

SOSTENIBILIDAD EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS MUNICIPALES: SU IMPLICACION EN LA PROTECCIÓN DEL SUELO

Marga López, Oscar Huerta, Xavier Martínez, Montserrat Soliva

*Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología (DEAB), Escola Superior d'Agricultura de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).
Esteve Terradas, 8, 08860 Castelldefels, Barcelona
marga.lopez@upc.edu*

Resumen: El término sostenibilidad es amplia y repetidamente utilizado, y a pesar de que su definición debería ser común para todos los ámbitos, no siempre es así, tal como podría ejemplificarse en la relación que existe entre gestión de residuos municipales (RM) y la protección del suelo. En la gestión de los RM están involucrados la administración, empresas y ciudadanos (como generadores de residuos y como receptores de los diferentes impactos ambientales). Debe existir transversalidad en el establecimiento y conocimiento de leyes y normativas y en las obligaciones que crean y los beneficios que pueden generar. Debe haber un conocimiento preciso de los costes/beneficios ambientales, económicos y sociales ligados a la generación y gestión de los residuos. A partir de una gestión correcta de fracción orgánica de los residuos orgánicos municipales (FORM) se puede obtener energía y/o compost según el sistema de tratamiento elegido (digestión anaerobia y/o compostaje). La obtención y destino del compost tiene una relación directa con el suelo, su protección y sus usos, sin olvidar la conexión con la lucha contra el cambio climático.

En el ámbito de la protección del suelo se puede considerar que participan la administración, los usuarios del suelo y los ciudadanos (tanto en lo que se refiere a la calidad de los alimentos como a la conservación de los espacio naturales). La gestión de los residuos orgánicos (en relación al transporte, instalaciones, tipo y destino de los productos,...) puede tener impactos, y no siempre positivos, sobre el suelo si no se respetan las bases de la sostenibilidad. Es evidente que los participantes/responsables de la gestión del suelo deben conocer y entender las bases de la sostenibilidad para su protección, que no han de referirse sólo a las buenas prácticas en su trabajo directo sino también defenderlo de los posibles impactos producidos por actuaciones incorrectas de otros sectores como pueden ser los relacionados con la gestión de los residuos. A pesar de la existencia de intereses diversos en estos ámbitos, y la creciente producción de residuos orgánicos, no hay que olvidar la necesidad de aplicar los principios de la sostenibilidad para prevenir su generación, mejorar su gestión y evitar que materiales inadecuados lleguen a aplicarse al suelo.

Palabras clave: FORM, compostaje, capital natural, degradación suelo

TITLE: SUSTAINABILITY IN MANAGEMENT OF ORGANIC FRACTION FROM MUNICIPAL SOLID WASTE: RELATION TO SOIL PROTECTION

The term sustainability is used broadly and repeatedly, and although its definition should be common to all areas, but not always is the case, as can be exemplified in the relationship between municipal waste management (MW) and soil protection. In the management of MW are involved the administration, enterprises and the citizens (as waste generators and recipients of the different environmental impacts). There should be multidisciplinary in the development and knowledge of laws and regulations, and in the obligations that they create, and the benefits that they can generate. There must have an accurate knowledge of the environmental, economic and social costs/benefits related to the generation and management of the waste. From a proper management of organic fraction of municipal solid waste (OFMSW), it can be obtained energy and/or compost according to the chosen treatment system (anaerobic digestion and/or composting). The collection and use of the compost have a direct relationship with soil, its protection and its use, without forgetting the connection with the fight against climate change. In the field of soil protection, it can be considered that the administration, land users and citizens are involved (in both the quality of food and the conservation of natural areas). The

management of organic waste (in relation to transport, facilities, type and destination of products, etc.) could have impacts, and not always positive, on the soil if the bases of sustainability are not respected. It is clear that the participants/managers of the soil have to know and understand the bases of applying the rules of sustainability for its protection, which have to include not only good practice in their direct work but also defend the possible impacts caused by the incorrect actions of other sectors, such as those related to waste management. Not forgetting the existence of different interests in these areas, and the increasing production of organic waste, we have to keep in mind the need of applying the principles of sustainability to prevent their generation, improve management and prevent the application to the soil of unsuitable materials.

Key words: OFMSW, composting, natural capital, soil degradation

1. Introducción

El uso sostenible de un ecosistema, actual y local, hace referencia a la utilización que se hace del mismo de manera que produzca un beneficio para las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades de generaciones futuras o de poblaciones de otras zonas.

Aplicar este concepto a la gestión de los residuos orgánicos (RO) obliga a realizarla de manera que, a la vez que se ahorran recursos reduciendo los desperdicios generados y reciclando al máximo los inevitables, se empleen los sistemas de tratamiento que minimicen la afectación producida en los distintos compartimentos ambientales. Para llevar a cabo esta concepción de gestión debe evitarse que entren en juego intereses que olviden la verdadera raíz del problema y la existencia de distintas soluciones que deben ser analizadas y evaluadas con objetividad y bajo el prisma de la sostenibilidad. Gestionar de una manera sostenible el suelo significa asignarle el uso más adecuado según sus características y condiciones climatológicas, así como según las necesidades de la sociedad que lo ocupa, sin perder su potencial productivo ni sus características de capital natural. Esta idea no está en contradicción con la definición de agricultura que daban Oriol y Valle (1938): *Ciencia que –de una manera racional y económica- estimula la producción vegetal y animal de acuerdo con las necesidades sociales;* como con la afirmación *“La agricultura es la más importante interfase entre entorno y sociedad y los agricultores administradores de la mayoría de recursos naturales”* (Declaración de Cork, 1996). Es muy discutible si en la actualidad los usos del suelo y la agricultura productivista cumplen con las anteriores premisas.

Es imprescindible comprender el significado del término sostenibilidad, no usarlo sólo con fines promocionales y tener muy presentes las interrelaciones que se establecen en su aplicación en distintos ámbitos.

Al aplicar el concepto de sostenibilidad a distintos ámbitos relacionados ¿qué ocurre?, ¿aplicarlo en uno de los escenarios asegura o no el cumplimiento en el otro? Parece lógico que debería ser así, pero en la práctica hay dificultades en realizar valoraciones objetivas y en disponer de indicadores adecuados para evaluar la influencia que las decisiones tomadas en un ámbito tienen en el otro.

Este artículo pretende subrayar la necesidad de que los gestores de residuos (en particular de los residuos municipales) conozcan y tengan en cuenta las funciones y usos del suelo para evitar incurrir en análisis sesgados de las situaciones y en contradicciones entre los dos ámbitos. Pretende llamar la atención sobre los problemas que pueden crearse si se sigue confundiendo el concepto de compostar para fabricar un recurso (compost) con el de tratar, en condiciones más o menos aerobias, un residuo para estabilizarlo, sin realizar un análisis completo de la sostenibilidad en ambos campos.

2. Gestión sostenible de los residuos

La sostenibilidad en la gestión de los residuos y, concretamente en la aplicación de los tratamientos biológicos a la fracción orgánica de los residuos municipales (FORM), exige seleccionar la cadena de gestión más sostenible: prevención a todos los niveles, elección del sistema de recogida/transporte y comparación objetiva de los tratamientos posibles, así como de los potenciales destinos del recurso final a obtener.

La sostenibilidad del tratamiento depende en gran manera de los eslabones anteriores en la cadena de gestión. Si se elige el compostaje como tratamiento, éste debe ser sostenible y llegar a tratar el residuo para alcanzar el objetivo de obtener un producto final de calidad (un recurso) con los menores costes energéticos, ambientales y sociales posibles.

¿Cómo se consigue seleccionar el tipo de gestión y el tipo de tratamiento de los residuos para conseguir un beneficio para las generaciones actuales y las futuras? ¿Cómo pueden valorarse los beneficios ambientales, sociales y económicos? ¿Cómo debe hacerse el análisis de costes y beneficios para que el sector privado pueda incorporarlo a su dinámica?

La gestión de los residuos ha presentado necesidades nuevas con el paso del tiempo, debido a las cantidades generadas, a su composición y a la acumulación en zonas concretas, que ha obligado al desarrollo de normativa en relación a la reducción de los impactos sobre el medio ambiente y sobre la salud pública. En la práctica, el progreso de la técnica y de la gestión no han ido por este camino; ha existido mayor preocupación por hacer “desaparecer” los residuos y maximizar ganancias económicas inmediatas, mediante la propuesta de nueva ingeniería no siempre suficientemente contrastada, que por establecer y alcanzar, de una manera gradual y sistemática, objetivos socioeconómicos y socio ambientales.

La transformación sufrida por el escenario de los RO, ha provocado que se los considere, a la vez, un problema para la sociedad y una base de negocios rentables. En cualquier caso no debe transferirse a los suelos los problemas que de ellos derivan.

Haciendo una interpretación ambigua del termino sostenibilidad se olvida, muy a menudo, la importancia de la conservación de los suelos, dirigiendo hacia los mismos no los materiales orgánicos más adecuados sino los procedentes de sistemas de gestión/tratamiento erróneamente considerados sostenibles.

Así, por ejemplo, en algunos sectores (Fundació Forum Ambiental, 2010) las plantas de tratamiento mecánico-biológico (TMB), muy comparables en la práctica a las plantas de tratamiento de residuos municipales (RM) en masa, se perfilan como infraestructuras imprescindibles de un sistema de gestión sostenible de residuos municipales.

La implantación de algunas instalaciones de TMB para tratar la fracción resto generada, en situaciones especiales de población y urbanismo, puede ser una alternativa aceptable (Leikam y Stegmann, 1997), pero seguramente no sostenible si antes no se han agotado todas las posibilidades de sensibilizar a la sociedad. No es de recibo considerar que el producto final puede ser algo más que un material estabilizado que cumple con los requisitos para ser vertido o incinerado. Justificar este tipo de instalaciones en aras de la innovación y de la mejora de sistemas de separación mecánica, así como de la necesidad de aumentar la comodidad del ciudadano, puede denominarse de muchas maneras pero nunca sostenible. Si el conjunto de los sectores relacionados con la gestión de los residuos consideran, por distintas razones, que el futuro debe ir en esta dirección no deben vestirlo de sostenibilidad, ni dirigir los productos que obtengan para su aplicación al suelo, sino

plantearlo como una alternativa más de la gestión de residuos y no de la producción de un recurso.

En relación con la jerarquía de tratamiento de los residuos promovida por la Unión Europea - prevención, reducción, reutilización, reciclado, recuperación de energía- se ha de considerar que la gestión sostenible reside en la posibilidad de valerse de todas las opciones pero siempre que se aplique cada una para el tipo de residuo o para la situación donde pueda considerarse óptima, después de identificar y evaluar los beneficios y riesgos. Así, cabe preguntarse: ¿Cómo afecta cada una de las opciones de la jerarquía a la gestión sostenible de los suelos? ¿La valoración socioeconómica y ambiental que se hace tiene realmente en cuenta el suelo? Es bien cierto que las plantas de TMB o la incineración con recuperación de energía podrían ser una alternativa previa al vertido controlado, pero no debe olvidarse nunca que estas opciones están jerárquicamente en el eslabón más bajo y, por tanto, ante cualquier residuo orgánico la minimización en origen, la reutilización y el reciclado deben impulsarse por encima de cualquier otra opción, haciendo los ajustes necesarios en su cadena de obtención para conseguir estos objetivos si se pretende introducir, de forma segura, la materia orgánica en el sistema suelo-planta.

Puede discutirse qué tipo de tratamiento aplicar pero no se debería tomar una decisión sin conocer bien el tipo de RO a tratar y que en el caso de RM depende del sistema de recogida y de cuáles han sido los objetivos de gestión propuestos inicialmente.

Si por razones alejadas de la sostenibilidad, no se concentran esfuerzos en divulgar y aplicar la recogida selectiva en origen de la FORM debe quedar claro lo indicado en la Figura 1. No es aceptable que sin hacer el esfuerzo de obtener materia prima de buena calidad se pretenda aplicar al suelo el producto.

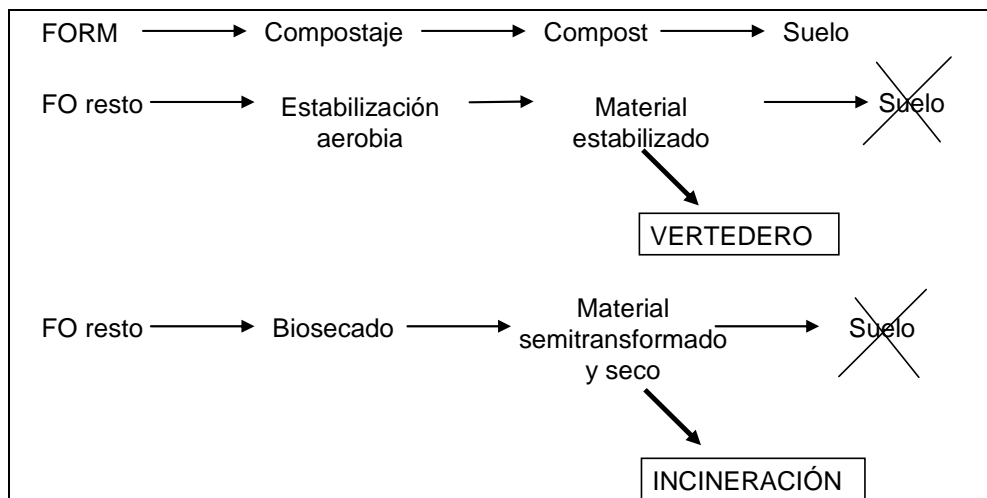


Figura 1. Destino del material que ha recibe tratamiento biológico según su origen.

Cualquiera de las propuestas de la figura 1 exigirá, para que el tratamiento sea sostenible, control de las condiciones en que se realice el proceso biológico. Se deben establecer prácticas correctas en las instalaciones para reducir problemas ambientales y conseguir que el producto cumpla los objetivos marcados. En el caso de aplicar un proceso anaerobio, en lugar del aerobio, la FO resto, o la procedente de una selección mecánica de los RM recogidos en masa, podría tener un rendimiento destacable en metano pero no deben olvidarse los problemas que los impropios que no se consiguen separar generan en los digestores (Cerezo, 2008) y que el digerido obtenido no puede llegar a transformarse en compost destinado a su aplicación al suelo (Huerta et al., 2010; López et al., 2010).

Avanzar en la separación en origen de la FO y aplicar sistemas de recogida eficientes, no sólo influye en las características del compost sino que evita los problemas adicionales que implica la presencia elevada de impropios, por el volumen que ocupan, la superficie que se ha de reservar para equipos de separación y para el almacenamiento temporal del rechazo. Para un correcto funcionamiento de las plantas y que éste sea lo más sostenible posible es aconsejable que, junto a las medidas normativas y fiscales vigentes, se establezca un plan de información, divulgación y formación, que además de dirigirse a los ciudadanos como generadores, llegue también a todas las personas y sectores relacionados: grandes generadores, empresas de recogida y limpieza, y técnicos y responsables municipales.

Cuando la selección va mejorando y la evolución de las entradas progresa regularmente se puede definir con más precisión las mejores condiciones para el proceso y se facilita también la comprobación de la eficiencia tecnológica del sistema y de los equipos.

En la figura 2 se muestra la distinta ocupación a lo largo de los años de dos plantas de tratamiento de FORM ¿puede considerarse sostenible una planta que mantiene su ocupación por debajo 25%, independientemente de la calidad del compost obtenido?

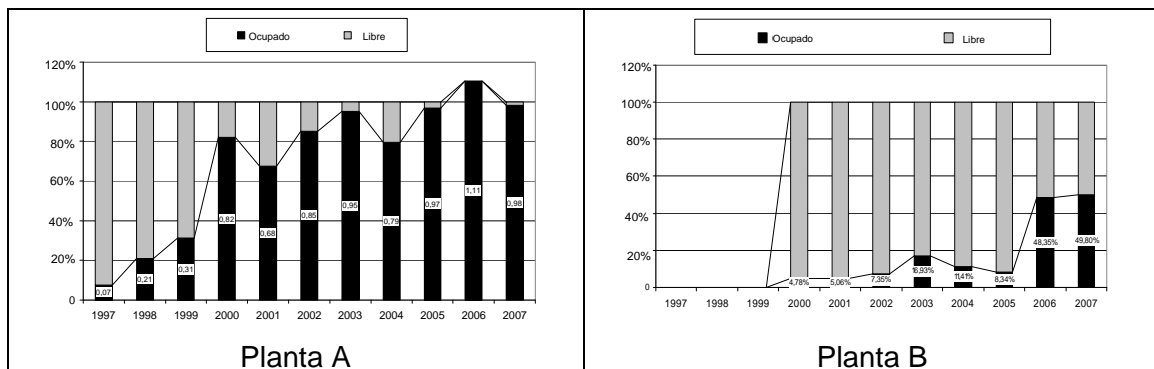


Figura 2. Grado de ocupación en dos plantas de compostaje

Para alcanzar los objetivos planteados para las instalaciones de tratamiento biológico y asegurar su viabilidad, se ha de evitar que las plantas trabajen sometidas a la presión que representa la falta de espacio. Es aconsejable que el dimensionamiento de las plantas se haga con criterios ajustados a la realidad y no en función de cálculos teóricos basados en situaciones ideales que dificulten o impidan abordar con seguridad las posibles eventualidades desfavorables.

La saturación total, o de áreas concretas de algunas plantas, se traduce en una alteración de las condiciones del proceso que actúa en detrimento del rendimiento productivo, de la calidad y de la madurez del compost final, además de alterar la planificación del trabajo y la gestión sostenible de la instalación afectada. La presión se agrava con los problemas adicionales que implican la presencia elevada de impropios y la ocupación de espacio que esto comporta.

En la figura 3 se muestra la situación de la planta M de compostaje de FORM observándose contradicciones entre la capacidad de diseño y la aconsejable, según criterio de la administración, después de varios años de funcionamiento. Cabe destacar también los cambios rápidos en la ocupación así como el elevado incremento del rechazo que se relaciona directamente con el incremento de impropios en el material de entrada.

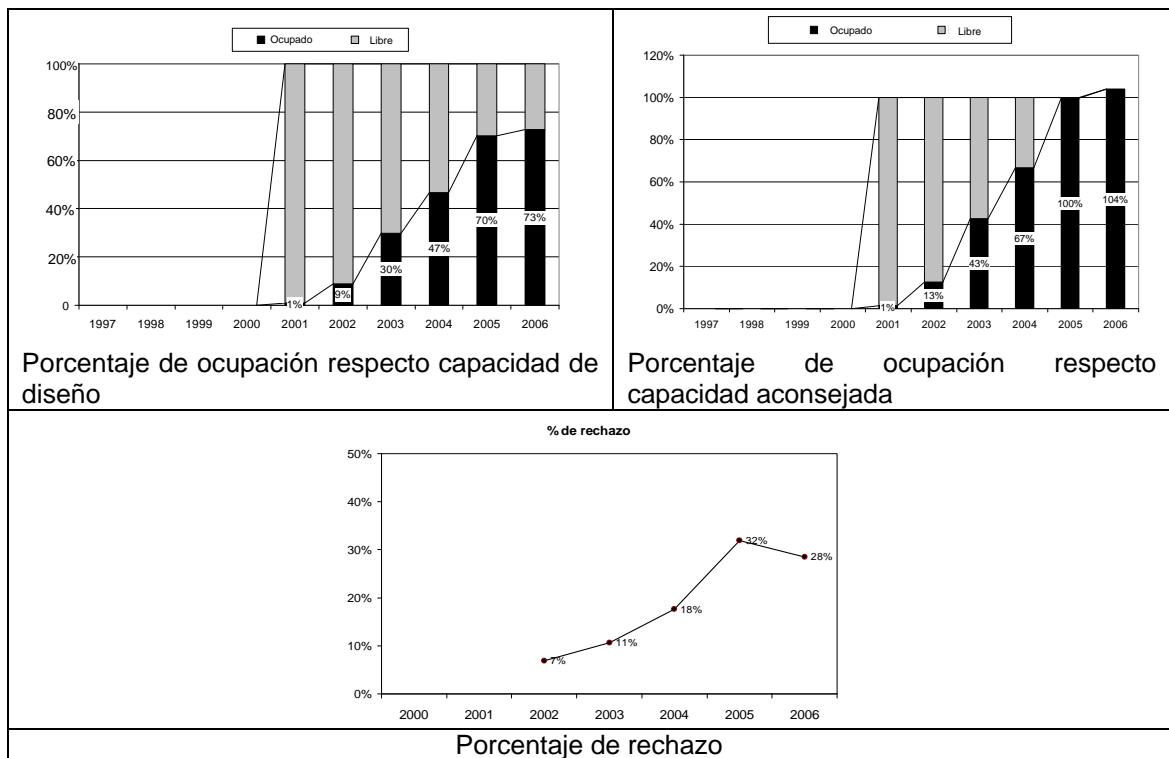


Figura 3. Grado de ocupación y porcentaje de rechazo en la planta M.

3. Gestión sostenible de los suelos

Los suelos son un recurso natural no renovable a corto plazo, heterogéneos, complejos, con elevada capacidad depuradora, sujetos a derecho de propiedad y a los que no se les presta la atención ni la protección necesarias (Felipó, 2005). Tienen unas necesidades básicas que no son nuevas que no han variado con el paso del tiempo, pero los cambios en la sociedad y en los sistemas económicos y de producción, han llevado a abusar del uso de los mismos, de su capacidad de resistencia a las distintas agresiones, volviéndoles más frágiles, variando los parámetros por los que son valorados y haciendo difícil una respuesta sostenible.

Cuando pierden la capacidad para desarrollar las funciones que les son propias se considera que sufren degradación, lo que tiene repercusiones ambientales, sociales y económicas; por esta razón, la Estrategia temática para la Protección del Suelo (COM/2006/231) incide en:

- Equiparar el suelo al mismo nivel de protección que el agua y el aire.
- Incorporar la protección de los suelos a otras políticas sectoriales y medidas preventivas en la legislación.
- Establecer sistemas de vigilancia de suelos.

Según Blume (1994) el suelo tiene las siguientes funciones básicas que entran en competición y que pueden ponerse en peligro si éste sufre degradación:

- Producción de biomasa
- Filtrar, almacenar y transformar
- Reserva genética y hábitat
- Fuente de materias primas
- Soporte de asentamientos urbanos, vías de comunicación, industrias y para deposición de residuos, etc.
- Importante desde el punto de vista arqueológico y panteológico y también del paisaje

La gestión de los residuos orgánicos a través del suelo (agrícola o de otro tipo) puede tener distintos tipos de justificación:

- Cantidad generada de RO y problemática asociada
- Necesidades de materia orgánica de los suelos del área mediterránea
- Cumplimiento de las Directivas europeas
- Control de la generación/secuestro de CO₂

Las distintas razones pueden tener intereses comunes, pero siempre que al llevarlas a la práctica se tengan en cuenta los principios de la sostenibilidad para evitar que intereses de un ámbito concreto influyan negativamente en otro con el que están relacionados.

La gestión de los residuos y del suelo interactúan por diversos motivos

- Necesidad de superficie para las instalaciones de gestión de residuos (vertederos, incineradoras, plantas de tratamiento biológico, de transferencia, ...)
- Disponibilidad de suelos donde poder hacer las aplicaciones (no los vertidos encubiertos)

Y, aunque los suelos se pueden también contaminar por otros motivos, interactúan con aquellos en los que, por una mala gestión de los residuos, se ha producido contaminación (proximidad incineradoras o vertederos, incorrecta aplicación del compost o material de mala calidad...) (Schuhmacher et al., 1996; Moolenaar et al., 1997; Lisk, 1998; Bergback et al., 2001; Westerman y Bicudo, 2005)

¿Cómo está relacionada la sostenibilidad de la gestión de los residuos y la del suelo en concreto? ¿Cuándo se puede decir que la gestión del suelo es sostenible? ¿En referencia a sus usos y funciones? ¿Al mantenimiento de su fertilidad y de su capacidad de producción y el tipo de inputs que se emplean? ¿a las afectaciones al medio que producen algunos de los inputs? No hay que olvidar que el valor del suelo y la necesidad de gestionarlo de manera adecuada y sostenible se relacionan con la consideración de "capital natural" (Aldy et al., 1998; Knowle, 2004) que debe como mínimo mantenerse. El mal manejo del suelo conduce a menor producción pero también a pérdida de "capital" y a pérdida de beneficios globales. Según los tipos de gestión del suelo y según las tecnologías aplicadas se puede incrementar el capital suelo pero no siempre de manera sostenible.

La gestión de la FORM a través de compostaje puede dirigirse a una mejora de los suelos, pero si el compost no presenta las características adecuadas, no incrementa en realidad el capital suelo. Si el problema del compost está en su nivel de contaminantes, aunque pueda mejorar el nivel de MO o ahorrar el uso de fertilizantes, contaminará el suelo y a la larga la cadena alimentaria. Si su falta de calidad deriva no del contenido en contaminantes sino de una estabilización incompleta, puede generar problemas de otro tipo como fitotoxicidad, inmovilización de N, o a una imperfecta participación en la regulación de ciclos (CO₂ y NH₃).

¿Podría proponerse una **pirámide** de opciones que permitiesen ascender en la jerarquía para el mantenimiento/incremento de la MO en los suelos? ¿En qué lugar se situaría la aplicación de compost de FORM? De mejor a peor opción podría hablarse de rotaciones de cultivos adecuadas, reciclado de residuos de cosechas, reciclado de estiércoles, reciclado de RO de otras procedencias, controlados, estabilizados y combinados con fertilizantes minerales.

4. Consideraciones finales

Aplicar compost entra dentro de la gestión sostenible del suelo aunque fabricarlo corresponde a la gestión de los residuos.

En la figura 4 se muestra la variación de parámetros básicos de seguimiento de la calidad del compost de la planta M que indican una pérdida de calidad, paralela a una superior ocupación de la planta por FORM con un mayor contenido en impropios (ver

Figura 3). Una incorrecta planificación de las distintas etapas en la gestión de los residuos impide cumplir los principios de la sostenibilidad en algunas de ellas; así, además de no facilitar la sensibilización de la sociedad y de no reducir el consumo de determinados recursos, se provocan dificultades en el tratamiento con los consiguiente coste económico, ambiental y social y, peor calidad en el producto final que afectará a la gestión sostenible del suelo.

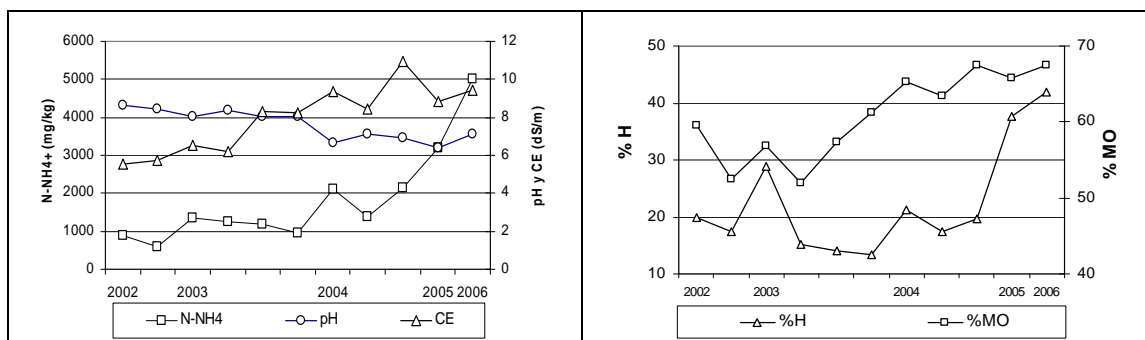


Figura 4. Evolución de varias características del compost producido en la planta M a lo largo de los años.

Si la gestión de la FORM no se realiza adecuadamente, cuando el compost obtenido sea aplicado al suelo tendrá repercusiones negativas, independientemente de las condiciones de sostenibilidad en que se hayan podido aplicar las demás prácticas agrícolas.

Puede darse también la situación de que el compost se haya obtenido de manera sostenible y presente características adecuadas pero que su dosificación y aplicación, así como otras prácticas agrícolas complementarias para el desarrollo de los cultivos, no cumplan las reglas de la sostenibilidad.

La gestión correcta y sostenible de los residuos es una necesidad y un servicio a la sociedad y el medio ambiente, a la vez que puede considerarse una parte integrante de la economía de un país.

La agricultura debe representar, además de una actividad económica, la vía a través de cual se debe gestionar el suelo de manera sostenible para que éste cumpla con sus funciones.

Es necesario establecer parámetros de evaluación de costes y beneficios para la aplicación de la sostenibilidad en los ámbitos de la gestión de los residuos y del suelo que permitan un desarrollo conjunto, además de facilitar la instauración de incentivos que se complementen.

Bibliografía.

- Aldy, J.E., Hrubovcak, J., Vasavada, U., 1998. The role of technology in sustaining agriculture and the environment. *Ecological Economics*, 26: 81-96.
- Bergbäck, B., Johansson, K., Mohlander, U., 2001. Urban metal flows – a case study of Stockholm. *Review and Conclusions. Water, Air, and Soil Pollution: Focus 1*: 3-24.
- Blum, W.E.H., Büsing, J., Montanarella, L., 2004. Research needs in support of the European thematic strategy for soil protection. *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 23, No. 10-11: 680-685.
- Cerezo, J. 2008. ECOPARC 2: Balance tras cuatro años de funcionamiento. *Biometa 2008*.
- Declaración de Cork: Por un paisaje rural vivo. Conferencia Europea de Desarrollo Rural, Cork (Irlanda) Noviembre 1996.
- EC, 1997. Council Resolution of 24 February 1997 on a Community strategy for waste management. *Official Journal of the European Union*, C76, 11/03/1997, pp. 1-4.
- European Environment Agency (2009) *Diverting waste from landfill. Effectiveness of waste management policies in the European Union*. EEA Report No 7/2009, Copenhagen.

- <http://www.eea.europa.eu/publications/diverting-waste-from-landfill-effectiveness-of-waste-management-policies-in-the-european-union> (fecha de consulta: 30/11/2009).
- Felipó, M. T., 2005. Ús del sòl i sostenibilitat agrària. Els sòls de Catalunya: un recurs natural limitat. En: "La terra i el medi". Publicacions de la presidència de l'Institut d'Estudis Catalans. Vol 17/2004. pp: 13-36.
- Knowler, D.J. 2004. The economics of soil productivity: local, national and global perspectives. *Land Degrad. Develop.* 15: 543–561.
- Huerta, O., López, M., Soliva, M., Zaloña, M. 2009. Compostatge de Residus Municipals: Control del procés, rendiment i qualitat del producte. Pendiente de publicación.
- Leikam, K., Stegmann, R., 1997. Mechanical-Biological pretreatment of residual MSW and the landfill behaviour of pretreated waste. *Proceedings Sardinia 97, Sixth International landfill Symposium*, pp: 463- 474.
- Lisk, D.J., 1998. Environmental implications of incineration of municipal solid waste and ash disposal. *The Science of the Total Environment*, 74: 39-66.
- López, M., Soliva, M., Martínez, F.X., Gallart M., Huerta, O., 2010. MSW facilities of combined biological treatment: anaerobic digestion plus composting. *Ramiran 2010*. Pendiente de publicación.
- Moolenaar, S.W., Lexmond, T.M., van der Zee, S.E.A.T.M. 1997. Calculating heavy metal accumulation in soil: a comparison of methods illustrated by a case-study on compost application. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 66: 71-82.
- Oriol, A., Valle, J. 1398. Què és la ciència del sòl? Biblioteca del pagès. Secció II, Volum I. Direcció General d'Agricultura. Barcelona. 128pp.
- Schuhmacher, M., Granero, S., Bellés, M., Llobet, J.M. 1996. Levels of metals in soils and vegetation in the vicinity of a municipal solid waste incinerator. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 56: 119-132.
- Socha, A., Birmingham, B., 1999. Environmental risks of municipal non-hazardous waste landfilling and incineration technical report summary. Ontario Ministry of the Environment. 27pp.
- Soliva, M., 2001. Compostatge i gestió de residus orgànics. *Estudis i Monografies*, 21. Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona. 120pp
- Soliva, M., 2004. Organic waste in Spain: a problem that should be a resource. *Proceedings of 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture*. Murcia. 6-9 Octubre, 2004, pp: 15-24.
- Soliva, M., Bernat C., Gil, E., Martínez, X., Pujol, M., Sabaté, J., Valero, J., 2004. Organic waste management in education and research in agricultural engineering schools. *International Conference on Engineering Education in Sustainability Development*. EESD. Barcelona, 27 – 29 de Octubre de 2004.
- Van-Camp. L., Bujarrabal, B., Gentile, A-R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C. And Selvaradjou, S-K. (2004). Volume III, Organic Matter: 307-501. In "Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection". EUR 21319 EN/3, 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, <http://ec.europa.eu/environment/soil/> (Fecha de consulta: 10/05/2010)
- Westerman, P.W., Bicudo, J.R. 2005. Management considerations for organic waste use in agriculture. *Bioresource Technology* 96: 215–221.