

REPERCUSION DE UN COMPOST DE BASURA URBANA
SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE P, Na, K, Ca y Mg EN SUELOS

E. Ortega¹; F. Gallardo-Lara² y R. Nogales¹

RESUMEN

Se ha llevado a cabo bajo condiciones ambientales naturales, un experimento en macetas, con objeto de evaluar el efecto que ocasiona, la incorporación de diversas dosis de compost de basuras urbanas (10, 30, 60 y 180 Tm/Ha) sobre el P, Na, K, Ca, y Mg de tres suelos de la provincia de Granada, habiéndose llevado a cabo las determinaciones correspondientes a los dos y cuatro meses del comienzo del ensayo.

La fertilización con compost promueve aumentos proporcionales del Na, K, Ca y Mg en los tres suelos ensayados respecto a las dosis crecientes de material utilizado. Dichos aumentos se mantienen durante el transcurso del ensayo.

Por otra parte este material, aunque inicialmente ocasiona una respuesta variable sobre el P asimilable, en un estadio posterior de lugar a valores positivos de dicho elemento en los tres suelos empleados.

SUMMARY

A pot experiment has been carried out, under natural conditions, to evaluate the effect of several doses (10, 30, 60 and 180 Tm/Ha) of a town refuse compost on the P, Na, K, Ca and Mg content of three soils from the Granada province. The according determinations have been effectuated at two and four months alter running the experiment.

Compost fertilization promotes proportional increases of the Na, K, Ca and Mg content on the soils tested with respect to the increasing doses used. Such increases are maintained throughout all the experimental period.

On the other hand, this material, although giving at the beginning variable response on the available P, it provides afterward reliable positive values on this element in the soils tested.

1. Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada.

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

INTRODUCCION

Actualmente uno de los mayores problemas con los que se enfrenta la sociedad, y que evoluciona de forma paralela al crecimiento del nivel de vida, viene representado por la acumulación progresiva de basuras urbanas, que deben ser al poco tiempo eliminadas, para evitar su impacto negativo sobre el medio ambiente.

Aunque el vertido incontrolado sigue siendo un hecho normal en muchos lugares de nuestro país, la mayor preocupación ciudadana sobre su entorno y la sanidad ambiental, han promovido que desde hace años se vayan utilizando otra serie de procedimientos. Pero igualmente la mayoría de ellos, y también los más usuales, como pueden ser la incineración y el vertido controlado, presentan serios inconvenientes, pues el primero supone un grave riesgo de contaminación atmosférica (15, 39) y el segundo necesita de lugares adecuados así como pueden contaminar los acuíferos subterráneos (1, 17).

Por ello un tratamiento aconsejable es el compostaje de basuras urbanas, que además de reciclar gran parte de los materiales, permite transformar la fracción orgánica de los residuos en un material "compost" susceptible de ser utilizado como abono orgánico para el suelo.

En relación con esta cuestión, desde hace tiempo en los Departamentos de Edafología de la Facultad de Farmacia y de Química Agrícola de la Estación Experimental del Zaidín venimos trabajando sobre la problemática relativa al empleo como fertilizantes del compost de basura urbana de la ciudad de Granada (13, 30, 32).

De otra parte los estudios centrados sobre la transformación de materiales orgánicos adicionados al suelo, se han abordado de manera general a través de ensayos de incubación, bajo condiciones controladas artificialmente (9, 14), habiendo recibido una escasa atención las experiencias desarrolladas en condiciones ambientales naturales.

El presente trabajo incide sobre las cuestiones referidas anteriormente y ha tenido como objeto estudiar la influencia que causa la aplicación de diversas dosis de compost, sobre la disponibilidad de P, Na, K, Ca y Mg de tres suelos de la provincia de Granada, los cuales después de recibir el aporte orgánico se mantuvieron a temperatura ambiente natural.

MATERIAL Y METODOS

Material orgánico y suelos utilizados

El material orgánico ensayado fue compost de basuras urbanas obtenido por la Sociedad SERCONSA en Granada. El análisis del mismo dio los siguientes resultados: pH (H₂O)=7, 0; CE₂₅=32 mMHos/cm; Materia Orgánica=41,50%; N=1,30%; C/N=18,50; P=0,41%; K=0,64%; Ca=7,65%; Mg=0,82%; Na=0,60%; Humedad=39,50%. Todos los datos de concentración vienen referidos a materia seca.

Se utilizaron las capas arables (0-20 cm) de tres suelos de la provincia de Granada, que se identificaron como Luvisol crómico (Lc); Fluvisol calcáreo (Jc) y Cambisol cálcico (Bk). Las determinaciones analíticas de ellos viene recogidas en la tabla I.

TABLA I

Análisis químico y textural de los suelos utilizados en la experiencia

	Luvisol crómico (Lc)	Fluvisol calcáreo (Jc)	Cambisol cálcico (Bk)
Textura	Franco arcilloso	Arcilloso limoso	Arcilloso
pH	7,20	8,30	8,20
M. O. %	1,48	1,90	1,47
N mg/100g	85,40	105,20	76,30
C/N	10,80	10,40	11,20
P ₂ O ₅ mg/100g	19,40	48,70	59,50
CO ₃ ⁼ equiv. %	-	19,20	25,00
CEC meq/100 g	20,80	10,20	27,00
Na meq/100 g	0,60	0,60	0,20
K meq/100 g	1,20	0,55	0,70
Ca meq/100 g	16,50	24,50	25,00
Mg meq/100 g	1,70	2,20	2,50

Las determinaciones analíticas tanto del suelo como del compost se realizaron según metodología descrita por (3, 23, 25, 26).

Experimento de fertilidad

Se efectuaron cinco tratamientos: C₀: Control, muestra que sólo contenía suelo; C₁: Suelo + 10 Tm/Ha de compost; C₂: Suelo + 30 Tm/Ha de compost;

C₃: Suelo + 60 Tm/Ha de compost; C₄: Suelo + 180 Tm/Ha de compost. La cantidad de compost aplicada fue la correspondiente a su peso seco a 105°C.

El ensayo se llevó a cabo, bajo condiciones ambientales naturales, empleando macetas troncocónicas de PVC (baja densidad) de 2, 5 l. de capacidad, perforadas en el fondo y colocadas sobre platos de plástico. En cada una de ellas se depositó una cantidad de suelo, tamizado a 4 mm luz, de 3 kg, que se mezcló homogéneamente con la correspondiente dosis de compost. A lo largo de la experiencia no se efectuó ninguna fertilización complementaria.

Las macetas fueron regadas, al principio del experimento, con iguales cantidades de agua desionizada, de tal manera que la humedad del suelo correspondiese a su capacidad de campo. Posteriormente, fueron regadas periódicamente teniendo en cuenta la intensidad de evapotranspiración. Si accidentalmente las macetas percolaban estos líquidos de drenaje eran vertidos en el siguiente riego.

A los 60 (1^o estadio) y 120 días (2^o estadio) del comienzo del experimento se tomaron muestras del suelo del centro de las macetas en las que se efectuaron las siguientes determinaciones:

Fósforo asimilable: Jackson (23)

Bases de cambio: Na, K, Ca y Mg extraídos en acetato amónico (23).

RESULTADOS Y DISCUSION

Fósforo asimilable

En la tabla II se recogen los resultados correspondientes a la evolución del fósforo asimilable en cada uno de los suelos ensayados.

TABLA II

Evolución del fósforo asimilable expresado en mg/100 g.

SUELOS	DIAS	TRATAMIENTOS				
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Luvisol cromico	60	23, 50	27, 50	40, 00	48, 50	65, 00
	120	66, 00	78, 50	88, 00	88, 00	95, 00
Fluvisol calcareo	60	53, 00	40, 00	43, 00	47, 00	52, 00
	120	61, 00	54, 50	56, 00	73, 00	90, 00
Cambisol calcico	60	62, 50	66, 00	65, 00	67, 00	95, 00
	120	64, 50	68, 00	71, 50	84, 00	85, 00

Los valores obtenidos en cada uno de los tratamientos efectuados dejan patente, durante el 1^o estadio del experimento una respuesta variable a la incorporación del compost en los tres suelos empleados, obteniéndose aumentos del P asimilable tanto en el Luvisol crómico como en el Cambisol cálcico, mientras que en el Fluvisol calcáreo se observa un descenso incluso en el tratamiento C₄ que contenía una dosis elevada de compost. Por el contrario, en el 2^o estadio del experimento, la respuesta es más uniforme, pues generalmente las dosis de compost aumentan el P asimilable en los tres suelos frente a los controles y a los valores obtenidos en el estadio anterior.

Con respecto a esta cuestión, se han referido observaciones discrepantes, ya que Trel (37), Bengtson y Cornette (2) han constatado un efecto positivo promovido por la adición de compost, mientras que Lahv (27) y Diez et al (10) han comprobado el efecto contrario. Por tal motivo, pueden considerarse como lógicas las variaciones constatadas en nuestro estudio.

Pese a la no existencia de un comportamiento concreto respecto a la liberación de P asimilable, globalmente queda patente un efecto positivo promovido por la incorporación de compost y ello concuerda con lo establecido por Dalal (6) respecto a que debe esperarse un hecho de esta índole cuando el material que se incorpora al suelo posee un contenido de fósforo mayor de 0,30%, valor que es superado por el producto objeto de estudio.

De otra parte, la apreciación relativa a que a través del tiempo la liberación de fósforo se hace mayor coincide con los datos señalados por Enwezor (12) que muestran esta misma tendencia en un estudio sobre mineralización de P orgánico.

Sodio extraíble

En la tabla III se recogen los datos relativos a la evolución del sodio extraíble en cada uno de los suelos utilizados.

TABLA III

Evolución del sodio extraíble expresado en meq/100 g.

SUELOS	DÍAS	TRATAMIENTOS				
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Luvisol crómico	60	0,62	1,10	1,16	2,40	4,80
	120	0,92	1,24	1,26	2,50	3,90
Fluvisol calcáreo	60	0,60	0,82	1,22	1,53	1,74
	120	0,51	0,64	1,36	2,12	3,07
Cambisol cálcico	60	0,21	0,21	0,34	1,27	1,48
	120	0,21	0,53	0,78	1,17	1,50

Los diversos tratamientos efectuados promueven, a los dos meses del comienzo del experimento, aumentos ostensibles del sodio extraíble en los tres suelos estudiados, respecto a los controles. De entre ellos destaca el incremento acentuado que causa la dosis más elevada de compost C₄ especialmente en Lc y Bk.

Aunque sobre el particular existen pocas referencias bibliográficas, y la mayoría de ellas se refieren al efecto que ocasionan otros materiales orgánicos, tales como estiércoles de granja o aguas residuales, por lo general se observa un comportamiento similar al nuestro, aunque los aumentos ocasionados por ellos suelen ser variables (7, 21, 38).

Para evitar los altos contenidos de sodio en suelo y la posible salinización y/o alcalinización del mismo (31), Juste (24) indica que los residuos de ciudad antes de ser compostados, deben ser lavados para disminuir la concentración de este elemento en el producto. Pero éste método tiene el inconveniente que además pueden ser lixiviados otros elementos esenciales para la planta como K y B (33). Por ello creemos conveniente utilizar en campo dosis no muy elevadas de compost, siendo las más idóneas las comprendidas entre 60 y 100 Tm/Ha que provocan óptimos rendimientos de cosecha sin afectar sensiblemente el contenido de sodio en planta (11, 34).

A los 120 días del comienzo del experimento, se observa, globalmente, un ligero aumento del sodio extraíble, en los tratamientos con compost, respecto al estadio anterior. Este hecho deja patente que la integración de estos materiales en el suelo dan lugar a un aumento de la disponibilidad de sodio.

Potasio extraíble

En la tabla IV se recogen los resultados correspondientes a la evolución del potasio extraíble en los tres suelos ensayados.

TABLA IV

Evolución del potasio extraíble expresado en meq/100 g.

SUELOS	DIAS	TRATAMIENTOS				
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Luvisol crómico	60	1,20	1,30	1,29	1,60	1,70
	120	1,18	1,28	1,34	1,61	1,91
Fluvisol calcáreo	60	0,58	0,80	1,04	1,17	2,32
	120	0,45	0,68	1,05	1,84	2,62
Cambisol cálcico	60	0,70	0,73	1,73	1,84	2,38
	120	0,71	0,82	1,70	1,91	2,83

La adición de dosis crecientes de compost promueve, a los 60 días del comienzo del experimento, incrementos del potasio extraíble en los tres suelos estudiados. Dichos aumentos son especialmente notables en el Fluvisol calcáreo y en el Cambisol cálcico, caracterizados ambos por un contenido de potasio menor que en el Luvisol crómico, lo cual indica que el mayor contenido de este último amortigua los posibles cambios a que da lugar el compost.

Estos resultados ponen de manifiesto la capacidad de estos materiales para enriquecer el suelo en potasio, y por consiguiente mejorar la nutrición potásica de la planta, tal como ha sido descrito por otros autores al trabajar con materiales similares al nuestro (11, 16, 28). También se ha evidenciado este efecto al estudiar otros productos eminentemente orgánicos, como restos vegetales (4,5).

A los 120 días del comienzo de la experiencia, los valores de potasio son similares a los obtenidos en el estadio anterior, apreciándose únicamente aumentos cuando se emplearon dosis de compost muy elevadas. Este hecho deja patente que la cesión del potasio por estos materiales se efectúa al poco tiempo de su incorporación al suelo, permaneciendo posteriormente en él, lo que confirma las observaciones efectuadas por Horstentine y Rothwell (20) acerca de una liberación inmediata de dicho nutriente por estos subproductos comprendida entre un 71 y 98 %

Calcio extraíble

En la tabla V se relacionan los valores relativos a la evolución del calcio extraíble en cada uno de los suelos utilizados.

TABLA V

Evolución del calcio extraíble expresado en meq/100 g.

SUELOS	DIAS	TRATAMIENTOS				
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Luvisol crómico	60	16,40	17,80	18,20	19,60	23,40
	120	16,60	16,20	17,60	19,10	24,80
Fluvisol calcáreo	60	25,80	26,20	27,00	28,40	31,20
	120	28,30	24,40	23,70	25,15	34,80
Cambisol cálcico	60	25,20	25,	26,80	27,40	30,60
	120	24,30	25,00	26,10	26,80	29,90

La incorporación de compost de basura urbana, en el primer estadio del experimento, aumenta el calcio extraíble en los tres suelos estudiados, especialmente cuando se utiliza la dosis de compost más elevada, aunque dicho incremento es menos importante que el observado para el caso del potasio o sodio. De entre los suelos ensayados, es en el Lc, con un menor contenido en calcio, donde se producen comparativamente los mayores aumentos.

Este efecto, aunque más ostensible, ha sido igualmente observado por otros autores al trabajar con compost de basuras urbanas, aunque la mayoría de ellos utilizaron en sus experimentos suelos ácidos (11, 18) ó ligeramente ácidos (19, 20). Por el contrario en suelos neutros o neutros alcalinos, Wallinford et al (38) con estiércol de vaca y Morel (29) con aguas residuales, no observan cambios apreciables o a lo sumo ligeros aumentos del calcio extraído cuando las dosis empleadas eran muy elevadas.

En un estadio posterior, se observa con alguna excepción, un ligero descenso del calcio extraíble, respecto al estadio anterior, lo que revela que parte del calcio liberado por estos materiales debe bloquearse, principalmente por precipitación en formas de sales minerales (carbonatos, fosfatos...).

Magnesio extraíble

En la tabla VI se recogen los resultados correspondientes a la evolución del magnesio extraíble en los tres suelos empleados.

TABLA VI

Evolución del magnesio extraíble expresado en meq/100 g.

SUELOS	DIAS	TRATAMIENTOS				
		C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Luvisol crómico	60	1,80	1,90	2,20	2,60	3,60
	120	1,82	1,87	2,13	2,45	3,63
Fluvisol calcáreo	60	2,30	2,50	2,80	3,20	4,50
	120	2,45	2,47	2,63	3,10	4,72
Cambisol cálcico	60	2,60	2,70	2,90	3,10	3,68
	120	2,50	2,65	2,82	3,02	3,63

La evolución del magnesio en cada uno de los tratamientos efectuados, sigue unas pautas similares a las observadas anteriormente en el calcio, ya que en el primer estadio de la experiencia, la fertilización con compost aumenta el magnesio extraíble frente a los controles, mientras que en estadios posteriores se observa en la mayoría de los tratamientos un ligero descenso respecto al estadio anterior.

Globalmente, los resultados obtenidos, que coinciden con lo señalado por otros autores (8, 35, 36), dejan patente que el abonado con compost de basuras urbanas mejoran las cantidades de calcio y magnesio en suelos ricos en ambos elementos, lo que resulta un hecho positivo por parte de estos materiales, ya que pueden contribuir a solucionar estados deficitarios de estos nutrientes en planta, que pueden tener lugar momentáneamente en suelos calcáreos (22).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Sociedad SERCONSA S.A. la facilidad prestada al proporcionarnos compost de basura urbana de la ciudad de Granada, para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. ARTIOLA-FORTUNY, J. y FULLER, W.H. (1982).— Phenols in municipal solid wastes leachates and their attenuation by clay soils.— *Soil Science* 133 (4), 218-227.
2. BENGTON, G.W. y CORNETTE, J.J. (1973).— Disposal of compost municipal waste in a plantation of young slash pine: effects on soil and trees. *J. Environ Quality*, 2, 441-444.
3. COMISION DE METODOS ANALITICOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA "José María Albareda". (1973). Determinaciones analíticas en suelos. Normalización de métodos. 1. pH, materia orgánica y nitrógeno. *Anal. Edaf. y Agrobiol.* XXXII (11-12), 1153-1172.
4. COURPRON, C. y HENIN, M.S. (1969). Valeur fertilisante de residues de végétaux riches en potasse. *Academie d'agriculture de France. Extrait du procès verbal de Séance*, 85-97.
5. CHATTERJEE, B.N.; SINGH, K.I.; PAL, A. y MAITI, S. (1979). Organic manures as substitutes for chemical fertilizers for high-yielding rice varieties. *Indian, J. Agric. Sci.* 49, (3), 188-92.
6. DALAL, R.C. (1977). Soil organic phosphorus. *Advances in Agronomy.*, 29, 82-117.
7. DAVID, D.J. y WILLIAMS, C.H. (1979). Effects of cultivation on the availability of metais accumulated in agricultural and sewage treated soils. *Prog. Wat. Tech.* 11 (4/5), 257-264.
8. DE HAAN, S. (1981). Results of municipal waste compost research over more than fifty years at the institute for soil fertility at Haren/Groningen, the Netherlands. *Neth. J. Agric. Sci.* 29, 49-61.
9. DELL'AGNOLA, G. y FERRARI, G. (1979). Characteristics of laboratory prepared humified organic matter as affected by the composition of starting materials. *Soils Sci.* 128, (2), 105-109.
10. DIEZ, T. y WEIGELT, H. (1980). Fertilizing effect of refuse compost and sewage sludge. *Landwirth. Forsch.* 33, (1), 47-66.

11. DUGGAN, J.C. y WILES, C.C. (1976). Effects of municipal and nitrogen fertilizer on selected soils and plants. *Compost Sci.* 17, (5).
12. 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.
13. GALLARDO-LARA, F.; AZCON, M.; GOMEZ, M. y ESTEBAN, E. (1979). Poder fertilizante de un compost de basura urbana. *Anal. de Edaf. y Agrobiol.* XXXVIII, (9-10), 1747-1764.
14. GAUR, C.; SADASIVAM, K.V.; VIMAL, O.P. y 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.
15. GERSTLE, R.W. y ALBRINCK, D.N. (1982). Atmospheric emission of metals from sewage sludge incineration. *J. Air Pollution Control Association*, 32, (11), 1119-1123.
16. GODOFROY, J. (1979). Composition de divers résidues organiques utilisés comme amendement organo-minéral. *Fruits*, 34, (10), 579-584.
17. HOEKS, J. (1977). Mobility of pollutants in soil and groundwater near waste disposal sites. In: Effects of urbanization and industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality-Symposium IAHS-AISH, Publ. N^o 123, Wageningen. 380-388.
18. HORSTENTINE, C.C. y ROTHWELL, D.F. (1968). Garbage compost as a source of plant nutrients for oats and radishes. *Compost Sci*, 9 (2), 23-25.
19. HORSTENTINE, C.C. y ROTHWELL, (1972). The use of municipal compost in reclamation of phosphate-mining sand tailings. *J. Envir. Quality*, 1 (4), 415-418.
20. HORSTENTINE, C.C. y ROTHWELL, D.F. (1973). Pelletized municipal refuse compost as a soil amendment and nutrients source for sorghum. *J. Envir. Quality*, 2, (3), 343-345.
21. HORTON, M.L.; SCHNABEL, R.R. y WIERSMA, J.L. (1977). Soil and crop response to applied animal waste. *Er Land as a waste management alternative*. Ed. R.C. Loehr. 703-712. Michigan.
22. JACKOBSEN, S.T. (1979). Interaction between phosphate and calcium in nutrient uptake by plant roots. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10 (1-2), 141-152.
23. JACKSON, M.L. (1970). *Análisis Químico de Suelos*. Ed. Omega. S.A. 662 pp. Barcelona.
24. JUSTE, C. (1980). Avantages et inconvenients de l'utilisation des composts d'ordures ménagères comme amendement organique des sols ou supports de culture. *Jornadas Internacionales sobre el Compost*. 15 pp. Madrid.
25. LACHICA, M.; RECALDE, L. y ESTEBAN, E. (1965). Análisis foliar. Métodos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín. *Anal. Edaf. y Agrobiol.* XXIV (9-10), 589-610.
26. LACHICA, M.; AGUILAR, A. y YAÑEZ, J. (1973). Análisis foliar. Métodos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín. II. *Anal. Edaf. y Agrobiol.* XXXII (11-12), 1033-47.
27. LAHV, E. (1976). Effect of farmyard manure, poultry manure and town refuse compost on the mineral content of the soil and leaves in banana plantation. *Fruits*, 31, (12), 733-738.
28. MAYS, D.A.; TERMAN, G.L. y DUGGAN, J.C. (1973). Municipal compost: Effects on crop yields and soil properties. *J. Envir. Quality*, 2 (1), 89-92.
29. MOREL, J.L. (1977). Contribution a l'étude de l'évolution des boues résiduaires dans le sol. *Thèse de Doct. Ing.* 117 pp. Université de Nancy.
30. NOGALES, R.; GALLARDO-LARA, F. y DELGADO, M. (1982). Aspectos físico-químicos y microbiológicos del compostaje de basuras urbanas. *Anal. Edaf. y Agrobiol.* XLI. (5-6), 1159-1174.
31. ORTEGA, E.; AGUILAR, J. y BENARROCH, R. (1979). Estudio comparativo de compost de aplicación agronómica. *Ars Pharmaceutica*, XX (4), 367-376.

32. ORTEGA, E.; NOGALES, R. y DELGADO, M. (1981). Modificación en la porosidad de un suelo por la adición de un compost de basura urbana. *Anal. Edaf. y Agrobiol.* XL (9-10), 1735-1747.
33. PURVES, D. y MCKENZIE, E.J. (1974). Phytotoxicity due to boron in municipal compost. *Plant and Soil*, 40, 231-235.
34. TERMAN, G.L.; MAYS, D.A. (1973). Utilization of municipal solid waste compost: Research results at Muscie Shoals, Alabama. *Compost Sci.* 14 (1), 18-21.
35. TERMAN, G.L.; SOILEAU, J.M. y LLEN, S.E. (1973). Municipal wastes compost: Effects on crop yields and nutrient content in greenhouse pot experiments. *J. Env. Quality.* 2 (1), 84-89.
36. TIETJEN, C. (1969). Utilisation du compost. *Schweizerische zeitschrift für hydrologie*, 31, (2), 526-542.
37. TRENEL, M. (1961). Zur Bodenverbesserun durch Rof, verratteten Müll und Klärschiam. *Albrecht-Thaer-Arch.* 5, 199-215.
38. WALLINGFORD, G.W.; MURPHY, L.S.; POWERS, W.L. y MANGES, H.L. (1975). Effects of beent-feediot manure and lagoon water on iron, zinc, manganese and cooper content in corn and in DTPA soil extracts. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 39, (3), 482-487.
39. WILKINS, E.S. y WILKINS, M.G. (1983). Review of pyrolisis and combustion products of municipal and industrial wastes. *J. Environ-Sci. Health, A* 18 (6), 747-772.