneficioso del compost destaca, sobre todo, cuando (CNPKS) se compara con (NPKSCaMg), ya que lo supera significativamente a lo largo de todo el experimento, con la excepción de la segunda recogida. En el mismo sentido, durante gran parte del experimento (NPKS) ocasiona valores de fósforo asimilable significativamente más elevados que los correspondientes a (NPKSCaMg). Este hallazgo puede explicarse como consecuencia del efecto negativo provocado por los elementos Ca y Mg incorporados los cuales deben dar lugar a compuestos de fósforo insoluble y por tanto, a una inmovilización química similar a la que produce la caliza (7, 30).

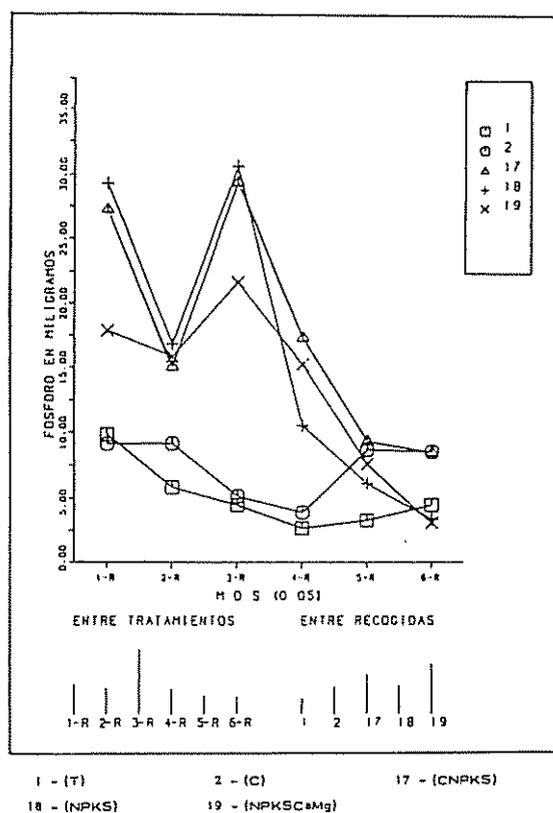


Fig. 4. Evolución del fósforo extraído por la planta, expresado en miligramos, para los tratamientos (T), (C), (CNPKS), (NPKS) y (NPKSCaMg). Valor medio de seis repeticiones.

LITERATURA CITADA

- ACQUAYE, D.K. 1983. Some significance of soil organic phosphorus mineralization in the phosphorus nutrition of cocoa in Ghana. *Plant and Soil* 19(1):65-80.
- 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. 1960. A comparison of the mineralization of nitrogen and sulphur from decomposing organic materials. *Australian Journal of Agricultural Research* 11:960-969.
- BARROW, N.J. 1960. The effect of varying the nitrogen, sulphur and phosphorus content of organic matter on its decomposition. *Australian Journal of Agricultural Research* 11:317-330.
- BENGISON, G.W.; CORNETTE, J.J. 1972. Disposal of composted municipal waste in a plantation of young slash pine: effects on soil and trees. *Journal of Environmental Quality* 2:441-446.
- CADAHIA, C. 1971. Determinación semiautomática de azufre orgánico mineral en muestras agrícolas con aparato LECO. *Anales de Edafología y Agrobiología* 30(7-8):817-826.
- CAIOZZI, M.; PEIRANO, P.; RAUCH, E.; ZUNINO, H. 1968. Effect of seaweed of the levels of available phosphorus and nitrogen in calcareous soil. *Agronomy Journal* 60(3):324-326.
- CLEMENT, L. 1978. Sulphur increases availability of phosphorus in calcareous soils. *Sulphur in Agriculture* 2:324-326.
- CULLETON, N.; FLEMING, G.A. 1983. Mineral composition of ryegrass cultivars. *Irish Journal of Agricultural Research* 22:21-29.
- DALAL, R.C. 1977. Soil organic phosphorus. *Advances in Agronomy* 29:82-117.
- DUGGAN, J.C.; WILES, C.C. Effects of municipal and nitrogen fertilizer on selected soil and plants. *Compost Science* 17(5).

12. EL-BARUNI, B.; OLSEN, S R. 1979. Effect of manure on solubility of phosphorus in calcareous soils. *Soil Science* 128(4):219-224.
13. ENWEZOR, W O. 1966. The biological transformation of phosphorus during the incubation of a soil treated with fresh and rotted organic materials. *Plant and Soil* 25(3):463-466
14. 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.
15. GALLARDO-LARA, F.; VITORINO, B.; AZCON, M.; OCAMPO, J A s.f. Utilización de diversos residuos de leguminosas como abono verde. I Efecto sobre los nutrientes N, P y S. *Anales de Edafología y Agrobiología* 29(5-6):923-934.
16. GHOSHAL, S. 1974. Fate of fertilizer phosphorus under aerobic decomposition. *Plant and Soil* 40:685-688.
17. GHOSHAL, S. 1975. Biological immobilization and chemical fixation of native and fertilizer phosphorus in soil. *Plant and Soil* 41:649-662.
18. GHOSHAL, S.; JANSSON, S L. 1975. Transformation of phosphorus in organic matter decomposition studies with special reference to the immobilization aspect. *Swedish Journal of Agricultural Research* 5:199-208.
19. GRACEY, H.I. 1984. Availability of phosphorus in organic manures compared with monoammonium phosphate. *Agricultural Wastes* 11:133-141.
20. GUPTA, S K.; AKMAL, M.; SINHA, J.P. 1975. Study of the manurial value of supercompost reinforced with single superphosphate. *Proceedings of the National Academy of Science of India* 45A(4):281-286.
21. HORIENSTINE, C.C.; ROTHWELL, D F. 1968. Garbage compost as a source of plant nutrients for oats and radishes. *Compost Science* 9(2):23-25.
22. JACKSON, M.L. 1970. Análisis químico de suelos. Barcelona, OMEGA. Ed. 662 p.
23. KING, L.D.; LEYSHON, A J.; WEBBER, L R. 1977. Application of municipal refuse and liquid sewage sludge to agricultural land. II. Lysimeter study. *Journal of Environmental Quality* 6(1):67-71.
24. KROPISZ, A.; WOJCIECHOWSKY, J. 1978. Mutual effect of mineral fertilizers and composts made from municipal wastes on yields and chemical composition of cabbage. *Roczniki Nauk Rolniczych Serie At* 103(2):164-180.
25. KROPISZ, A.; WOJCIECHOWSKY, J. 1978. Joint effects produced by mineral fertilization and compost of municipal refuse on the yields and chemical composition of carrot roots. *Biuletyn Warzywniczy* 21:127-142.
26. LACHICA, M.; AGUILAR, A.; YAÑEZ, J. 1973. Análisis foliar. Métodos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín. *Anales de Edafología y Agrobiología* 32(11-12):1 033-1 047.
27. LANGILLE, W.M.; MACLEAN, K.S. 1976. Some essential nutrient elements in forest plants as related to species, plant part, season and location. *Plant and Soil* 45:17-26.
28. MAROK, A.S.; DEV, G. 1980. Phosphorus-sulphur relationships in berseem (*Trifolium alexandrinum*) as measured by yield and plant analysis. *Journal of Nuclear Agriculture and Biology* 9:54-56.
29. MEHIA, S.A.; DAFTARDAR, S.Y. 1984. Effects of anaerobically prepared wheat straw composts and city garbage composts on yield and N and P uptake by wheat. *Agricultural Wastes* 10:37-46.
30. MILNE, R.A.; GRAVELAND, D N. 1972. Sewage sludge as a fertilizer. *Canadian Journal of Soil Science* 52:270-273.
31. NOGALES, R.; ZAMORA, M A.; GOMEZ, M.; GALLARDO-LARA, F. 1984. Evaluación del potencial fertilizante de un compost de basura urbana. Efecto sobre germinación y rendimientos secuenciales en cosecha. *Anales de Edafología y Agrobiología* 43(1-2):183.
32. RAHARINOSY, R.V. 1983. Etude de l'influence des différentes doses de fumier sur la libération du phosphorus d'un sol ferrallitique de Madagascar. *Série (Orstom) Pedologie* 20(2):129-146.
33. SMITH, G.S.; GOOLD, G.J.; JOHNSTON, C.M.; UPSDELL, M. 1982. Water use and chemical composition of ryegrass (*Lolium*) cultivars. *Plant and Soil* 69:21-29.
34. STEWART, E. 1959. Relative rates of mineralization in soil of organic nitrogen from several forage crops. *Agronomy Journal* 51:51-53.
35. STEWART, B.A.; WHIFFIELD, C.J. 1965. Effects of crop residues, soil temperature and sulphur on the growth of winter wheat. *Soil Science Society American Proceedings* 29(6):752-755.
36. TERMAN, G.L.; SOILEAU, J.M.; ALLEN, S.E. 1973. Municipal wastes compost: Effects on crop yields and nutrient content in greenhouse pot experiments. *Journal of Environmental Quality* 2(1):84-89.
37. WHITE, R E.; AYOUB, A I. 1983. Decomposition of plant residues of variable C/P ratio and the effect on soil phosphate availability. *Plant and Soil* 74: 163-167.