

CALIDAD DEL COMPOST PROCEDENTE DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE DE PUERTO REAL (CÁDIZ)

Gordillo Romero, M.D.

Prof. Asociada de Ingeniería Química Departamento de Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente. Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos. Universidad de Cádiz.

Garrido Pérez, C.; Rodríguez Barroso, R.

Becarias Universidad de Cádiz Dpto. Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente. Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos. Universidad de Cádiz.

Quiroga Alonso, J.M.

Prof. Titular de Medio Ambiente Dpto. Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente. Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos. Universidad de Cádiz.

Sales Márquez, D.

Catedrático de Medio Ambiente Dpto. Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente. Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos. Universidad de Cádiz.

SUMMARY: The compost taken from the Compost Plant, treating urban solid residues from the Consorcio Bahía de Cádiz in the municipal district of Puerto Real, Cádiz, has been analysed for its particular qualities over the years 1990-1996. With this in mind we have determined the most important of parameters with a view to defining the quality of this organic fertiliser extracted from urban solid residues (USR): pH, conductivity, rejection through net meshing, humidity, organic matter, carbon, nitrogen, C/N relationship, cadmium, copper, nickel, lead, tin, zinc and mercury. The compost gathered complies with the established legal requisites concerning fertilisers and their related substances. The quality in the first years of this study is better due possibly to the construction of the bio-recycling plant leaving the latter as a holding plant.

Resumen

Se ha caracterizado el compost procedente de la Planta de Compostaje de Residuos Sólidos Urbanos del Consorcio Bahía de Cádiz enclavada en el término municipal de Puerto Real (Cádiz), durante el período comprendido entre los años 1990 y 1996. Para ello se han determinado los parámetros más importantes que definen la calidad de este abono orgánico procedente de los residuos sólidos urbanos (RSU): pH, conductividad, rechazo por malla, humedad, materia orgánica, carbono, nitrógeno, relación C/N, cadmio, cobre, níquel, plomo, estaño, zinc y mercurio. El compost obtenido cumple con los requisitos establecidos en la legislación sobre fertilizantes y afines, y es de mayor calidad en los primeros años de este estudio, debido posiblemente a que la planta de compostaje comienza a ser utilizada como estación de transferencia para la estación de Biorreciclaje que se está construyendo en la actualidad.

Introducción

Residuos sólidos urbanos

El concepto de residuos en general, está definido en la bibliografía de diversas formas. Así, la O.C.D.E. (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico) define a los residuos como "aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no alcanzan, en el contexto en que son producidas, ningún valor económico". Por su parte, los residuos urbanos o municipales se definen, según el artículo 3 del Capítulo I de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE del 22 de abril de 1998) como "los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquéllos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades". Tendrán también la consideración de residuos urbanos los siguientes:

- Residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas.
- Animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados.
- Residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

La cantidad de residuos sólidos urbanos (RSU) producidos en una ciudad depende esencialmente del hábitat, nivel de vida y costumbres de la población, del clima y de sus variaciones anuales y estacionales, de los movimientos más o menos importantes de la población y del modo de acondicionamiento de los artículos de consumo.

En España se producen al año aproximadamente 14,5 millones de toneladas de RSU, lo que significa que cada ciudadano produce, por término medio, aproximadamente 1 kg de deshechos al día. Esta producción no es homogénea, y varía entre 1,5

Tabla 1.- Sistemas de eliminación de residuos sólidos urbanos en España, en el año 1993

Sistema de tratamiento	t/año	%	Nº de centros
Vertido incontrolado	4.261.701	29,89	-
Vertido controlado	7.799.185	54,72	118
Compostaje	1.559.955	10,94	24
Incineración:			
• Con recuperación de energía	496.200	3,48	4
• Sin recuperación de energía	138.882	0,97	14
Totales	14.255.923	100,00	160

Kg/persona-día (para poblaciones de más de 1.000.000 habitantes); 1,3 (para una ciudad comprendida entre 100.000-1.000.000 habitantes); 1,0 (en poblaciones entre 20.000-100.000) y 0,8 (en localidades de menos de 20.000 habitantes) [1].

En la Tabla 1 se muestran los sistemas de eliminación de residuos sólidos urbanos en España en el año 1993. Se observa que el sistema de tratamiento más importante y extensivo es el vertido controlado, seguido por el vertido incontrolado, el compostaje y, finalmente, la incineración. A la vista de estos resultados, se puede concluir que el compostaje constituye la forma de tratamiento más común para el aprovechamiento de los residuos.

Compostaje

Los RSU constituyen una fuente de materia orgánica para los suelos muy estimable que es necesario aprovechar. Entre sus principales características y propiedades cabe destacar, además del aporte de materia orgánica, con ausencia de elementos patógenos; el aumento de la capacidad de retención de agua de los terrenos, lo que le confiere alta resistencia frente a las sequías; la mejora de la porosidad de los suelos, facilitando su aireación y aumentando la permeabilidad y, por último, el aporte a los cultivos de elementos nutrientes.

El compostaje consiste, básicamente, en la transformación, mediante fermentación controlada, de la materia orgánica fermentable presente en los RSU para la obtención de un producto inocuo y con buenas propiedades como fertilizante y como abono que recibe el nombre de compost. Éste proporciona al suelo la continuidad de su

riqueza fertilizante, asegura su estructura y el equilibrio ideal en la composición de sus tres aspectos fundamentales: físico, químico y biológico.

Los factores que afectan al proceso de compostaje se derivan de la naturaleza del sustrato y del desarrollo del mismo, así como del tipo de población de microorganismos presentes que actúan sobre el sustrato. Los principales residuos que se destinan a la producción de compost son de origen agrícola, ganadero, urbano (basuras y lodos), industrial y forestal. Las características físicas y químicas de cada uno de ellos dependen de su procedencia [2].

La legislación vigente estipula unos criterios mínimos de calidad,

que vienen definidos según la Orden de 25/5/98 [3] sobre la composición y comercialización de fertilizantes y afines. No obstante, los criterios de calidad seguidos en este trabajo de investigación son los referentes a la Orden 14-6-1991, la cual estaba vigente durante el transcurso de este estudio y se concretan en los términos recogidos en la Tabla 2. En esta legislación, se especifica el contenido mínimo de principios activos (% en peso), con indicaciones relativas a la evaluación de dichos principios activos y otros requisitos. Con relación a los metales pesados, se muestran los límites máximos admitidos (L.M.A.).

Las reglamentaciones que han estado vigentes desde la aparición del Real-Decreto 72/1988, de 5-2-1988 de ordenación y control de fertilizantes y afines, y hasta la Orden actual, son, por orden de aparición: Real Decreto 72/1988, de 5-2-1988, de ordenación y control de los fertilizantes y afines; Orden 14-7-1988, sobre composición y comercialización de fertilizantes y afines; Real Decreto 877/1991, de 31-5-1991 sobre ordenación y control de fertilizantes y afines; Orden 14-6-1991, sobre composición y comercialización de fertilizantes y afines; Orden 11-7-1994 sobre composición y

Tabla 2.- Criterios de calidad para fertilizantes y afines

DENOMINACIÓN DEL TIPO	Compost
INDICACIONES RELATIVAS A MODO DE OBTENCIÓN Y A LOS ELEMENTOS ESENCIALES	Producto obtenido por fermentación controlada de residuos orgánicos
CONTENIDO MÍNIMO DE PRINCIPIOS ACTIVOS (% EN PESO). INDICACIONES RELATIVAS A LA EVALUACIÓN DE PRINCIPIOS ACTIVOS. OTROS REQUISITOS:	
Nitrógeno orgánico	1 % s.m.s.
MATERIA ORGÁNICA TOTAL	25 % s.m.s.
HUMEDAD	Menor del 40 %
Partículas que pasarán por la malla de 25 mm	90 %
ELEMENTOS PESADOS	
• Cadmio	40 p.p.m.
• Cobre	1750 p.p.m.
• Níquel	400 p.p.m.
• Plomo	1200 p.p.m.
• Zinc	4000 p.p.m.
• Mercurio	25 p.p.m.
• Cromo	750 p.p.m.
ELEMENTOS FERTILIZANTES CUYO CONTENIDO HA DE GARANTIZARSE. FORMAS Y SOLUBILIDADES DE LOS ELEMENTOS FERTILIZANTES. OTROS CRITERIOS:	
NITRÓGENO TOTAL	
NITRÓGENO ORGÁNICO	
MATERIA ORGÁNICA TOTAL	
HUMEDAD MENOR DEL 40 %	
CONTENIDO ELEMENTOS PESADOS	

Tabla 3.- Medias de los parámetros analizados en el período de estudio (1990 – 1996)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
PH	7,76	7,84	7,93	8,06	7,84	8,31	7,80
Conductividad (mS/cm)	8,76	8,23	8,68	10,02	10,50	13,12	14,60
Humedad (%)	31,19	32,51	38,89	29,79	28,11	26,52	42,95
Rechazo por malla 25 mm (%)	1,91	0,98	1,01	0,05	0,02	0,07	0,00
Materia Orgánica (% s.m.s.)	32,91	30,96	33,48	18,70	18,50	18,62	38,10
Carbono (% s.m.s.)	19,08	17,97	19,42	10,86	10,73	10,80	22,15
Nitrógeno Kjeldahl (% s.m.s.)	1,19	1,21	1,22	0,87	0,96	0,90	0,80
Relación C/N	16,75	14,94	16,16	14,64	14,56	11,94	40,69
Nitrógeno Orgánico (% s.m.s.)	1,08	1,00	1,02	0,76	0,79	0,67	0,79
Cadmio (ppm)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cobre (ppm)	111,83	73,75	87,67	59,33	112,92	268,25	39,34
Cromo (ppm)	32,5	63,18	64,17	82,42	32,45	50,70	21,59
Níquel (ppm)	21,92	32,8	42,45	62,17	30,00	55,00	30,40
Plomo (ppm)	349,17	610,00	670,42	361,25	1294,09	410,00	726,7
Zinc (ppm)	362,92	296,29	346,36	238,33	515,45	435,00	375,40
Mercurio (ppm)	19,57	32,78	6,50	<5	<5	<5	<5

comercialización de productos fertilizantes y afines; Orden 29-5-1997 sobre composición y comercialización de productos fertilizantes y afines; Orden 28-5-1998 de ordenación y control de los fertilizantes y afines.

Planta de Compostaje de RSU

El Consorcio Bahía de Cádiz (CBC), entidad pública de ámbito supralocal, da tratamiento en la actualidad a los Residuos Sólidos Urbanos de 36 municipios de la provincia de Cádiz, lo que supone una población superior a los 850.000 habitantes, un 73 % de la población provincial. En 1998 recibieron tratamiento 415.000 Tm de RSU.

La Planta de Tratamiento de RSU del Consorcio Bahía de Cádiz, en la cual se ha realizado el muestreo de este trabajo de investigación, está ubicada en el término municipal de Puerto Real. Dicha planta recibe los RSU de 5 municipios ubicados en su provincia, lo que supuso, en 1995, por ejemplo, un 55 % del total de residuos que se trataron en toda la provincia. En la actualidad, y desde 1997, dicha planta ha dejado de funcionar como fábrica de compostaje y se utiliza como estación de transferencia de RSU de los municipios con destino al vertedero de Miramundo.

El proceso de tratamiento seguido en la fábrica de Puerto Real estaba basado en la homogeneización de los residuos en un foso de recepción y posterior trituración de los mismos, rechazándose los residuos de gran

volumen que se llevaban a vertederos controlados; los subproductos férricos eran retirados mediante electroimán para pasar posteriormente a un cribado con un diámetro de 30 mm, para el compostaje. Éste consistía en una fermentación rápida y un proceso de maduración, obteniendo finalmente un compost maduro y estable que se comercializó como abono o corrector de suelos. Este proceso fue el primero que se instauró en esta planta, en el año 1972. El 100 % del compost así obtenido se comercializaba en las viñas del Marco de Jerez. Desde el inicio del funcionamiento de esta planta hasta su cierre se han producido casi 5 millones de toneladas, las cuales se han vendido en su totalidad.

Material y métodos

Muestreo

Las muestras estudiadas corresponden al período comprendido entre los años 1990 y 1996. Se analizaron en total 84 muestras, lo que se corresponde con una muestra mensual.

Determinaciones analíticas

Los parámetros analíticos determinados fueron: pH, conductividad, humedad, rechazo por malla (25 mm), materia orgánica, carbono, nitrógeno Kjeldahl, relación C/N, nitrógeno orgánico, cadmio, cobre, níquel, plomo, zinc, mercurio y cromo. La metodología analítica empleada básicamente es la propuesta por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [4] u otros Organismos Oficiales [5].

Los valores de pH y conductividad se han determinado por suspensión acuosa de la muestra. La humedad mediante calentamiento de la muestra a 100 °C y la materia orgánica por calcinación de la misma. Para el análisis del contenido en nitrógeno se sometió la muestra a una digestión ácida con la formación de un complejo de amonio y una posterior destilación en medio alcalino. Para la determinación de metales pesados se sometió la muestra a un ataque ácido y a una posterior digestión. El contenido en estos metales se determinó mediante las técnicas de espectroscopía de emisión atómica (plasma acoplado inductivamente) y espectroscopía de

Tabla 4.- Concentración de metales pesados (ppm) en compost de basuras urbanas. Normativas españolas.

	Cobre	Cromo	Níquel	Zinc	Plomo	Cadmio
Sevilla ^[12,13]	180-220	30-110	30-80	500-1500	300-500	3-5
Murcia ^[14]	428-524	110-258	146-195	624-707	124-290	3-5
Madrid ^[15]	550	83-136	81-224	1340	413-681	7
Italia ^[16]	154	73	65	724	329	2
España	97-622	23-300	30-250	496-2640	110-800	1-8
Europa	70-975	20-350	25-400	300-3000	100-1385	0-53
Normativa fertilizantes y afines (RD 72/1988, BOE NUM. 191, 10.8.1988)	1750	750	400	4000	1200	40
Normativas lodos de depuración (RD 1310/1990, BOE NUM 262, 1.11.1990)						
pH < 7	1000	1000	300	2500	750	20
pH > 7	1750	1500	400	4000	1200	40
Suelos ^[19]	2-100	5-1000	10-1000	10-300	2-200	0,01-7



absorción atómica en horno de grafito. En el caso del mercurio, la técnica utilizada fue espectroscopía de absorción atómica (vapor frío). El contenido en carbono se dedujo a partir del contenido en materia orgánica y la relación C/N mediante el valor de estos dos parámetros.

Resultados y discusión

La composición de un compost varía considerablemente en función de varios factores entre los que cabe destacar: la pluviosidad de la zona, las características de los residuos, que dependen, a su vez, del nivel socioeconómico de la comunidad, del grado de industrialización, y del proceso de compostaje empleado.

En la Tabla 3 aparecen recogidos los valores medios anuales de todos los parámetros analizados a lo largo del período de estudio (1990-1996).

El pH oscila en torno a 8,00, valor ligeramente alcalino propio de la fase final de la maduración del compost, debido a las propiedades naturales de amortiguador o tampón de la materia orgánica. Durante los 7 años de estudio, tal como se observa en la figura 1, el pH ha oscilado entre 7,8 y 8,3, considerándose valores normales ya que ninguno ha superado el valor de 8,5 por encima del cual se hubiera producido pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco.

La conductividad sigue una tendencia ascendente desde los años 1991 con un valor medio de 8,23 mS/cm hasta 14,6 mS/cm en el año 1996 (figura 2).

El rechazo por malla (25 mm), representado en la figura 3, oscila en torno al 0 % a lo largo de todo el período, lo cual muestra una gran homogeneidad en la granulometría del compost y un adecuado funcionamiento del equipo empleado en la trituración.

El contenido en humedad (figura 4) se mantiene en torno a un 30 %, excepto en 1992 y 1996 donde se tienen valores medios del 38,89 % y del 42,95 % respectivamente. Este último valor, que supera levemente el L.M.A. (40 %), es debido, probablemente, a la pluviosidad registrada ese año, que fue muy superior a la media registrada en los años anteriores (figura 5).

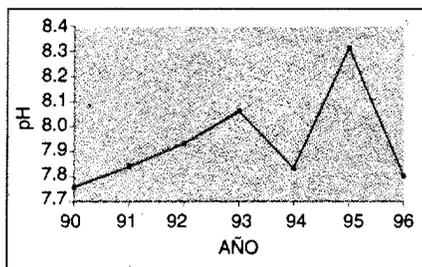


Figura 1. pH

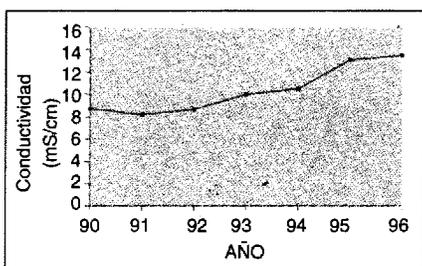


Figura 2. Conductividad (mS/cm)

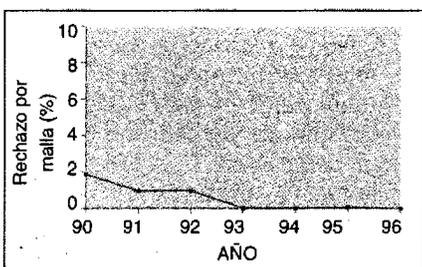


Figura 3. Rechazo por malla (%)

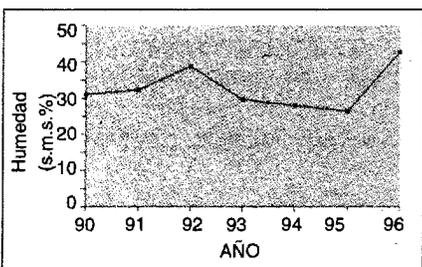


Figura 4. Humedad (% s.m.s.)

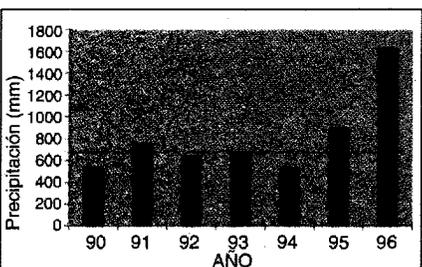


Figura 5. Pluviometría (mm) de la zona durante el periodo 90-96

También puede influir, en esta variación de la humedad, la composición media de la basura.

Los valores de materia orgánica, representados en la figura 6, oscilan alrededor del 30 % en los primeros años, disminuyendo posteriormente

hasta aproximadamente un 20 %, con excepción del año 1996, donde se obtiene el valor más alto para este parámetro. Con estos valores se garantiza el 25 % de materia orgánica requerido según la legislación.

La evolución del nitrógeno total o del nitrógeno Kjeldahl es una buena fuente de información sobre el grado de madurez del compost, además de su valor como principal elemento fertilizante del producto maduro siendo la fracción de nitrógeno orgánico la responsable de la fertilización a largo plazo [6]. Como se observa en la figura 7, hasta el año 1992, el contenido en nitrógeno orgánico era superior al 1 % (mínimo exigido por la legislación), sin embargo a partir de este año, este valor disminuye, quedando en torno al 0,8 %, valor también muy próximo al mínimo exigido.

Por último, en la figura 8, se muestra el contenido en carbono (deducido a partir del contenido en materia orgánica) y la relación C/N. Este último parámetro presenta un valor medio de 14,8 hasta 1996, donde se incrementa considerablemente, hasta un valor de 40,69. Valores tan altos indican que el proceso de compostaje no ha finalizado correctamente y que, por tanto, el nitrógeno se convierte en un nutriente limitante, empeorando la calidad del compost. Estos valores también pueden ser debidos a la composición de las basuras o al cambio en la utilidad de la planta de compostaje, la cual empieza a cambiar de planta de fabricación de compost a estación de transferencia de residuos sólidos. En estos casos, se suele aumentar el contenido de nitrógeno mezclando el compost con lodos de depuración de aguas residuales, desperdicios de mataderos, restos de pescado, etc.

La acumulación de elementos pesados en el suelo o en la atmósfera, en cantidades excesivas, puede representar un problema considerable para el buen desarrollo de la vegetación o incluso para el hombre [6]. En la Tabla 3 se observa que el valor anual medio para el cadmio es, en todos los casos, inferior a 5 ppm, siendo 40 el L.M.A.. El cobre, representado en la figura 9, oscila entre 50 y 100 ppm, muy por debajo del L.M.A. (1750 ppm), llegando a un valor medio de 268,25 en el año 1995, pero

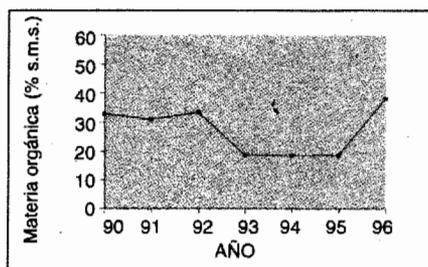


Figura 6. Materia orgánica

que decae notablemente en el año 1996. El cromo y el níquel, representados en la figura 10, muestran tendencias similares, pero, en ningún caso, superan los límites máximos admitidos (750 y 400 ppm respectivamente). El plomo y el zinc, representados en la figura 11, tampoco presentan ningún problema, excepto en el año 1994, que el nivel de plomo en el compost fue excesivamente alto, superando levemente los 1200 ppm que admite como máximo la legislación. Por último, los niveles de mercurio son altos al inicio de este estudio, pero disminuyen considerablemente a lo largo de él, llegando a niveles inferiores a 5 ppm.

El control del contenido en oligoelementos o metales pesados es de vital importancia puesto que pueden presentar peligro por acumulación excesiva en el terreno. Los metales pesados tienden a acumularse preferentemente en las raíces de las plantas, y en menor grado en hojas y frutos [7, 8, 9, 10, 11]. Por ejemplo, el Cd y Pb son fácilmente absorbidos por las plantas a concentraciones tales que pueden ser tóxicos para el hombre. El Cd puede provocar la eliminación de proteínas en la orina. Otros, por el contrario, originan niveles de toxicidad en las plantas pudiendo llegar hasta la muerte.

Actualmente en España existen dos normativas que regulan los contenidos máximos de metales pesados admitidos en el compost. La primera hace referencia a sustancias fertilizantes y afines (Orden 28-5-1998, que desarrolla el Real Decreto 72/1988, BOE num. 191/1988) y la segunda, que aunque únicamente hace referencia a lodos de depuradora (Real Decreto 1310/1990, BOE num. 262/1990), también puede ser aplicada a estos materiales, ya que en muchos casos el compost de basuras urbanas incluye lodos de

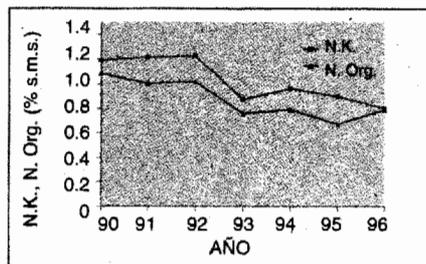


Figura 7. Nitrógeno Kjeldhal y Nitrógeno orgánico

depuración, y además porque esta normativa especifica los niveles máximos permitidos en función del pH del suelo (Tabla 4).

Si se comparan los niveles de metales detectados en el compost de Puerto Real, con los encontrados en otras plantas de compostaje españolas (Tabla 4) el rango en los que oscilan los valores de Cd (<5), Cr (21 – 82) y Ni (21 – 62) se asemeja bastante a los encontrados para la ciudad de Sevilla, Cd (3 – 5), Cr (30 – 110) y Ni (30 – 80). Como ya se ha comentado anteriormente, el Cu alcanza un máximo de 268 ppm en 1995 y un mínimo de 39 en 1996, permaneciendo el resto de los años en el rango similar a los encontrados en otros lugares como Sevilla (180 – 220) e Italia (154). El Zn presenta niveles bajos en comparación con otros lugares, mientras que el Pb se mantiene en un rango muy parecido al rango general para España (110 – 800), excepto en el año 1994 que sufre un aumento considerable, llegando casi a alcanzar el máximo que presenta Europa (1385), siendo muy parecido a los 1200 ppm que presentan los lodos de depuradoras a pH > 7, y por lo general, se mantiene bastante más alto que los valores encontrados en el rango para el suelo (2 – 200).

Conclusiones

El compost procedente de la Planta de Compostaje de RSU del Consorcio Bahía de Cádiz en la localidad de Puerto Real, cumple con los requisitos establecidos en cuanto a su composición, aunque a medida que transcurren los años de estudio, se va empobreciendo en carbono y nitrógeno orgánico. Este empobrecimiento puede ser causado por la disminución en la producción de compost a lo largo del periodo de estudio, ya que se programaba el cierre de la Planta, que se produjo definitivamente en el

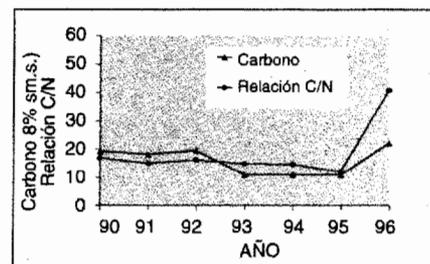


Figura 8. Carbono y Relación C/N

año 1997.

La variación de la humedad, conductividad y materia orgánica que se produce en el año 1996 puede ser debida a la pluviosidad registrada este año, que fue muy superior a la registrada en los años anteriores.

Los niveles de metales pesados se mantienen, en general, por debajo de los límites máximos admitidos según la legislación, con excepción del mercurio en el año 1991, y el plomo en el año 1994, que supera levemente este límite, pero se encuentra dentro del rango de concentración encontrado en compost de residuos sólidos urbanos en Europa.

Desde el punto de vista medioambiental, este compost no presenta riesgos de contaminación por parte de los metales pesados, puesto que el efecto de dilución resultante al añadirlo al suelo agrícola, disminuye la concentración de los mismos.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo desean expresar su más sincero agradecimiento a la empresa Consorcio Bahía de Cádiz y al Departamento de Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente de la Universidad de Cádiz por la colaboración prestada en la realización del mismo.

Bibliografía

- [1] Fernández, J.; Aretera, J.; Dorado, E.; Otero, L.; Castell, C.; Leon, A.; Liso, J.; Lucas, J.; Peralta, J.; Cuadros, S.; Campaire, C. y Portugal, F. (1984). "Tratamiento y reutilización de los residuos urbanos". II Congreso Nacional sobre recuperación de los recursos de los residuos, Soria, 155-205.
- [2] López Garrido, J.; Pereira Martínez, J. y Rodríguez Acosta, R. "Eliminación de los R.S.U." Editores técnicos asociados, S.A. Barcelona. 1980.
- [3] ORDEN de 28 de mayo de 1998 que desarrolla el Real Decreto 72/1998, de 5-2-

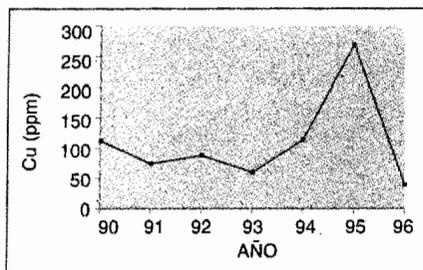


Figura 9. Cobre

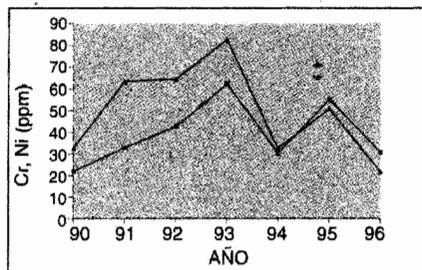


Figura 10. Cromo y Níquel

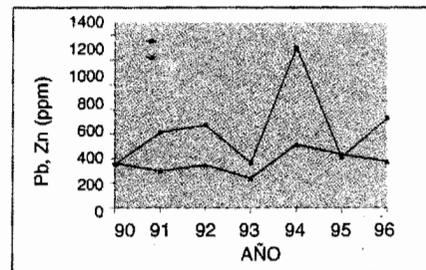


Figura 11. Plomo y Zinc

1988 de ordenación y control. B.O.E. núm. 131, p.18028

[4] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. "Métodos Oficiales de Análisis". Tomo III. M.A.P.A. (D.G.P.A.). Madrid. 1986.

[5] Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Ed. W. Horwitz. Washington DC 20044.

[6] Dobao, M.M.; Tejada, M.; Benitez, C. Y Gonzalez, J.L. (1997) "Compostaje de residuos de algodón". Residuos, nº 38, 61-65

[7] Santos Cuadros García; (1985). "Compostaje". Comunicación correspondiente al I Congreso Andaluz de Residuos Sólidos Urbanos. Consorcio Bahía de Cádiz. Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

[8] Sáiz-Jiménez, C.; Mazuelos, C.; Senesi, N.; Martín-Vivaldi, J.A.; Hervás, L. (1985) "Metales pesados en compost de lombrices". Comunicación correspondiente al I Congreso Andaluz de Residuos Sólidos Urbanos. Consorcio Bahía de Cádiz. Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

[9] Nogales, R.; Elvira, C.; Benitez, E. Gallardo.Lara, F. (1996)."Uso agrícola de

compost y vermicompost de basuras urbanas (III): Capacidad de cesión de nutrientes al suelo y la planta". Residuos nº 29, 61-67

[10] Nogales, R.; Elvira, C.; Benitez, E. Gallardo.Lara, F. (1996)."Uso agrícola de compost y vermicompost de basuras urbanas (IV): Riesgos sobre el suelo y la planta". Revista Residuos nº 31, 42-45.

[11] Nogales, R.; Gallardo-Lara, F.; Benitez E.; Soto, J.; Harvás, D. Y Polo, A. (1995). "Metal availability in a soil after heavy application of nickel and lead in different form". Water Air Soil Pollution, 15 p. (En prensa).

[12] Murillo, J.M.; Hernández, J.M.; Barroso, M. y Troncoso, A. (1989a). "Successive application of composted municipal refuse (I). Effect on selected plant characteristics". Agr. Med., 119, 226-235.

[13] Murillo, J.M.; Hernández, J.M.; Barroso, M. y García, E. (1989b). "Producción frente a contaminación en la utilización agrícola de compost urbanos". Anal. Edaf. Agrobiol. 48, 143-160.

[14] Ayuso, M.; Pascual, J.A.; García, C.; Hernández, T.; Costa, F. (1993). "Residuos urbanos: Caracterización para su adecuada

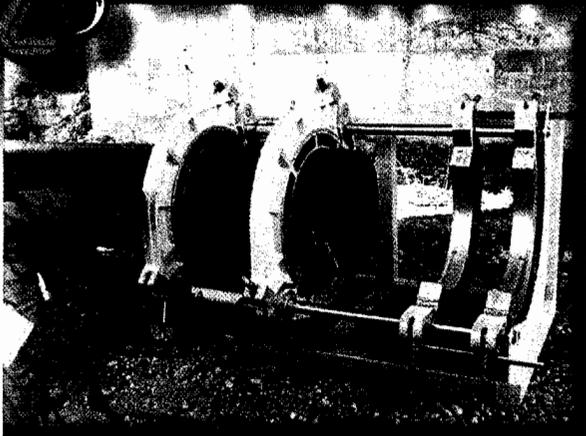
utilización en zonas áridas, en J.F. Gallardo-Lancho (ed.). El estudio del suelo y de su degradación en relación con la desertificación". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Salamanca., 541-550.

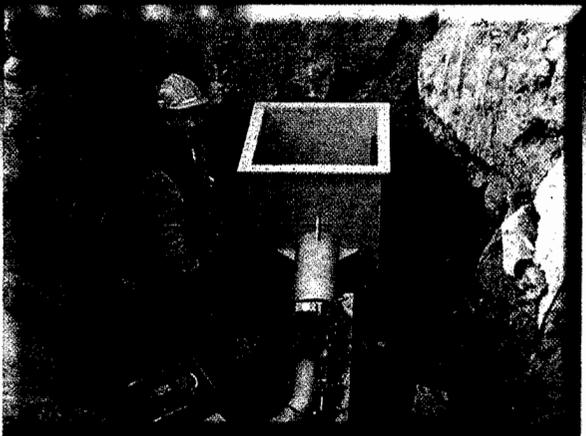
[15] Díaz-Marcote, I. (1995)."Aprovechamiento del compost de los residuos sólidos urbanos. Estudio de su capacidad fertilizante y del efecto sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo". Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid. 281 p.

[16] Casalicchio, G.; Graziano, P.L. (1987). "A comparison of the chemical properties of compost and wormcasting from solid municipal waste and sewage sludge". En A.M. Pagliari y P. Omodeo (eds). On earthworms. Selected Symposia and Monographs U.Z.I. Modena. P., 437-457.

[17] Hornick, S.B. (1983). "The interaction of soils with waste constituents". En "Land Treatment of Hazardous Wastes", J.F. Parr, P.B. Marsh y J.M. Kla, eds. Noyes Data Corp. Park Ridge, New Jersey, 4-19.

- **Accesorios para tuberías PE y PP**
- **Alquiler de máquinas de soldar por electrofusión a tope y socket, en todas las medidas**
- **Asesoramiento de soldadura en obras**
- **Arquetas y colectores especiales para industria**
- **Tubos para extracción de gases y placas de impermeabilización en salas de proceso con ambientes corrosivos**





Plàstics