

[FERTILIZACIÓN ORGÁNICA]

Compost de residuos sólidos urbanos: fertilizante y enmienda

A. I. Roca Fernández

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. INGACAL. Xunta de Galicia

Una de las vías que contribuye a mantener la sostenibilidad de los ecosistemas naturales es la aplicación de compost procedente de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) como fertilizante y enmienda orgánica de suelos, ya que permite recuperar los nutrientes contenidos en ellos (materia orgánica y elementos fertilizantes), posibilitando el cierre de los ciclos biogeoquímicos y minimizando el impacto negativo que éstos ejercen sobre el medio ambiente. Basándose en esta premisa previa se realizó una experiencia de campo en 49 parcelas experimentales situadas en la Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana de A Coruña y a las que se les adicionó compost de RSU.



Foto 1. Los residuos sólidos urbanos apilados en las calles de nuestras ciudades representan un grave problema medioambiental.

[La problemática de los residuos sólidos urbanos

Antiguamente, la eliminación de los residuos derivados de las actividades humanas no planteaba un problema medioambiental grave, ya que la población era pequeña y la cantidad de terreno disponible para su asimilación era grande. Sin embargo, con el desarrollo de la sociedad actual el problema de los RSU comienza a ser cada vez mayor sobre todo en las zonas urbanas y semiurbanas, no sólo en lo que se refiere a la cantidad de los residuos que se generan (difícilmente asimilables por la naturaleza), sino, y de forma importante, a la calidad de los mismos (**Foto 1**).

Según datos del Plan de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de Galicia del 2003 este patrón de comportamiento se observa por igual en las cuatro provincias gallegas, destacando A Coruña y Pontevedra con una mayor producción media de RSU (1,06 y 1,04 kg/hab/día, respectivamente).

[Valor agronómico del compost procedente de RSU

El compost es un material agrónomicamente completo y fuente inestimable de recursos minerales, estando reconocido mundialmente como fertilizante (suministrador de nutrientes) y enmienda orgánica de suelos (mejorador de la estructura del suelo). Desde un punto de vista agrícola, la aplicación de compost al suelo no debe ser entendida como algo aislado y referido única y exclusivamente a la calidad y características del mismo, sino ligado a la propia problemática del suelo donde se va a aplicar, así como de los cultivos existentes (**Foto 2**).

[Uso de compost de RSU en diferentes suelos de cultivo: experiencias de campo

El presente estudio se llevó a cabo durante los años 2000-2001 en 49 parcelas experimentales de 4 m² situadas en la Mancomunidad de Mu-

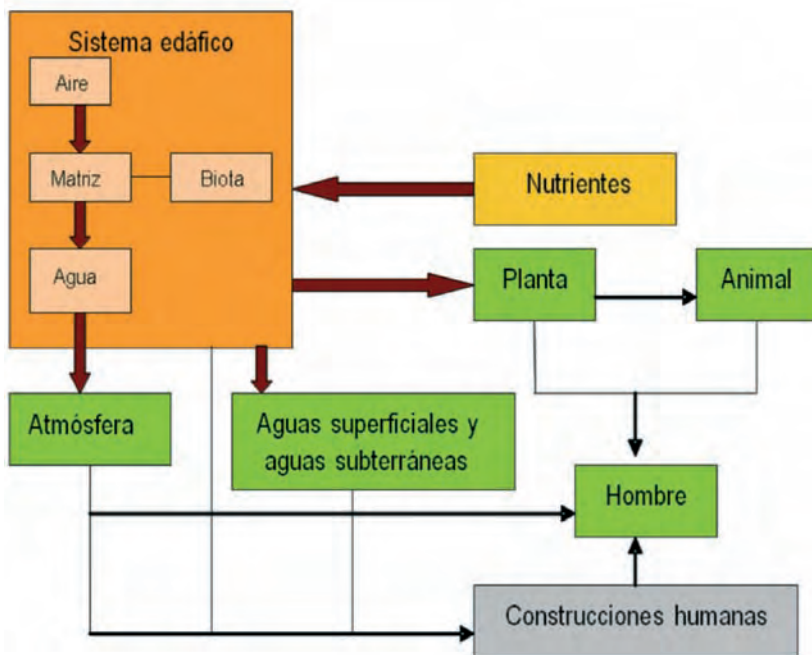


Foto 2. La dinámica de los nutrientes en el suelo y las interacciones entre planta-animal-hombre-medioambiente son importantes factores que se han de tener en cuenta a la hora de lograr una adecuada aplicación del compost

nicipios del Área Metropolitana de la provincia de A Coruña, a las que se les adicionó compost producido por digestión anaerobia de RSU, siendo la dosis de aplicación de 50 t/ha y en las que se encontraban representados los cultivos más comunes de la zona (Roca Fernández, 2005) (**Foto 3**).

El compost es un material reconocido mundialmente como fertilizante (suministrador de nutrientes) y enmienda orgánica de suelos (mejorador de la estructura del suelo)

Se realizó un muestreo aleatorio, tomándose varias submuestras de suelo de la capa arable (0-20 cm) en 4-5 puntos de cada subparcela. A continuación, se efectuó la homogeneización y consiguiente disgregación de los terrones manualmente para su posterior secado al aire y tamizado mediante un tamiz de luz de malla de 2 mm a fin de eliminar piedras, gravas, raíces y otros fragmentos presentes.

Se determinaron las propiedades físicas y químicas del suelo siguiendo los métodos oficiales propuestos por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1995).

Los materiales originarios más abundantes fueron los esquistos per-

tenecentes a la serie del Complejo de Órdenes y en menor medida rocas graníticas y rocas básicas. El cultivo mayoritario fue el maíz forrajero seguido por cultivos típicos de huerta como lechugas, patatas, pimientos y repollos, etc. La productividad obtenida tras la adición de compost, se puede considerar como buena para la mayoría de los productos cultivados si bien algunos participantes afirman no haber observado mejora alguna en el rendimiento de sus cosechas ni en la calidad de sus productos (**Foto 4**).

Se realizó también un análisis estadístico descriptivo de las series de datos obtenidas, calculando parámetros estadísticos como media, mediana, desviación estándar, límites máximos y mínimos, tercer cuartil y coeficiente de variación para los diferentes parámetros físicos y químicos del suelo.

[Análisis de resultados

Calidad física, química y microbiológica del compost experimental

A continuación se comparan en la **Tabla 1** los resultados de los análisis realizados para la determinación de la calidad física, química y microbiológica de un compost considerado de calidad agronómica buena y el uso en nuestras experiencias de campo, pudiéndose apreciar como el compost usado de forma experimental se ajusta perfectamente a los márgenes de calidad establecidos por la Normati-



Foto 3. El proceso de obtención de compost, tras la digestión anaerobia de los RSU, en una planta de tratamiento.



Foto 4. Uso de compost como fertilizante y enmienda orgánica en diferentes suelos de cultivo (ej. maíz forrajero).

Tabla 1:

Propiedades físicas, químicas y biológicas de un compost de calidad agronómica y el experimental.

PROPIEDADES FÍSICAS	COMPOST DE CALIDAD	COMPOST EXPERIMENTAL
Granulometría	90% partículas pasarán por malla de 25 mm	100% partículas pasan por malla de 20 mm
Tamaño partículas inertes	< 10 mm	< 10 mm
Elementos extraños	< 3%	< 3%
Humedad	< 40%	< 40%
PROPIEDADES QUÍMICAS	COMPOST DE CALIDAD	COMPOST EXPERIMENTAL
pH	Neutro o ligeramente alcalino	pH KCl=7,30 pH H ₂ O= 7,32
Materia orgánica total	> 35 %	51,20 %
Nitrógeno total	> 1 %	3,12 %
Relación C/N	< 18	9,52
Fósforo total	> 0,43 %	0,85 %
Calcio	> 1,40 %	1,85 %
Magnesio	> 0,20 %	2,05 %
Sodio	Baja salinidad	0,76 %
Potasio	> 0,41 %	1,10 %
PROPIEDADES BIOLÓGICAS	COMPOST DE CALIDAD	COMPOST EXPERIMENTAL
Patógenos	Ausencia	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia	Ausencia

va vigente en España desde el año 1998 por lo que resulta adecuado para su aplicación como fertilizante y enmienda orgánica en diferentes suelos de cultivo (**Tabla 1**).

Propiedades físicas del suelo

Textura del suelo: En la **Tabla 2** se presenta un resumen estadístico para las cinco fracciones granulométricas (AG, AF, LG, LF y Ar) de parcelas sin y con compost, siendo la más abun-

dante la fracción arena (con un contenido medio de AG y AF similar) seguida por la fracción limo (con un contenido medio de LF>LG) y en último lugar se encuentra la fracción arcilla. Sin embargo, y a pesar de la abundancia de la fracción arena, la más importante por ser la más activa es la fracción arcilla puesto que se asocia a los materiales orgánicos, asegura la cohesión de los agregados, fija cationes y aniones sobre los lugares de cambio además de retener el agua, etc.

Tabla 2:

Estadística descriptiva de las distintas fracciones granulométricas analizadas.

SIN COMPOST	Media	Mediana	Desv.	Mín.	Máx.	3º Cuartil	C.V.
Arena Gruesa (AG)	20,35	18,23	12,09	4,96	57,53	24,71	59,41
Arena Fina (AF)	22,56	22,97	6,99	6,24	37,70	26,55	30,98
Limo Grueso (LG)	7,32	7,16	3,35	0,60	13,33	9,94	45,77
Limo Fino (LF)	29,29	28,50	8,73	11,97	43,37	37,67	29,81
Arcilla (Ar)	20,49	20,09	4,42	10,76	30,57	23,44	21,57
CON COMPOST	Media	Mediana	Desv.	Mín.	Máx.	3º Cuartil	C.V.
Arena Gruesa (AG)	25,19	21,54	14,17	6,89	58,64	33,77	56,25
Arena Fina (AF)	23,87	25,23	9,04	1,82	39,85	29,22	37,87
Limo Grueso (LG)	4,92	4,21	3,17	0,76	13,79	7,04	64,43
Limo Fino (LF)	24,13	21,83	10,24	9,02	47,89	34,07	42,44
Arcilla (Ar)	21,88	21,55	4,51	13,70	29,57	25,88	20,61

Desv.= Desviación típica; Mín.= Mínimo; Máx.= Máximo; C.V.= Coeficiente variación

Propiedades químicas del suelo

pH del suelo: En la **Tabla 3** se puede observar que para las parcelas sin y con compost, el valor medio de pH (H₂O) fue superior al del pH (KCl). Estos valores de pH ácidos son muy frecuentes en suelos de cultivo de Galicia. Se sabe que cuanto menor sea el pH del suelo, mayor será el riesgo de paso de metales tóxicos a la solución del suelo.

La aplicación de compost de RSU ayuda al desarrollo vegetal mediante una serie de acciones físicas, químicas y biológicas que ejerce sobre el suelo y fisiológicas sobre la planta

Carbono total: El contenido medio en carbono total fue mayor en parcelas con compost, lo que viene a corroborar la hipótesis de que tras la adición de compost se produce un aumento en el contenido de materia orgánica (MO) y, por lo tanto, en C orgánico que repercutirá a su vez en un aumento en el contenido de C total.

Materia orgánica: El incremento en el contenido de MO tras la adición de compost al suelo es algo esperado que ocurra con el transcurso del tiempo si se realiza un abonado con este tipo de fertilizante y enmienda orgánica de suelos dado que, el compost de RSU; en sentido estricto, no es más que MO en estado de descomposición con distinto grado de madurez

Tabla 3:

Estadística descriptiva de las propiedades químicas del suelo analizadas.

SIN COMPOST		Media	Mediana	Desv.	Mín.	Máx.	3º Cuartil	C.V.
pH (H ₂ O)	%	5,98	5,97	0,97	4,22	7,87	6,82	16,22
pH (KCl)		5,16	5,29	1	3,73	7,04	5,72	17,86
Carbono total		2,79	2,75	1,10	0,86	5,78	3,44	39,43
Materia orgánica		4,81	4,74	1,90	1,48	9,96	5,93	39,50
Nitrógeno total		0,22	0,20	0,09	0,13	0,56	0,26	40,91
Relación C/N		12,71	12,08	3,89	5,68	25,34	13,55	30,61
CON COMPOST		Media	Mediana	Desv.	Mín.	Máx.	3º Cuartil	C.V.
pH (H ₂ O)	%	5,79	5,39	0,82	4,89	7,70	6,46	14,16
pH (KCl)		5,10	4,89	0,78	3,90	7,06	5,45	15,29
Carbono total		3,40	2,86	2,01	1,27	9,60	3,92	59,12
Materia orgánica		5,87	4,92	3,46	2,19	16,55	6,75	58,94
Nitrógeno total		0,27	0,24	0,14	0,10	0,60	0,32	51,85
Relación C/N		12,40	12,18	2,30	10,45	21,14	12,76	18,55

Desv.= Desviación típica; Mín.= Mínimo; Máx.= Máximo; C.V.= Coeficiente variación

dependiendo de las condiciones en las que se realice el proceso de compostaje.

Nitrógeno total: El contenido medio de N en parcelas con compost fue superior al de las parcelas sin com-

post lo que nos lleva a pensar que tras la adición además de incrementarse el contenido en C orgánico también aumentó el contenido en N orgánico, principales elementos constituyentes de la MO en descomposición.

El contenido medio en N total fue ligeramente superior en parcelas con compost. De este N total, se prevé que aumente en mayor medida el N orgánico dado que con la adición de compost al suelo se están suministrando

**NUEVAS DIMENSIONES
710/70 R 38 Y 710/70 R 42**

MICHELIN MACHXBIB

Potencia y duración



Productividad



Rentabilidad



Respeto del medio ambiente



Nuevas dimensiones MICHELIN MACHXBIB 710/70 R 38 y 710/70 R 42 para los tractores de más de 200 CV. Los neumáticos MICHELIN MACHXBIB son la referencia para los tractores de gran potencia. Te llevan más lejos durante más tiempo, tanto para trabajos en el campo como para tus desplazamientos.

los nutrientes esenciales para la vida de las plantas y de los animales como son el N, P y K.

La disponibilidad de N en el suelo para los seres vivos está ligada al grado de evolución del compost, y por ello, si se emplea inmaduro y con una relación C/N mayor que 30, se puede producir el bloqueo de dicho elemento. El compost empleado presentó un contenido en N de 3,12% y una relación C/N de 9,52 viéndose favorecida la mineralización sobre la humificación con lo cual aumentó el N inorgánico utilizable por la planta.

Relación C/N: Su valor medio en parcelas sin compost fue de 12,71 considerado por Cobertera (1993) como una relación media en la que predominan por igual los procesos de humificación y mineralización. El rango de oscilación se encuentra comprendido entre bajo en el que se favorece la mineralización con lo cual, se aumenta el contenido en N inorgánico utilizable por las plantas y una relación media en la que la mineralización y humificación se llevan a cabo en proporciones similares. El valor medio, en parcelas con compost fue de 12,40 con unos límites mínimo y máximo menores que en parcelas sin compost, pudiendo éstos también ser considerados como bajos o medios.

Esta relación C/N tomó valores medios típicos de suelos cultivados propios de climas templados. Esto estaría dentro de lo aceptable, atendiendo a la bibliografía consultada, a pesar de lo cual no se rechaza la idea de que cuanto mayor sea la relación C/N más lenta se produce la humificación de la MO con lo cual pueden ser mejor aprovechados los nutrientes del suelo hasta un cierto umbral por encima del cual una relación C/N demasiado elevada podría suponer una grave deficiencia en N para las plantas.

El que la relación C/N presente un valor medio entre bajo y medio es debido al propio sustrato de partida ya que tras la adición en un solo año no es posible ver los efectos que sobre este parámetro se ejercería. Además, conviene tener presente que el compost empleado presenta una relación C/N baja (9,52%), siendo este valor la



Foto 5. El resultado final, es una mejora en la estructura del suelo y en el contenido en nutrientes del mismo.

A tener en cuenta

La aplicación de compost de RSU, como fertilizante y enmienda orgánica de suelos, es una medida eficaz para lograr una mejora en el contenido en nutrientes y en la estructura del suelo. Su uso como abono en diferentes suelos de cultivo ayuda al desarrollo vegetal mediante una serie de acciones físicas, químicas y biológicas que ejerce sobre el suelo y fisiológicas sobre la planta.

mitad de lo estipulado por la legislación vigente (<18) con lo cual la mineralización se ve favorecida en demasía frente a la humificación y esto es algo que no se pretende que ocurra a largo plazo sino que lo deseable sería que existiese un equilibrio entre ambos procesos. Para ello, la mineralización no debe ser demasiado rápida y la humificación tampoco debe ser demasiado lenta sino que debe de llegarse a un término medio en el cual se consiga, en un primer momento, aportar los nutrientes necesarios al suelo para favorecer su aprovechamiento de forma rápida por parte de las plantas y, *a posteriori*, mantener un aporte continuo de dichos nutrientes a las cosechas.

Complejo de cambio del suelo: El valor medio de la suma de bases de cambio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$) fue superior en parcelas con compost. Tras la adición este parámetro experimentó un aumento, resultado éste esperado, dado que con la adición lo

que se hace es aumentar su contenido en nutrientes los cuales deberían de encontrarse durante más tiempo adsorbidos al complejo de cambio, aumentando así su CIC e impidiendo sus posibles pérdidas por lixiviación.

La acidez de cambio (H^+ y Al^{3+}) tomó un valor medio más bajo en parcelas con compost. Sin embargo, era de esperar que tras la adición aumentase puesto que la MO al descomponerse genera ácidos orgánicos.

Otra propiedad importante que poseen las sustancias húmicas es la de mejorar la capacidad de intercambio de cationes (CIC) del suelo; debido a que absorben los nutrientes catiónicos del suelo poniéndolos más tarde a disposición de las plantas. De esta forma, se evita su pérdida por lixiviación. Esta propiedad también es característica de las arcillas pero su CIC es de 3 a 6 veces inferior a la de ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales aportan del 75 al 80% de la capacidad de cambio total en suelos fértiles. Los humatos y fulvatos, a diferencia de las arcillas, poseen gran capacidad para ligar y retener aniones por presentar en su estructura grupos amino, amido, enlaces peptídicos y otros grupos nitrogenados. Estos aniones ligados, bien directamente o con un metal, son asimilables por la planta. Esta propiedad de intercambio de cationes y aniones de la fracción orgánica del suelo, hace que aumente la eficiencia de fertilizantes y que se reduzca la contaminación (**Foto 5**).

El valor medio de la CIC fue superior en parcelas sin compost y esto podría ser explicado debido a que dentro de las parcelas seleccionadas existían algunas de la clase textural franco-arcillosa, responsables de dicho aumento. Este hecho no está de acuerdo con lo que se esperaba sucediese ya que con la adición lo que se pretende es suministrar MO al suelo en estado de descomposición la cual va a ejercer un efecto beneficioso sobre la CIC del suelo.

[Bibliografía

Queda a disposición del lector en los siguientes correos electrónicos: anairf@ciam.es y redaccion@editorialagricola.com •