

## Métodos y parámetros para determinar la madurez en el compost a nivel de fincas

### Methods and parameters to determine the maturity of the compost at the farm level

García Céspedes, DI<sup>I</sup>, Lima Cazorla, L. A<sup>I</sup>, Ruíz Gutiérrez, L<sup>II</sup> y Calderón Peñalver, P.A<sup>II</sup> Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas<sup>I</sup> Universidad Internacional del Ecuador<sup>II</sup>

#### Resumen

El compost es un producto de gran utilidad, por ello, hay que tener en cuenta los beneficios que derivan de su uso y aplicación, así como los riesgos que pueden ocasionarse si el proceso no se lleva a cabo de forma adecuada. Su composición química varía de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen. La calidad del compost se determina a través de determinación de las propiedades físicas, químicas y biológicas, así como el contenido nutricional y de la capacidad de proveer nutrientes a un cultivo. El grado maduración de los compost evita que se puedan generar problemas de contaminación y toxicidad a las plantas. En el trabajo se presentan tres métodos que pueden ser aplicados de forma rápida y simple a nivel de finca que facilitan la evaluación de la madurez del producto obtenido.

**Palabras clave:** compost, calidad, madurez.

#### Abstract

Compost is a very useful product, therefore, must take into account the benefits derived from its use and application as well as the risks that may arise if the process is not carried out properly. Its chemical composition varies according to the process of preparation, process time, biological activity and types of materials used. Compost quality is determined by determining the physical, chemical and biological properties, as well as nutritional and nutrients capable of providing content to a crop. The compost maturation degree prevents contamination can lead to problems and toxicity to plants. This paper presents three methods that can be applied quickly and simply at the farm levels that facilitate the assessment of the maturity of the product obtained are presented.

**Keywords:** composting, quality, maturity

#### Introducción

Las prácticas de manejo, en una agricultura sustentable, promueven la recirculación de nutrientes a través del compostaje de los residuos orgánicos, minimizando los impactos en el medioambiente (Contardi y de Errasti, 2012). La aplicación de compost constituye un componente esencial para los sistemas de producción agrícola. En la actualidad se hace énfasis en la necesidad de establecer prácticas que permitan mantener el nivel de productividad de los suelos, incrementar la producción agrícola y preservar los ecosistemas en el tiempo.

El compostaje es un proceso bio-oxidativo de los residuos orgánicos en condiciones controladas de temperatura, humedad y aireación, donde participan diferentes grupos de microorganismos entre bacterias y hongos (Rodríguez et al., 2010). El compost es un producto que elaborado correctamente puede colaborar con el mejoramiento de las condiciones edáficas y así obtener una mejora en la producción de cultivos.

En el proceso de compostaje se identifican dos fases consecutivas claramente diferenciadas: la fase de compostaje propiamente dicha, en la que la actividad de los microorganismos es máxima dado que tienen a su disposición gran cantidad de compuestos fácilmente biodegradables, y la fase de maduración o estabilización, en la que la actividad de los microorganismos decae al estar agotada la reserva de material biodegradable. En la primera fase predomina la mineralización de la fracción orgánica, mientras que en la segunda prevalece la polimerización y condensación de compuestos presentes en la misma. Ambas fases están sometidas a control de temperatura, humedad y aireación, lo que diferencia al compostaje de los procesos naturales incontrolados que

pueden provocar anaerobiosis. La duración de cada una de las fases es muy variable, según el material a compostar y las condiciones en las que se desarrolla el proceso, puede extenderse desde pocas semanas hasta varios meses (Abad y Puchades, 2002).

El compost se le considera principalmente una enmienda orgánica, pues contiene una elevada concentración de materia orgánica (MO) estabilizada y una concentración relativamente baja de nutrientes disponibles a corto plazo. Las ventajas de la aplicación del compost en el suelo derivan fundamentalmente del incremento de MO, lo que mejora la estructura del suelo, disminuyendo el riesgo de erosión y la compactación, facilita el laboreo, lo que permite ahorrar energía; aumentar la capacidad de retención de agua; aporta elementos nutritivos y aumentar la capacidad de intercambio catiónico, disminuye el riesgo de lixiviación de nutrientes y la necesidad de aportes de fertilizantes minerales; aumenta la absorción de calor, incrementa la cantidad y diversidad de microorganismos y fauna del suelo, a través de las mejoras que induce en el suelo, incrementa la productividad vegetal (López y Sainz, 2011).

El tipo de materia orgánica condiciona el proceso de compostaje, por ello, es necesario conocer las características de los residuos orgánicos, para valorar la idoneidad de su uso posterior. El contenido en MO (y su estabilidad) dependerá de cómo se ha llevado a cabo el proceso, ya que puede tener más o menos fitonutrientes dependiendo de los contenidos iniciales en los materiales de partida o de las posibles pérdidas o transformaciones a lo largo del proceso. Para que el uso del compost sea una alternativa viable, debe tener una calidad agronómica adecuada en el tiempo. Impurezas en los materiales de partida y aspectos tales como contenido y estabilidad de la materia orgánica, capacidad fertilizante y presencia de contaminantes deben tenerse en cuenta en la valoración agronómica del compost, por lo que es necesario conocer los componentes químicos que lo forman y así evaluar la cantidad y calidad de los elementos incorporados (Moreno y Moral, 2008).

### Calidad del compost

El concepto de calidad es difícil de definir ya que ha de tener en cuenta múltiples aspectos y, además, puede ser siempre muy subjetivo. Siempre debería considerarse la calidad del compost a partir de aquellas características que resulten de aplicar un tratamiento respetuoso con el medio ambiente, acorde con una gestión racional de los residuos y que tenga como objetivo fabricar un producto destinado para su uso en el suelo o como sustrato (Soliva y López, 2004).

En el caso de calidad, los parámetros más adecuados dependen del uso final, y pueden ser definidos de acuerdo a objetivos específicos. El principal desafío para identificar indicadores es lograr seleccionar aquellos que sean lo suficientemente representativos, y a la vez fáciles de interpretar y de medir en análisis de rutina, a fin de facilitar el aprovechamiento de los residuos orgánicos disponibles y desalentar su uso sin controles (Mazzarino, 2012).

El compost, ha de cumplir requisitos mínimos, que se pueden concretar en: un aspecto y olor aceptables, una higienización correcta, un bajo nivel de impurezas y contaminantes, un buen nivel de componentes agronómicamente útiles y una cierta constancia de características. Si el compost no cumple con unos criterios de calidad, su aplicación puede ocasionar diversos inconvenientes (López y Sainz, 2011).

Los efectos fitotóxicos de un material orgánico inmaduro se deben a diversos factores, entre los cuales destacan los contenidos de amonio, de ácidos volátiles orgánicos, de metales pesados y de sales. Estas sustancias, en elevadas concentraciones, pueden generar efectos perjudiciales en el desarrollo de las plantas, inhibiendo la germinación de semillas o el crecimiento de raíces por lo que es altamente riesgosa su utilización en cultivos (Varnero, Rojas y Orellana, 2007).

Los aspectos relativos a la calidad del compost pueden abordarse desde una doble perspectiva: legal o agronómica. La evaluación de la calidad dependerá en gran medida del criterio o punto de vista de partida, desde el propio concepto de compost, que admite diferentes definiciones. La calidad del compost no es un concepto absoluto, sino que depende de los usos a que se destine. Puede definirse como “la capacidad o aptitud del compost para satisfacer las necesidades de las plantas, con un mínimo impacto ambiental y sin riesgo para la salud pública” (Ansorena, Batalla y Merino, 2014).

Señalan además los autores que para la interpretación de las propiedades del compost según criterios de calidad agronómicos, es necesario que los correspondientes ensayos de laboratorio estén calibrados; es decir, que se haya determinado la respuesta de las plantas en términos de producción y calidad para diferentes valores de cada propiedad, mediante experimentos de campo. En contraste, los criterios legales están orientados a la comercialización del compost y, por tanto, al cumplimiento de unos requisitos mínimos establecidos para determinados parámetros del compost comercial obtenido en plantas industriales: porcentajes de impurezas, humedad, materia orgánica, metales pesados, carga bacteriológica, etc. Por lo tanto, los criterios de interpretación agronómicos son válidos para todo tipo de compost, independientemente del proceso de compostaje, mientras que los criterios legales son válidos para el compost industrial.

Dentro de los niveles de calidad deben o pueden establecerse distintas exigencias según el mercado al que vaya destinado; pero siempre habrá unos mínimos a cumplir para cualquier aplicación. Es necesario definir una calidad general del compost (de acuerdo con los usuarios potenciales) y además establecer unos parámetros diferenciados para usos diversos, sin querer significar esta afirmación que los máximos permitidos de contaminantes se puedan sobrepasar según el destino. La calidad del compost viene determinada por la suma de las distintas propiedades y características. Los criterios relevantes en la evaluación de la calidad son: destino del producto, protección del entorno, requerimientos del mercado (Soliva y López, 2004).

Ansorena, Batalla y Merino (2014) plantean que la calidad del compost para un uso dado suele determinarse, entre otras, por dos vías diferentes:

- Mediante experimentos de campo, en los que se mide la respuesta de las plantas en condiciones reales de cultivo a diferentes dosis de compost, en términos de producción de biomasa, crecimiento radicular, número de hojas o de flores, etc.
- Midiendo un conjunto de propiedades, algunas de las cuales, como las organolépticas (olor, color, tamaño de partícula, presencia de elementos impropios tales como plásticos, vidrio, etc.) pueden evaluarse sensorialmente, mientras que las propiedades físicas, químicas y biológicas (densidad, porosidad, aireación, pH, conductividad eléctrica, nutrientes, metales pesados, contaminación bacteriológica, etc.), normalmente se determinan en el laboratorio.

La determinación del mayor número posible de parámetros (físicos, fisicoquímicos, químicos y biológicos) no lleva a definir mejor la calidad del producto final de un proceso de compostaje. Se trata de seleccionar aquellos parámetros que mejor definan las características del compost en función del uso que se le dé al mismo. Para valorar la calidad de un compost es necesario evaluar detalladamente una serie de parámetros específicos medidos tanto a lo largo del proceso de compostaje como en el producto final, con el fin de establecer la mejor aplicación de dicho compost, ya sea como enmienda orgánica del suelo (mejorador del suelo), sustrato o componente de sustratos de cultivo, u otro tipo de usos o aplicaciones. Los parámetros a considerar contemplan las propiedades físicas, químicas y biológicas del compost, que permiten conocer el comportamiento de dicho compost en la aplicación elegida (Soliva, 2001; Masaguer *et al.*, 2008).

Butler *et al.* (2001) expresan que no existe una clasificación global del compost, pero de forma general se pueden encontrar tres clases:

Compost Clase A: producto de alto nivel de calidad, que cumple con las exigencias establecidas según las normas de calidad de cada país, para esta clase de compost. Este producto no presenta restricciones de uso, debido a que ha sido sometido a un proceso de humificación. Puede ser aplicado a macetas directamente y sin necesidad que sea mezclado previamente con otros materiales.

Compost Clase B: producto de nivel intermedio de calidad. Presenta algunas restricciones para su uso. Puede ser aplicado a macetas, requiere ser mezclado con otros elementos adecuados.

Compost Inmaduro o subestándar: materia orgánica que ha pasado por las etapas mesofílicas y termofílicas del proceso de compostaje, donde ha sufrido una descomposición inicial, pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento o maduración necesarias para obtener un compost Clase A o B. Es un producto que se debe mezclar para no producir carencia de nitrógeno.

Posterior a la obtención de un compost de alta calidad, han de establecerse directrices claras y adecuadas en la aplicación de estos productos; estas directrices deberán incluir tipo de contaminantes y sus límites, métodos de aplicación que tengan en cuenta los tipos de suelo, el uso del suelo, la armonización con la fertilización mineral que se esté aplicando, o la prevención de aplicación de compost en la proximidad de cursos de agua, entre otras medidas (Sánchez y Delgado, 2008).

### Métodos para evaluar la madurez del compost

La madurez del compost es uno de los parámetros más importante para evaluar la calidad del mismo, el grado de madurez se expresa como el estado de degradación, transformación y síntesis microbiana en que se encuentra el material compostado y se plantea con relación al proceso de compostaje y aplicación del producto obtenido al suelo (Brinton *et al.*, 1996). El compost maduro se define como el producto estabilizado y saneado de compostaje que se caracteriza por contener los nutrientes en formas fácilmente disponibles para las plantas, posee aspecto de una tierra suelta, ligeramente húmeda, que no mancha mucho las manos al contacto, de color marrón oscuro o negro, de olor agradable y temperatura similar a la ambiental, donde los constituyentes iniciales no son reconocibles y la degradación posterior se hace imperceptible (Dickerson, 2005).

Un compost inmaduro permanece aún caliente, tiene olor similar al del amoníaco y se pueden observar todavía los componentes orgánicos de los cuales se partía en un principio Mazza *et al.* (2001), contiene inhibidores del crecimiento vegetal y un contenido en sales solubles bastante alto. Los métodos para definir la madurez del compost se basan en la combinación de diferentes métodos de estudios, desde los más simples hasta los más laboriosos, entre estos se incluyen el crecimiento de plantas, ensayos de fitotoxicidad, estudios de germinación de semillas, viabilidad de semillas de malezas, desarrollo de olores, entre otros (García *et al.*, 2005).

La evaluación de la madurez del compost constituye un problema relevante, desde el punto de vista de su utilización agronómica, ya que la aplicación de un compost inmaduro a los suelos de cultivo (con una relación Carbono/Nitrógeno elevada) puede causar la inmovilización del N mineral, pues se produce un aumento de la microflora que utiliza parte del N presente en el suelo para la formación de estructuras celulares. Por otra parte, la aplicación al suelo de materia orgánica insuficientemente estabilizada da lugar a una descomposición posterior de la misma, provocando un descenso del nivel de oxígeno y del Eh, así como un aumento de la temperatura, que afectan negativamente al desarrollo de las plantas. Además, el compost inmaduro puede contener sustancias fitotóxicas, tales como amoníaco, óxido de etileno, ácidos orgánicos como el ácido acético, propiónico y butírico, que inhiben la germinación y el desarrollo de las plántulas (Iglesias and Pérez 1989).

Se han propuesto diversos criterios (físicos, químicos y biológicos) para estimar la madurez del compost, pero ninguno de ellos es operativo aisladamente, para su aplicación a todo tipo de materiales. Por tanto, es imprescindible la utilización combinada de diversos parámetros indicadores de la actividad microbiana durante el compostaje y de la "humificación" del material (López y Sainz, 2011). Señalan además que los métodos propuestos para la evaluación del grado de madurez pueden agruparse en cinco tipos, según la naturaleza del parámetro que evalúan:

- a) Parámetros sensoriales de la madurez (test o criterios de tipo físico): olor, color y granulometría.
- b) Evolución de parámetros de la biomasa microbiana: temperatura, emisión de CO<sub>2</sub>, consumo de O<sub>2</sub>, y actividad deshidrogenasa.
- c) Estudio de la materia orgánica: índice de degradabilidad, lípidos extraíbles, carbono soluble (Cw) y absorbancia a 460 y 660 de extractos pirofosfato.
- d) Indicadores químicos de la madurez: relación ácidos fúlvicos/ácidos húmicos (AH/AF), ratio entre carbono orgánico total y nitrógeno orgánico total (Cot/Not), ratio entre C y N solubles (Cw/Nw), relación entre capacidad de intercambio catiónico y Cot (CIC/Cot), y ratio N-NH<sup>4+</sup>/NNO<sup>3-</sup>.
- e) Métodos biológicos (test de fitotoxicidad): germinación y/o crecimiento de berro, cebada u otras especies.

Soliva y López (2004) plantean que en la mayoría de normativas o legislaciones, frecuentemente, sólo se fijan los contenidos en metales pesados, siendo poco exigentes en los parámetros más agronómicos. La calidad del compost viene determinada por la suma de las distintas propiedades y características. En cualquier caso debe hablarse de:

Calidad física: granulometría, capacidad de retención de agua, humedad, presencia de partículas extrañas, olor.

Calidad química: en la que aparecen tres vertientes: contenido y estabilidad de la materia orgánica, contenido y velocidad de mineralización de los nutrientes vegetales que contenga y presencia de contaminantes inorgánicos u orgánicos.

Calidad biológica: presencia de semillas de malas hierbas y patógenos primarios y secundarios.

Por su parte Aguilera *et al.* (2006) presentan un conjunto de métodos de análisis modificados los cuales consideran más prácticos y factibles de aplicar en condiciones tropicales e incorporan otros que facilitan una caracterización completa del compost. Los métodos propuestos para la determinación de los diferentes parámetros los clasifican en tres grupos: físicos, químicos y biológicos y microbiológicos. A pesar de que el texto puede ser de mucha utilidad para profesionales y estudiantes, la aplicación de estos métodos resulta inaccesible cuando los sistemas de compostaje se realizan en las fincas. Sin embargo basado en este contexto García *et al.* (2008) aplicaron parámetros biológicos para evaluar la madurez y fitotoxicidad en el compost que pueden ser desarrollados a todos los niveles por la accesibilidad de los mismos. Estos métodos han sido identificados como convenientes para establecer el estado en que concluye el proceso de compostaje.

### **Determinación y evaluación de la cantidad de semillas de malezas capaces de germinar en el compost**

Se evalúa la cantidad de semillas de malezas capaces de germinar que se encuentran presentes en el compost. Se toma una muestra fresca de compost, aproximadamente 1 litro, la cual es colocada en el refrigerador durante 3 días a una temperatura de 4°C.

Se emplean bandejas plásticas las cuales deben poseer un tamaño adecuado aproximadamente 29 cm de largo y 17 cm de ancho, donde se colocan piedras pequeñas de tamaño homogéneo alrededor de 4 mm, las cuales se remojan previamente en agua durante 3 horas. Estas se dejan escurrir y posteriormente se colocan en el fondo de la bandeja de forma tal que cubran toda el área del fondo, encima de las mismas se extiende una malla que ocupe toda la superficie de la bandeja para evitar el contacto entre el compost y las piedras.

La muestra de compost a estudiar se retira del refrigerador y se le ajusta el contenido de humedad (60%), este es añadido y esparcido por toda la bandeja. La bandeja se coloca a temperatura ambiente en un lugar seco y claro durante 15 días, para la evaluación de los resultados. Este procedimiento debe realizarse a tres réplicas como mínimo.

Al transcurrir los 15 días se observa si ha ocurrido la germinación de algún tipo de planta, el compost es considerado libre de semillas capaces de germinar si menos de 0,5 plantas germinadas se desarrollan por litro de compost empleado para el estudio.

En la figura 1 se puede apreciar el resultado obtenido para este test en un compost de 10 semanas luego de transcurrir 15 días de ensayo, donde no hubo desarrollo, ni crecimiento de semillas en el compost, por lo que se concluyó que el mismo se encuentra libre de semillas capaces de germinar.



**Fig.1.** Compost de 10 semanas libre de semillas de maleza capaces de germinar.

### Test de Crecimiento

El test de crecimiento se realiza con el objetivo de evaluar el grado de toxicidad que presenta el compost. Se emplean recipientes de vidrio (4 pomos) de 15 cm de altura y 8 cm de ancho, en los cuales se añaden de forma independiente 250 g de suelo y 250 g de compost. Tanto el suelo como el compost son previamente tamizados con un diámetro aproximado de 10 mm y humedecidos con agua potable o de lluvia hasta alcanzar la humedad óptima. El test se realiza por duplicado para cada caso.

Se pueden emplear diferentes tipos de semillas para el estudio, (generalmente se deben emplear semillas que sean sensibles a compuestos fitotóxicos y el número de semillas a emplear depende del tamaño de las mismas). Las semillas se colocan sobre discos de algodón de 5,7 cm de diámetro aproximadamente, humedecidos con agua de lluvia o destilada. Se colocan en los sistemas de forma tal que no exista contacto directo entre el disco y el sustrato ya fuera suelo o compost según el caso en estudio. Se debe emplear una réplica como mínimo.

Posteriormente, los recipientes se tapan y se deja un espacio de 1 cm aproximadamente entre la tapa y la boca del recipiente. Estos se colocan en un lugar seco y claro, a temperatura ambiente durante siete días (fotoperiodo de 14 horas luz y 10 horas oscuridad). Durante ese período se debe observar como ocurre el proceso de germinación en ambos sustratos. Las plantas crecidas se observan detenidamente para determinar si existen problemas con el crecimiento de las plántulas, se debe observar además si se presentan fenómenos de necrosis y clorosis en las hojas. Las plantas que crecen se cortan exactamente entre la raíz y el tallo, para medir su longitud y se comparan ambos tratamientos.

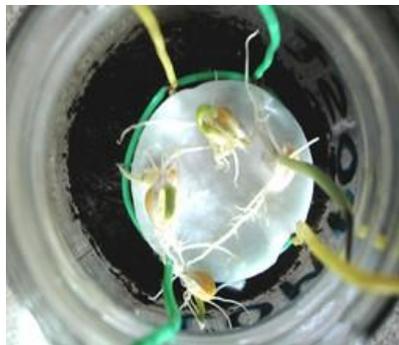
Si el desarrollo de las plantas en ambos sustratos alcanza potenciales similares indica ausencia de fitotoxicidad en el compost estudiado si se observa una baja capacidad de germinación o un pobre crecimiento de la planta en el tratamiento con el compost puede ser señal de elevado contenido de sales el mismo. En la figura 2 se puede apreciar los resultados obtenidos al realizar este test.

**Compost**

**Suelo**



**A) Germinación de las semillas**



**B) Crecimiento de las plántulas**

**Fig. 2.** Test de crecimiento en plántulas de maíz en el compost y el suelo estándar. A) Germinación de las semillas B) Crecimiento de las plántulas.

### **Determinación y evaluación de la tolerancia de plantas de trigo al compost (tolerancia de plantas) Test de Barley**

A través de este test se determina y evalúa la tolerancia de las plantas al compost, utilizando semillas de trigo para la germinación de las plantas y suelo estándar como control positivo.

Se emplean como sustratos, compost fresco y suelo estándar (previamente tamizados, diámetro <10mm), se mezclan ambos sustratos en las proporciones siguientes:

Control (suelo estándar 100%) -----2L.

Compost (50%) suelo (50%) ----- 1L suelo-1L compost.

Compost (25%) suelo (75%) ----- 500 m L compost- 1500 mL suelo.

Las mezclas y el suelo empleado como control positivo, se humedecen con agua corriente o de lluvia hasta alcanzar la humedad óptima y se le adiciona una solución multinutriente de fertilizante (6,2 mL solución/100mL agua destilada). Los sustratos se colocan en recipientes plásticos con una capacidad de 500 mL con perforaciones en el fondo. Una vez añadido los sustratos en los recipientes estos se pesan para el control diario del contenido de agua y en el fondo se les coloca un pequeño recipiente de cristal para coleccionar el agua.

Se siembran las semillas en los recipientes recipiente y el número de estas varía de acuerdo al tamaño de la semilla que se va a emplear para realizar el experimento. Los tratamientos se realizan por triplicado y se colocan en un lugar seco y fresco a temperatura ambiente. El control de la humedad se realiza diariamente.

La primera evaluación se realiza visualmente para detectar algún síntoma de necrosis o clorosis de las hojas de las plantas. Transcurridos 15 días se procede a la evaluación de los resultados, las plantas que brotan se extraen cuidadosamente. Se les determina la altura y el peso fresco y seco del sistema radicular y aéreo.

Los resultados se evalúan mediante la fórmula siguiente:

$$FM(r)_{25/50\%} = (FM_{25/50\%} / FM_{EEO}) \cdot 100\%$$

Donde:

$FM(r)_{25/50\%}$  = Rendimiento promedio de la mezcla con relación al control positivo

$FM_{25/50\%}$  = Rendimiento promedio de la masa fresca de la mezcla (g)

$FM_{EEO}$  = Rendimiento promedio de la masa fresca del suelo usado como control positivo (g)

El hecho de que en el Test de Barley, los rendimientos tanto del sistema radicular como del foliar se encuentren por encima del 90%, permite la utilización segura del compost de diversas formas, ya sea como componente de mezcla en jardines, o en la agricultura como estiércol o como agente mejorador del suelo.

En la **Figura 3** se puede observar el crecimiento de plantas de trigo en las dos mezclas de compost y el suelo estándar.





**Fig.3.** Plantas de trigo crecidas en las dos mezclas de compost y en el suelo estándar.

Autores como Laos (2001) y García *et al.* (2008) obtuvieron los mejores rendimientos en la mezcla donde se empleó un 25% de compost, lo cual ratifica que al mezclar el compost con el suelo en cantidades moderadas, mejora los rendimientos de la cosecha y enriquece las propiedades del suelo

La evaluación del olor y el color del compost facilitan la determinación de la madurez de este a nivel de finca. El compost suficientemente maduro debe poseer ausencia de malos olores y emanar olor a tierra fresca, debe adquirir un color marrón-negro (Jiménez, Barral y Marhuenda, 2008).

### Conclusiones

- Los métodos propuestos para determinar la madurez del compost y como procedimientos de control de calidad del producto a nivel de finca permiten una evaluación racional, simple y rápida del mismo.
- El compost evaluado satisfactoriamente constituye un producto terminado que puede emplearse con fines agrícolas.

## Bibliografía:

- Abab, M. y Puchades, R. (2002). Compostaje de Residuos Orgánicos Generados en la Hoya de Buñol (Valencia) con Fines Hortícolas. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de Buñol, Valencia.
- Aguilera, Y. *et al.* (2006). Métodos Para el Análisis del Compost". Creación de módulos de enseñanza para alternativas de preparación de compost y el análisis de calidad del mismo. Libro editado en el marco de la colaboración científica con el Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas conjuntamente con la Universidad Técnica de Hamburg-Harburg.
- Ansorena, J; Batalla E. y Merino, D. (2014). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Disponible en: [http://www.fraisoro.net/FraisoroAtariaDoku/Evaluacion\\_de\\_la\\_calidad\\_y\\_usos.pdf](http://www.fraisoro.net/FraisoroAtariaDoku/Evaluacion_de_la_calidad_y_usos.pdf).
- Brinton, W.F. *et al.*, (1996). A standardized dewar test for evaluation of compost self-heating. Woods End Research Laboratory.
- Butler T. A., *et al.*, (2001). Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolids compost. J. Environ. Qual 30: p.2141-2148.
- Contardi, L.T., Errasti, A. (2012). Evolución de la temperatura en pilas de compostaje de residuos agroforestales. 7<sup>mo</sup> Congreso de Medio Ambiente AUGM. Argentina. Disponible en: [www.congresos.unlp.edu.ar/index.php/CCMA/7CCMA/paper/.../1070](http://www.congresos.unlp.edu.ar/index.php/CCMA/7CCMA/paper/.../1070)
- Dickerson, G W. (2005). Backyard composting. Guide H-110. New Mexico State University.
- García, D. *et al.*, (2005). La evaluación de los indicadores de madurez y calidad de compost a partir de RSU, factores decisivos para su uso potencial en la agricultura sostenible. Contribución a la Educación y la Protección Ambiental, Vol.6.
- García, D. *et al.*, (2008). Evaluation of the maturity and phytotoxicity of composting obtained from municipal solid wastes (MSW). Contribution to the Education and Environmental Protection. Vol. 7.
- Iglesias, E. and Pérez, V. (1989). Evaluation of city refuses compost maturity. A review. Biol. Wastes. 27: p. 115-142.
- Jiménez, E; Barral. M.T. y Marhuenda, F.C. (2008). Indicadores de la estabilidad y madurez del compost. In: Moreno Casco, J. and Moral Herrero, R. (eds). COMPOSTAJE. Ediciones MUNDI-PRENSA Madrid, Barcelona, México), p. 243-283.
- Laos, F. (2001). Compostaje de residuos orgánicos de actividades productivas y urbanas en la región Andino-Patagónica: determinación de índice de madurez para su utilización agronómica. Tesis Doctoral Universidad Nacional de Comahue. Argentina. 171p.
- Liliana Teresa Contardi, L. T, y de Errasti, A. (2012). Evolución de la temperatura en pilas de compostaje de residuos agroforestales. Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM La Plata Argentina. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26668/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26668/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- López, M. E. y Sainz, M. J. (2011). Gestión de residuos orgánicos de uso agrícola. Servicio de Publicacións e Intercambio Científico, Universidad de Santiago de Compostela, 226 p.

- Masaguer, A. *et al.*, (2008). Evaluación agronómica de sustratos eco-compatibles para la producción de planta ornamentales empleando como planta testigo *Euphorbiapulcherrima*. Actas de Horticultura 53: p.106-113.
- Mazzarino, J.M, (2012). De residuos a recursos: el otro camino de los desechos orgánicos urbanos. Estudio de caso: compostaje de lodos cloacales en Bariloche, Argentina. Conferencia. Memorias IV Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Univ. S Tomás, Tunja, Colombia, 14 p.
- Moreno, J. y Moral, R. (2008). Compostaje. Ediciones Mundi-Prensa. España. 570p.
- Rodríguez, M. D. *et al.*, (2010). Extracción secuencial y caracterización fisicoquímica de ácidos húmicos en diferentes compost y el efecto sobre trigo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.1 Núm.2 1, p.133-147.
- Sánchez, F., y Delgado, J. (2008). Efecto de la aplicación del compost sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. En: Casco, J., Herrero, R. (Ed). Compostaje. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 570 p.
- Soliva, M. y López, M. (2004). Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso. Formación de técnicos para el tratamiento y gestión de lodos de depuradora. Valsaín CENEAM/MIMAM. Disponible en: [http://mie.esab.upc.es/ms/recerca\\_experimentacio/articles\\_ESAB/Calidad%20compost%20lodos.pdf](http://mie.esab.upc.es/ms/recerca_experimentacio/articles_ESAB/Calidad%20compost%20lodos.pdf).
- Varnero, M. T; Rojas, C. y Orellana, R. (2007). Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal. versión On-line*. R.C. Suelo Nutr. Veg. v.7 n.1.