

EL COMPOSTATGE

DOMÈSTIC I COMUNITARI

Treballs de recerca

EL COMPOSTATGE

domèstic i comunitari

.....

Treballs de recerca

EL COMPOSTATGE DOMÈSTIC I COMUNITARI. TREBALLS DE RECERCA

Autors

Eloísa Albacete García
Oriana Blanch Lázaro
Miquel Bonet Alomar
César Isábal Rami
Diana Reinoso Botsho
Elisabeth Rudé Payró
Aina Sancho Estellers
Patricia Susial Martín
Ricard Torres Castillo
Javier Varona Espallargas

Edició

Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). Direcció de Serveis de Prevenció i Gestió de Residus

Coordinació de l'edició

Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). Servei de Prevenció de Residus i Deixalleries
Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). Oficina Tècnica de Gerència

Correcció i traducció del textos

Slra Ponsa Cervera
t&S Traducciones y Tratamiento de la Documentación, SL

Disseny i maquetació

Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). Servei de Comunicació
Estudi Gràfic El Prat

www.amb.cat

© Àrea Metropolitana de Barcelona
© dels textos, els autors

Barcelona, juny 2017

**EL COMPOSTATGE
DOMÈSTIC I
COMUNITARI.
TREBALLS DE
RECERCA**

	5	Presentació Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). Direcció de Serveis de Prevenció i Gestió de Residus
Bloc 1. Les persones	6	El perfil social de los compostadores del área metropolitana de Barcelona Diana Reinoso Botsho
	22	Análisis del comportamiento en el compostaje y su relación con el producto final César Isábal Rami Aina Sancho Estellers
Bloc 2. El procés	34	Avaluació de diferents models de compostadors domèstics Elisabeth Rudé Payró Ricard Torres Castillo
	50	Possibilitats de vermicompostatge casolà en la reducció de residus orgànics produïts a la llar Eloísa Albacete García
	62	Estimació de les possibilitats de la producció domèstica de vermicompost al municipi de Sant Cugat del Vallès Oriana Blanch Lázaro
Bloc 3. El producte final	72	«L'hortet del forat» estudio de caso y sistematización de la experiencia en un huerto urbano comunitario Javier Varona Espallargas
	86	Estimació de l'estabilitat o la qualitat del compost obtingut per un sistema d'autocompostatge Patricia Susial Martín Miquel Bonet Alomar
	102	Validació del mètode de la broqueta per a l'estimació de la humitat en autocompostatge Daniel Franco González

PRESENTACIÓ

Que els residus orgànics serveixen per tornar a adobar els camps de conreu no és cap descoberta per a la gent que viu a pagès. Però per als que vivim en grans concentracions urbanes pot semblar una novetat.

Amb la doble intenció de reduir la quantitat de residus que cal tractar industrialment i d'acostar els processos naturals als ciutadans, des de l'any 2004 l'AMB ha impulsat experiències de compostatge domèstic a les llars particulars, i de manera col·lectiva, en alguns espais.

Quan es van fer les primeres experiències, gairebé no hi havia informació a Internet i els compostadors havien de venir d'Àustria o fins i tot d'Austràlia. Afortunadament, les coses han canviat força i actualment es fabriquen compostadors a Catalunya a partir de plàstics que ja han tingut un altre ús. També han augmentat força les experiències i els coneixements de la població i dels tècnics.

Per avançar en aquest projecte, a l'AMB hem volgut comptar amb l'experiència de les universitats que estan investigant en el tema i sobretot amb els universitaris que acaben la seva formació. Per això, periòdicament hem encarregat alguns estudis i hem convocat ajuts a la recerca que han donat com a resultat aquesta publicació col·lectiva en format d'articles, tal com es fa a les revistes especialitzades.

Hem agrupat els treballs en tres blocs. Al primer hi podreu trobar descripcions i característiques sobre les persones que han decidit fer compostatge a casa seva. En el segon bloc hi hem agrupat treballs que es focalitzen en el procés de compostatge. I finalment, en el tercer bloc hi podreu trobar les recerques que han avançat en la qualitat del producte final, el compost.

Els articles s'han deixat en la llengua que van triar els autors però comencen amb un resum en català, castellà i anglès.

**Direcció de Serveis de Prevenció i Gestió de Residus
de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB)**

Desembre de 2016

EL PERFIL SOCIAL DE LOS COMPOSTADORES DEL ÁREA METROPOLITANA DE BARCELONA EN EL AÑO 2014

Autora: **Diana Reinoso Botsho**, estudiante del Máster en Intervención y Gestión Ambiental de la Universidad de Barcelona.

Tutor: **Enric Pol Urrutia**, catedrático de Psicología Social y Ambiental de la Universidad de Barcelona.

Resum

Aquesta investigació sorgeix amb la vocació de definir el perfil sociològic de les persones que realitzen compostatge domèstic a l'àrea metropolitana de Barcelona, amb la intenció de contribuir a la comprensió de les característiques d'aquest perfil i les raons que motiven l'assumpció de la pràctica de compostatge.

Segons les dades obtingudes, es pot concloure que el compostador estàndard de la mostra és una persona entre 45-75 anys, tant dona com home, que viu en una casa aïllada i és aficionada a la horticultura i la jardineria. A nivell general, mostra una alta preocupació i sensibilitat per temes mediambientals i realitza algunes accions per reduir l'impacte del seu estil de vida en el medi. Malgrat això, no porta un estil de vida rigorosament sostenible i no és un «ecologista militant»; de fet, no necessàriament cultiva les seves plantes de forma estrictament ecològica. Destaquen com a grups representatius les persones jubilades i persones de amb professions d'alta qualificació (classe mitjana-alta i alta).

Abstract

This research aims to define the sociological profile of people performing home composting in the Barcelona metropolitan area. The objective is to ascertain the main characteristics of the social profile and reasons for involvement in composting.

It can be concluded that the typical composter in this sample is a woman or man between 45 and 75 years old, who lives in a detached house and is an amateur gardener. In overall terms, they show a high level of environmental concern and attempt to reduce the impact of their lifestyle on the environment; however, they do not have a strictly sustainable lifestyle and are not environmental activists; in fact, they may not necessarily grow their plants organically. There are two particularly large groups: retired people and highly skilled professionals (upper-middle and upper class).

Resumen

Esta investigación surge con la vocación de definir el perfil sociológico de las personas que realizan compostaje doméstico en el área metropolitana de Barcelona, con la intención de contribuir a la comprensión de las características definitorias de dicho perfil y las razones que motivan la asunción de la práctica del compostaje.

Según los datos obtenidos, se puede concluir que el compostador estándar de la muestra es una persona entre 45-75 años, tanto mujer como hombre, que vive en una casa aislada y es aficionada a la horticultura y a la jardinería. A nivel general, muestra una alta preocupación y sensibilidad por temas medioambientales y realiza algunas acciones para reducir el impacto de su estilo de vida en el medio. Sin embargo, no lleva un estilo de vida rigurosamente sostenible y no es un «ecologista militante»; de hecho, no necesariamente cultiva sus plantas de forma estrictamente ecológica. Destacan como grupos representativos las personas jubiladas y las personas con profesiones de alta cualificación (clase media-alta y alta).

1 Contextualización sociogeográfica

El área metropolitana de Barcelona es una agrupación de 36 municipios con una extensión de 636 km² y una población de 3.239.337 habitantes. El Instituto Nacional de Estadística (INE) cataloga los municipios como rurales, medios y urbanos en función del número de habitantes, a pesar de que éste no es el único criterio a tener en cuenta para determinar esta cualidad. Según la clasificación del INE, 8 de los 36 municipios metropolitanos se catalogarían como «medios» (entre 2.001 y 10.000 habitantes), de los cuales 3 se podrían considerar «semirurales» (2.001-5.000 habitantes) y 5 «semiurbanos» (5.001-10.000 habitantes). Los restantes 28 municipios pueden considerarse «urbanos» ya que tienen más de 10.001 habitantes. Esta clasificación indica que la inmensa mayoría de las personas estudiadas no pertenecen a núcleos rurales vinculados a la actividad agrícola, sino a entidades singulares en las que se han extendido los fenómenos de urbanización y la multiplicidad de actividades económicas propias del mundo urbano. El carácter urbano y semiurbano del ámbito estudiado resulta determinante para comprender el perfil sociológico de las personas compostadoras del área metropolitana de Barcelona.

2 El programa de fomento del autocompostaje del AMB

Las actuaciones relativas al fomento del autocompostaje se encuadran dentro de las líneas marcadas por la Directiva Marco Europea y su transposición en el Estado Español (Ley 22/2011), pero su implementación concreta responde a dos normativas catalanas: el Programa de Gestión de Residuos Municipales de Cataluña 2007-2012 (PROGREMIC), que será pronto sustituido por el Programa General de Prevención y Gestión de Residuos y Recursos de Cataluña 2013-2020 (PRECAT20), y el Programa Metropolitano de Gestión de Residuos Municipales (PMGRM).

El Área Metropolitana de Barcelona (AMB), en estrecha colaboración con la Agencia de Residuos de Cataluña (ARC) y los entes locales, desarrolla desde el año 2004 un programa de fomento del autocompostaje doméstico, cuya concreción se produjo en 2009 con la redacción del Plan Director de Autocompostaje Metropolitano (PDAM). Dicho plan establece un proceso que consta de tres fases: información, formación y seguimiento a las personas compostadoras. Los entes locales, a través de los técnicos de medioambiente, son los responsables de la labor de difusión y la búsqueda de ciudadanos interesados en la práctica. Una vez formado un grupo de aproximadamente 20 personas, se coordinan las acciones del resto de actores para dar comienzo al proceso de formación y seguimiento; esta fase contempla la cesión temporal y gratuita de materiales y herramientas. Pasado un año, si al menos la última visita de seguimiento se ha evaluado como positiva, se procede a la cesión indefinida y las personas entran a formar parte de la Xarxa de Compostaires Metropolitans (XCM). A mediados de 2014 la Xarxa estaba formada por unas 4.000 personas

3 Objetivos del estudio

- Definir el perfil sociológico de las personas compostadoras del área metropolitana de Barcelona, incluyendo características sociodemográficas, socioeconómicas, ideológicas y otros aspectos relativos al nivel de preocupación ambiental, la realización de otras acciones proambientales, el vínculo con la jardinería y la horticultura, y el tratamiento ecológico del cultivo.
- Identificar las principales motivaciones para hacer compostaje expresadas por los encuestados.
- Analizar la posible influencia de la difusión social informal en la asunción de la práctica de autocompostaje.
- Proponer, en base a los resultados obtenidos, algunas sugerencias de mejora en el programa de fomento del compostaje doméstico del AMB, de cara a aumentar la velocidad de extensión de la práctica.

4 Metodología

El estudio se centra concretamente en las personas que realizan autocompostaje doméstico a través del programa de fomento del autocompostaje del AMB y que, por lo tanto, forman parte de la XCM. No se han tenido en cuenta las personas que efectúan vermicompostaje ni las personas que realizan compostaje doméstico de forma independiente, es decir, sin haber participado en el programa del AMB.

En primer lugar, se realizó una búsqueda bibliográfica en revistas especializadas y bases de datos para recopilar todas aquellas investigaciones referidas al compostaje desde un punto de vista sociológico y psicosocial, tanto del Estado Español como del extranjero. Se pudo comprobar en esta fase la escasez de investigaciones científicas al respecto y la necesidad de analizar el comportamiento respecto al compostaje de manera separada del resto de conductas de reciclaje.

Una vez contextualizada la pregunta de investigación, el estudio se desarrolló mediante la triangulación de tres técnicas diferentes: a) entrevistas a técnicos municipales, b) encuestas telefónicas y c) técnicas de observación en sesiones de información.

a) Entrevistas a cuatro técnicos/as de medioambiente de los municipios de Tiana, Castelldefels, Sant Cugat del Vallès y Cornellà de Llobregat. Mediante una entrevista semiestructurada, se preguntó a los técnicos, dada su experiencia profesional y personal, sobre el perfil de las personas compostadoras, sobre sus estrategias institucionales de comunicación y difusión de la práctica y sobre las posibles razones de éxito del programa en sus respectivos municipios. Estas entrevistas fueron grabadas y transcritas para poder utilizar las declaraciones a lo largo del análisis. En adelante se identificará a los técnicos de manera anónima mediante la fórmula EX (Entrevista X).

b) Encuestas telefónicas a una muestra aleatoria de 100 personas integrantes de la Xarxa de Compostaires Metropolitans (XCM). Se diseñó un formato de encuesta que reflejara los diferentes aspectos a estudiar y se realizaron 100 encuestas telefónicas, procurando respetar tanto la proporción de cada municipio en el cómputo total de personas de la XCM, como los años de antigüedad de los compostadores. Por motivos de practicidad, se eligió encuestar a personas que hubieran entrado a formar parte de la XCM antes de finales de 2013. En la encuesta se abordaron seis aspectos:

i. Variables sociodemográficas y socioeconómicas: edad, nacionalidad, género, nivel de estudios, ocupación del sustentador principal y del encuestado, nivel de ingresos del sustentador principal, relación con la actividad del encuestado, tipo de familia, tipo de vivienda, régimen de tenencia y número de personas. Los datos relativos a la ocupación del sustentador principal se han utilizado para realizar la estimación de la clase social del hogar, según la propuesta de la Sociedad Española de Epidemiología (1995) en su revisión actual, llamada CSO-SEE12 (Domingo-Salvany, Bacigalupe, et al., 2012). El sistema de clasificación social ocupacional, utilizado con asiduidad por el Centro de Investigaciones Sociológicas, utiliza las profesiones categorizadas en el Catálogo Nacional de Ocupaciones (CNO11) para estimar la clase social, y se asemeja a otras aproximaciones europeas como la ESEC (Informe España, 2011). La escala original de la CSO-SEE12 contempla 7 grupos diferentes, pero en este estudio se ha optado por utilizar, por su mayor poder explicativo, una agrupación en 4 grupos, que son: Clase media-alta y alta: directores/as y gerentes, y profesionales vinculados a carreras universitarias. Clase media: ocupaciones intermedias y trabajadores/as por cuenta propia. Clase media-baja: supervisores/as y trabajadores/as en ocupaciones técnicas cualificadas y semicualificadas. Clase baja: trabajadores/as no cualificados.

ii. Grado de preocupación ambiental. Para el análisis de los valores ambientales del sujeto se utilizó una escala reducida de 6 ítems de la escala New Ecological Paradigm (Dunlap, Van Liere, Mertig y Jones, 2000). Esta herramienta se utiliza frecuentemente en estudios de psicología social y define cómo se posiciona el encuestado respecto a ciertos aspectos relacionados con el medio ambiente. Dado que la escala de estos autores resultaba demasiado extensa dentro del marco de la encuesta, se optó por utilizar una escala reducida basada en la adaptación hecha por Romeo, Yepes, Berguer y Vidal (2011). Para facilitar la explicación de los resultados de la escala NEP se ha elaborado una herramienta que resume la puntuación global de cada encuestado en función de sus respuestas a los 6 ítems, estableciéndose 5 categorías: nada preocupado, algo preocupado, medianamente preocupado, bastante preocupado y muy preocupado.

iii. Realización de otras acciones proambientales. En este bloque se incluyó una relación de acciones proambientales y se preguntó a los encuestados con qué frecuencia realizaban cada una de ellas. Estas acciones pueden distinguirse en dos categorías (Ecobarómetro de Andalucía, 2011) y fueron seleccionadas de las encuestas sobre medioambiente del

Centro de Investigaciones Sociológicas y el Instituto Nacional de Estadística: Individuales, relacionadas con llevar un «estilo de vida sostenible» en la que se incluyeron acciones relativas al reciclaje, el consumo responsable, la movilidad sostenible y la salud. Colectivas, relacionadas con ser una persona «ecomilitante». Se incluyeron en este caso acciones de voluntariado, protesta, donación y asistencia a ferias.

iv. Vínculo con la horticultura y la jardinería. En este bloque se realizaron preguntas relativas al grado de interés y conocimiento en horticultura y jardinería, el tipo y forma de cultivo de las plantas y la persona encargada de su cuidado.

v. Difusión social: Para analizar esta dimensión se incluyeron varias preguntas relativas al conocimiento de personas cercanas que hicieran compostaje y al hecho de ser agentes activos en la difusión de la práctica entre sus conocidos.

vi. Motivaciones para hacer compostaje. Para analizar la esfera de las motivaciones se dispuso una pregunta abierta para valorar las motivaciones expresadas de manera espontánea por los encuestados. Dado que en su discurso la mayor parte de las personas relataban varias motivaciones, se procedió a seleccionar las 2, o en su caso 3, primeras respuestas.

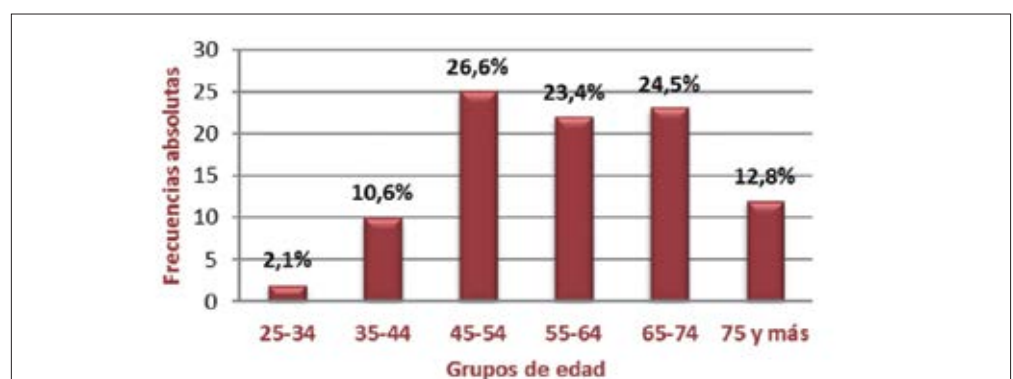
c) Técnicas observacionales en sesiones de formación. Se realizaron cinco visitas presenciales en las sesiones de formación a nuevas personas compostadoras en los municipios de Sant Joan Despí, Sant Cugat del Vallès y Barcelona. En estas sesiones se procedió a realizar una recogida sistemática de información observacional, tanto lingüística como no verbal. A este respecto, el foco del análisis se centró en el número, edad y género de los usuarios, el tipo de conversaciones y preguntas que surgieron en la sesión, las formas de vestimenta de los usuarios, si habían acudido solos o acompañados, etc.

5 Resultados

5.1 Nacionalidad, edad, género y tipo de familia

En las entrevistas realizadas, los técnicos de medio ambiente pusieron de manifiesto que las personas compostadoras son, en su mayoría, personas de mediana edad y tercera edad y no se señaló que hubiera diferencias evidentes de género. «Entre nuestros compostadores tenemos gente mayor, jubilados, que son un grupo bastante importante, pero también hay bastante gente... pues de mediana edad, con hijos... Hay un poco de todo» (E4). En las sesiones de observación hechas en cursos de formación, se pudo comprobar que la mayor parte de las personas cumplían con el perfil de edad referido por los técnicos, exceptuando dos personas jóvenes menores de 30 años.

Figura 1.
Grupos de edad decenales



Los datos obtenidos mediante la encuesta telefónica a compostadores de la XCM mostraron que, en su inmensa mayoría, los compostadores eran de nacionalidad española, habiéndose encontrado únicamente dos personas (2,2 %) de origen extranjero.

En cuanto a la edad, podemos observar que el compostaje goza de aceptación fundamentalmente en personas de mediana y tercera edad, encontrándose el límite mínimo en 28 años y el máximo en 85. Tal como muestra el siguiente gráfico (Figura 1), existen dos grupos mayoritarios que conjuntamente suman el 50 % del total: las personas entre 45 y 64 años (lo que actualmente podríamos considerar «mediana edad»); en segundo lugar de importancia les siguen las personas entre 65 y 85 años (37,3%) y quedan a la cola las dos cohortes más jóvenes (25-44 años) con una representación del 12,7%. La media de edad está en 59 años.

Por otra parte, cabe destacar que el 50 % de los compostadores vive en familias con hijos en el propio hogar, un 35,6% son familias con hijos emancipados y el 14,4% restante muestran otros tipos de convivencia. En cuanto al género, el 40,7% de las encuestadas eran mujeres frente a un 59,3% que eran hombres.

5.2 Nivel de estudios, profesión y clase social

Las personas compostadoras del estudio muestran un perfil de instrucción y de clase social más elevado que la media general metropolitana, encontrándose un número considerablemente mayor de personas con estudios de tercer grado y puestos cualificados de responsabilidad (clase media-alta y alta). Sin embargo, cabe destacar la heterogeneidad de perfiles socioeconómicos, ya que casi la mitad de los encuestados tienen estudios de primer y segundo grado y ocupan una posición social de clase asalariada (clase media y media-baja).

En cuanto al nivel de instrucción alcanzado, casi la mitad de los encuestados (45,6 %) tiene estudios de tercer grado (universitarios o postuniversitarios); el segundo grupo en importancia es el que ha realizado estudios de segundo grado (ESO, bachillerato y Formación Profesional) con el 41,1 %; a la cola se encuentran las personas con estudios de primer grado, que representan el 13,1 % de la muestra. Si se comparan estos datos con la media del área metropolitana, mayor de 25 años y de nacionalidad española, la diferencia más resaltante es en el grupo de estudios de tercer grado, en el que la XCM gana en 20 puntos porcentuales a la media general.

En cuanto a las profesiones de los encuestados (Figura 2), como se puede deducir de los niveles de instrucción, podemos comprobar que entre los compostadores de la XCM se halla una cantidad significativa de personas con cargos directivos o de gerencia, y personas con puestos científicos e intelectuales (51,8 %), en una proporción de 25 puntos porcentuales por encima de la media de la población metropolitana. En cuanto al resto de masa social asalariada, representan el 48,2 % restante de la muestra de compostadores.

Figura 2.
Profesiones de la XCM
comparadas con la media
metropolitana

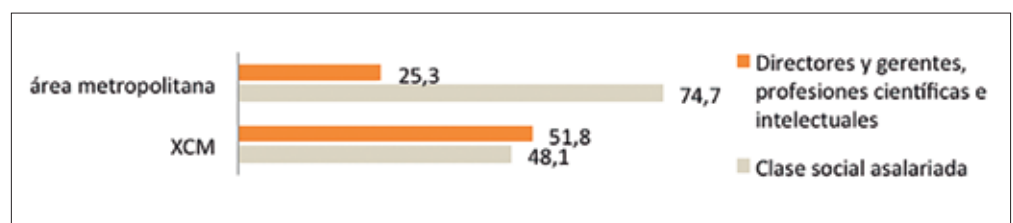
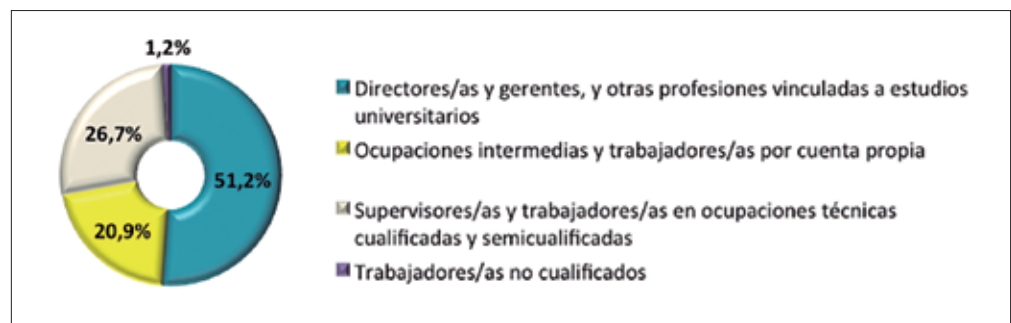


Figura 3.
Clase social ocupacional
(CSO)



Lo mismo sucede si atendemos a la clase social ocupacional (Figura 3): la clase social media-alta y alta (directores y gerentes, y profesionales vinculados a estudios universitarios) representa más de la mitad de la muestra (51,2 %); casi 1/3 de personas tiene ocupaciones intermedias (trabajadores de cuello blanco) y aproximadamente un 20 % trabaja en ocupaciones cualificadas técnicas y semicualificadas.

Respecto a la relación con la actividad, se pudo comprobar que el 46,2 % de los compostadores se encontraban trabajando en el momento de realizar la encuesta, frente a un 11 % que estaban en paro. Como ya se ha podido anticipar en el apartado referente a la edad, el grupo de jubilados y pensionistas representa un porcentaje muy significativo de la muestra, con un 42,9 % sobre el total.

Si se analiza la relación entre la clase social ocupacional y la edad (Figura 4), se puede observar que en las personas menores de 65 años el grupo de directores y gerentes es el más numeroso (60 %), mientras que en las personas mayores de 65 años predomina, con un 41,9 %, el grupo de profesiones técnicas cualificadas y semicualificadas. A poca distancia se sitúa el grupo de directores y gerentes, con un porcentaje del 35,5 %.

Figura 4.
CSO por grandes grupos
de edad



5.3 Grado de preocupación ambiental

Otro dato relevante para indagar en el perfil sociológico de las personas que hacen compostaje es conocer su grado de preocupación o conciencia ambiental, es decir, los valores y creencias que manejan respecto al medio ambiente. En las entrevistas con los técnicos se destacó que es un rasgo característico de los compostadores el tener «al menos un cierto grado de conciencia ambiental» (E4), aunque no por esto se pueda suponer que sean personas activamente ecologistas. Entre los compostadores se da «una sensibilidad especial por el tema de la alimentación sana, por no utilizar productos químicos, lo ecológico» (E3). En este sentido, durante la realización de las encuestas se pudo constatar que muchos compostadores ponían de manifiesto su creencia en la naturaleza y su visión del ser humano como parte del ecosistema natural.

Tabla 1. Puntuación global del NEP

Nada preocupado	Poco preocupado	Medianamente preocupado	Bastante preocupado	Muy preocupado
0,0 %	1,1 %	3,3 %	40,2 %	55,4 %

Como se puede comprobar en la Tabla 1, la gran mayoría de los compostadores manifiestan tener valores muy elevados de conciencia medioambiental general; concretamente, el 95,6 % de los encuestados están bastante preocupados o muy preocupados por temas medioambientales, mientras que los tres restantes grupos inferiores apenas tienen relevancia estadística.

Se ha comprobado el cruce entre esta variable y la edad, agregada en grandes grupos para rastrear diferencias entre las personas menores y mayores de 65 años, y no se han observado diferencias entre ambos grupos. Tampoco se hallaron diferencias al compararla con la CSO.

5.4 Realización de otras acciones proambientales

Otra dimensión relevante para nuestro análisis es conocer hasta qué punto los encuestados, además de compostaje, realizan otras acciones de carácter proambiental. Con ello se pretende discernir si los encuestados suelen realizar otras acciones de tipo individual (relacionadas con llevar un «estilo de vida sostenible»), acciones de tipo colectivo (relacionadas con ser una persona «ecomilitante») o ninguna de las dos categorías. Cabe señalar que se trata del comportamiento enunciado y no necesariamente del comportamiento real.

Estudiando las acciones individuales se preguntó a los compostadores respecto a acciones relacionadas con el reciclaje, el consumo responsable, la salud y la movilidad sostenible.

Como vemos en la Tabla 2, cuatro de las seis acciones propuestas se realizan frecuentemente, o siempre, por al menos el 50 % de los encuestados. La separación de basura por fracciones es la acción que goza de más éxito, con un 94,5 % de personas que la practican siempre; en cuanto al resto de las acciones, con un porcentaje de seguimiento considerablemente inferior, destaca la reutilización, con un 74,8 % de personas que dicen realizarla frecuentemente o siempre. La compra de productos ecológicos y la compra de productos con menos embalajes, ocupan el tercer y cuarto puesto en importancia (60 % y 55 % respectivamente). Las dos acciones con menor aceptación son la compra de productos reciclados (47,3 %) y dejar de utilizar el coche por razones medioambientales (43,3 %).

Tabla 2. Acciones proambientales de tipo individual

	Nunca	Ocasionalmente	Frecuentemente	Siempre
Separar la basura por fracciones	1,1 %	3,3 %	2,2 %	93,4 %
Reutilizar materiales en vez de tirarlos	6,6 %	18,7 %	41,8 %	33,0 %
Comprar productos reciclados	28,6 %	24,2 %	35,2 %	12,1 %
Elegir productos con menos embalajes	18,7 %	26,4 %	36,3 %	18,7 %
Comprar/cultivar productos ecológicos	17,6 %	24,2 %	34,1 %	24,2 %
Dejar de utilizar el coche por razones proambientales	37,8 %	18,9 %	32,2 %	11,1 %

Tabla 3.
Frecuencia de realización de acciones proambientales individuales

1-2 acciones	3-4 acciones	5-6 acciones
Poco sostenible 17,6 %	Medianamente sostenible 53,8 %	Muy sostenible 28,6 %

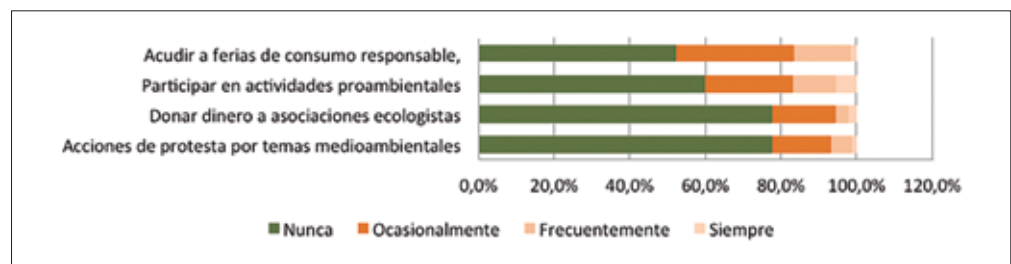
Por otra parte, podemos clasificar a las personas en función de la frecuencia con que realizan cada una de las acciones propuestas; este dato nos da una información orientativa de hasta qué punto los compostadores llevan un «estilo de vida sostenible». Para realizar esta clasificación, se ha contabilizado en número de acciones que la persona realiza frecuentemente o siempre.

Como vemos, aproximadamente la mitad de los compostadores realizan de manera frecuente o siempre tres o cuatro acciones de las propuestas, por lo que podemos considerar que llevan un estilo de vida medianamente sostenible. En segundo lugar de importancia encontramos a un 28,6 % de personas que realizan cinco o seis de las acciones propuestas, lo que manifiesta una preocupación muy alta por reducir el impacto que su estilo de vida genera en el medio. En último lugar se encuentran las personas que realizan únicamente una o dos acciones proambientales, con un 17,6 %. Como en el caso de la variable anterior, no se han encontrado diferencias relevantes al cruzar esta variable con la edad ni con la CSO.

En cuanto a las acciones proambientales de tipo colectivo, se preguntó a los encuestados con qué frecuencia realizaban las acciones que se muestran en la Figura 5.

Como se puede observar, todas las acciones mencionadas tienen un porcentaje muy bajo de frecuencia (entre un 85 % y un 95 % dicen no realizarlas nunca u ocasionalmente), por lo que se puede concluir que los compostadores, a nivel general, no tienen un perfil abiertamente ecomilitante.

Figura 5.
Acciones proambientales de tipo colectivo

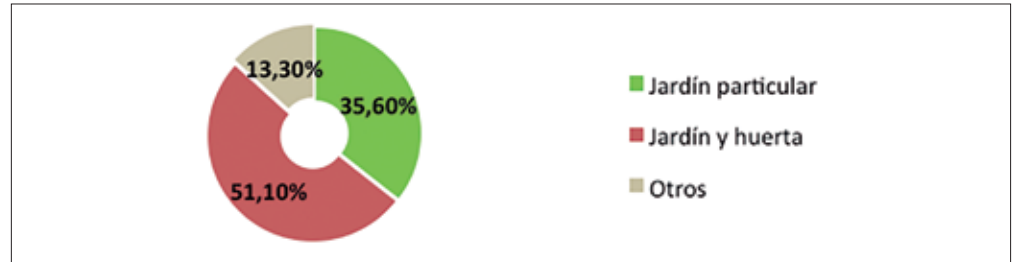


5.5 Vínculo con la horticultura y la jardinería

Otra dimensión relevante para nuestro análisis es el vínculo del compostaje con la afición por la horticultura y la jardinería.

En la entrevista E4, salió a relucir la hipótesis de que el compostaje guardara una estrecha relación con la jardinería y la horticultura, no sólo desde un punto de vista directo (con el compostaje se obtiene abono para las plantas) sino también en su dimensión didáctica como herramienta de educación ambiental. Este último aspecto se refiere a dos dimensiones relevantes: por un lado, la jardinería y la horticultura son actividades de contacto estrecho con la naturaleza y, en segundo lugar, la propia gestión del huerto y el jardín invita a cerrar el ciclo de la materia orgánica y resulta, en este sentido, pedagógico. «Yo creo que el compostaje y la horticultura son dos cosas que van de la mano, porque cuando tienes un huerto te resulta natural reciclar la materia orgánica y cerrar el ciclo, lo que seguramente te conciencia para otras cosas» (E4). Ante la pregunta de si podía ser cierto que la

Figura 6.
Tipo de cultivo



práctica de compostaje guardara mayor relación con la práctica de la horticultura que con la jardinería, el técnico manifestó que, en su opinión, el compostaje estaba relacionado con ambas prácticas por igual.

A este respecto, en las sesiones de formación se comprobó que las preguntas realizadas al formador, además de girar en torno a dudas técnicas respecto al funcionamiento del compostador, estaban siempre relacionadas con las formas de utilización del compost en las plantas. Por otra parte, las conversaciones informales y los momentos de debate abierto también giraban mayoritariamente en torno a trucos de jardinería y horticultura, de lo que se puede deducir que los compostadores son personas aficionadas a una o las dos actividades.

A este respecto, para la encuesta se diseñaron cuatro preguntas destinadas a dar una visión de conjunto respecto al vínculo de los encuestados con la horticultura y la jardinería.

En primer lugar, cabe destacar que el 65,9 % de los encuestados vive en una casa aislada con jardín, un 20,9 % vive en un adosado con jardín y un 13,2 % en un piso con terraza grande o patio.

Se preguntó a los compostadores de la XCM sobre el tipo de plantas de que disponían y aproximadamente la mitad (51,1 %) respondieron que tenían jardín y huerta. El segundo grupo mayoritario (35,6 %) respondió que tenían exclusivamente jardín, y por último, se encontraron porcentajes muy pequeños de personas que tuvieran huerto urbano en su terraza (3 %) o que tuvieran exclusivamente una huerta (3 %).

Por otra parte, al ser preguntados sobre la persona encargada del cuidado de las plantas, una amplia mayoría (88,7 %) declararon ser ellos mismos o compartir el cuidado con otros miembros de la familia, el 6,8 % dijeron que se ocupaba otro miembro de la familia y solo un 4,5 % dijeron que se encargaba una persona contratada.

A la pregunta sobre su grado de interés en horticultura y jardinería, los compostadores manifestaron las siguientes opiniones que se muestran en la Figura 7.

Podemos observar que el interés en ambas actividades es muy elevado. En el caso de la horticultura, un 86,2 % de los encuestados manifestaron tener «bastante o mucho» in-

Figura 7.
Grado de interés en horticultura y jardinería

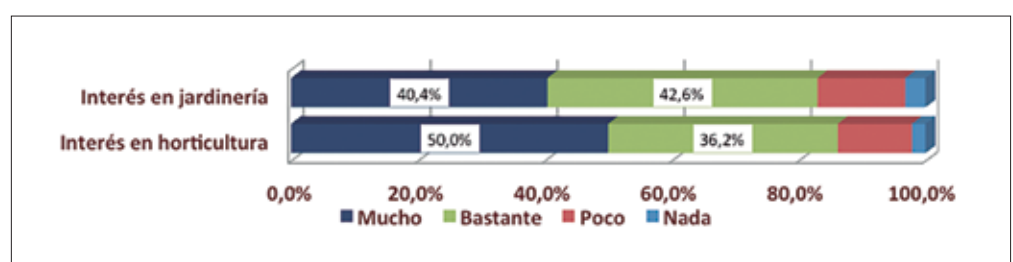


Tabla 4.
Motivaciones para hacer compostaje

Hacer abono propio	Cuidado del jardín o huerto	46,60 %
Ahorro, no comprar compos		
Comodidad		
Tener muchos desperdicios		
Tener jardín o huerto		
Utilidad		
No llevar los restos al contenedor		
Reciclar, aprovechar los restos	Motivos ambientales	45,30 %
Reducir, no generar tanta basura		
Ayudar al medioambiente		
Concienciar a los niños		
Otros		8,10 %

El otro grupo de motivaciones importante son las de índole específicamente ambiental. Los compostadores han reseñado de una forma recurrente la importancia que tiene para ellos el cuidado del medio ambiente; en este sentido, el compostaje les permite aprovechar los residuos que generan y de esta forma reciclar y reducir la cantidad de basura global. Tal como expresa la compostadora C14, «porque me permite reciclar y reutilizar, algo que para mí es muy importante». Otra afirmación sugerente al respecto es la que expresa el compostador C16: «la idea de la rentabilidad, es decir, la posibilidad de producir algo a partir de los desechos». Por otra parte, algunos compostadores han hecho mención de que el compostaje les sirve de herramienta de educación ambiental para concienciar a los niños.

Cabe destacar que en estas tres primeras respuestas, el 35,1 % de las personas manifestaron tener tanto motivos ecológicos como motivos relacionados con el cuidado del jardín, el 27,7 % manifestaron tener exclusivamente motivos ecológicos y el 23,4 % manifestaron únicamente motivos relacionados con el cuidado del jardín.

5.7 Difusión social

Otra dimensión relevante que se tuvo en cuenta en la investigación fue la posible relación entre el medio social y la decisión de hacer compostaje. En este sentido, cabe preguntarse si los compostadores suelen conocer personas que realicen la práctica en su medio social, su entorno familiar o su entorno inmediato y también hasta qué punto participan de manera informal como agentes activos en la difusión del compostaje entre sus conocidos.

Respecto a la primera dimensión, cabe destacar que el 74,5 % declararon conocer amigos, familiares o vecinos que hacen compostaje, frente a un 25,5 % que dijeron no conocer a nadie de su entorno que lo haga. Por otra parte, el 80,9 % de las personas dijeron haber sugerido alguna vez a amigos, familiares o vecinos que hicieran compostaje, frente a un 19,1 % que declararon no haberlo hecho nunca.

6 Conclusiones

Como hemos visto anteriormente, los compostadores de la muestra de la XCM son casi exclusivamente de nacionalidad española y no muestran diferencias significativas en cuanto a género.

Respecto a la edad, se puede concluir que son mayoritariamente personas de la mediana y la tercera edad, encontrándose un porcentaje muy reducido de personas menores de 44 años: los jubilados y las personas entre 45 y 64 años, comparten casi a partes iguales el 87,5 % de la muestra. Este perfil de edad puede estar relacionado con la edad de emancipación y la fase de la vida en que las personas se asientan en una residencia definitiva y constituyen una familia.

Por otra parte, también hemos reseñado que, a pesar de que existe heterogeneidad de perfiles socioeducativos y socioeconómicos, entre los compostadores de la XCM se encuentra un porcentaje muy destacable de personas de clase media-alta y alta (algo más del 50 % tienen un nivel sociocultural alto y desarrollan profesiones de responsabilidad y de alta cualificación). Este rasgo distintivo puede deberse a diversos factores: disponibilidad de tiempo, estilo de vida, disponibilidad de jardín, etc. Como hemos visto, la mayor parte de los compostadores (65,9 %) viven en casas aisladas con jardín, frente a un 20 % que viven en adosados y un 13,2 % que viven en pisos. A nivel general, el tamaño de jardín está relacionado, o bien con el nivel socioeconómico o bien con la ruralidad. Teniendo en cuenta que los municipios metropolitanos son mayoritariamente periurbanos, con escasas zonas propiamente rurales, es de suponer que, en general, las personas que disponen de un jardín grande pertenecen a una clase social más elevada. El hecho de que el compostaje doméstico resulte más práctico y cómodo para personas que tienen mucho espacio al aire libre y muchos restos de jardín o huerto, puede guardar relación con esta mayor proporción de casas aisladas y también con la mayor cantidad de personas de clase social alta. Por otra parte, otras razones relacionadas con las posibles molestias a los vecinos, no disponer de mucho espacio o no generar muchos desperdicios, pueden ser factores que hagan menos atractiva la adopción del compostaje como práctica habitual en casas adosadas, incluso para personas con un alto grado de conciencia ambiental.

Otro elemento destacable de los compostadores es que en su mayoría manifiestan tener un nivel muy alto de conciencia ambiental (el 40,2 % dieron una puntuación alta y 55,4 % muy alta). Si observamos los datos sobre la realización de acciones proambientales de tipo individual, podemos deducir que los compostadores son, en su mayoría, personas que se preocupan por reducir su nivel de impacto en el medio pero no necesariamente llevan un estilo de vida muy sostenible: algo más del 50 % de los encuestados manifestaron realizar «frecuentemente» o «siempre» tres o cuatro acciones de las seis que se les propusieron. Por otra parte, nos encontramos con 1/3 de los encuestados que dijeron llevar a cabo cinco o seis acciones y con casi un 20 % que manifestaron sólo realizar una o dos acciones. En cuanto a las acciones proambientales de tipo colectivo, hemos podido comprobar que en su inmensa mayoría, los encuestados no manifiestan un comportamiento de militancia ecologista.

Por otra parte, los compostadores son mayoritariamente personas que desarrollan la jardinería y/o la horticultura como actividades de ocio y que disponen de bastante espacio para realizar estas actividades dentro de su propio hogar; aunque son mayormente relevantes en número las personas que tienen jardín y huerto (51 %), existe un

elevado porcentaje que sólo tiene jardín (36 %), de lo que se deriva que ambas actividades tienen potencial para ser herramientas de difusión de la práctica de compostaje; de hecho, se ha constatado que en un porcentaje muy elevado (75,5 %), las personas manifiestan tener interés en ambas actividades, y son relativamente pocas las que sólo tienen interés en jardinería o en horticultura. Otro elemento característico es que estas personas suelen manifestar una preocupación por cultivar sus plantas de la forma más natural posible; representan la mitad de la muestra las que dicen cultivar sus plantas de manera ecológica.

En cuanto a las motivaciones para hacer compostaje, se ha comprobado la importancia de las motivaciones ecologistas y las vinculadas al cultivo del huerto y el jardín; en sus respuestas espontáneas, el 35,1 % de los encuestados manifestaron que el compostaje es una actividad completa ya que les permite obtener un beneficio personal relacionado con el cultivo de su jardín (obtención de abono, gestión de desperdicios, etc.) y, a su vez, un beneficio medioambiental (reciclar, no generar tanta basura, etc.); un 27,7 % manifestaron únicamente motivaciones medioambientales y un 23,4 % motivaciones relacionadas con el cuidado del jardín. En este sentido, cabe hacerse una pregunta en dos direcciones: en primer lugar, hasta qué punto la conciencia medioambiental puede estar relacionada con la asunción de la jardinería y la horticultura como actividades de ocio dentro de un estilo de vida sostenible; en sentido contrario, también se puede valorar el potencial de la horticultura y la jardinería como herramientas de educación ambiental, al ser actividades de vínculo con la naturaleza y que invitan a cerrar el círculo de la materia orgánica; pero estas cuestiones sobrepasan los objetivos de esta investigación.

Por último, como apunte, destacar que gran parte de los compostadores (74,5 %) dicen conocer personas en su entorno social (familiar, vecinal o amistades) que también hacen compostaje y un 80,9 % de las personas dijeron haberle sugerido alguna vez a amigos, familiares o vecinos que hicieran compostaje, lo que apunta a que la difusión social informal puede tener una relevancia en la extensión de la práctica.

7 Sugerencias de mejora

El compostaje ha mostrado estar estrechamente vinculado a la afición por la horticultura y la jardinería, por lo que una posible estrategia para extender la práctica podría consistir en poner énfasis en las campañas de difusión de ambas actividades por parte de los entes locales, integrando el compostaje doméstico dentro del mismo programa formativo. Los talleres sobre horticultura y jardinería ya forman parte de los programas de educación ambiental de los municipios, pero podría resultar eficaz diseñar estrategias para establecer un vínculo directo entre ambos programas.

Se ha constatado también el elevado número de casas aisladas que componen la muestra. En este sentido, podría resultar útil definir a los habitantes de casas aisladas como público objetivo prioritario (tal como plantea el PDAM) y desplegar campañas específicamente diseñadas para cubrir esas áreas. La difusión de esas campañas debería tener en cuenta la adecuación de los mensajes promocionales a las necesidades prácticas y características específicas de las casas aisladas.

Uno de los grupos más representativos dentro la muestra estudiada son las personas jubiladas. En este sentido, en aras a adaptar la estrategia de comunicación del programa a

este público objetivo, cabría plantearse investigar cuáles son los canales de comunicación más utilizados por estas personas y también si pertenecen a asociaciones o centros cívicos que puedan utilizarse como plataformas de difusión.

Otro público objetivo potencial son los habitantes de casas adosadas. En este sentido, podría resultar útil realizar investigaciones específicas para analizar si existen limitaciones y resistencias que hacen del compostaje, en su forma actual, una actividad menos atractiva para estas personas. De cara a este público objetivo, podría resultar efectivo buscar en el mercado una nueva gama de compostadores como complemento a los existentes, que pudieran adaptarse mejor a las necesidades de espacios reducidos. Cabría, en este caso, investigar cuáles deberían ser las características técnicas de este compostador (compacidad, diseño estético, etc.) y también perseverar en el estudio del vermicompostaje y en la búsqueda de modelos de vermicompostadores más funcionales que los actuales.

Por otra parte, se observa que el hecho de no disponer de espacio en la vivienda es una limitación a la hora de desarrollar actividades como la horticultura y la jardinería y, en consecuencia, el compostaje. Por ello, sería interesante tratar de minimizar las barreras físicas que impiden el acceso de muchas personas a dichas actividades. En este sentido, convendría seguir trabajando en la línea de ceder terrenos municipales baldíos para la creación de huertos urbanos y también desarrollar talleres de huerto urbano en terrazas o patios.

Por último, cabe tener en cuenta que el actual sistema de difusión de la práctica implica la asistencia a un curso de formación en una fecha determinada y éste puede ser un factor limitante para aquellas personas que disponen de poco tiempo o que les surgen incidencias que les impiden acudir al curso en el que ya estaban apuntados. En este sentido, se podría diseñar una fórmula de actuación específica para este tipo de personas que conllevara la realización de un pequeño curso personal en su vivienda; de hecho, teniendo en cuenta que el mecanismo de difusión social informal puede tener su relevancia en la extensión de la práctica de compostaje, se podría animar a estos usuarios a que invitaran a la sesión a amigos o familiares potencialmente interesados, como forma de acercar el conocimiento de la práctica mediante un canal informal.

8 Agradecimientos

Al Área Metropolitana de Barcelona por la concesión de la beca. A Albert Torras, como coordinador de la beca y a Enric Pol como tutor desde la Universidad de Barcelona; a Joan Guardia, como asesor en el análisis cuantitativo; a los formadores Rafael Cortés, Alba Tello y Gonzalo Pocoví, en especial a este último por su apoyo y sus conocimientos; a los técnicos de medio ambiente de los 36 municipios metropolitanos por su colaboración, en especial a David Calabuig, Imma Casajoana, Eva Navarrete, Olga Llobet, Sara Piqueras y Marian Sardà; a Helena Casellas por su ayuda; y a todas las personas que accedieron amablemente a contestar el cuestionario.

9 Bibliografia

- AJUNTAMENT DE REUS; AGENDA 21 LOCAL REUS. *Estudi del perfil dels usuaris de la Xarxa Ciutadana de Compostatge Casolà, dels hàbits en relació al compostatge i de la producció de compost*. Reus, Novembre de 2009. Xarxa de Compostatge Casolà.
- ALVAREZ-DARDET, C. *La medición de la clase social en ciencias de la salud*. S. E. de Epidemiología. SG Editores, 1995.
- AMÉRIGO, M. "La investigación en España sobre actitudes proambientales y comportamiento ecológico". *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*. 2006, 7(2), 45-71.
- BARR, S., GILG A.W., FORD N. J. "A conceptual framework for understanding and analysing attitudes towards household waste management". *Environ Plan A* 2001a; 33(11): 2025-48.
- BLANCH, O. *Estudio de las posibilidades de la producción doméstica de vermicompost, en el municipio de Sant Cugat del Vallès*. Tesis de Máster Oficial de Agroecología. Directores: Antoni Planas Sauter y Roberto García Ruiz. Universidad Internacional de Andalucía e Institut Químic de Sarrià, 2011.
- DÍAZ MENESES, G.; BEERLI, A.; MARTÍN, J. *El modelo de hábito de reciclado según el perfil sociodemográfico de los consumidores* [en línea]. 2004. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. [Fecha de consulta: 18 de Mayo de 2014]. Disponible en: <<http://www.epum2004.ua.es/aceptados/222.pdf>>
- DÍAZ MENESES, G.; BEERLI, A. "El proceso de adopción de la conducta de reciclado: modelos explicativos y variables moderadoras". *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, núm. 28, 2006, pp. 55-86.
- DOMINGO-SALVANY, A.; BACIGALUPE, A.; CARRASCO, J. M.; ESPELT, A.; FERRANDO, J.; BORRELL, C. (2013). "Propuestas de clase social neweberiana y neomarxista a partir de la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011". *Gaceta Sanitaria*, 27(3), 263-272.
- EDGERTON, E.; DUNLEAVY, K.; MCKECHNIE, J. "Behavioral Determinants of Household Participation in a Home Composting Scheme". *Environment and Behavior*. March 2009, vol. 41, no. 2, p. 151-169.
- GARCÉS, C.; PEDRAJA, M.; RIVERA, P.: (1995): "Variables sociodemográficas determinantes del comportamiento ecológico de los españoles". *VII Encuentro de profesores universitarios de marketing*. Barcelona.
- GILG, A.; BARR, S.; FORD, N. "Defining the multi-dimensional aspects of household waste management: A study of reported behavior in Devon". *Resources, Conservation and Recycling*. Octubre 2005, p. 172-192.
- GOLDTHORPE, J. H. (2012): "De vuelta a la clase y el estatus: por qué debe reivindicarse una perspectiva sociológica de la desigualdad social", en *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, núm. 137, p. 201-216.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE (2011). *Ecobarómetro de Andalucía*. <http://www.ies.csic.es/proyectos/160120123.pdf>
- PUIG, I.; FREIRE, J. "Caracterització i estat actual del compostatge casolà a Catalunya" [en línea]. 2009. *Ent, environment and management*. Ajuntament de Tiana y Agència de Residus de Catalunya [Fecha de consulta: 6 de Abril de 2014]. Disponible en: http://www.progremic.cat/images/compostatge_casola_Tiana.pdf
- PUIG VENTOSA, I. (Coord.) *Estudi del compostatge casolà a Catalunya* [en línea]. Ent, environment and management. Ajuntament de Tiana y Agència de Residus de Catalunya. Marzo de 2008. [Fecha de consulta: 6de Abril de 2014].
- TAYLOR, S.; TODD, P. "Understanding the Determinants of Consumer Composting Behavior". *Journal of Applied Social Psychology*. April 1997, vol. 27, n. 7, p. 602-628.
- TORRAS, A. (Coord.). *Situación del compostaje doméstico y comunitario en el Estado Español, 2012*. Red Estatal por el compostaje Doméstico y Comunitario Compostaenred. Consultable en línea www.compostaenred.org.
- TUCKER, P.; SPEIRS, D.; FLETCHER, S. I.; EDGERTON, E.; Y MCKECHNIE, J. (2003). "Factors affecting take-up of and drop-out from home composting schemes". *Local Environment*, 8(3), 245-259.
- VARONA, J. "Análisis de las características técnicas y sociales asociadas a procesos de compostaje comunitario. Estudio de caso en el huerto urbano comunitario L'Hortet del Forat" [en línea]. 2012. [Fecha de consulta: 14 de Abril de 2014]. Disponible en: <<http://www.compostaenred.org/documentacion/Proyecto.JavierVarona.pdf>>
- VINING, J., & EBREO, A. (1990). "What makes a recycler? A comparison of recyclers and nonrecyclers". *Environment and Behavior*, 22, 55-73.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EN EL COMPOSTAJE Y SU RELACIÓN CON EL PRODUCTO FINAL

Autores: **César Isábal Rami** y **Aina Sancho Estellers**, estudiants del Grau de Ciències Ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona

Tutora: **Adriana Artola**, del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat Autònoma de Barcelona y membre del Grup de Compostatge de Residus Sòlids Orgànics

Resum

La gestió dels residus suposa un dels grans reptes de la societat actual. Un model de desenvolupament sostenible ha de considerar la necessitat de minimitzar i prevenir la producció de residus. A Catalunya s'han promogut plans i programes de prevenció de residus, la major part a la província de Barcelona per part de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) que elabora campanyes i programes que fomenten aquests objectius, com el Programa metropolità de gestió de residus municipals (PMGRM 2009-2016), el qual considera accions claus les relacionades amb la reducció, la reutilització i el reciclatge, entenent el compostatge com a essencial per a la prevenció. En aquest treball s'analitzen els aspectes relacionats amb el comportament ambiental responsable, com les actituds, les vivències amb el compostador, les opinions al respecte... És a dir, els comportaments que tenen a veure amb els hàbits de compostatge. Per això s'han realitzat entrevistes a quinze col·laboradors de la Xarxa de Compostaires Metropolitans i s'ha realitzat un test de qualitat dels paràmetres físics bàsics que informen sobre l'estat del procés i l'estabilitat del producte final. Es pot concloure que el principal factor que motiva a fer compost és la sensibilització pel medi ambient i la sostenibilitat que demostren alguns dels participants. La gran majoria dels entrevistats va començar a fer compost a partir de la campanya de l'AMB fa tres anys i en general, accepten els consells que van rebre per part dels tècnics de l'ajuntament. La majoria dels entrevistats mostren maduresa i finalitzen el procés de compost sense complicacions.

Abstract

Waste management is one of the great challenges for today's society. A model for sustainable development must consider the need to minimise and prevent waste production. Waste prevention plans and programmes have been implemented in Catalonia, mainly in the province of Barcelona, by the Barcelona Metropolitan Area (AMB) which has run campaigns and programmes promoting these objectives, such as the Metropolitan municipal waste management programme (PMGRM 2009–2016), which includes key actions related to reduction, reuse and recycling, and considers composting as an essential practice in prevention. This paper analyses aspects related to environmentally responsible behaviour and attitudes, experiences with composters, and opinions on the subject – in other words, personal behaviours related to composting habits. Fifteen members of the Metropolitan Composters Network have been interviewed, and a quality test of the basic physical parameters that show the state of the process and the stability of the final product has been performed. The conclusion is that the main factor that motivates people to start the process is the awareness about the environment and sustainability that some of them demonstrate. The vast majority of those interviewed began producing compost after the AMB campaign three years ago, and they generally follow the advice given to them by council specialists. Most of those interviewed appear to be personally mature and complete the process without any problems.

Resumen

La gestión de los residuos supone uno de los grandes retos de la sociedad actual. Un modelo de desarrollo sostenible debe considerar la necesidad de minimizar y prevenir la producción de residuos. En Catalunya se han promocionado planes y programas de prevención de residuos, en su mayor parte en la provincia de Barcelona, por el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) que elabora campañas y programas que fomentan estos objetivos, como el Programa metropolità de gestió de residus municipals (PMGRM 2009-2016) que considera acciones claves las relacionadas con la reducción, la reutilización y el reciclaje, considerando el compostaje como práctica esencial en la prevención. En este trabajo se analizan tanto los aspectos relacionados con el comportamiento ambientalmente responsable como las actitudes, las vivencias con el compostador, y las opiniones al respecto. Es decir, los comportamientos personales, relacionados con los hábitos del compostaje. Para ello, se ha realizado entrevistas a quince colaboradores de la Xarxa de Compostaires Metropolitans, y un test de calidad de los parámetros físicos básicos que informan sobre el estado del proceso y la estabilidad del producto final. Se puede concluir que el principal factor que motiva a los sujetos para empezar el proceso, es la sensibilización por el medio ambiente y la sostenibilidad que demuestran algunos de ellos. La gran mayoría de los entrevistados comenzó a realizar compostaje a partir de la campaña del AMB hace tres años y en general, aceptan los consejos que les dieron los técnicos del ayuntamiento. La mayoría de los entrevistados muestran madurez personal y culminan el proceso sin complicaciones.

1 Introducció

Con el fin de eliminar la relación existente entre crecimiento económico y producción de residuos, la Unión Europea se dota, con la Directiva 2008/98/CE, de un marco jurídico para controlar todo el ciclo de residuos, desde su producción a su eliminación, y se centra para ello, en la valorización y el reciclaje. Su objetivo es proteger el medio ambiente y la salud humana, mediante la prevención de los efectos nocivos que suponen la producción y la gestión de residuos (Unión Europea, 2008). La incorporación del residuo como recurso en el sistema productivo es la meta más determinante en el ciclo de la gestión de residuos y una obligación normativa para los estados miembros de la UE a cumplir antes de 2020.

El Estado Español define residuo como «cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar» en la Ley 22/2011, que dispone que «esta Ley tiene por objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos».

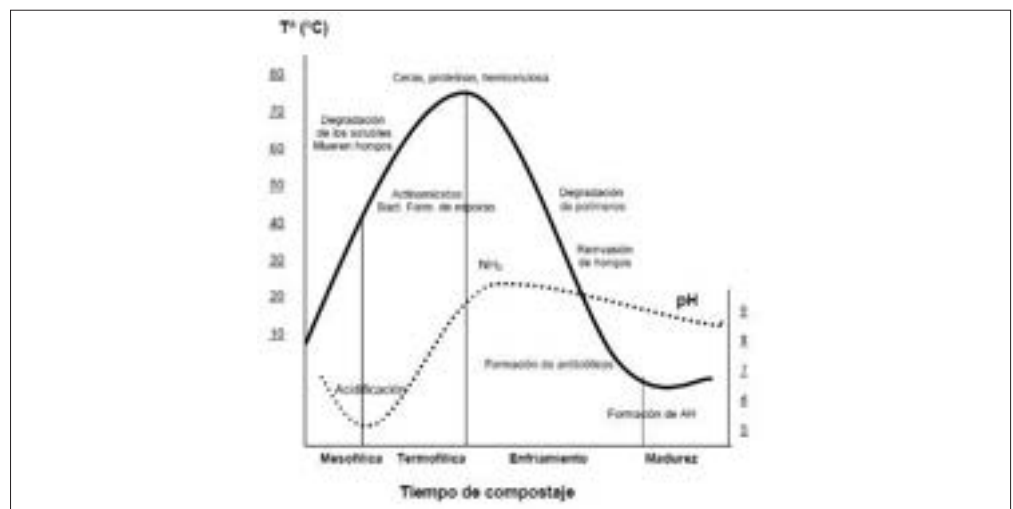
Es por ello, que la gestión de los residuos, comporta uno de los grandes retos de la sociedad actual. Un modelo de desarrollo sostenible tiene que considerar la necesidad de minimizar y, si es posible, prevenir la producción de residuos, que respectivamente se refiere a la separación de residuos, para el reciclaje, y el aprovechamiento de la materia orgánica mediante el compostaje. Tal como expresan Martimportugués, Canto y Hombrados (2007): «En la actualidad hablar de residuos es hablar de separación y depósito selectivo de los distintos materiales por parte del ciudadano, aunque existen obstáculos ambientales que dificultan implantar la separación en origen».

En Catalunya se han promocionado planes y programas de prevención de residuos, en los últimos años, en su mayor parte en la provincia de Barcelona, desde el Área Metropolitana de Barcelona. El AMB es una administración pública de la conurbación de Barcelona. Está formada por 36 municipios en los que residen 3.239.337 de personas que representan un 42,8 % de la población total de Catalunya.

El AMB ha desarrollado programas como el PMGRM (Programa metropolità de gestió de residus municipals, 2009-2016) que muestran la intención de continuar con los esfuerzos por conseguir los objetivos de prevención y valorización de residuos. En este marco, elabora campañas y programas que fomentan la reducción de la producción de residuos y la reutilización de productos. En este sentido, se consideran acciones claves aquellas relacionadas con reducción, la reutilización y el reciclaje, entendiendo el compostaje como esencial en la prevención. Este último, es un pilar para reducir la fracción resto y aprovecharla en forma de compost como abono para plantas ya que la fracción orgánica representa más de un 40 % del total de residuos domiciliarios (AMB, 2014).

El compostaje es un proceso microbiológico y aeróbico de descomposición de la materia orgánica y de estabilización de sustratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas. Temperaturas adquiridas como resultado del calor producido biológicamente, para generar un producto final que es estable, libre de patógenos y aplicable a suelos como abono (Dios, 2009).

Figura 1.
Etapas del proceso
de compostaje y evolución
de la temperatura.



Fuente: Dios 2009

Este procedimiento se puede llevar a cabo en grandes plantas industriales o individualmente en casa, aprovechando los residuos orgánicos que se generan en el hogar. El compostaje doméstico tiene numerosos beneficios. Por un lado, reduce la cantidad de basura generada, ya que se trata como recurso para obtener abono orgánico. Por otra, disminuye los residuos que van a parar a plantas de tratamiento y ahorra costes de transporte y procesamiento.

El Área Metropolitana de Barcelona inició en 2004 un programa para promover el compostaje. Actualmente son 31 los municipios adheridos. Mediante sus planes y programas de gestión propone como reto, reducir el 10 % de la producción de residuos municipales en peso desde los niveles de 2006. Promover el comportamiento del compostaje doméstico es una excelente herramienta para alcanzar estos objetivos. Aproximadamente un 40 % del total de residuos municipales recogidos corresponde a materia orgánica y restos vegetales. Un porcentaje muy importante que puede verse eliminado del tratamiento de residuos generando un subproducto de calidad y con un uso muy apropiado para jardines o huertos urbanos. Con el objetivo de potenciar esta campaña, el AMB, impulsó una red abierta a todos, la Xarxa de

Compostaires Metropolitans. Además para poder cumplir este objetivo se ha planteado redactar y aprobar un Plan director de autocompostaje metropolitano (PDAM), en el que se plantea, entre otras cuestiones, determinar el máximo tratamiento de FORM, mediante el compostaje no industrial.

En este sentido, este trabajo analiza los aspectos relacionados con el comportamiento ambientalmente responsable, como las actitudes, las vivencias con el compostador, las opiniones al respecto, es decir las variables personales de cada participante (actitud prosocial, abierto al cambio, altruismo, tener interés en la jardinería, actitudes hacia el compostaje, conocimientos sobre como hacerlo, etc.), relacionadas con los hábitos del compostaje. Temas que han sido abordados desde la gestión de residuos, o el compostaje individual o comunitario, por Barr (2007) y Edgerton, McKechnie y Dunleavy (2009).

La teoría de la acción planeada desarrollada por Ajzen (1991) establece una relación entre las intenciones conductuales y el comportamiento realizado. Este modelo liga la consecución del comportamiento del compostaje en cuanto el resultado de la acción tiene un resultado observable para la persona que realiza la acción (Seacat y Northrup, 2010).

La separación en origen de los residuos es un pilar fundamental en la prevención y valorización. Los residuos domésticos son complicados de gestionar por su alta heterogeneidad. Por ello, la necesidad de separarlos en origen resulta clave, la calidad de los productos está directamente relacionada con la calidad de recogida y de la clasificación.

Si la intención es que nuestra sociedad se convierta en una sostenible, entendiendo como un factor importante para ella la minimización y la prevención de residuos, debe tenerse en cuenta, que uno de los cambios más significativos se debe buscar en el cambio de comportamiento en referencia al compostaje. «Los cambios técnicos son estrictamente necesarios, pero no aportan soluciones por sí mismos» (Pol, Vidal y Romeo, 2001).

2 Objetivo

Clarificar la percepción de los compostadores respecto a las técnicas de producción del compost y el producto final.

Objetivos específicos:

- i. Identificar las técnicas utilizadas de producción del compost y la calidad del producto final.
- ii. Determinar las motivaciones personales para la gestión de un compostador.
- iii. Definir los diferentes usos que da la ciudadanía al compost.
- iv. Resolver los problemas surgidos en el proceso de compostaje aportando una guía de buenas prácticas.

3 Metodología

La metodología utilizada en este estudio diferencia entre el análisis social de los entrevistados y el análisis técnico de la calidad del compost. Al ser dos áreas de estudio diferentes, se ha creído conveniente explicar la metodología y analizar los resultados por separado. El trabajo se organizó en tres fases: selección de los compostadores, trabajo de campo y análisis de los resultados.

3.1. Selección de los compostadores

El contacto con las personas del estudio, se realizó a través de carta por correo electrónico con los datos extraídos del Área Metropolitana de Barcelona. El criterio fundamental elegido para poder participar en este proyecto es, residir en uno de los municipios, y estar en posesión de un compostador entregado por el Ayuntamiento. Se ha optado por escoger cuatro municipios con características urbanas diferentes. Por ello, se han escogido participantes que residan en los municipios de Barcelona, Cornellà de Llobregat, Esplugues de Llobregat y Castelldefels. La cifra de la población con posibilidad de participar es conocida, por ello se enviaron correos a 144 personas, de los cuales contestaron 15, considerados de aquí en adelante como sujetos, participantes o entrevistados.

3.2. Trabajo de campo: entrevistas y cuestionarios técnicos

Como metodología para el análisis social se realiza una entrevista personal con el fin de recabar más información, que pudiera ser útil en el desarrollo del proyecto. Todas las entrevistas son «individuales estructuradas» (Corbetta, 2003) y una duración media de 20 minutos. Se compone de 10 preguntas sobre temas relacionados con el comportamiento relacionado con el compostaje. Las preguntas son:

- ¿Cuánto tiempo lleva/llevan realizando la práctica del compost?
- ¿Cuál es el motivo general por el que realiza/realizan compost?
- ¿Qué vierte y qué no al compostador?
- ¿Qué cantidad de residuos orgánicos se generan al día?
- ¿Qué uso le da al producto final?
- ¿Cuánto tiempo implica el proceso de elaboración de compost? ¿Cuánto tiempo residen los restos en el compostador?
- ¿Qué técnicas utiliza para obtener compost?
- ¿Realiza pruebas de seguimiento de la calidad o de control, o le han realizado alguna vez?
- ¿Cuáles?
- ¿Qué problemáticas más frecuentes encuentra en la realización del compostaje? ¿Cuáles son las soluciones por las que ha optado?
- ¿Qué tipo de fauna ha observado en el compostador?

3.3. Análisis de los resultados

En el análisis social se ha realizado una tabla conjunta con todas las entrevistas y sus respuestas correspondientes. Cada pregunta se ha separado y catalogado como un tema y las posibles respuestas se han englobado en categorías para dar facilidad en el momento de manejar los datos. Cada pregunta es un tema a estudiar y cada grupo de respuestas afines se denomina categoría, además aparecen subcategorías cuando dentro de un grupo de respuestas había algunas más relacionadas a otras. A nivel metodológico, teniendo en cuenta que «los viejos enfoques no permiten afrontar la complejidad y las paradojas que tienen lugar en la vida social» (Villasante, 1994), es necesaria una dosis extra de paciencia, con la que poder ofrecer el más agudo diagnóstico de las complejas relaciones establecidas, y aprovechar la capacidad explicativa de las metodologías cualitativas, indagando en los diferentes puntos de vista de los participantes. La representación, no pretende ser determinista y entiende la permeabilidad entre las respuestas, por no existir interpretaciones exactas de la inclusión o no en una u otra categoría, sólo diferenciándose el modo de entender el cambio de comportamiento aplicado al compostaje.

El análisis técnico del compost se realiza in-situ, con instrumentación de bajo coste. No obstante es útil para evaluar de forma general, sencilla y rápida el estado de las características fisicoquímicas o parámetros fundamentales. Estas características y parámetros permiten un control del proceso e informan sobre la estabilidad del producto (Soliva y López, 2004). Para el cálculo del pH se utiliza un papel tornasol. Se vierte una cantidad determinada de compost en un recipiente de 250 ml en el que se pueda agitar hasta disolver y se introduce el papel al menos 5 segundos. Se debe esperar 15 segundos hasta que se estabilice con el ambiente para verificar visualmente el rango de pH. El pH se utiliza como indicador del proceso de descomposición como la temperatura, que se mide de forma cuantitativa con una sonda externa enterrada en la pila de compost antes de voltear (Negro et., al, 2000). Para analizar la humedad se usa el denominado «test del puño», esta prueba se realiza apretando con la mano un puñado de compost durante aproximadamente cinco segundos. Si de la mano cae alguna gota de agua, el compost está excesivamente húmedo, con un contenido aproximadamente superior al 60 %. Si por el contrario al abrir la mano el compost está agrietado o poco compacto, indica un porcentaje bajo de humedad, inferior al 45 %. El resultado óptimo es encontrar el compost compacto formando una bola sin que haya goteado lixiviado. (Moreno y Moral, 2007). Las dimensiones consideradas óptimas del compost son distintas según los criterios de distintos autores, variando entre 1 y 5 cm (Haug, 1993), entre 2 y 5 cm (Kiehl, 1985) o entre 2,5 y 2,7 cm (Tchobanogolus y col., 1994). En éste estudio se ha optado por respetar las directrices del Ministerio de Ciencia, tecnología e innovación que recomiendan que sea inferior a 2,5 cm. Por ello, solo se tiene en cuenta si la granulometría es mayor o menor a este valor.

En cuanto al color, es preferible que sea entre marrón oscuro y negro, por ello se diferencia únicamente entre el compost que esté entre estos colores y el que no. Igual que el color, el olor depende del estado de maduración.

En el análisis técnico se han analizado los resultados de cada muestra agrupándolos en los diferentes parámetros. Así, la granulometría, el color y el olor son indicadores del estado del proceso; la temperatura y el pH indicadores de la evolución del proceso; y la humedad, de la estabilidad del compost (Soliva y Lopez, 2004).

Para cada parámetro se han determinado unos rangos óptimos de calidad:

- a) Granulometría: Se cataloga como fina o grande dependiendo de si se considera inferior o superior a 25 mm.
- b) Coloración: El compost es de color marrón oscuro casi negro, debido al alto contenido en materia orgánica mineralizada. Una muestra de coloración diferente presentaría problemáticas de producción.
- c) Olor: Los compost en proceso de descomposición, son aquellos que presentan un olor desagradable. Por el contrario, aquellos que presentan un olor neutro, en proceso de maduración. Si se observan olores fuertes de putrefacción es debido posiblemente a la falta de oxígeno.
- d) Temperatura: Cuando la temperatura se encuentra cercana a la del ambiente puede indicar el compost está en proceso de maduración.
- e) Humedad: Esta prueba empírica da tres resultados posibles: compost seco, determinado en este estudio con un contenido inferior al 45 %; compost óptimo, con un contenido en humedad óptimo para la estabilización del compost; y compost húmedo, aquel con un contenido superior al 65 %.
- f) pH: Se han catalogado dos tipos de compost en función del pH. Los que tienen un pH alcalino, de 8 a 8,5 se encuentran en fase de descomposición. Los que tienen un pH entre 8 (exclusive) y 7 en fase de enfriamiento.

4 Resultados

4.1 Análisis social

Del análisis social de las entrevistas que se han realizado, se han obtenido unos resultados que se dividen en temas y las respuestas en categorías. En este artículo únicamente se incluyen los resultados más relevantes.

a) Motivaciones. *¿Cuál es el motivo general por el que realiza/realizan compost?* Las respuestas se han diferenciado en tres categorías o indicadores. La categoría más importante ha sido la «conciencia ambiental». Las respuestas englobadas en esta categoría han sido nueve de los quince entrevistados. Estos sujetos respondían con conciencia y sensibilización ambiental, ya sea por pensamiento local en beneficio de los que le rodean o por un pensamiento global relacionado con el ecologismo y la sostenibilidad. «Debemos reducir los residuos por el bien de la gestión municipal, la gestión de residuos supone un elevado gasto público si no se reduce la materia orgánica» (Entrevista 9).

b) Tiempo. *¿Cuánto tiempo lleva/llevan realizando la práctica del compost?* Once de los entrevistados lo llevan haciendo desde la campaña del Área Metropolitana de Barcelona hace tres años. La gran mayoría de ellos cuentan que conocieron esta práctica en ese momento. «Comencé cuando conjuntamente el ayuntamiento de mi municipio con el Área Metropolitana de Barcelona realizaron una campaña para fomentar la practica del compostaje» (Entrevista 2).

c) Tipo de vertido. *¿Qué vierte y qué no al compostador?* De todos los participantes, once respondieron que vierten todos los tipos de vegetales. En esta categoría se incluyen todos los restos vegetales, de cocina y de jardín y/o huerto. Además, ocho de los 15 entrevistados arrojan la cáscara de huevo y casos individuales que le suman papel de periódico y otro caso que incluye papel de cocina, aceites, café y bolsitas de té. «Tal como me indicaron cuando adquirí el compostador, vierto todos los restos vegetales de cocina y jardín» (Entrevista 8).

d) Cantidad de restos vertidos. *¿Qué cantidad de residuos orgánicos genera?* En este tema los resultados son muy variables y es difícil categorizarlos al tratarse de establecimientos diferentes, como es caso de compostadores comunitarios, para huertos comunitarios o individuales. La cantidad de residuos es muy variable en función del número de habitantes en el núcleo familiar, el número de comidas realizadas en casa y la tipología de residuos vertidos. Se han observado casos en los que la cantidad de restos no es suficiente para garantizar el funcionamiento óptimo de los compostadores, al estar diseñados para capacidades más grandes.

e) Uso final. *¿Qué uso le da al producto final?* La totalidad de los productores de compost poseen jardín y/o huerto, aunque se puede diferenciar entre los seis que solo disponen de jardinería, bien sea en macetas o en suelo, los tres que disponen de solo de huerto y los otros 6 que disponen de los dos espacios, ya que hacen un uso diferente. «Disfruto abonando mi huerto de 12 m² y mi jardín, la cantidad que obtengo me es suficiente, incluso alguna vez he entregado a vecinos o amigos» (Entrevista 9).

f) Tiempo de elaboración de compost. *¿Cuánto tiempo implica el proceso de elaboración de compost?* Nueve de los participantes obtienen compost al menos dos veces al año por lo que demuestra que se produce de forma correcta y dentro del tiempo deseable.

«Extraemos compost dos veces al año porque tenemos varios y podemos alternar el proceso, cuando en un compostador todavía está en fase termófila en el otro lo tenemos ya maduro» (Entrevista 5).

g) Técnicas de manipulación. *¿Qué técnicas utiliza para obtener compost?* 10 voltean o mezclan el compost de las diferentes capas al menos una vez a la semana. Esta acción resulta indispensable para obtener una buena calidad de compost.

h) Fauna. En los cuatro casos analizados de vermicompostaje se han observado lombrices *Eisenia foetida*, comúnmente llamadas californianas rojas. Además en tres casos de pila de compost apareció este tipo de fauna. En otros nueve casos se ha detectado *Drosophyla melanogaster* o mosca de la fruta.

i) Problemáticas. Se han detectado algunas problemáticas que afectaban directamente al bienestar de los entrevistados. La presencia de *Drosophyla melanogaster* o mosca de la fruta y *Hermetia illucens* o mosca soldado les provocaba molestia. Además es interesante señalar que se han encontrado soluciones para algunas problemáticas comunes, como es la introducción de recipientes de agua en las patas del vermicompostador para evitar el ascenso y presencia de hormigas en el compostador.

4.2 Análisis técnico

El test de calidad se basa en la evaluación de los siguientes parámetros físicos: granulometría, coloración, olores, temperatura, humedad y pH que permiten un control del proceso e informan sobre la estabilidad del producto final.

a) Granulometría. De los compost evaluados solo dos presentan una granulometría grande que puede ser causada por una mala descomposición o simplemente porque el proceso aún no ha terminado. Se salen del nivel óptimo las muestras 1 y 14. Éstas no pueden ser utilizadas como sustrato.

b) Coloración. No se ha observado ninguna muestra con un color que presentara problemáticas durante su proceso.

c) Olor. Aparecieron cinco muestras en proceso de descomposición, nueve muestras en proceso de maduración y una muestra con problemas durante el proceso. Se salen del rango óptimo las muestras: 2, 3, 5, 8, 9 y 13.

d) Temperatura. Todos los compost analizados han presentado una temperatura inferior a 40 °C. Tienen una temperatura que se aleja de la ambiente las muestras 3 y 5.

Figura 2.
Temperatura de las muestras
evaluadas, en ° C



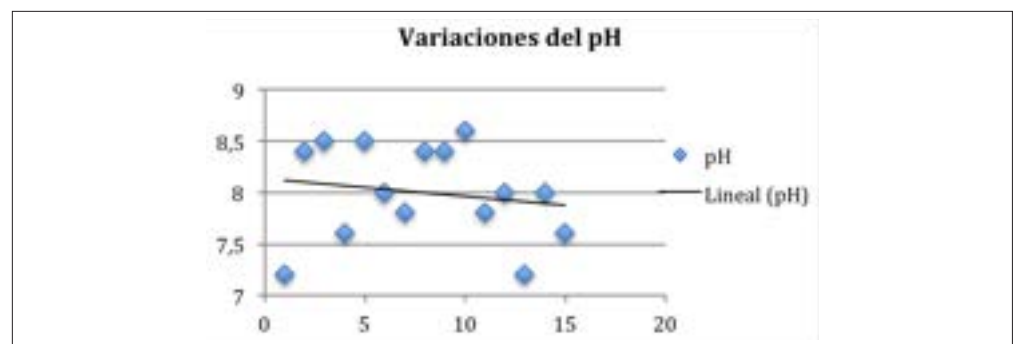
e) Humedad. Contenidos por debajo del 45 % originan un descenso de la actividad bacteriana y por encima del 65 % afecta negativamente a la disponibilidad de oxígeno. 10 de los compost evaluados presentan un contenido en agua óptimo. Se salen del nivel óptimo las muestras: 4, 11, y 15, demasiado elevada y 14 baja.

Figura 3.
Resultados del test
de humedad en las muestras
evaluadas



f) El pH. De los compost evaluados, seis se encuentran en fase de enfriamiento, por debajo de la lineal (pH) en la fig. 4 y 9 en fase de descomposición. Muestran un pH alcalino las muestras: 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12 y 14.

Figura 4.
Resultados del test de pH



Se considera que aquellas muestras que presentan dos o más parámetros por debajo de los deseables (2, 3, 5, 8, 9, 12 y 14) no han terminado el proceso de descomposición o presentan alguna complicación. Las muestras 3 y 5 tienen un resultado elevado en pH, temperatura y olor de putrefacción. Estos indicadores muestran que el proceso de descomposición no ha finalizado. Las muestras 2, 8, 9 y 12 solamente muestran resultados fuera del rango en olor y pH. Presentan una temperatura mas parecida a la ambiental. Es importante que la temperatura en el proceso de máxima actividad microbiótica sea elevada para asegurar la estabilidad del compost, pero es un parámetro más variable debido a variaciones ambientales que el pH. Por eso, que la temperatura sea baja no determina que el proceso esté acabado.

La muestra 14 presenta una granulometría grande, elevado pH y baja humedad. En cambio, baja temperatura y ningún olor lo que hace pensar que el proceso ya se ha terminado. Puede que la baja humedad haya influenciado negativamente en la actividad biológica.

5 Conclusiones

Las motivaciones personales de cada uno son imprescindibles para comenzar a realizar el proceso de compostaje. Se puede concluir que el principal factor que motiva a que los sujetos empiecen con el proceso es la inquietud por el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad que demuestran.

Es relevante que nadie responda como principal factor para comenzar con el compostaje el hecho de que se lo ofreciera el Área Metropolitana de Barcelona, pero lo es más aún que once de los entrevistados comenzaron cuando el AMB realizó la campaña por el compost hace tres años. Por lo tanto, en este caso es posible que no hayan sido sinceros o respondieran por intuición. Es posible afirmar que sin la campaña y sin la donación del compostador una gran parte de los sujetos no estarían elaborando compost.

Respecto al tipo de vertido que introducen en el proceso de compostaje se ha demostrado madurez y conocimiento entre los entrevistados. En tan sólo dos casos se vierten carnes y pescados, además uno de ellos no tiene ningún problema porque posee dos compostadores y no le importa el tiempo que se requiera para el proceso de degradación. No es ningún problema introducir carnes o pescados en el proceso, es materia orgánica, pero se debe tener más cuidado con el compostador ya que requiere de más tiempo en la degradación. De hecho, tal como indican los sujetos, en las explicaciones que recibieron les comunicaron que no vertieran estos residuos, por lo tanto, en general aceptan los consejos que les han dado.

En la categoría del uso final, los resultados han sido fáciles de englobar y por ello ha sido obligado realizar diferencias. Todos los sujetos responden que el compost elaborado es para utilizarlo en la propia vivienda, es decir, in-situ al origen de los residuos. Es interesante concluir que es necesario disponer de un espacio en la vivienda para beneficiarse del compost, ya sea con jardín o huerto. Seis de ellos utilizan el compost para jardinería, tres para huerto e incluso los seis restantes disponen de los dos espacios. Es fácil relacionar las viviendas que poseen compostador con viviendas amplias y con espacio suficiente para realizar compost. Cabe señalar que dos compostadores son comunitarios pero también disponen del espacio necesario.

La mayoría de los entrevistados extraen compost alguna vez al año. Los nueve casos que extraen dos veces al año son bastante positivos porque indican que trabajan periódicamente con el compostador.

Resulta interesante que catorce de los quince entrevistados realicen alguna acción al menos una vez a la semana, por tanto, otro hecho que nos señala que los entrevistados utilizan tiempo en la producción de compost. Es extraño, que haya tantas diferencias entre las técnicas de los entrevistados. La única técnica que una gran mayoría realiza con frecuencia es voltear con la herramienta que se les facilita con la adquisición del compostador, quizás por ello es la técnica que destaca.

Tras preguntar por el seguimiento que han recibido los compostadores, por técnicos del ayuntamiento, nueve casos responden que han tenido una visita control cuando ellos esperaban dos; en tres casos, las dos visitas esperadas, y por lo contrario, en otros tres casos no recibieron visita alguna. Quizás es necesario que se realicen más seguimientos a los compostadores del AMB ya que muchos dicen que hay momentos que no saben a quién dirigirse en caso de necesitarlo.

Es muy positivo que se hayan observado lombrices *Eisenia foetida* en los cuatro casos de vermicompostaje, es decir la totalidad de vermicompostaje analizado siguen un desarrollo activo y positivo.

En nueve casos se han encontrado *Drosophyla melanogaster* o mosca de la fruta que, dicho por ellos mismos, en algunos casos produce molestias. Una solución comúnmente aceptada es la de hacer un hueco en el compostador donde se vayan a verter los residuos y taparlo con parte de compost. De esta forma es más difícil que aparezca este insecto.

En la mayoría de los casos, los problemas nacen de aparición de macrofauna que les puede resultar incómodo y desagradable.

Siete de los 15 compost analizados presentan dos o mas parámetros fuera de los rangos establecidos como óptimos. Seis muestras en los indicadores del estado del proceso. Esto indica que las muestras se encuentran en estado de descomposición.

Por la evolución de la temperatura se puede juzgar el grado de estabilidad a la que ha llegado el proceso. Todos los compost analizados han presentado una temperatura inferior a 40 °C, están alcanzando o alcanzado la fase de enfriamiento y maduración.

Ninguna muestra presenta un resultado en pH fuera de lo normal. La muestra seis tienen un pH alcalino de 8,5 o cercano. Esto indica que se encuentran cerca de la máxima actividad microbiana.

El compostaje se realiza sin dificultades añadidas y el compost es en general de buena calidad. Todos los participantes presentan mucha experiencia en el tiempo.

6 Bibliografia

- AJZEN, I. (1991). "The theory of planned behavior". *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.
- AREA METROPOLITANA DE BARCELONA. <http://www.amb.cat/s/home.html>
- BARR, S. (2007). "Factors Influencing Environmental Attitudes and Behaviors: A U.K. Case Study of Household Waste Management". *Environment and Behavior*, 39(4), 435-473.
- CORBETTA, P. (2003). *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: McGraw-Hill. 367-398.
- CORTES GENERALES DE ESPAÑA. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Publicada en el BOE 181, el viernes 29 de julio de 2011.
- DIOS, M. «Estudio y desarrollo de técnicas respirométricas para el control de la estabilidad del compost». Tesis doctoral en la Universidad de Córdoba. Universidad de Córdoba, 2009.
- EDGERTON, E., MCKECHNIE, J., & DUNLEAVY, K. (2009). "Behavioral determinants of Household participation in a home composting scheme". *Environment and Behavior*, 41(2), 151-169.
- HAUG, R.T. *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers. Boca Raton Florida, 1993.
- KIEHL, F.J. *Fertilizantes orgánicos*. Editora Agronómica Ceres Ltda., São Paulo, 1985.
- MARTIMPORTUGUÉS, C., CANTO, J. y HOMBRADOS M. (2007) "Habilidades pro-ambientales en la separación y depósito de residuos sólidos urbanos". *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 8 (1y2), 71-92.
- MORENO, J. y MORAL, R., (2007) *Compostaje*. Capítulo 5: «Microbiología y bioquímica del proceso de compostaje». Capítulo 11: «Indicadores de la estabilidad y madurez del compost».
- NEGRO, M. J. et al. (2000) *Producción y gestión del compost*.
[http://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000 %20Compost %20CIEMAT.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf)
- PARLAMENTO EUROPEO. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Diario oficial de la UE: <http://eur-lex.europa.eu>.
- POL, E., VIDAL, T., & ROMEO, M. (2001). «Supuestos de cambio de actitud y conducta usados en las campañas de publicidad y los programas de promoción ambiental. El modelo de las 4 esferas». *Estudios De Psicología*, 22(1), 111-126.
- SEACAT, J.D.; NORTHROP, D. (2010). "An Information-Motivation-Behavioral Skills Assessment of Curbside Recycling Behavior". *Journal of Environmental Psychology*, 30, 393-401.
- SOLIVA, M. y LOPEZ, M. (2004) *Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso*, 3-8.
- TCHOBANOGOLUS, G., THEISEN, H. y VIGIL, S. *Gestión integral de residuos sólidos*. Ed. McGraw-Hill, Madrid, 1994. 1.107 págs.
- VILLASANTE, R. *Las ciudades hablan* (p. 17). Caracas: Nueva sociedad, 1994.

AVALUACIÓ DE DIFERENTS MODELS DE COMPOSTADORS DOMÈSTICS

Autors: **Dra. Elisabet Rudé i Payró** i **Dr. Ricard Torres Castillo**, professors titulars del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat de Barcelona. Febrer de 2008

Els resultats d'experiències pilot realitzades en compostatge a petita escala, a Catalunya, pronostiquen un creixement d'aquests sistemes de tractament de residus. Abocar cada dia és més car; de manera que compostar al domicili, per a l'ajuntament i per al ciutadà, és un bon sistema d'estalvi. De fet, compostar la fracció orgànica dels residus municipals (FORM) al domicili, no només estalvia el cànon d'abocament, sinó que estalvia transport, contenidors a la via pública, operacions de triatge, i l'energia i contaminació que se'n deriva. Per tant, el compostatge a petita escala representa una gestió més sostenible dels residus i contribueix a assolir les fites de la Directiva 1999/31/CE, relativa a l'abocament de residus.

Per tal que aquest tipus d'actuacions s'estenguin de manera considerable a tot el territori català cal pensar en una metodologia de compostatge on la participació de l'usuari sigui la mínima possible (això no exclou que l'usuari interessat en el tema pugui tenir una participació més activa). Es tracta de plantejar un sistema en el qual l'usuari llenca la FORM a un contenidor que té ell mateix, anomenat compostador, en lloc de llençar-la al contenidor tradicional, que li queda més lluny.

Tot i que a escala industrial hi ha força estudis sobre el compostatge, en l'àmbit casolà encara no hi ha estudis tècnics o científics que permetin optimitzar-lo i divulgar-ne la funcionalitat. És per això que, abans d'afavorir l'extensió del compostatge casolà, es planteja un estudi per analitzar i comparar diferents sistemes de compostatge casolà.

Aquest estudi ha estat coordinat pels doctors per la Universitat de Barcelona (UB) Elisabet Rudé i Payró i Ricard Torres Castillo, professors titulars del Departament d'Enginyeria Química de la Facultat de Química de la UB.

L'estudi es va iniciar el 23 de març de 2007 i ha tingut una durada de deu mesos. La recerca s'ha organitzat en sis projectes de final de carrera per als ensenyaments d'Enginyeria Química (EQ) i de Ciències Ambientals (CA), la qual cosa garanteix una formació mínima dels estudiants. Aquests han estat Gemma Arroyo (CA), Nieves Cantalejo (CA), Ana Cobo (EQ), Sergio Gómez (CA), Alberto González (EQ) i Francesc Payà (EQ). Tots han gaudit d'una beca gràcies al contracte establert amb l'Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus (EMSHTR).

1 Objectiu

L'objectiu d'aquest treball consisteix a analitzar i comparar diferents models de compostadors, comercialitzats al nostre país, fent èmfasi en la idea que pugui utilitzar-los qualsevol ciutadà, per inexpert que sigui. Se n'ha estudiat el funcionament en els àmbits científic-tècnic i domèstic.

2 Materials i mètodes

La base de càlcul escollida per a la unitat productora de FORM ha estat un habitacle ti-

pus situat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, consistent en una casa unifamiliar amb 2-3 persones, un jardí de 50-100 m² de gespa i prou vegetació alta com per proveir el material estructurant que calgui. S'ha triat aquest habitatge perquè és un valor mitjà de la zona d'estudi, segons dades de l'Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus (EMSHTR). Els càlculs fets a partir de les dades de la mateixa Entitat porten a un valor aproximat d'1,5 kg/dia de FORM per compostar al domicili.

Els criteris utilitzats per a la tria dels compostadors han estat: la disponibilitat al mercat nacional, la senzillesa d'operació i el cost unitari.

Figura 1.
Models de compostadors
triat



Aquesta figura inclou vuit compostadors comercials i un de dissenyat expressament per a l'estudi (290 C). Els compostadors comercials són sistemes estàtics que operen amb alimentació superior i extracció de compost per la part inferior. Estan dissenyats per tal que l'usuari no hagi d'intervenir gaire en el procés i, per tant, no hagi d'invertir-hi temps. El sistema 290 C té un funcionament més complex que un compostador convencional. Consta d'un total de 5 safates i s'opera de la següent manera: s'alimenta la safata inferior i quan aquesta és plena, totes les safates pugen al lloc que ocupava la safata immediatament superior i la primera passa a la part inferior del compostador (en contacte amb el sòl). Aquest procediment fa que sempre s'alimenti la safata de baix de tot; mentre que el compost més madur resta sempre a la part superior i no es pot contaminar amb els lixivats del material fresc.

A més d'aquests compostadors, s'ha posat en funcionament un vermicompostador comercial, el 140 V (figura 2). El funcionament del vermicompostador 140 V consisteix a afegir cucs a la safata inferior, que es van alimentant. Quan aquesta safata és prou plena, es comença a alimentar la safata immediatament superior. En el moment en què els cucs considerin que han acabat l'aliment de la safata inferior, pujaran a la següent fins que acabin l'aliment, i així successivament fins a arribar a la safata superior.

Figura 2.
Vermicompostador comercial



Els compostadors van començar a operar el dia 10 d'abril de 2007, llevat del model 290 F, que es va posar en funcionament el 9 de juliol. A la taula 1 es resumeixen algunes de les característiques d'aquests compostadors. S'han ubicat als camps experimentals que la UB té a la Facultat de Biologia i, per tal d'evitar la insolació directa, s'ha ombrejat una part del terreny, tal com es veu a la figura 3.

Figura 3.
Sistema d'ombrejat dels compostadors



Els compostadors s'han alimentat diàriament i per igual amb restes orgàniques de cuina, sense excloure cap mena de component. Només en el cas del vermicompostador (140 V) s'ha eliminat de l'aliment la carn i el peix, atès que els cucs (*Eisenia foetida*) no tenen dents. Per posar en funcionament aquest sistema s'han inoculat 4.784 g de cucs amb fems de vaca, que s'han anat alimentant amb 250-300 g diaris, valor que s'ha augmentat o disminuït amb la població de cucs.

Cada 15 dies, aproximadament, i només en l'època en què n'hi ha hagut, s'ha alimentat gespa, l'equivalent a una dallada a la casa tipus (reconeixent que pot ser molt variable) juntament amb material estructurant (branquillons), si es creia necessari. L'addició de gespa no s'ha efectuat al vermicompostador per tal d'evitar un augment en la temperatura que eliminés els cucs.

Del material que s'ha afegit a cada compostador se n'ha pres el pes amb una bàscula convencional de cuina i la composició qualitativa, però ni s'ha triturat, ni s'ha seleccionat. Només s'han trencat aquelles peces que superaven els 10 cm, aproximadament.

Taula 1. Paràmetres més rellevants dels compostadors utilitzats

Denominació	Volum real (L)	Pes buit (kg)	Volum safata si s'escau (L)	Material de construcció	Alçada (cm)	Secció base (cm×cm)	Extracció compost (nombre i tipus)	Aireig	Preu orientatiu (€/unitat)
140 V	140	9,5	28	Plàstic reciclat	---	50×50 (circular)	1 safata extraïble	-	200
200 B	200	0,4	-	Polietilè perforat	variable	variable	Total per la boca	Lateral	10
290 C	292	5,5	73	Plàstic reciclat Fabricació pròpia	90	63×68	1 safata extraïble	Lateral i inferior	150
290 F	317	26,5	-	Fusta	80	63×63	4 costats (cal desmuntar 1 frontissa)	Lateral	175
300 P	301	10,6	-	Plàstic reciclat amb cambra d'aire	82	67×67 (octogonal)	2 portes inferiors	Lateral	150
370 P	370	25,6	-	Polietilè reciclat	80	68×68	1 porta inferior	Lateral	100
390 P	394	10	-	Plàstic reciclat	85	78×78	1 porta inferior	Lateral	70
400 P	420	27,8	-	Plàstic mixt reciclat	100	67,5×67,5	4 costats (cal desmuntar 1 frontissa)	Lateral	150
420 P	423	15,5	-	Plàstic	102	76×76	1 porta inferior	Inferior	120
450 P	450	15,9	-	Plàstic reciclat	81	67×67 (octogonal)	4 costats (cal desmuntar 1 frontissa)	Lateral	150

L'estat del procés s'ha comprovat seguint, cada dia, una sèrie de variables, de les quals la massa del sistema és una de les més importants perquè facilita la reducció de matèria aconseguida. Aquesta operació s'ha efectuat amb una balança del tipus dinamòmetre (figura 4). A més de la massa, s'ha mesurat diàriament l'alçada del material i s'han realitzat observacions visuals i olfactivas (sempre, abans d'alimentar). Cada mitja hora s'ha mesurat

Figura 4.
Moment de la pesada d'un compostador



la temperatura al centre del material del compostador i la temperatura ambiental. I amb una freqüència setmanal, aproximadament, s'han pres mesures de temperatura en diferents punts del material. De manera més esporàdica, s'han mesurat la humitat, el pH i la conductivitat. Ja en la fase final de l'estudi, s'ha determinat el grau d'estabilitat del compost obtingut mitjançant el test d'autoescalfament.

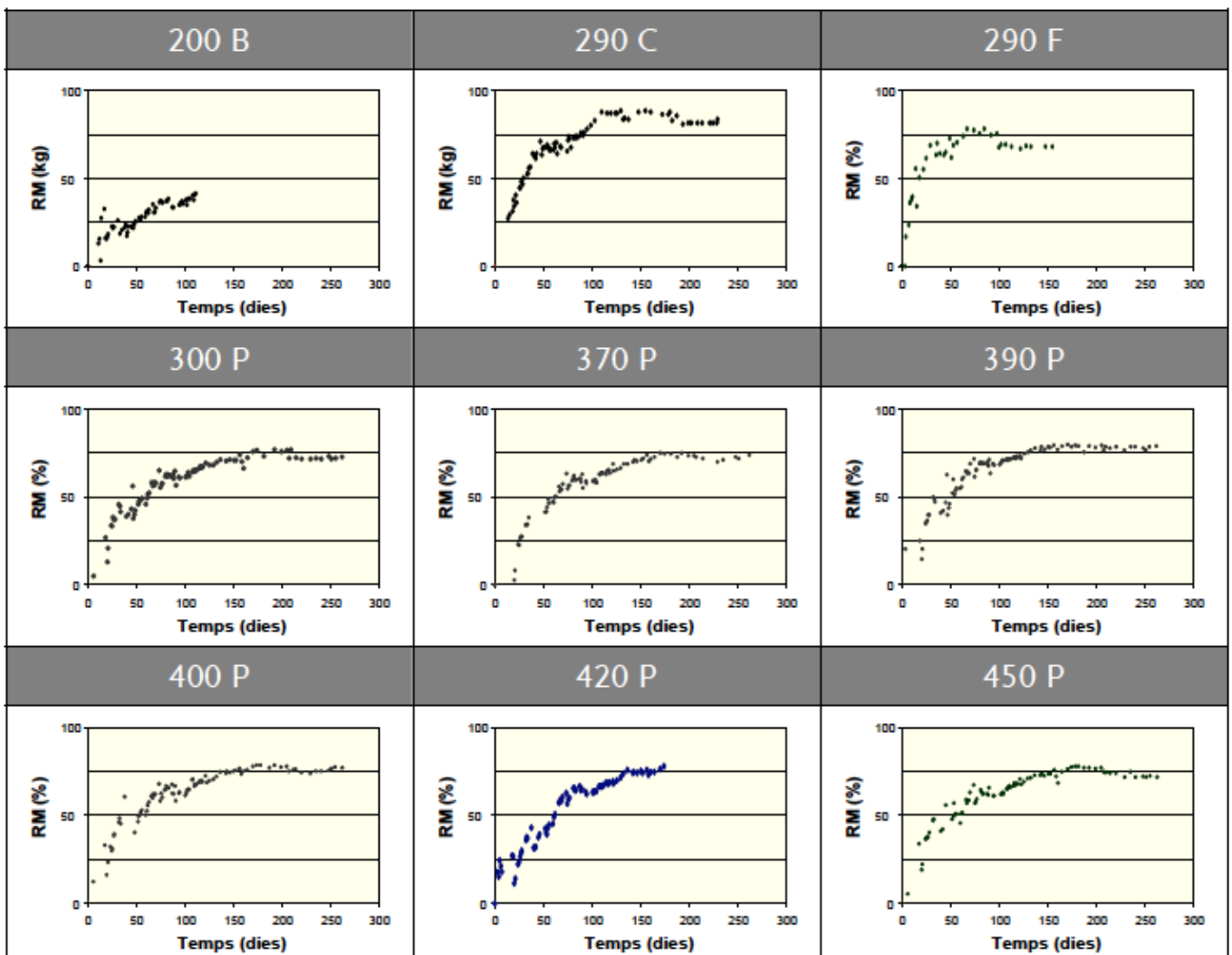
3 Evolució dels diferents sistemes

En aquest apartat es presenten els resultats més rellevants de l'estudi quant a l'evolució de les diferents variables estudiades i la física dels compostadors (facilitat d'operació, envelliment, durada, capacitat, flexibilitat...).

3.1. Evolució de la reducció de la matèria

A la taula 2 es presenta l'evolució de la reducció de matèria (RM) observada per als diferents compostadors. Es pot veure que, després de dos mesos d'operació, pràcticament tots els compostadors han superat el 50 % de reducció de matèria. Tot i que caldria veure l'evolució d'un segon any, el fet que el compostador 290 F aconsegueixi reduir la matèria

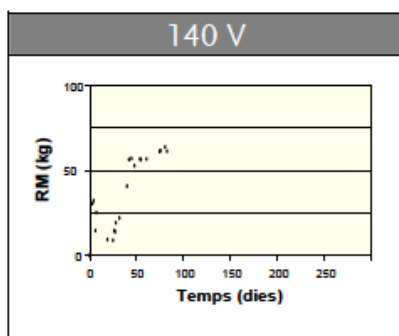
Taula 2. Evolució de la reducció de matèria (RM) en els diferents compostadors



ria més ràpidament no s'atribueix a l'acció del compostador. Aquesta degradació sembla més imputable al fet de posar-lo en funcionament quan la temperatura ambiental era més elevada (població d'organismes més nombrosa, que comporta una velocitat superior de degradació de la matèria orgànica). En aquest moment, també cal considerar l'efecte de la composició de les restes de matèria orgànica (productes humits i fàcilment degradables com gespa, verdures, fruites, etc.).

Cal destacar la finalització prematura dels compostadors 200 B i 420 P. El compostador 200 B al cap de pocs dies d'operació ja demostra que no degrada la matèria orgànica a la mateixa velocitat; si més no, amb el sistema d'alimentació diària que s'ha utilitzat en aquest estudi. Això, unit a l'olor, a l'aspecte anaeròbic, a la incomoditat d'haver-lo de deslligar i de lligar cada vegada que s'ha d'alimentar i a la manca d'estabilitat (en ús diari), ha fet que es descartés al cap de 110 dies d'operació. Pel que fa al compostador 420 P s'ha aturat al cap de 180 dies d'operació, no perquè no degradés, sinó perquè ha resultat massa incòmode per treballar.

Taula 3.
Evolució de la reducció de matèria (RM) en el vermicompostador



Taula 4.
Comparativa de la reducció de matèria en dos terminis diferents

COMPOSTADOR	Alimentació total acumulada*	Matèria restant al compostador*	Reducció de matèria	
	ATA (kg)	MRC (kg)	RM a 170 dies (%)	RM a 263 dies (%)
140 V	21,0	8,4	60,0 (a 84 dies)	
200 B	116,5	68,4	41,3 (a 110 dies)	
290 C	175,0	28,3	83,6 (a 170 i 230 dies)	
290 F	148,9	47,8	67,9	---
300 P	273,7	71,0	74,9	74,0
370 P	273,6	77,3	76,0	71,6
390 P	288,7	62,0	79,4	78,5
400 P	281,8	64,8	77,8	77,0
420 P	200,0	42,0	79,0	---
450 P	269,5	74,0	75,7	72,5

* Variables preses a 263 dies.

En el cas del vermicompostador 140 V s'assoleix un nivell de reducció de matèria inferior al dels compostadors (taula 3); però, atès el poc temps de funcionament i que quan la temperatura ambient va ser elevada tots els cucs van morir, no es pot considerar conclouent. Es pot deduir, però, que a l'estiu, un vermicompostador no es pot ubicar a l'exterior. Per aquest motiu, el sistema 140 V es deixa al marge de l'estudi.

La taula 4 resumeix les variables alimentació total alimentada (ATA) i matèria restant al compostador (MRC) a 263 dies i presenta la reducció de matèria (RM) a 170 i 263 dies. S'ha presentat aquesta RM a 170 dies, per tal de poder-la comparar amb el compostador

dor que es va posar en funcionament més tard, el 290 F. En ple estiu (a 170 dies, llevat del 290F), la majoria dels compostadors han proporcionat reduccions de matèria lleugerament superiors al 75 %; mentre que a l'hivern baixa lleugerament aquesta reducció de matèria, però continua estant per sobre del 70 %. Cal observar que la reducció de matèria ha estat més elevada del que s'ha trobat a la bibliografia per altres països. Així, Iyengar i Bhave (2006) arriben a un 60-70 %, o Jasim i Smith (2003) aconseguen una reducció de matèria del 53 %. Dels valors d'aquesta taula, se'n desprèn que l'eliminació de matèria no és un paràmetre conclouent a l'hora de triar o rebutjar un compostador.

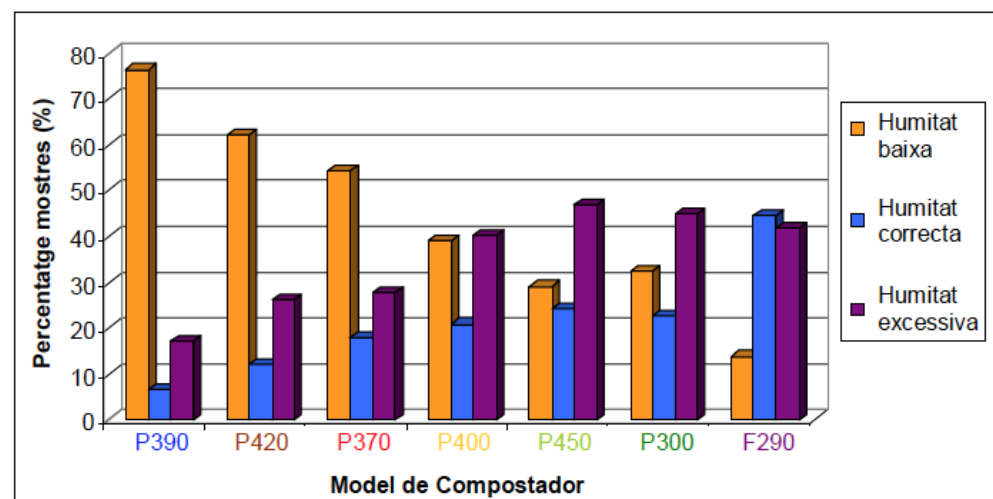
3.2. Evolució de l'alçada del material

Per estudiar la idoneïtat del volum que s'utilitza, s'ha comptabilitzat, diàriament, l'alçada de material acumulat en els compostadors. Aquest paràmetre segueix un patró similar al de la massa: inicialment, es produeix un augment ràpid de l'alçada i amb el temps es va descelerant. Es produeixen, això sí, importants pics quan s'afegeix la gespa acabada de dallar. La taula 5 recull les alçades màximes (en cm i en% del total) que han assolit els diferents sistemes estudiats. S'observa que, després de 9 mesos d'operar els compostadors sense haver extret compost acabat, l'alçada del material és de l'ordre d'un 60% de l'alçada total del compostador. Aquest percentatge permet estimar que el volum utilitzat en els compostadors de l'estudi ha estat sobredimensionat per l'habitatge tipus triat.

Taula 5.
Comparativa de l'alçada màxima assolida en cada compostador

COMPOSTADOR	Alçada total del compostador (cm)		Alçada màxima assolida	
	(cm)	(cm)	(cm)	(%)
140 V ^{vii}	---	---	---	---
200 B ^{iv}	---	---	---	---
290 C ^{iv}	---	---	---	---
290 F	80	33,0	41,3	
300 P	82	50,0	61,0	
370 P	80	46,0	57,5	
390 P	85	51,0	60,0	
400 P	100	55,5	55,5	
420 P	102	57,0	55,9	
450 P	81	41,0	50,6	

Gràfic 1.
Percentatge d'ocasions en què s'ha trobat un nivell d'humitat baix, normal o excessiu en cada compostador



Taula 6.
Classificació sinòptica dels compostadors en funció de la seva humitat.

Classificació	Sec	Correcte	Moll
Compostador	370 P	300 P	290 F
	390 P	400 P	
	420 P	450 P	

3.3. Evolució de la humitat i nou mètode per a l'estimació

El gràfic 1 presenta el percentatge de vegades al llarg de tota l'experimentació que cada compostador s'ha trobat massa sec (per sota d'un 40 %), que tenia la humitat correcta (entre un 40 % i un 60 %) o que estava massa humit (per sobre del 60 %). Aquestes mesures han conduït a una classificació inicial dels compostadors, segons la tendència que mantenen respecte de la humitat, en secs, correctes i molls. Tot i aquesta senzilla classificació, mostrada a la taula 6, s'ha de considerar la influència meteorològica.

Aquesta pot fer que, en un moment puntual, un compostador difereixi de la seva tendència general. D'altra banda, el compostador 290 F, tot i no ser excessivament moll, és el compostador que amb menys freqüència ha donat resultats massa secs i, en canvi, ha resultat ser massa humit en un 40 % de les mesures. De fet, es podria classificar com a correcte/moll. Un aspecte comú a tots els compostadors ha estat la important diferència entre la humitat al centre i al lateral per a una mateixa secció horitzontal. Aquesta diferència és determinada per l'entrada lateral d'aire als compostadors.

Quan un compostador ha presentat excés d'humitat, se n'ha remenat el contingut (sempre en la part més superficial) per homogeneïtzar els laterals amb el centre. Ara bé, aquest no ha estat un problema freqüent. Ha estat molt més freqüent la manca d'aigua. En aquest cas, s'ha afegit aigua al sistema. En algunes ocasions s'ha regat el terra per tal que el material anés absorbint la humitat quan ho necessités. L'efecte d'aquesta acció sembla positiu, però caldria estudiar específicament aquest paràmetre.

Atès que un dels paràmetres que s'ha revelat més importants en l'estudi ha estat la humitat, s'ha assajat un nou mètode d'estimació d'aquest paràmetre. El mètode desenvolupat es basa en la determinació de la humitat mitjançant un petit pal de fusta (el típic de les brotxetes), i consisteix, bàsicament, a introduir el pal dintre del material i, per simple observació de l'aspecte del pal i comparació amb uns patrons (com si fos un paper indicador de pH), estimar la humitat del material. Per a la validació d'aquest mètode s'ha efectuat un estudi amb persones de diferents perfils. En l'estudi es lliurava un nombre no fixat de fotografies de pals que havien estat introduïts en un punt d'humitat coneguda d'un compostador i que els participants en l'estudi havien d'endevinar-ne la humitat per comparació amb unes fotografies patró preparades per a aquesta finalitat. El resultat de l'estudi ha proporcionat un error del 5 al 15 % en el valor de la humitat estimada, que s'ha considerat prou satisfactori com per utilitzar aquest nou mètode en compostatge casolà. A més, és més net i senzill que els existents

3.4. Evolució de la temperatura

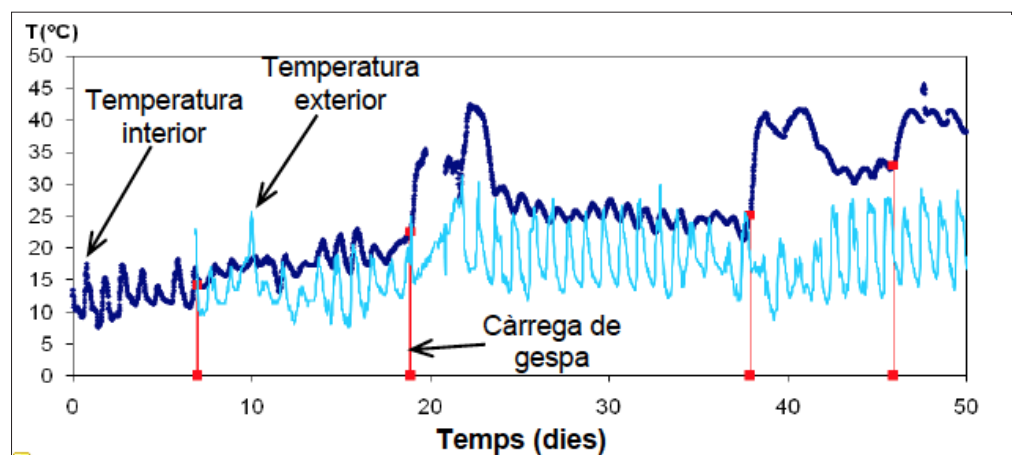
El monitoratge de la temperatura en la fracció més baixa del compostador, la corresponent al primer compost que es podrà extreure, ha estat molt similar en tots els sistemes.

El gràfic 2 mostra els primers dies d'evolució del compostador 400 P. La primera setmana transcorre a temperatura ambiental en tots els compostadors, perquè la massa inicial no és significativa i la poca calor produïda s'escapa fàcilment del compostador. Tal com es va alimentant gespa, la temperatura dels compostadors va pujant. De fet, al cap de poques hores d'alimentar la gespa, la temperatura ja puja de manera important per la seva eleva-

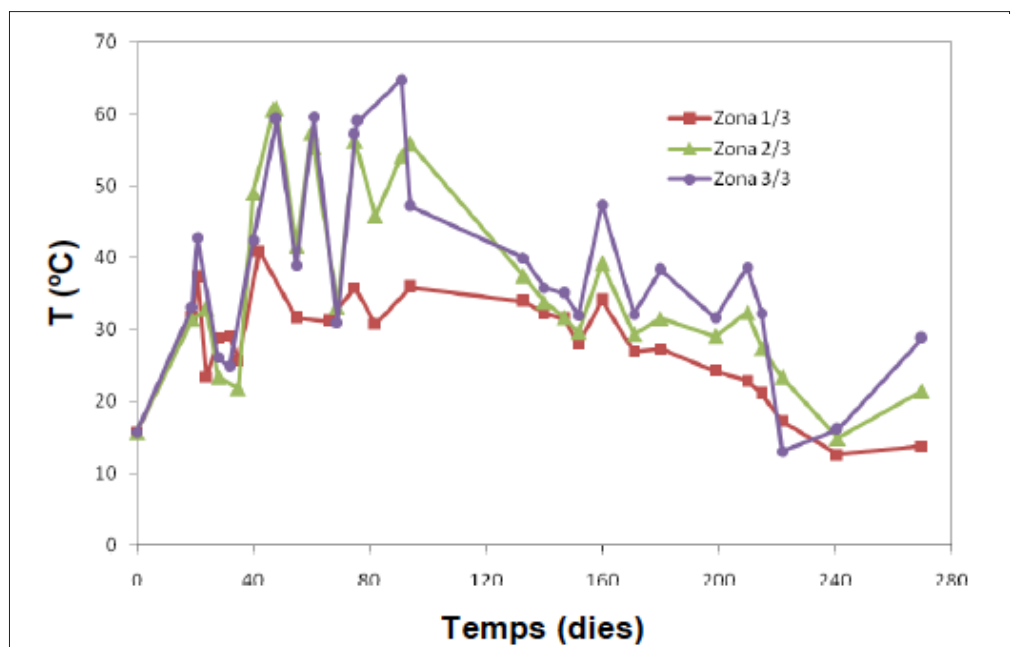
da biodegradació i per l'increment de massa que suposa aquesta gespa. L'excepció de la temperatura la constitueix el compostador 200 B, que només ha passat de 30 °C molt esporàdicament.

En aquesta part inferior dels compostadors la temperatura continua en valors propers als 40 °C i cada vegada està menys afectada per la temperatura exterior. La temperatura ja no puja més a causa de l'augment de la distància amb la zona d'alta temperatura, que és on s'alimenta. De fet, quan ja no hi ha producció de gespa, la temperatura del material baixa significativament, com es pot veure a la part final del gràfic 3. Aquest gràfic presenta el perfil de temperatura a tres alçades diferents: 1/3, 1/2 i 2/3 mesurades des de baix, per al compostador 400 P. Tret del sistema 200 B, en el qual la manca d'equilibri no permet comparar-lo, i del 290 C, en el qual les fondàries són molt menors, la resta de compostadors han evolucionat d'una manera similar. Hi ha alguns aspectes que val la pena destacar.

Gràfic 2.
Primers dies d'evolució de la temperatura dins i fora del compostador 400 P



Gràfic 3.
Evolució de la temperatura a diferents nivells de profunditat del material del compostador 400 P



En primer lloc, la capa inferior no assoleix temperatures elevades. En segon lloc, la temperatura de meitat superior depèn molt de què s'alimenti gespa; si s'hi afegeix gespa, la temperatura pot arribar a ser força elevada, si no s'alimenta gespa, la temperatura baixa molt. Cal notar que encara que la fracció superior arribi a temperatures d'higienització, aquesta no es pot assegurar mai amb la temperatura, ja que la fracció inferior no arriba a aquestes temperatures i es pot contaminar amb el material fresc alimentat.

Taula 7.
Evolució de l'aspecte del material

Període		
Tres primers mesos	Del quart al setè mes	Vuitè i novè mes
Condicions		
Temperatures moderades a l'inici del període (16-20°C). Més elevades cap al final (20-25°C). Càrregues de gespa quinzenals. No es barreja.	Temperatures elevades a l'estiu (25-30°C), més moderades a la tardor (16-22°C). Càrregues de gespa quinzenals. Es barreja.	Temperatures baixes (10-18°C). No es carrega gespa. Mescla més habitual.
Aspecte en superfície		
En començar el cicle només s'observa herba. Segons passen els dies fins a la següent càrrega el material es va acumulant, s'observa: - Pasta de residus orgànics en diferent grau de descomposició. - Material humit i compactat. - Creixent extensió amb oxidació i floridures. La situació torna a iniciar-se amb la següent càrrega.	Aparença similar a la del primer període pel que fa als cicles establerts per l'herba. Trencament dels cicles per les mescles puntuals que donen lloc a: - Barreja terrosa amb gespa i restes orgàniques. - Material esponjós. - Disminució restes oxidades i amb floridures.	Acumulació progressiva de material com el primer període però amb una humitat molt més elevada. No hi ha cicles per l'absència de càrrega de gespa. Es modifica l'aspecte cada cop que es barreja, adquirint l'aspecte posterior a la mescla descrit al segon període però sense restes d'herba. Igualment, esponjós, sense floridures, etc.
Perfil		
Alternança de capes de restes de menjar i restes vegetals.	Homogeni. Compost més madur en profunditat.	Homogeni. Compost més madur en profunditat.
Diferència centre – lateral		
Lateral més sec i amb menys acumulació de restes de menjar.	Homogeneïtzació amb la mescla que només es manté alguns dies.	Homogeni. No hi ha diferències.

3.5. Evolució de l'aspecte

Per a l'avaluació d'aquest paràmetre, s'ha dividit el període en tres intervals de temps corresponents a diferents condicions d'operació:

a) Els tres primers mesos: en aquest període s'ha addicionat gespa, però no s'ha mesclat el material, per tal de simular el funcionament del procés en el cas particular que l'usuari no s'impliqui en el procés de compostatge i adopti una actitud passiva.

b) Del quart al setè mes: s'ha addicionat gespa i s'ha remenat el material amb cada càrrega de gespa, que s'ha barrejat amb el material abocat anteriorment. També s'ha barrejat quan la situació ho requeria. D'aquesta manera s'ha simulat el funcionament del sistema en cas que l'usuari adopti una actitud activa. Aquest canvi d'actitud comporta una evolució de l'aspecte diferent respecte a la del període anterior, ja que no s'arriba mai a tenir tanta acumulació de residus orgànics.

c) Vuitè i novè mes: no s'ha addicionat gespa (en aquesta època de l'any no n'hi ha) i s'ha barrejat sempre que ha estat necessari.

De l'aspecte se n'avalua l'estat de degradació, l'heterogeneïtat / homogeneïtat, la coloració, la humitat superficial, les floridures, l'oxidació, etc. En tots els compostadors s'han trobat unes pautes generals d'evolució de l'aspecte que es resumeixen a la taula 7.

3.6. Evolució de les olors

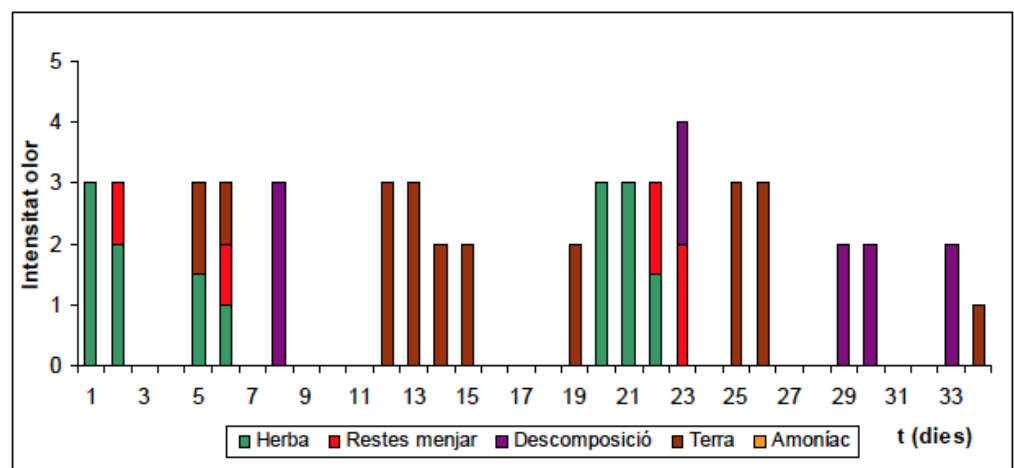
Al llarg d'aquests mesos les olors s'han reduït a cinc o sis tipologies que s'anaven succeint i que canviaven d'intensitat segons les condicions. De nou, es consideren els tres períodes descrits en l'apartat anterior.

Les olors que s'han arribat a percebre en aquest temps han estat:

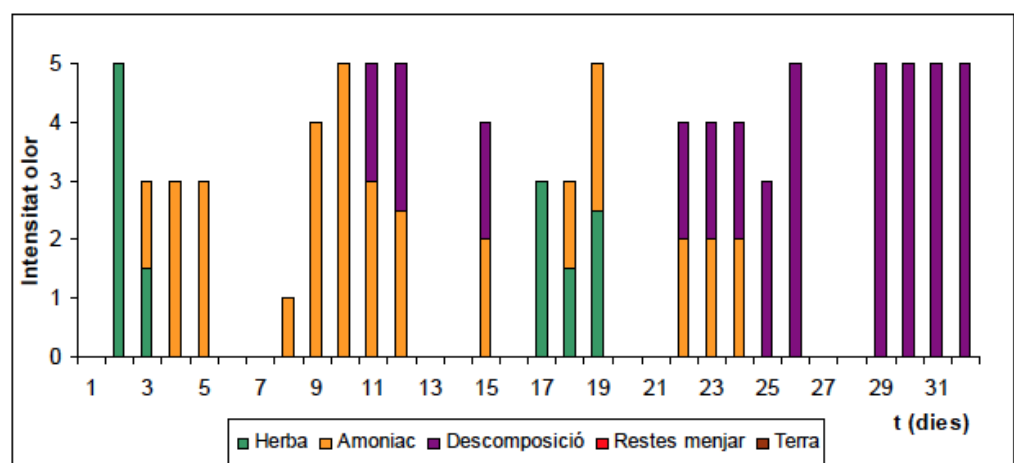
- Herba: apareixia en els moments de càrrega de gespa i perdurava més o menys dies segons diversos factors, com la pèrdua d'humitat que hi havia, si es barrejava molt amb el material de sota, etc. És una olor neutra, que no és desagradable.
- Matèria orgànica fresca: pròpia del moment immediatament posterior de la càrrega d'aliment.
- Descomposició: fruit de diversos dies seguits de càrrega de fracció orgànica sense barrejar. Els residus que hi ha en superfície s'estan degradant. Pot arribar a ser desagradable si la intensitat és elevada.
- Humus/Terra: pròpia dels compostadors que s'han barrejat fa pocs dies.
- Amoníac: indica excés de material nitrogenat. S'associa freqüentment a dies posteriors a la càrrega de gespa.
- Putrefacció: pròpia de zones amb humitat molt elevada, on no té accés l'oxigen i hi ha reaccions anaeròbiques. Pel seu origen, n'hi ha en superfície, i per això aquesta olor es detecta en moure el material per veure'n l'estat o en barrejar. Les pluges i les baixes temperatures afavoreixen la creació d'aquestes zones, així com l'abocament continuat de restes de cuina sense barrejar.

En la primera fase de l'estudi, en què no s'ha barrejat, s'han observat uns cicles pel que fa a l'evolució de les olors detectades, que se succeïen entre càrregues de gespa. El gràfic 4 mostra un d'aquests cicles. El temps zero correspon al dia en què s'ha fet la càrrega de gespa. L'endemà de la càrrega (dia 1) predomina l'olor d'herba. En els dies següents destaca l'olor d'amoniàc que va variant la intensitat fins al dia 10, en què es comença a percebre olor de descomposició.

Gràfic 4.
Evolució de les olors en els primers tres mesos de seguiment del procés



Gràfic 5.
Evolució de les olors en el segon període de seguiment del procés (càrrega de gespa i mescla)



El dia 15 es fa una nova càrrega de gespa que determina l'inici d'un nou cicle que es caracteritza igualment per una olor d'herba durant els primers dies després de la càrrega. S'observen, però, lleugeres diferències respecte del període anterior: l'olor d'amoniac desapareix abans i l'olor de descomposició apareix abans que en el cicle anterior i arriba a ser molt més intensa.

El gràfic 5 mostra l'evolució de l'olor en el segon període. Com a l'exemple anterior, es comença amb una càrrega de gespa que determina l'olor dels primers dies.

Però a partir d'aquí l'evolució és diferent. No hi ha olors amoniacals, sinó que apareixen olors de matèria orgànica que, a mesura que es degraden els materials, passen a olors de descomposició. Aquesta tendència es troba truncada en diverses ocasions per l'agitació. A més a més, durant aquells dies es van produir pluges importants, per la qual cosa es va haver de barrejar per reduir la humitat. L'aparició de l'olor de terra és sempre posterior a una mescla, i aquesta acabarà per donar pas de nou a la de descomposició si hi torna a haver acumulació de residus i no es remena. El dia 20 hi ha una altra càrrega de gespa que marca l'inici d'un nou cicle molt similar a l'anterior. Només es diferencia en què cap als dies 28 i 29 es deixa de barrejar i l'olor de descomposició es fa més notable.

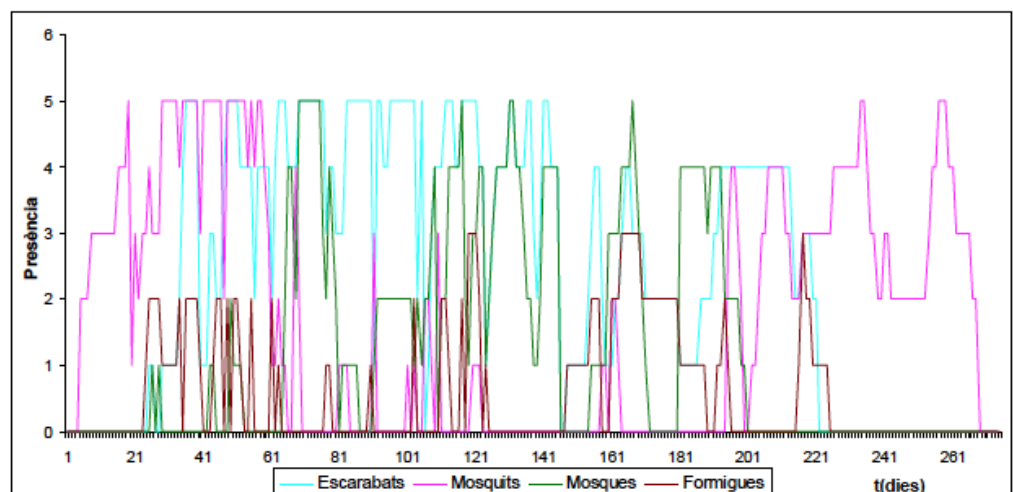
Cal destacar la menor intensitat de les olors en aquest període respecte al del gràfic 4. Les temperatures exteriors eren més baixes, les quals s'associen a olors menys intenses, i a més la pluja i les barreges atenuen notablement les olors fortes.

La majoria de sistemes presenten, en el segon mes de funcionament, un màxim en l'atracció d'insectes i generació d'olors.

3.7. Evolució dels macroorganismes

Els organismes observats en superfície en major quantitat han estat escarabats, mosques de la fruita, mosques i formigues. També s'han pogut veure en menor quantitat porquets de sant Antoni, aranyes, vespes, mosques grans i larves de la mosca negra soldat i mosquits. L'elevada humitat a la base del compostador atreïa una gran quantitat de llimacs i cucs. A les parets interiors del compostadors hi havia sovint cargols. Al gràfic 6 es mostra l'evolució observada quant als quatre macroorganismes predominants.

Gràfic 6.
Evolució
dels macroorganismes
predominants durant el
seguiment dels compostadors



3.8. Interaccions amb el procés

A través de senzilles actuacions es poden modificar alguns dels paràmetres que condicionen el compostatge i optimitzar així el procés o resoldre aquells petits problemes que s'hagin pogut detectar. Les actuacions més comunes són la mescla i el reg.








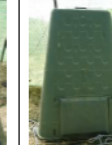

La mescla s'ha utilitzat per homogeneïtzar la humitat i la composició en la part superior del material, quan ha estat necessari (pluges, calor intensa, compactació del material...). Aquesta agitació ha portat associat un augment de la temperatura i una disminució de les olors.

Quan la temperatura ambiental ha estat molt elevada, l'evaporació de l'aigua i l'aireig han provocat una disminució important de la humitat. En aquest cas, ha estat necessari regar i homogeneïtzar el material. En els casos en què el dèficit d'humitat no era gaire gran, només es va regar el terra per tal que el material anés absorbint l'aigua del sòl.

4 Facilitat d'operació dels compostadors

La taula 8 presenta les característiques relatives a la durada, l'ergonomia i altres aspectes dels compostadors que indiquen les dificultats i incomoditats que pot presentar la manipulació de cadascun.

Taula 8. Resum de les característiques d'operació dels diferents compostadors

	200 B	290 C	290 F	300 P	370 P	390 P	400 P	420 P	450 P
Imatge									
Consistència	Nul·la	A millorar	Elevada	Elevada	Elevada	Baixa	Elevada	Elevada	Elevada
Obertura d'alimentació	Incòmode. (s'ha d'obrir la bossa i intentar que aquesta resti oberta mentre s'aboca l'aliment).	Bona (extracció del calaix inferior).	Bona (milloraria amb un extrem de la tapa fixat a la paret lateral).	Bona (milloraria amb un les dues parts de la tapa més separades per facilitar l'agitació).	Bona (milloraria amb un extrem de la tapa fixat a la paret lateral).	Bona per mida dolenta per consistència de la junta amb el compostador.	Bona (milloraria amb una disminució de pes de la tapa).	Dolenta per l'ancoratge i la mida (difícil de fer més gran perquè perdria consistència).	Bona
Alçada	Bona	Bona (cal fer més altes les cistelles)	Bona	Bona	Bona	Bona	Massa alt (dificulta remenar).	Massa alt (dificulta remenar).	Bona
Sistema d'extracció del compost	Superior o trencant la bossa (no permet extracció del material més antic; només apte per operació discontinua).	Molt simple	Simple (eix metàl·lic que ha d'encaixar en orificis massa estrets).	Simple (milloraria amb portes més amples i millor ajustament de la tanca).	Simple (milloraria amb frontisses de més qualitat).	Simple (milloraria amb frontisses de més qualitat).	Simple (eix plàstic acabat en punxa que encaixa amb alguna dificultat en els orificis dels vèrtex)	Simple (milloraria amb portes més amples)	Simple (eix plàstic massa gruixut que ha d'encaixar en els orificis dels vèrtex)
Aireig	Escàs	Excessiu	Superfície d'exposició elevada en sec. Variable amb la humitat i l'alçada.	Lleugerament baix.	Correcte per a treballar a plena càrrega (l'aireig comença a una alçada considerable).	Excessiu per la baixa consistència.	Correcte (fàcilment adaptable).	Excessiu. El conus central dificulta l'agitació.	Correcte (massa homogènia en alçada).
Autoregulació de la humitat	Cap (la humitat s'acumula per manca d'aireig)	Escassa (la humitat s'acumula per manca de gruix de material).	Acceptable (la fusta regula la humitat amb lleugera tendència a l'excés d'aigua).	Acceptable si s'ajusten bé les portes inferiors.	Acceptable (tendència seca)	Escassa (la humitat no es manté per excessiu aireig).	Acceptable (cal ajudar-lo a l'estiu).	Escassa (la humitat no es manté per excessiu aireig).	Acceptable (cal ajudar-lo a l'estiu).

5 Conclusions

El vermicompostador (140 V) no elimina la necessitat d'evacuar la brossa orgànica en un domicili, requereix un procés llarg de posada en funcionament i és massa vulnerable a les temperatures estiuenques. Per això s'ha exclòs de les conclusions posteriors. El compostador 200 B ha demostrat no ser adequat pel compostatge al domicili particular. Les raons són, bàsicament, dues: la dificultat d'alimentar diàriament el sistema i la dificultat per obtenir condicions aeròbiques, la qual cosa provoca pudors. Per aquests motius també s'ha exclòs de les conclusions posteriors.

Respecte dels vuit compostadors restants, a continuació s'exposen les principals conclusions d'aquest estudi:

- El compostatge de la matèria orgànica generada en un habitatge es pot efectuar, amb bons resultats, en el mateix habitatge i, fins i tot, amb una baixa dedicació per part de l'usuari. Això comporta un important estalvi en el transport de les deixalles.
- La presència de components no recomanats per la bibliografia (carn, peix...) no ha presentat cap dificultat per al bon desenvolupament del procés.
- El comportament general dels vuit compostadors ha estat molt similar per a totes les variables. En tots els compostadors s'ha constatat una certa dependència estacional.
- En les condicions de treball, d'alimentació diària, tots els compostadors han assolit un màxim de temperatura al voltant dels 60 °C.
- En les condicions del treball s'han assolit valors de reducció de matèria d'un 70-80 %. A l'estiu s'assoleixen els valors més alts.
- Els resultats mostren que, per a l'habitatge tipus escollit, seria suficient un compostador de 300 litres de capacitat.
- S'ha assajat amb èxit un nou mètode d'estimació de la humitat.
- Tots els compostadors han evidenciat zones més seques (properes als orificis d'entrada d'aire) i zones més molles (el centre).
- Els invertebrats predominants, especialment a l'estiu, han estat mosques de la fruita, escarabats, formigues i mosques.
- S'ha observat un cicle d'olors, temperatures i humitats entre càrregues successives de gespa.

Les principals actuacions que ha de fer l'usuari són remenar després d'una pluja important i regar en èpoques de calor intensa, i és aconsellable barrejar just després de regar per tal d'homogeneïtzar el material i evitar pudors.

S'ha demostrat que el compostador 290 C presenta un funcionament adequat, però les safates haurien de tenir el doble de la seva capacitat actual.

El compost resultant ha presentat uns valors d'humitat, de pH, de conductivitat, de matèria orgànica, de relació C/N i de grau de maduresa acceptables.

L'anàlisi visual del compost resultant demostra una total absència d'impropis.

6 Recomanacions

A continuació s'enumeren algunes de les recomanacions que es deriven d'aquest estudi:

- Continuar el monitoratge dels compostadors un segon any per tal de comprovar realment com afecta l'estacionalitat en el procés.
- Fer un seguiment del cabal i de la concentració d'oxigen dins dels compostadors.
- Modelitzar els resultats obtinguts.
- Comparació dels sistemes emprats amb els digestors anomenats Green Cone.
- Experimentar amb un disseny de compostador que permeti reduir l'assecament en els laterals del compostador.
- Experimentar amb un disseny de compostador que permeti recollir els lixiviats per tal de fer-ne un seguiment (concentració de tòxics, cabals...).

7 Bibliografia

IYENGAR, S. R.; BHAVE, P. P. «In-vessel composting of household wastes». *Waste Management* 26 (2006), 1070-1080.

JASIM, S.; SMITH, S.R. «The Practicability of Home Composting for the Management of Biodegradable Domestic Solid Waste». Final Report to The Norlands Foundation, Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, UK, 2003 (revisat el 2006).

Directiva 1999/31/CE, de 26 d'abril de 1999, relativa a l'abocament de residus. Parlament Europeu, Diari Oficial de la Comunitat Europea, de 16 de juliol de 1999, núm. L182.

POSSIBILITATS DEL VERMICOMPOSTATGE CASOLÀ EN LA REDUCCIÓ DE RESIDUS ORGÀNICS PRODUÏTS A LA LLAR

Autora: **Eloísa Albacete García**, estudiant d'Enginyeria Tècnica Industrial, especialitzat en Química Industrial

Tutores: **Adriana Artola Casacuberta** i **Raquel Barrena Gómez**, de la Universitat Autònoma de Barcelona

Resumen

Es importante mantener la jerarquía de residuos, previniendo, minimizando, reutilizando, reciclando, recuperando la energía y, en último caso, depositando de manera controlada nuestros residuos. Un vermicompostador permite reciclar en el propio hogar, sin grandes necesidades de espacio y minimizando costes de transporte a plantas de tratamiento. Este documento recoge el estudio cuantitativo y cualitativo de un vermicompostador. Por un lado, determina cuantitativamente la capacidad máxima del vermicompostador, es decir, la cantidad máxima de residuos que puede tratar sin ocasionar problemas. Y, por otro lado, determina el número de miembros de una familia para el que su utilización puede ser óptima.

Después de 27 semanas de funcionamiento, se ha determinado que la capacidad máxima que puede tratar un vermicompostador sin ocasionar problemas de olores ni la aparición de poblaciones no deseadas es de 2,052 kg/semana. Teniendo en cuenta que la generación de materia orgánica vermicompostable es de 1,303 kg/habitante a la semana, el vermicompostador es óptimo para familias de dos miembros. Sin embargo, hay que tener en cuenta cada caso particular, ya que la cantidad de materia orgánica vermicompostable depende de los hábitos alimentarios de cada familia.

El mantenimiento del vermicompostador no conlleva ningún coste; solo hace falta una inversión inicial de unos 150 euros. A cambio obtendremos un abono orgánico de gran calidad que podemos utilizar en nuestras plantas o en un huerto pequeño. Cabe mencionar que, con un pequeño esfuerzo por nuestra parte, podemos contribuir a la mejora del medio ambiente. Si toda la población se implicara en realizar vermicompostaje casero, se podría reducir la FORM que tratar hasta un 31,2 %.

Abstract

It is important to maintain the hierarchy of waste, by preventing, minimising, reusing, recycling, recovering energy and finally, depositing waste in a carefully controlled manner. A vermicomposter enables users to recycle in their own home, with no major requirements in terms of space, and minimises transport costs to treatment plants. This document contains the quantitative and qualitative study of a vermicomposter. First, it quantitatively determines the maximum capacity of the vermicomposter, i.e. the maximum amount of waste that can be treated without any problems. Second, it determines the optimal number of family members for its use.

After 27 weeks in operation, the maximum capacity that a vermicomposter can treat without causing odour problems or the appearance of undesired populations is 2.052 kg/week. Bearing in mind that 1.303 kg/inhabitant of vermicompostable organic matter is generated every week, the vermicomposter is ideal for families with two members. However, each specific case should be taken into account, since the amount of vermicompostable organic matter depends on each family's eating habits.

Maintenance of the vermicomposter costs nothing; an initial investment of about 150 euros is all that is required. In return, users obtain a high quality organic fertiliser that can be used for plants or in a small kitchen garden. With a small effort, it is possible to contribute to improving the environment. If the entire population became involved in home vermicomposting, the organic fraction of municipal waste to be treated could be reduced by 31,2 %.

Resum

És important mantenir la jerarquia de residus, prevenint, minimitzant, reutilitzant, reciclant, recuperant l'energia i, en últim cas, dipositant de manera controlada els nostres residus. Un vermicompostador permet reciclar a la pròpia llar, sense grans necessitats d'espai i minimitzant costos de transport a plantes de tractament. Aquest document recull l'estudi quantitatiu i qualitatiu d'un vermicompostador. Per una banda, determina quantitativament la capacitat màxima del vermicompostador, és a dir, la quantitat màxima de residus que pot tractar sense ocasionar problemes. I per altra banda, determina el nombre de membres d'una família per al que pot ser òptima la seva utilització.

Després de 27 setmanes de funcionament, s'ha determinat que la capacitat màxima que pot tractar un vermicompostador sense ocasionar problemes d'olors, ni aparició de poblacions no desitjades, és de 2,052 kg/setmana. Tenint en compte que la generació de matèria orgànica vermicompostable és de 1,303 kg/(habitant·setmana), el vermicompostador és òptim per famílies de dos membres. Cal tenir en compte però, la situació en la que es troba cada cas ja que, la quantitat de matèria orgànica vermicompostable, depèn dels costums alimentaris de cada família.

El manteniment del vermicompostador no comporta cap cost, només cal una inversió inicial d'uns 150 €, a canvi obtindrem un adob orgànic de gran qualitat que podem utilitzar en les nostres plantes o un petit hort. Cal mencionar que, amb un petit esforç per la nostra part, podem contribuir a la millora del medi ambient. En el cas que tota la població s'impliqués en realitzar vermicompostatge casolà, es podria reduir la FORM a tractar fins un 31,2 %.

1 Gestió de residus

El cicle dels materials consta de dues parts. La primera part correspon a les activitats generadores de residus i la segona part correspon a la gestió d'aquests residus. El cicle pot ser obert o tancat. Tancar el cicle és més sostenible perquè disminueix la disposició de residus i evita l'extracció de noves matèries. Malauradament, no tots els residus es poden reintroduir al cicle, i els tractaments utilitzats també generen d'altres residus que s'han d'abocar al medi. Aquests residus es tracten per tal d'obtenir energia i poder realitzar una deposició controlada.

La gestió dels residus comprèn totes les activitats destinades a recollir-los i tractar-los de la manera més adequada, ja sigui per recuperar materials i reintroduir-los al cicle de producció, per obtenir-ne energia o per disposar-los en condicions de seguretat ambiental. També, prioritàriament, ha d'incloure totes les accions possibles per prevenir-ne i minimitzar-ne la generació.

Hi ha diferents vies d'actuació amb aquests objectius, entre elles les accions de reciclatge individual, com ara el compostatge casolà, que redueix el volum de matèria orgànica que cal processar a les instal·lacions industrials de tractament i, a més a més, s'obté un producte de valor afegit: el compost.

1.1 Compostatge

Quan es parla de compostar es fa referència a sotmetre la matèria orgànica a un procés biològic de degradació aeròbia dels materials fins a obtenir un producte, el compost, de gran qualitat com adob orgànic. La quantitat d'organismes que participen en el procés de transformació de les restes orgàniques és significativament superior a la que es troba en els sòls naturals, raó per la qual es pot transformar en poc temps gran quantitat de matèria en compost.

El compostatge domèstic permet reduir la quantitat de residus que van a parar a plantes de tractament, estalviant costos de transport i processament. Per tal de fer compostatge a la llar cal disposar d'un mínim espai exterior on ubicar-hi un compostador, com ara una terrassa o un jardí.

1.2 Vermicompostatge

El vermicompostatge és un cas especial de compostatge que es basa en la utilització d'una varietat extremament activa de cuc de terra, capaç de consumir i digerir en poc temps grans quantitats de matèria orgànica. En el vermicompostatge actuen també els altres éssers vius propis d'un procés de compostatge comú. La presència massiva de cucs permet descompondre petites quantitats diàries de restes orgàniques a una gran velocitat, evitant processos indesitjables de descomposició anaeròbica (putrefacció o fermentació).

El vermicompostatge es duu a terme en contenidors tancats i cal només un volum inicial de massa amb cucs. A partir d'aquí, i degut a la seva gran capacitat reproductiva, la població de cucs creix i s'estabilitza en relació a l'aportació de matèria orgànica. Mentre que el compostatge tradicional necessita d'unes mínimes condicions d'espai i de sòl natural, el vermicompostatge permet generalitzar aquesta activitat i possibilita el compostatge de la brossa orgànica domiciliària al mateix habitatge, encara que aquest disposi d'un espai reduït per destinar-lo a aquesta activitat.

Els cucs no surten mai del recipient, perquè és d'estructura tancada i perquè només allà dins troben el que necessiten: menjar, humitat, foscor i temperatura constant. Es pot instal·lar el compostador a la terrassa, al balcó, a la cuina o al safareig, sense preocupar-se per si farà mala olor, ja que, si es té la precaució de remenar les restes vegetals periòdicament perquè no falti oxigen, es mantindrà l'olor de bosc humit.

Es pot vermicompostar una gran varietat de matèria orgànica com restes de fruita i verdures, closques d'ou aixafades, marro de cafè, té, infusions, paper de cuina, cartró i paper trossejat i humit... però no es poden vermicompostar les restes de jardineria, carn i peix (ja que no atrauen als cucs i poden provocar males olors), làctics, ossos o aliments greixosos, ni òbviament cap material que no sigui orgànic.

2 Objectius

En aquest projecte s'estudien les possibilitats del vermicompostatge en la reducció de residus orgànics a la llar. Els objectius del projecte són els següents:

1. Conèixer a grans trets els tipus de vermicompostadors que existeixen, de quin material estan fets i quins són els seus avantatges i desavantatges.

2. Comprovar la viabilitat de tenir un vermicompostador a casa, tant en termes d'espai, com de materials necessaris i despeses econòmiques, problemes que poden donar i les possibles solucions que cal aplicar.
3. Determinar la capacitat del vermicompostador: quantitat de residus que s'ha de tractar i reducció aconseguida. Per dur a terme aquesta determinació s'analitzarà tant qualitativa com quantitativament la transformació de la matèria orgànica en compost. Quantitativament es mesurarà la disminució de massa del residu i, qualitativament, per a quin ideal de famílies es útil (nombre de membres), en funció de la quantitat de residu capaç de reduir.
4. Determinar les emissions que produeix un vermicompostador a casa. Quantitativament, es determinaran les emissions de gasos d'efecte hivernacle o nocius (amoníac, metà, compostos orgànics volàtils i N²O) i qualitativament, l'existència de pudors.
5. Determinar la qualitat del compost final, si és factible comercialitzar-lo o utilitzar-lo per a ús particular, i demostrar si es pot valoritzar el residu. Un dels aspectes principals aquí serà valorar l'estabilitat del vermicompost i calcular l'estalvi en fertilitzants.
6. Estudiar la viabilitat del vermicompostatge en comunitats més grans.

3 Materials i mètodes

Per dur a terme el projecte s'han seguit diferents mètodes experimentals i analítics:

- a) Mètodes experimentals per posar en pràctica l'activitat d'un vermicompostador i observar-ne el comportament tant en un entorn de laboratori, per controlar tots els paràmetres de procés, com a la llar de l'autora, per tenir una visió al més real possible.
- b) Mètodes analítics per controlar l'evolució dels paràmetres de procés del vermicompostador de laboratori, per garantir-ne el bon funcionament i detectar possibles problemes ocasionats durant el període de vida.

3.1. Mètodes experimentals

Es posen en funcionament dos vermicompostadors amb finalitats ben diferents. El primer es localitza als laboratoris del Grup de Compostatge de la UAB. Aquest es carrega d'aliment al màxim, per tal d'assolir l'objectiu principal del projecte: determinar la capacitat màxima d'un vermicompostador. D'aquesta manera es pot realitzar un seguiment de l'assimilació i el creixement de la població dels organismes implicats. S'estudia el procés de vermicompostatge, des d'un punt de vista tant qualitatiu com quantitatiu.

El segon es localitza a la llar de l'autora del projecte. L'objectiu és comprovar la viabilitat de tenir un vermicompostador a casa i les seves necessitats. S'instal·la a la llar de l'autora, on hi viuen quatre persones, i s'observa l'evolució del vermicompostador sense el control dels paràmetres de procés.

Vázquez i Sánchez (2005) en l'estudi «Generación y composición de los RSU en el Área Metropolitana de Barcelona», van determinar que les proporcions d'aliment que es troben en els residus orgànics, excloent-ne les fraccions que no es poden vermicompostar com carn i peix, són: un 33 % de fruita, un 33 % de verdura i un 33 % d'altres (pasta, pa, paper de cuina, etc.). Per realitzar un estudi de la manera més representativa possible, s'alimenta el vermicompostador del laboratori amb les mateixes proporcions.

3.2. Mètodes analítics

Es fa un seguiment analític dels diferents productes implicats en l'activitat: l'aliment, el vermicompost, els lixiviats i les emissions.

a) Mètodes analítics de l'aliment:

- Contingut en humitat i matèria seca (cada 15 dies).
- Contingut en matèria orgànica total i contingut en carboni (cada 15 dies).

b) Mètodes analítics del vermicompost:

- Contingut en humitat i matèria seca (cada setmana).
- pH i conductivitat sobre extracte aquós (cada 15 dies).
- Contingut en matèria orgànica total i contingut en carboni (cada setmana).
- Contingut en nitrogen total (un cop al mes).
- Activitat enzimàtica (es realitzen 2 determinacions en tot l'estudi).
- Índex respiromètric (es realitzen 9 analítiques al llarg de l'estudi).
- Test de germinació (una determinació al final de l'estudi).

c) Mètodes analítics dels lixiviats:

- pH i conductivitat dels lixiviats (cada 2-3 setmanes).

d) Mètodes analítics de les emissions:

- Emissions de NH_3 (es realitza una lectura cada 3 setmanes aproximadament)
- Emissions de CH_4 (es realitzen diferents mesures al llarg de l'estudi, però només 5 tenen èxit).
- Emissions de N_2O (es realitzen diferents mesures al llarg de l'estudi, però cap amb èxit).
- Emissions de COVs (es realitzen diferents mesures al llarg de l'estudi, però només 4 tenen èxit).

4 Discussió de resultats

4.1. Vermicompostador del laboratori

Es posa en funcionament el dia 2 de novembre del 2010. Es munta el vermicompostador, s'afegeix fibra de coco humidificada com a suport i una massa inicial d'uns 700 cucs, seguint el procediment que explica l'empresa subministradora de l'equip. S'alimenta poc a poc, per evitar un excés de material inicial que pugui començar la biodegradació de la matèria orgànica sense dificultats. Es comença alimentant una mitjana d'1 kg/setmana.

Es va augmentant la quantitat d'aliment de manera gradual, fins a la cinquena setmana en què, en arribar a 1,9 kg/setmana, s'aprecia que el material comença a compactar-se i la degradació es fa més difícil. També apareix una plaga d'àcars.

Fins aleshores, l'olor no s'aprecia perquè el vermicompostador està tancat, i en obrir la tapa arriba una olor de bosc humit. Es decideix afegir fibra de coco (també serradures) per donar estructura al material i en endavant se n'afegeixen petites quantitats, 4 o 5 vegades més.

Des d'aleshores, es redueix la quantitat d'aliment afegit per assegurar que el digereixin els cucs, i es redueix fins a 1,2 kg/setmana i es torna a augmentar gradualment. La plaga d'àcars disminueix, però no s'elimina.

A partir del 20 de desembre es posa en funcionament una segona safata (saf. 2), que es col·loca just a sobre de la primera (saf. 1) i és on s'afegeix l'aliment des d'aleshores.

El dia 22 de desembre es decideix portar el vermicompostador a la llar de l'autora, ja que la Universitat es trobaria tancada durant les vacances de Nadal i la calefacció no funcionaria, fet que podria reduir molt la temperatura del vermicompostador i reduir l'activitat dels cucs.

A partir d'aquí comencen a aparèixer mosques de la fruita.

El 12 de gener es retorna el vermicompostador a la Universitat, però la gran quantitat de mosques dificulten les analítiques realitzades al laboratori i es decideix portar el vermicompostador a una caseta que pertany al grup de compostatge, però que es troba a l'exterior de l'edifici. Es posa la calefacció per garantir una temperatura òptima.

A mitjans de gener els cucs migren cap a la safata inferior (safata 1), en la qual no hi ha aliment, només restes de matèria orgànica de les primeres setmanes de funcionament (figura 1). Es decideix invertir l'ordre de les safates, és a dir, la safata 1 a la part superior i la safata 2 a la part inferior. De manera que els cucs retornen a la safata 2 i tornen a degradar l'aliment fresc.

Figura 1.
Migració dels cucs cap a la safata inferior (safata 1)



Cal esmentar que encara que l'ordre recomanat de les safates és posar la safata més fresca a la part superior, s'ha observat que, pel bon funcionament del vermicompostador, s'ha d'invertir l'ordre. Al mes de maig, es van realitzar unes visites de vermicompostadors casolans en funcionament amb el tècnic de medi ambient del municipi de Cornellà de Llobregat i es va observar que tots els usuaris inverteixen l'ordre de les safates.

Al cap d'uns dies, es decideix parar la calefacció temporalment i posar unes trampes casolanes per eliminar les mosques existents. Aquestes trampes consisteixen en un got de iogurt amb un dit de vinagre i unes gotes de rentavaixelles (figura 2). Amb aquestes actuacions es va aconseguir reduir totalment l'existència de mosques al vermicompostador.

A principis de febrer es comencen a apreciar olors de putrefacció a la safata 2, fet que fa pensar que és degut a la poca aeració que hi ha. Es retorna la safata 2 a la part superior. Els cucs, però, tornen a migrar a la safata inferior i, per tant, es decideix mantenir la safata fresca (safata 2) a la part inferior, però es deixa l'aixeta de recollida de lixiviats oberta per facilitar l'aeració (figura 3).

A principis de març s'arriba a 2 kg/setmana d'aliment, els quals no s'aconsegueixen augmentar, a causa dels problemes que comencen a aparèixer des d'aleshores.

Figura 2.
Trampes casolanes
per extingir la població
de mosques existent



Figura 3.
Recollida de lixiviats,
per tal de poder deixar
l'aixeta oberta

Al març, la calefacció torna a estar posada i retornen les mosques. Com que la calefacció era necessària per un altre estudi que s'estava realitzant a la mateixa caseta, es posen les trampes, que disminueixen la població de mosques, però mai arriben a eliminar-les.

A finals de març, apareixen formigues al vermicompostador, i per aquest motiu que es posen unes trampes casolanes que consistien en uns pots plens d'aigua en els quals se submergien les potes del vermicompostador (figura 4) i impedingen el pas de les formigues de l'exterior a l'interior del vermicompostador.

La primera setmana de maig es deixa d'alimentar el vermicompostador.

Els composts obtinguts del compostatge de residus urbans s'han d'estudiar segons el Reial decret 824/2005, de 8 de juliol, sobre productes fertilitzants. Els composts es poden classificar en 3 tipus diferents: A, B i C. Segons les propietats, on A és el de millor qualitat i C el de pitjor.

Ja que els paràmetres que determinen el tipus de compost són molts i les analítiques realitzades són limitades, només s'observen aquells paràmetres que s'han determinat al llarg de l'estudi. A la taula 1 es veuen reflectits els rangs en els quals s'ha de trobar el vermicompost per pertànyer a aquest grup.

Figura 4.
Trampa casolana per evitar
l'accés de formigues
al vermicompostador



A excepció de la humitat, tots els paràmetres es troben dintre dels rang del tipus A (de més qualitat). El vermicompost és un material on la temperatura del qual no puja ni té pèrdues per evaporació com és el cas del compost, per tant, cal deixar-lo assecar durant un període de temps, per tal de reduir la humitat.

Taula 1.
Valors per a la classificació de productes fertilitzants segons el Reial decret 824/2005 i valors obtinguts pel vermicompost

	Unitats	Tipus A	Tipus B	Vermicompost
Humitat	% smf	30-40	30-40	78,50
pH		6,5-8	6,5-8,5	7,65
Conductivitat elèctrica (CE)	dS/m	≤6	<7,5	3,29
Matèria orgànica (MO)	% sms	≥40	≥40	78,00
Nitrogen orgànic	% sms	≥2	≥1,3	8,64
Test germinació	% smf	≥90	≥70	90,90
IRD24h*	g O ₂ /(kg MO-h)	1	1	0,36

* El valor del IRD24h fa referència a l'esborrany de la Directiva de bioresidus (Comisión Europea, 2001).

Segons el Reial decret 824/2005, quan arriba al 30-40 % d'humitat el vermicompost és considerat de gran qualitat. Però, en un àmbit casolà, cadascú el pot utilitzar com més li convingui i la humitat no ha de ser un obstacle.

Segons un article de Vázquez i Sánchez (2005), la generació de FORM al territori de l'Àrea Metropolitana de Barcelona l'any 2003 era de 0,266 kg/habitant i dia. Tenint en compte que un 30 % d'aquesta FORM és material que no es pot vermicompostar, la generació de matèria orgànica que es pugui vermicompostar és de 0,186 kg/h i dia, que resulten en 1,303 kg/h per setmana.

La capacitat màxima del vermicompostador ha estat de 2,052 kg/setmana. Per tant, el vermicompostador no arriba a abastir la generació de residus de 2 membres d'una mateixa llar.

Cal esmentar que tot depèn de la situació de la llar, ja que hi ha famílies que per motius laborals no poden dinar a casa, o deixen els nens al menjador de l'escola. Per tant, la generació de matèria orgànica per habitant i dia serà molt menor.

4.2. Vermicompostador de la llar

La llar de l'autora és habitada per quatre membres. Es tracta d'un pis de 58 m² amb un espai molt reduït. El vermicompostador se situa al safareig, el qual es troba fora del pis, però dóna al pati comunitari, que està cobert i permet mantenir la temperatura entre 5 i 35 °C. Els costums d'alimentació de la llar es basen en carn i peix. Per tant, els residus orgànics, majoritàriament, no podran ser aportats al vermicompostador. Però sí que hi ha aliment suficient per mantenir-ne el funcionament.

En aquest cas, l'aliment del vermicompostador és la matèria orgànica produïda a la llar, i en cap cas es mesuren les proporcions de fruita, verdura i altres. I s'afegeix al vermicompostador una mitjana de tres vegades a la setmana.

El vermicompostador es va posar en funcionament el 16 de desembre del 2010, amb una massa inicial de cucs d'aproximadament 700 unitats. Al mes de febrer van aparèixer mosques, però es van poder eliminar amb trapes casolanes com les del vermicompostador del laboratori. Cap al mes de març va començar a fer pudor de putrefacció, cosa que es va resoldre deixant d'alimentar durant 1 setmana i mitja, i es van treure els trossos d'aliment més grans i podrits.

Al mes de maig s'atura el funcionament del vermicompostador per poder redactar la memòria de l'estudi.

Com que la càrrega d'aquest vermicompostador ha estat molt menor a la del laboratori, no s'han trobat més problemes al llarg del temps de funcionament. El vermicompostador de la llar va funcionar durant 21 setmanes i es va alimentar amb 14,12 kg de residus orgànics. En canvi, el vermicompostador del laboratori va estar operatiu 27 setmanes, i en les 21 primeres es va alimentar amb 33,77 kg de residus orgànics. Per tant, el vermicompostador de la llar s'alimentava en un 41,8 % del seu rendiment.

Disposar d'un vermicompostador en un pis és complicat a causa de l'escàs espai lliure que hi ha. Malgrat això, s'hi pot conviure i adaptar-s'hi. Però cal tenir en compte que s'hi ha de dedicar temps perquè funcioni bé: cal remenar sovint, trossejar l'aliment que afegim, mantenir la temperatura...

5 Avaluació de l'impacte ambiental

L'estudi s'ha realitzat determinant la reducció de residus orgànics produïts a la llar de l'autora. Ara bé, per veure quin és l'impacte ambiental que realment ocasiona el fet de fer vermicompostatge casolà, cal extrapolar les dades a tot el municipi.

Per dur a terme el càlcul cal recopilar una sèrie d'informació que es detalla a continuació:

- El bloc on viu l'autora disposa de 19 pisos
- Hi ha un total de 200 pisos al carrer
- L'any 2010 al municipi hi havia 1.494 pisos, segons la web www.idescat.cat
- La càrrega mínima del vermicompostador és de 0,858 kg/setmana i pis (la del vermicompostador de la llar).
- La càrrega màxima del vermicompostador és de 2,052 kg/setmana i pis
- La generació de residus orgànics al municipi l'any 2010 és de 512,74 Tn/any, és a dir, 9.833,37 kg/setmana, segons l'Agència de Residus de Catalunya.

Taula 2.
Quantitat de residus orgànics vermicompostats setmanalment en comunitats més grans

	Quantitat mínima (kg/setmana)	Quantitat màxima (kg/setmana)
Bloc	16,3	38,9
Carrer	171,6	410,4
Municipi	1.281,9	3.065,7

Per tant, si tota la població s'implica i realitza vermicompostatge casolà, el municipi aconseguiria reduir la FORM entre un 13,0 i un 31,2 %. De manera que caldrien menys contenidors de FORM i disminuiria la freqüència de recollida d'aquesta fracció gairebé en 1/3.

6 Avaluació econòmica

A la llar es produeixen cada dia residus de diferents tipus. Pel fet que són residus, no tenen cost, però cal tenir en compte que cada municipi té una taxa d'escombraries anuals. Per tant, d'alguna manera, es paga el tractament posterior que ha de rebre el residu.

Actualment, existeixen municipis que reflecteixen un descompte en aquesta taxa pel fet de reciclar a la llar, com pot ser el cas de fer vermicompostatge casolà. Però aquest fet només es realitza en alguns municipis i, per tant, no es pot generalitzar i no es tindrà en compte aquest aspecte econòmic.

També hi ha ajuntaments que faciliten el material per fer autocompostatge, però és el mateix cas que el descompte en la taxa d'escombraries.

– Despeses: el material necessari per posar en funcionament el vermicompostador (vermicompostador, cucs de terra i eina de volteig) i els materials utilitzats per mantenir-lo i que funcioni correctament (aliment: matèria orgànica residual, i altres despeses per solucionar possibles problemes ocasionats).

– Guanys: la venda de productes finals (vermicompost, excés de població de cucs i lixiviats).

Per dur a terme el vermicompostatge casolà cal una inversió de 143,43 €, no hi ha cap despesa de manteniment i obtenim uns guanys de 4 €/any. Cal esmentar que la recompensa és ser conscient de la problemàtica que hi ha amb els residus i posar de la nostra part per ajudar a millorar el medi ambient. Encara que hi ha municipis que recompensen les bones accions dels ciutadans, per exemple reduint la taxa d'escombraries o prestant el material necessari per dur a terme el vermicompostatge a la llar, és la mateixa població la que hauria d'estar implicada en aquest aspecte, ja que, al cap i a la fi, ajudar el medi ambient és ajudar la nostra salut.

Taula 3.
Aspectes econòmics dels materials utilitzats i productes obtinguts

	Material / Producte	Preu (€)
Despeses	Vermicompostador	106,81 €
	Cucs de terra	30,52 €
	Eina de volteig	6,10 €
	Aliment	0,00 €
	Altres	0,00 €
Guanys	Vermicompost	2 € / 5 L
	Cucs de terra	0 € (se suposa que no hi ha excendent de cucs)
	Lixiviats	0 € (no té preu al mercat)

7 Conclusions

Amb l'estudi de l'evolució dels dos vermicompostadors instal·lats, un al laboratori de la Universitat i l'altre a la llar de l'autora, s'ha arribat a les conclusions següents:

– La capacitat màxima del vermicompostador que n'assegura un bon funcionament, sense que es puguin ocasionar problemes que afectin la llar (mosques, insectes, olors...) és de 2,059 kg/setmana. Tenint en compte que la generació mitjana de matèria orgànica que es pot vermicompostar en una llar de l'àrea metropolitana de Barcelona és d'1,303 kg/setmana, aquest model de vermicompostador és útil per a habitatges d'un o dos membres. Però, segons quina sigui la situació pot tenir ús per a habitatges amb més de dos membres, en casos especials com famílies que no realitzen tots els menjars del dia a casa o que deixen els nens al menjador de l'escola.

- En un temps de procés de 15 setmanes, ja es disposa d'un material estable per al conreu. El vermicompost obtingut compleix els requisits legals i es pot classificar en el grup dels composts de més qualitat. La quantitat obtinguda és molt petita i no fa factible comercialitzar-lo, però es pot utilitzar per a les plantes de casa o un petit hort.
- S'obté una reducció de pes molt gran (76,2 %). Això implica una reducció del problema que ocasionen els residus orgànics, i una valorització del material.
- No requereix gaire espai i es pot mantenir un bon funcionament sense cap despesa, però bé que s'han identificat alguns dels problemes més comuns que hi podria haver i s'han aplicat amb èxits solucions ràpides i factibles:
 - Per eliminar les mosques es suggereix utilitzar una trampa casolana formada per un pot de iogurt amb un dit de vinagre i unes gotes de rentavaixelles.
 - Per disminuir la humitat, es pot posar un got per recollir els lixiviats i mantenir l'aixeta oberta, de manera que es permet el pas de l'aire tot creant corrents que arrosseguen part de la humitat.
 - Per evitar l'aparició de formigues, es poden submergir les potes del vermicompostador en pots amb aigua i d'aquesta manera les formigues no poden comunicar-se de l'exterior cap a l'interior ni a la inversa.
- Es produeixen olors si se sobrecarrega. Per tant, cal evitar canvis bruscos en l'alimentació del vermicompostador, ja que aquests comporten un desequilibri en la degradació de l'aliment i el creixement de població de cucs de terra, i l'aliment pot arribar a la putrefacció i la fermentació.
- Té més necessitat d'atenció que els compostadors, però no necessita un agent estructurant i no té necessitats de reg. L'espai que ocupa és petit i fa possible tenir-ho en un pis sense jardí, però té més necessitats d'atenció que un compostador convencional. Cal trossejar l'aliment, remenar sovint (3 o 4 cops per setmana com a mínim), mantenir la temperatura (sobretot a l'estiu i a l'hivern), etc.
- Si el grau d'implicació de la població en el vermicompostatge casolà fos del 100 %, s'aconseguiria reduir la recollida de FORM entre un 13,0 i un 31,2 %. Aquest fet implica poder disposar de contenidors més petits i disminuir la freqüència de recollida d'aquesta fracció, tot disminuint els costos de recollida i la contaminació que aquesta produeix.

8 Bibliografia

- BARRENA, R. (2006). «Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso» (tesi doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona.
- GEA, T. (2005). «Estudi del compostatge de residus sòlids orgànics. Optimització de la mescla inicial i seguiment de paràmetres d'activitat biològica del procés» (tesi doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona.
- HAUG, R. *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Boca Raton (Florida): Editorial Lewis Publishers, 1993.
- MAYORAL, J.; SÁNCHEZ, A. «Backyard composting of organic wastes. Process evolution and compost characteristics». [No publicat.]
- MAYORAL, J.; SÁNCHEZ, A. «Backyard Composting In Catalonia». *Biocycle International* (abril 2005), p. 75.
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes. BOE 171, del 19 de julio de 2005.
- NOGALES, R. «Vermicompostaje de residuos orgánicos, citivínícolas y alcoholeras». *Revista Residuos*, núm. 76 (2003), p. 70-76.
- OSCAR, M. *Procés de compostatge: caracterització de mostres*. Barcelona: Diputació de Barcelona, Barcelona, 2010. (Col·lecció Estudis.)
- SOLIVA, M. *Compostatge i gestió de residus orgànics*. Barcelona: Diputació de Barcelona, 2001.
- SOLIVA, M. *El compostatge: procés, sistemes i aplicacions*. Barcelona: Diputació de Barcelona, 1987.
- VÁZQUEZ, F.; SÁNCHEZ, A. «Generación y composición de los RSU en el Área Metropolitana de Barcelona». *Revista Residuos*, núm. 86 (2005), p. 30-33.
- www.compostadores.com Empresa de compostadors i altres materials (desembre 2010).
- www.amb.cat Àrea Metropolitana de Barcelona (juny 2011).
- www.arc-cat.net Agència Catalana de Residus (agost 2011).
- www.gencat.es/mediamb Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya (juny, 2011).
- www.idescat.cat Web de l'estadística oficial de Catalunya (setembre, 2011).
- Llei 3/1998, del 27 de febrer, de la intervenció integral de l'administració ambiental.
- Decret 136/1999, de 18 de maig, aprova el reglament general de desplegament de la llei 3/1998 i adapten els seus annexos.
- The US Department of Agriculture and The US Composting Council (2001). *Test Methods for the Examination of Composting and Compost*.
- Protocol per a la determinació de l'estabilitat biològica mitjançant l'Índex Respiromètric Dinàmic (IRD) en mostres de residus urbans orgànics, del Grup de Compostatge de Residus Sòlids Orgànics del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- PROGREMIC 2007-2012 al web www.amb.cat.
- PMGRM 2009-2016 al web www.amb.cat.

ESTUDI DE LES POSSIBILITATS DE LA PRODUCCIÓ DOMÈSTICA DE VERMICOMPOST AL MUNICIPI DE SANT CUGAT DEL VALLÈS

Autora: **Oriana Blanch Lázaro**. Tesis de Máster Oficial de Agroecología. Universitat de Còrdova, Institut Químic de Sarrià.

Resumen

La disposición final de los residuos orgánicos en los vertederos genera una elevada contaminación ambiental, tanto a nivel atmosférico, como hídrico. En el presente estudio se aborda esta problemática global de manera local, potenciando la separación segregada de los residuos, y utilizando la fracción orgánica para la producción doméstica de vermicompostaje. Participaron en el proyecto 20 familias del municipio de Sant Cugat del Vallès y 5 de Barcelona. Se ofrecieron dos talleres de introducción al vermicompostaje para la transmisión de la información básica sobre el tema. El punto clave del proyecto fueron los talleres para la auto-construcción de los diferentes diseños de vermicompostadores con material reciclado, con el fin de disminuir el coste final del proyecto y reutilizar otros materiales de manera directa. Una vez iniciado el proceso en cada uno de los hogares, se hizo un seguimiento personal para fortalecer la confianza hacia este nuevo proceso. Finalmente, se realizó la evaluación cuantitativa mediante una tabla control con el fin de conocer la cantidad de materia orgánica transformable en un domicilio, mediante el vermicompostaje. Los resultados son esperanzadores; las familias participantes han transformado durante la fase de arranque una media de un 17,2% de los residuos orgánicos vermicompostables en sus domicilios. Sin embargo, con unos diseños de vermicompostadores adecuados a las necesidades y una población de gusanos ya regulada se conseguiría transformar hasta un 68,6% de los residuos orgánicos generados en el hogar. Por tanto, el porcentaje de FORM que se dejaría de recoger y tratar industrialmente disminuiría, cumpliendo así con las expectativas de la reducción de residuos orgánicos del PROGEMIC para el 2012. Por último, se presenta la técnica de cromatografía de suelos para la determinación cualitativa del abono sólido. Ésta es una técnica sencilla, barata e independiente de laboratorios externos, la cual permitió establecer una óptima calidad, estabilidad y madurez para el vermicompost obtenido.

Abstract

The final disposal of organic waste in landfills leads to high levels of environmental atmospheric and water pollution. This study addresses this global problem from a local perspective, fostering segregated waste separation and using the organic fraction for domestic vermicomposting. Twenty families from the town of Sant Cugat del Vallès and five from Barcelona participated in the project. Two introductory workshops to vermicomposting were provided, giving basic information on the subject. The cornerstone of the project was workshops on self-constructing different designs of vermicomposters with recycled material, in order to reduce the final cost of the project and directly reuse other materials. After the process had begun in each household, a personal follow-up took place to reinforce confidence in this new process. Finally, a quantitative assessment was performed using a follow-up table in order to determine the amount of organic matter that could be transformed in a home by vermicomposting. The results are encouraging; during the start-up phase, the participating families transformed an average of 17.2% of vermicompostable organic waste in their homes. However, with vermicomposter designs adapted to their needs and a regulated population of worms, it would be possible to transform 68.6% of the organic waste generated in the home. The percentage of the organic fraction of municipal waste that would no longer be collected and treated industrially would therefore decline, thus meeting the PROGEMIC expectations for the reduction of organic waste for 2012. Finally, this study presents the soil chromatography technique for qualitative determination of solid fertiliser. This is a simple and inexpensive technique involving no external laboratories, which provides high quality, stable and mature vermicompost.

Resum

La disposició final dels residus orgànics als abocadors genera una elevada contaminació ambiental, a escala tant atmosfèrica com hídrica. En aquest estudi s'aborda aquesta problemàtica global de manera local, potenciant la separació segregada dels residus i utilitzant la fracció orgànica per a la producció domèstica de vermicompostatge. Van participar en el projecte vint famílies del municipi de Sant Cugat del Vallès i cinc de Barcelona. Es van oferir dos tallers d'introducció al vermicompostatge per a la transmissió de la informació bàsica sobre el tema. El punt clau del projecte van ser els tallers per a l'autoconstrucció dels diferents dissenys de vermicompostadors amb material reciclat per tal de disminuir el cost final del projecte i reutilitzar altres materials de manera directa. Un cop iniciat el procés a cada una de les llars, es va fer un seguiment personal per enfortir la confiança envers aquest nou procés. Finalment, es va dur a terme l'avaluació quantitativa mitjançant una taula de control per tal de conèixer la quantitat de matèria orgànica transformable en un domicili mitjançant el vermicompostatge. Els resultats són esperançadors: durant la fase d'arrencada, les famílies participants han transformat una mitjana d'un 17,2 % dels residus orgànics vermicompostables als seus domicilis. No obstant això, amb uns dissenys de vermicompostadors adequats a les necessitats i una població de cucs ja regulada, s'aconseguiria transformar fins a un 68,6% dels residus orgànics generats a la llar. Per tant, el percentatge de FORM que es deixaria de recollir i tractar industrialment disminuiria, amb la qual cosa es complirien les expectatives de reducció de residus orgànics del PROGEMIC per al 2012. Finalment, es presenta la tècnica de cromatografia de sòls per a la determinació qualitativa de l'adob sòlid. Es tracta d'una tècnica senzilla, barata i independent de laboratoris externs que va permetre establir una qualitat, estabilitat i maduresa òptimes del vermicompost obtingut.

1 Introducció

La disposició final dels residus orgànics als abocadors genera una elevada contaminació ambiental, tant a escala atmosfèrica, com hídrica i terrestre. Actualment, aquests residus comporten un greu problema mundial. Tant és així que la Directiva europea 1999/31/EC sobre l'abocament de residus limita la quantitat de residu sòlid urbà degradable que pot ser abocat el 2006 en un 75% de la quantitat produïda el 1995; per al 2009, en un 50%, i per al 2016, en un 35%.

Tanmateix, mitjançant una gestió adequada dels residus, es podria aportar un valor afegit al marc econòmic. Això fa indispensable la recerca i el desenvolupament de pràctiques alternatives per al reciclatge de la fracció orgànica mitjançant tractaments aeròbics (compostatge o vermicompostatge) o anaeròbics (digestió per a la producció de biogàs).

A Catalunya es produeix una gran quantitat de compost als centres de recuperació de residus, però sovint els agricultors el refusen per culpa de les impureses presents en el producte i la poca estabilitat que té aquest (Gutiérrez, 1992; Giménez et al., 2005).

Paral·lelament, a l'àrea metropolitana de Barcelona, existeix una tendència creixent a la creació d'horts urbans, nous espais verds amb doble finalitat: l'oci i el cultiu. Aquests horts creixen als balcons, a les terrasses, als centres cívics, a les escoles i universitats, en solars abandonats i fins i tot a les vores de l'autopista. Tots aquests horts constitueixen una ma-

nera de recuperar espais desaprofitats i convertir-los en zones on es cultiva, es comparteix i s'aprenen de nou els cicles bàsics de la vida. Això posa de manifest la necessitat de convertir un residu, l'acumulació del qual deriva en greus impactes ambientals i socials, en un recurs destinat a la sostenibilitat agrícola de les àrees urbanes i periurbanes, com els horts urbans, de manera que es permeti, així, una transició cap a una ciutat més connectada i integrada amb la naturalesa.

En aquest estudi s'aborda aquesta problemàtica global de manera local, es potencia la separació segregada dels residus i se n'utilitza la fracció orgànica per a la producció domèstica d'un adob sòlid i líquid, mitjançant el vermicompostatge domèstic. D'aquesta manera s'obté un material d'alta qualitat i sense impureses per tal de reincorporar al sòl part de la matèria orgànica extreta i, així, afavorir els processos biològics i fisicoquímics per tal d'assegurar una elevada qualitat en els aliments cultivats.

Finalment, per conèixer la qualitat del vermicompost produït als domicilis, s'utilitza la cromatografia de sòls, una tècnica qualitativa, barata, senzilla i de camp, per a la qual no és necessari l'ús d'un laboratori especialitzat. D'aquesta manera es coneix la qualitat d'un compost i d'un vermicompost, així com l'estabilitat i la maduresa.

2 Objectius

El principal objectiu és avaluar les possibilitats del vermicompostatge domiciliari i les seves repercussions socials.

Com a objectius específics ens hem plantejat:

- Definir el públic diana per a la realització de vermicompostatge.
- Proposar una estratègia per estendre la pràctica del vermicompostatge a un percentatge més significatiu de població.
- Determinar quantitativament el volum de matèria orgànica transformable en un vermicompostatge domèstic.
- Potenciar el vermicompostatge per a l'obtenció d'un adob sòlid (humus) de primera qualitat a escala local.
- Estudiar i valorar la viabilitat dels diferents dissenys de vermicompostadors autoconstruïts.
- Analitzar la qualitat dels productes obtinguts mitjançant la cromatografia de sòls.
- Potenciar la Xarxa de Compostaires Metropolitans.

3 Metodologia

Aquest estudi ha estat realitzat conjuntament amb 20 famílies del municipi de Sant Cugat del Vallès i 5 de Barcelona capital, amb les quals s'ha desenvolupat una metodologia participativa per tal d'afavorir els processos d'aprenentatge de manera col·lectiva. Durant el projecte s'han desenvolupat diverses etapes per assolir els objectius planificats. A continuació es mostra el cronograma seguit durant el projecte:

Figura 1. Cronograma del projecte

Mes	Febrer				Març				Abril				Maig				Juny				Juliol				Set.			
Setmana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2		
Activitats																												
Realització de les enquestes	■																											
Compra i reciclatge material		■																										
Taller introductor			■																									
Autoconstrucció				■		■																						
Assessoria inicial					■																							
Acompanyament					■																							
Càlcul vol. transformable					■																							
Visites i resolució de dubtes					■		■		■		■		■		■		■		■									
Tallers didàctics																												
Manteniment de sistemes			■																									
Usos Vermicompost							■																					
Gestió integral de residus													■															
Anàlisi cromatogràfica																								■				
Autoavaluació participativa																								■				
Devolució de la informació																									■			
Redacció dels resultats																									■			
Entrega del projecte																									■			

El projecte ha tingut una durada de set mesos. Durant el mes de gener de 2011 es va conformar el grup que volia participar en el projecte mitjançant la presentació en una fira sobre l'autocompostatge casolà a Sant Cugat del Vallès. Primerament, amb l'objectiu de definir el perfil o perfils de ciutadans susceptibles de practicar el vermicompostatge i poder extrapolar-lo a la resta de població dels municipis metropolitans, es va formalitzar una enquesta dirigida als participants per tal de realitzar aquesta avaluació més qualitativa, així com el nombre de membres de les famílies, els hàbits alimentaris, els tipus d'habitatge, el coneixement previ del tema i la pràctica d'una separació segregada, entre d'altres.

Per altra banda, es va dur a terme un taller introductor sobre el vermicompostatge casolà, en què es va exposar el funcionament del procés i els seus avantatges, així com els factors ambientals que cal tenir en compte i l'alimentació adequada per al bon funcionament del procés. A la part pràctica del taller es van mostrar els cucs en ple funcionament i alguns dels diferents dissenys autoconstruïts que es fabricarien posteriorment.

Figura 2.
Taller introductor sobre el vermicompostatge



En un segon taller es va aportar tot el material necessari per a l'autoconstrucció dels dissenys. La idea de l'autoconstrucció dels vermicompostadors va sorgir de la necessitat de disminuir el pressupost del projecte, reutilitzar un material de rebuig per fabricar els sistemes i, d'alguna manera, posar èmfasi en el reciclatge a escala global.

Figura 3.
Taller d'autoconstrucció de les vermicomposteres



Es van utilitzar diferents materials reciclats per a la construcció, així com caixes de fusta (sense tractar), bidons i caixes de plàstic. Per a tots els casos, es van utilitzar materials opacs, per evitar l'entrada de llum al sistema. Es van fabricar vermicompostadors en vertical i en horitzontal. Per als dissenys de plàstic es van foradar les bases amb una broca per tal de permetre l'excés de lixiviats. En els casos de dissenys de fusta, es va canviar la base per una reixeta metàl·lica per tal d'augmentar-ne la vida útil. Es van fabricar una gran varietat de dissenys segons les necessitats de cada família, i també per tal de fer-ne una avaluació més general. El mateix dia es van entregar els cucs, amb el substrat inicial, el rasclat i la balança per a realitzar la fase d'avaluació quantitativa de la matèria orgànica transformable als domicilis.

Figura 4.
Taula control per a l'avaluació quantitativa de matèria orgànica (MO) transformable

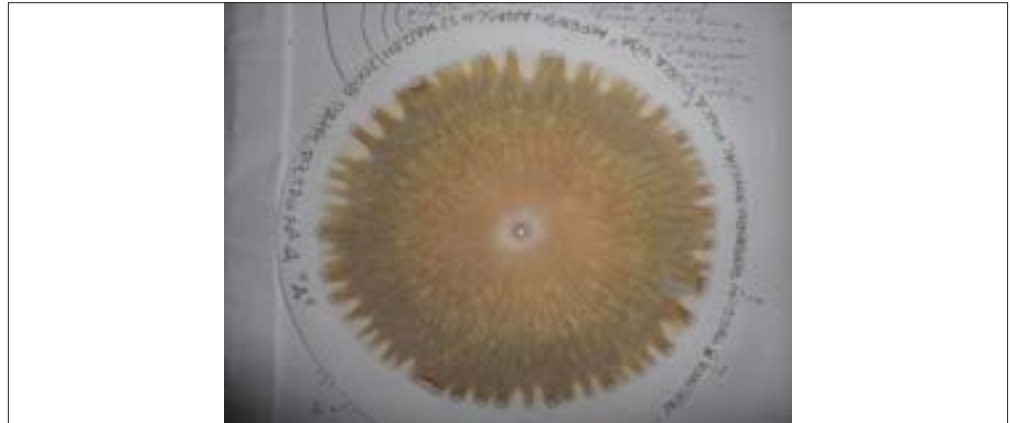
DIA	Data	MO no VCompostable en grams	MO si VCompostable en grams	MO que afegeixo en grams	Observacions
1					
2					

Amb la taula control es vol fer un recull de tots els residus orgànics generats al domicili. Es diferencien els residus potencialment vermicompostables dels que no ho són, per tal de conèixer finalment el percentatge que es podria acabar transformant en una llar. Per últim, es demana que s'anotin els grams de residus que s'afegeixen al vermicompostador.

Durant els tres mesos següents es va dur a terme el seguiment del procés en l'espai particular. Aquesta és una de les fases més importants, ja que d'aquesta manera hi ha un recolzament directe a les famílies i es reforça la confiança i la comprensió d'alguns aspectes més rellevants.

Per últim, es va realitzar l'anàlisi cromatogràfic d'algunes de les mostres de vermicompost domèstic. Aquesta és una tècnica totalment qualitativa, molt senzilla d'aplicar, econòmica i externa a laboratoris especialitzats. D'aquesta manera es pot conèixer la salut d'un sòl en l'àmbit biòtic, i també l'estabilitat i maduresa d'un compost o un vermicompost.

Figura 5.
Fotografia del resultat d'una
cromatografia de sòls



4 Resultats i discussió

4.1. Caracterització de les unitats familiars participants

A partir de l'anàlisi de les enquestes es conclou que el públic diana idoni per realitzar vermicompostatge domèstic són, majoritàriament, individus amb una elevada consciència per al medi ambient, que ja realitzen una separació segregada dels seus residus orgànics, que tenen ganes d'aprendre una nova tècnica i, sobretot, sense aprensions als cucs i capaços de dedicar una mica de temps al nou món del vermicompostatge. Tanmateix, és d'elevada importància que els ajuntaments dels municipis, les escoles i fins i tot de les deixalleries n'informin adequadament, per tal de familiaritzar i sensibilitzar la població més contrària.

Mitjançant l'enquesta es va determinar que la família tipus és de 2,9 membres. Aquesta dada es fa servir a l'hora de realitzar el càlcul de la quantitat de matèria orgànica generada als domicilis, per habitant i dia (kg/h./dia). L'índex de generació mitjà calculat a partir de la taula control entregada a cada una de les famílies s'aproxima als 0,50 kg per família i dia, i segons la família tipus dona un valor de 0,17 kg/h./dia. Aquesta és una dada interessant per tenir en compte, ja que no existeix cap estudi relatiu a la producció de residus particulars. Si més no, les dades de la bibliografia (AMBEMA) no diferencien els residus domiciliaris dels generats en comerços, mercats i restaurants. La xifra de la generació total de residus a l'àrea metropolitana arriba a 1.661.692 tones, que representen una mitjana de 1,46 kg/h./dia, al 2007 (dades de AMB-EMA).

La matèria orgànica constitueix un 36% del total, i això resulta en 0,52 kg/h./dia de valor mitjà. Amb això, es vol fer èmfasi en la capacitat de transformació real d'aquesta petita quantitat generada als domicilis (0,17kg/h./dia). Un vermicompostador de 15 litres fins a 50 litres de volum és suficient per al desenvolupament del procés d'una manera òptima.

A l'enquesta, els participants van fer referència al pèssim estat dels contenidors de matèria orgànica a causa de l'elevada presència d'impropis, cosa que en dificulta la separació i la transformació posterior. D'aquí la importància de realitzar una bona separació a l'origen.

4.2. Seguiment personal i avaluació dels dissenys autoconstruïts

La fase del seguiment personal és imprescindible i fonamental per al donar suport del projecte. A més, consolida la implicació de la població en el projecte. D'aquesta manera, es perpetuen les bases del procés de vermicompostatge i es remarquen alguns dels aspectes

més confusos. Es va avaluar l'estat (humitat, temperatura, olor, presència d'altres microorganismes) i el lloc de disposició del vermicompostador dins el domicili. Es van resoldre tots els dubtes i les qüestions plantejades per part del participants.

En general es van trobar els sistemes amb molt bon estat. La dificultat més predominant va ser l'excés d'humitat o pudor, per a la qual cosa es va recomanar l'aeració diària del sistema i l'addició de paper (de diari o cartró d'oueres). Aquests també són uns residus que ajuden eficaçment a mantenir un bon nivell d'humitat.

Figura 6.
Seguiment personal
als domicilis



Pel que fa a l'avaluació dels dissenys autoconstruïts s'han de tenir en compte diferents aspectes. Primerament, el material usat. S'ha observat que els dissenys de fusta són molt atractius i, a més, ajuden a regular la humitat gràcies a la porositat del material. L'inconvenient és que la vida útil d'aquest sistema és inferior a la dels de plàstic. Per a aquets sistemes s'han d'afegir unes potes a la base per tal d'eleva-los del sòl i permetre la sortida dels possibles lixiviats.

Els dissenys de plàstic han estat els més usats perquè són pràctic en l'ús i en la gestió posterior. Tot i tenir una vida útil més llarga, s'ha de controlar la presència de lixiviats, ja que comporta la saturació d'humitat del sistema. Per altra banda, la seva capacitat es veu limitada per a famílies que produeixen més d'un kilogram al dia de residus orgànics vermicompostables. No obstant això, es poden afegir fins a cinc bidons consecutius.

Aquests dos dissenys són òptims per situar-los dins dels domicilis. Per últim, els dissenys construïts a partir de les caixes de plàstic (vegeu foto dreta de la fig. 6), els quals es van folrar amb tela mosquitera i amb cartró, han estat utilitzats generalment per a l'exterior dels habitatges. Aquests no han acabat de funcionar correctament a causa de l'exposició directa de les condicions atmosfèriques. Si més no, el disseny combinat (fig. 7, foto (C)), que es cobreix amb una caixa de fusta, ha estat el més adient ja que d'aquesta manera s'aïlla el sistema de l'excés de calor, de fred i d'humitat.

4.3. Avaluació quantitativa de la matèria orgànica transformable

Es van recollir les dades (a partir de la taula control de la figura 4) sobre la generació diària de residus orgànics durant 30 dies consecutius. Per una banda, dels residus potencialment vermicompostables, i per altra banda els que no són aptes. D'aquesta manera es va calcular una mitjana de la producció de residus. Del total de 0,17 kg/h./dia, el 70,5% (0,124 kg/h./dia) són vermicompostables i el 29,5% (0,052 kg/h./dia) no ho són. Això implica que per a una família tipus, la generació diària està per sobre dels 0,25 kg/fam/dia.

Figura 7.
Dissenys
de vermikompostadors
autoconstruïts.

- A) Disseny de fusta
- B) Disseny de plàstic
- C) Disseny combinat



Conseqüentment, s'estima que no es generen més de 2 kg de residus a la setmana. Amb aquestes dades es demostra que el vermikompostatge domèstic és òptim per a la transformació de la matèria orgànica als domicilis. S'ha calculat que a l'inici del procés de vermikompostatge es transforma una mitjana de 17,2% de residus vermikompostables. Per a un sistema on la població de cucs està treballant per complet, i la mida del vermikompostador s'adequa a les necessitats, se n'arriba a transformar fins a un 68,58%. I s'estima que per a famílies vegetarianes, el volum total de residus potencialment vermikompostables seria d'un 95%.

4.4. La cromatografia de sòls

Com s'ha exposat anteriorment, aquesta tècnica permet l'anàlisi de tota matèria orgànica. En aquest cas, s'han analitzat alguns dels vermikomposts obtinguts al cap de 6 mesos del començament del vermikompostatge domèstic. A continuació es presenten dues fotografies de les plaques cromatogràfiques.

La interpretació global que es fa d'aquestes mostres és que el vermikompost ja és un material madur, estable i potencialment aplicable al sòl per a la fertilització orgànica. La zona blanca de la part més interna mostra la microvida activa present en aquest material. Aquesta es difumina amb la zona mineral que la segueix. En aquesta es formen unes plogmes molt ben detallades, les quals mostren una òptima capacitat d'intercanvi catiònic, i deixen, així, els minerals disponibles per a les plantes. Per últim, la zona més externa (també anomenada zona enzimàtica i proteica) està molt ben desenvolupada, cosa que indica una bona estabilitat i maduresa del vermikompost. Els colors taronges i marrons són bons indicadors de la capacitat fertilitzant del producte. Amb tot, es conclou que el vermikompost produït als domicilis és d'alta qualitat.

Figura 8.
Anàlisi cromatogràfica
de dues mostres de
vermikompostatge domèstic



4.5. Avaluació participativa

Aquesta fase ha estat una de les més rellevants del projecte, perquè s'ha recollit gran part de la informació i la impressió per part dels participants. Per altra banda, també s'ha fet un retorn dels resultats obtinguts. Per realitzar l'avaluació, es va desenvolupar una metodologia participativa amb tots els participants, que escrivien en un paper una paraula que representés el projecte per a ells i una frase explicativa. Algunes de les frases exposades pels participants es mostren a continuació:

FANTÀSTIC. M'ha encantat participar, perquè ho havia provat diverses vegades i ho havia deixat perquè no em funcionava. Actualment, els cucs estan fabulosos, gràcies a les orientacions que ens heu donat!

PIONERS. La sensació de començar alguna cosa de futur i ben guiats. Tallar els residus de fruita és un plaer.

COMPROMÍS AMB LA SOSTENIBILITAT. Una manera senzilla d'experimentar processos naturals que beneficien la Terra: reciclatge, coneixement i participació.

5 Conclusions i recomanacions

- El balanç sobre les possibilitats que té el procés de vermicompostatge domèstic per transformar els residus orgànics a escala local és molt positiu. Les repercussions socials són evidents pel que fa a l'augment de la comprensió, la consciència i l'habilitat cap a la separació i el reciclatge de la matèria orgànica.
- El públic diana es caracteritza, en general, per individus conscienciats amb el medi ambient, que ja separen els seus residus, amb ganes d'aprendre una nova tècnica, sense aprenensions envers els cucs i capaços de dedicar cert temps al nou món del vermicompostatge.
- L'estratègia per estendre la pràctica de vermicompostatge a la població podria constar dels següents punts: primer, intensificar els tallers sobre aquesta temàtica als centres cívics, a les escoles i les aules ambientals, d'aquesta manera, la població es va familiaritzant sobre els avantatges del procés. D'altra banda, proposar sistemes eficaços i econòmics perquè no hi hagi un impediment econòmic. A més, es podrien potenciar aquests processos als punts verds i als horts urbans per a l'accés dels ciutadans que vulguin informació o qualsevol intercanvi de materials. Per últim, es podrien plantejar algunes polítiques públiques per afavorir la participació ciutadana.
- Les famílies participants estan transformant una mitjana d'un 17,2% dels residus orgànics vermicompostables (en la fase inicial del procés). Tanmateix, amb uns dissenys de mida adequada i una població de cucs ja regulada s'aconseguiria transformar fins a un 68,6% dels residus orgànics generats als domicilis. S'estima que les famílies vegetarianes podrien arribar al 95% de la transformació d'aquests residus. Per tant, el percentatge de FORM que es deixaria de recollir i tractar industrialment disminuiria enormement, de manera que es complirien les expectatives de reducció de residus orgànics del PROGREMIC per al 2012.
- Mitjançant aquesta proposta, es potencia enormement la separació selectiva dels residus orgànics als domicilis per a l'obtenció, de manera gratuïta i local, d'un material excel·lent per a la fertilització orgànica.
- Els diferents dissenys de vermicompostadors autoconstruïts han estat àmpliament acceptats per part de totes les famílies. Tanmateix, es recomana realitzar un estudi previ de la generació de residus per a cada família per tal de determinar la mida ideal del sistema.

Per a una família tipus, el vermicompostador òptim té una mida de 0,5 m³. Els dissenys de fusta reciclada són més eficaços perquè el material té una porositat que permet una transpiració més efectiva i evita l'excés d'humitat dins el sistema, tot i que la vida útil és més curta. Els dissenys de plàstic també són favorables, però és necessari un control continuat en la recol·lecta dels lixiviats.

– Alguns dels participants van presentar certes dificultats a l'inici del procés. Tot i així, les sessions de seguiment personalitzat han estat clau per a la seguretat i la confiança de les persones. Es recomana que l'entitat organitzadora realitzi un seguiment per a qualsevol projecte semblant per tal de donar suport a les famílies.

– Com s'aprecia a les anàlisis cromatogràfiques, el vermicompost obtingut és de primera qualitat, fins i tot superior a l'autocompostatge, gràcies a la presència de la flora intestinal dels cucs. També es pot assegurar una total absència d'impropis, tòxics o altres contaminants.

– Es recomana el vermicompostatge per a la transformació de la fracció orgànica als domicilis que no disposen de grans espais. Tanmateix, és preferible la realització d'un sistema mixt de compostatge i vermicompostatge posterior per als habitatges amb algun espai exterior.

– El pressupost necessari per dur a terme aquest projecte ha estat bastant modest, ja que s'ha prescindit de la compra de vermicompostadors, que és el que resulta més costós.

– És un projecte que es pot incloure dins d'un pla de prevenció de residus per als municipis. Es podria aportar alguna bonificació o realitzar alguna reducció de taxes per a les famílies que practiquessin vermicompostatge domèstic.

– La valoració i l'autoavaluació participativa és molt positiva per part de les 25 famílies participants del projecte.

– S'ha potenciat la Xarxa de Compostaires Metropolitans mitjançant els diversos tallers que s'han realitzat. També s'ha vinculat a la pàgina web de la Xarxa el Fòrum de Vermicompostaires, que consisteix en un grup de discussió electrònic.

«L'HORTET DEL FORAT», ESTUDIO DE CASO Y SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA EN UN HUERTO URBANO COMUNITARIO

Autor: **Javier Varona Espallargas**, estudiant de del màster de Agroecologia
en la Universidad Internacional de Andalucía.

Tutores: **David Gallar** (Universidad de Córdoba), **Joan Romanyà** (Universidad
de Barcelona) y **Marga López** (Universidad Politécnica de Cataluña)

Resum

Es pot afirmar que els horts urbans comunitaris ultrapassen la concepció d'un simple hort i que a dins s'hi treballen transversalment dinàmiques socioeconòmiques i sociopolítiques, a més de temes merament ambientals. Pel seu potencial, aquest estudi es va desenvolupar a l'hort urbà comunitari Hortet del Forat, ubicat en ple centre de Barcelona. D'acord amb els resultats de l'estudi, la unitat de compostatge de l'Hortet del Forat va aconseguir tractar en la seva etapa inicial (els primers 45 dies) aproximadament 200 kg de matèria orgànica. Gràcies a la dinamització i els tallers pràctics de compostatge, els usuaris se'n van apoderar i a poc a poc la figura del dinamitzador tallerista va anar desapareixent. Per comprovar la viabilitat del compost i el procés, es van realitzar unes anàlisis químiques de laboratori, que van determinar que el compost obtingut tenia uns nivells baixos de metalls pesants i, segons la legislació vigent, equivalia a la categoria «compost A», per la qual cosa es pot utilitzar en agricultura ecològica.

Per determinar el component social de la unitat de compostatge es van entrevistar tots els participants i es van fer enquestes als veïns de la zona. Després d'analitzar les entrevistes, es va concloure que, amb aquesta experiència, es va potenciar la separació selectiva dels residus a les llars i, per ser un projecte comunitari, es va generar un control social dels residus i una implicació social en aquest problema. Els participants van valorar prioritàriament la formació, la figura del dinamitzador i l'intercanvi d'experiències com a elements fonamentals del procés. L'anàlisi de les enquestes va determinar que el procés de compostatge no va generar cap molèstia als veïns i que aquest sistema té encara més potencial al barri on s'ubica.

L'estudi va concloure amb un balanç molt positiu de les possibilitats del procés de compostatge comunitari quant a la transformació de la matèria orgànica a escala local mitjançant el component comunitari com una estratègia per fer reflexionar sobre els hàbits de consum i reciclatge. D'altra banda, les repercussions socials van ser evidents pel que fa a l'augment de la comprensió, la consciència i l'habilitat de separar i reciclar la matèria orgànica.

Abstract

Community urban allotments transcend the concept of a simple kitchen garden and at an internal level, they involve broad-based socio-economic and socio-political dynamics, in addition to purely environmental issues. Because of its potential, this study took place in the Hortet del Forat community urban allotment, located in central Barcelona. According to the results of the study, the Hortet del Forat composting unit treated about 200 kg of organic matter in its initial stage (first 45 days). As a result of the regeneration and the practical composting workshops, the users became empowered and the figure of the workshop leader providing the impetus gradually disappeared. To check the feasibility of the compost and the process, the compost was sent to a laboratory for chemical analysis, which determined that the compost obtained had low levels of heavy metals and according to current legislation, was category 'A' compost, and as such can be used in organic farming.

All participants were interviewed to consider the social aspect of the composting unit, and the residents of the area were surveyed. An analysis of the interviews showed that this experience enhanced the selective separation of household waste, and because it was a community project, this led to a social control of waste and social involvement in this problem. The participants considered the training, the workshop leader and the exchange of experiences to be essential parts of the process. An analysis of the survey showed that the composting process did not upset any neighbours and that this system has even more potential in the neighbourhood where it is located.

The study concluded with a very positive assessment of the potential for the community composting process to transform organic matter at a local level by means of the community component as a strategy to reflect on consumption and recycling habits. Meanwhile, the social consequences were evident in terms of increasing understanding, awareness and the ability to separate and recycle organic matter.

Resumen

Se puede afirmar que los huertos urbanos comunitarios trascienden de la concepción de un simple huerto y que en su interior se trabajan transversalmente dinámicas socioeconómicas y sociopolíticas, además de temas meramente ambientales. Por su potencial, el presente estudio se desarrolló en el huerto urbano comunitario L'Hortet del Forat, ubicado en pleno centro de Barcelona.

La investigación tuvo un enfoque transdisciplinario. Por un lado, se comprobaron las capacidades técnicas necesarias para desarrollar un buen compostaje comunitario y sus resultados en función de la calidad del compost, y, por el otro, se destacó la dimensión social de este y se sistematizaron, entre otros indicadores, sus potencialidades y debilidades.

De acuerdo con los resultados del estudio, la unidad de compostaje de L'Hortet del Forat consiguió tratar en su etapa inicial (los primeros 45 días) aproximadamente 200 kg de materia orgánica. Gracias a la dinamización y los talleres prácticos de compostaje, los usuarios se empoderaron y la figura del dinamizador tallerista desapareció poco a poco. Para comprobar la viabilidad del compost y el proceso, se realizaron unos análisis químicos de laboratorio, que determinaron que el compost obtenido tenía unos niveles bajos de metales pesados y, según la legislación vigente, equivalía a la categoría «compost A», por lo que puede utilizarse en agricultura ecológica.

Para determinar el componente social de la unidad de compostaje se entrevistó a todos los participantes y se realizaron encuestas a los vecinos de la zona. Tras analizar las entrevistas, se concluyó que, con esta experiencia, se potenció la separación selectiva de los residuos en los hogares y, por ser un proyecto comunitario, se generó un control social de los residuos y una implicación social en este problema. Los participantes valoraron prioritariamente la formación, la figura del dinamizador y el intercambio de experiencias como elementos fundamentales del proceso. El análisis de las encuestas determinó que el proceso de compostaje no generó ninguna molestia a los vecinos y que este sistema tiene todavía más potencial en el barrio donde se ubica.

El estudio concluyó con un balance muy positivo de las posibilidades del proceso de compostaje comunitario para transformar la materia orgánica a escala local mediante el componente comunitario como una estrategia para hacer reflexionar sobre los hábitos de consumo y reciclaje. Por otro lado, las repercusiones sociales fueron evidentes en lo que concierne al aumento de la comprensión, la conciencia y la habilidad de separar y reciclar la materia orgánica.

1 Introducción

La disposición final de todos los residuos generados debido a la actividad humana provoca actualmente un grave problema medioambiental a escala mundial. Sin embargo, estos residuos, bien administrados, pueden aportar un valor añadido al marco económico, mientras que su descarte comporta un coste económico y diversas afectaciones medioambientales. Esta problemática se extiende a la gran mayoría de países. Tan sólo unos cuantos son conscientes de estos impactos y han comenzado a preocuparse por los residuos orgánicos que, separados en origen, pueden ser un recurso muy valioso para la producción de un abono de calidad.

Mientras que las tierras agrarias de la cuenca mediterránea se encuentran en estado de pre-desertificación y requieren de la incorporación de fuentes de materia orgánica, en los diferentes pueblos y ciudades existen problemas de contaminación asociados a la generación masiva de residuos orgánicos, así como problemas para encontrar municipios dispuestos a ceder parte de su territorio para vertedero de basuras. Esto pone de manifiesto la necesidad de convertir un residuo cuya acumulación deriva en impactos ambientales y sociales, en un recurso destinado a la sostenibilidad agrícola.

Para ello, este estudio pretende trabajar con la producción de compostaje a escala local mediante la técnica del compostaje comunitario. El estudio tiene un doble enfoque: por un lado, ver las potencialidades técnicas en prevención y gestión que tiene un proceso de este tipo y, por el otro, analizar las características sociales de los usuarios que utilizan la unidad de compostaje comunitario.

El estudio se ha realizado en un huerto urbano comunitario de la ciudad de Barcelona, ya que hay una íntima relación entre el compostaje y su uso para los cultivos. Además, últimamente existe una creciente tendencia a la creación de estos espacios en la gran mayoría de ciudades europeas y éstos tienen un gran potencial social.

Desde un punto de vista normativo, en Europa la Directiva 31/1999/CE, relativa al vertido de residuos, estipula una progresiva reducción en el vertido de los residuos orgánicos que van a parar a vertederos, para el año 2006 al 75 % de la cantidad producida en 1995, para el 2009 al 50 % y para el 2016 al 35 %. Por su parte, el Área Metropolitana de Barcelona mediante sus planes y programas de gestión, proponen como reto reducir el 10 % de la producción de residuos municipales así como lograr una valorización material de la fracción orgánica de los residuos municipales de un 55 % sobre el total generado.

Para el logro de estos objetivos es indispensable la participación ciudadana en el ámbito de la gestión de residuos mediante la correcta separación selectiva de sus residuos. De este modo el compostaje comunitario puede cumplir un rol determinante desarrollando una doble función: prevenir y gestionar una pequeña parte de los residuos municipales y servir como elemento de sensibilización ambiental. Es por ello que el estudio pretende abarcar estas dos vertientes: comprobar la capacidad de gestión de residuos que tiene una unidad de compostaje y analizar la participación ciudadana en éstas, caracterizando sus fortalezas y debilidades.

2 Objetivos

El objetivo principal es analizar la participación ciudadana en la obtención de compost apto para la agricultura ecológica, gracias a la valorización de la fracción orgánica de los residuos municipales (FORM) en la unidad de compostaje comunitario de L'Hortet del Forat.

Como objetivos específicos nos propusimos:

- Análisis del comportamiento ciudadano en el proceso de compostaje comunitario. Caracterización de sus puntos fuertes y sus posibles rechazos.
- Valorización de los residuos orgánicos domésticos mediante procesos de formación y participación vecinal.
- Reducción de la fracción orgánica de los residuos municipales (FORM).
- Viabilidad del compost de FORM generado para la agricultura ecológica.

– Elaboración de un modelo sistematizado de compostaje aplicable a otras iniciativas similares, como los huertos urbanos de Barcelona, realizando un análisis de diferentes experiencias de compostaje comunitario.

3 Metodología

El estudio se realizó con 16 familias de los barrios de Sant Pere y Santa Caterina de Barcelona que eran vecinas del huerto urbano comunitario L'Hortet del Forat. Gracias a ellas, se desarrolló un sistema de compostaje comunitario dónde la formación mediante talleres teórico-prácticos fue el elemento determinante del proceso.

Para seleccionar a las familias participantes se realizó un primer taller teórico (ver figura 1) en el casal del barrio Pou de la Figuera y se difundió un correo electrónico anunciando el proyecto de compostaje por las listas de distribución de L'Hortet del Forat. De esta forma, se consiguieron las 16 familias participantes. El taller teórico fue meramente explicativo, exponiendo la problemática actual de la generación y gestión de residuos y mostrando en qué consistiría el proyecto de compostaje comunitario. Entre todos los asistentes, mediante una metodología participativa consistente en identificar de manera grupal cuáles eran los días óptimos para la realización de los talleres, se definió la calendarización práctica de la investigación, acordando por consenso cuándo sería el primer taller práctico y qué periodicidad tendrían los siguientes. Así que se decidió que los talleres fueran todos los jueves por duplicado, un taller práctico a las 11 de la mañana y otro a las 19:30 h de la tarde.

El primer taller práctico que se llevó a cabo se realizó el jueves 17 de mayo y el último el jueves 28 de junio de 2012. En los primeros talleres se expusieron los fundamentos prácticos del compostaje, poniendo especial atención en la materia prima de entrada que se utilizaba en los compostadores y la materia orgánica de los hogares. Para ello, los primeros días se revisaban muy sutilmente las bolsas de materia orgánica que traían los participantes. Aprovechando la explicación teórica, durante el primer taller se hizo el montaje de los compostadores, ver figura 2, teniendo en cuenta su orientación y aireación.

De este modo, el primer día en el que se empezó a recibir materia orgánica fue el jueves 17 de mayo de 2012. En ese día la totalidad de los participantes trajeron su bolsa de residuos orgánicos al huerto para compostar. A partir de entonces los participantes fueron trayendo al huerto su bolsa de residuos orgánicos de forma escalonada, cualquier día y hora, dependiendo de su generación de residuos.

Figura 1.
Cartel divulgativo
para el taller teórico
de compostaje comunitario



Figura 2.
Montaje de las unidades
de compostaje



Figura 3.
Encuentro de profesionales de compostaje y los participantes de la experiencia



La materia seca que se utilizó para la mezcla en el compostador como estructurante fue paja de trigo que un agricultor próximo a Barcelona cedió a L'Hortet del Forat. Además de esta paja, también se utilizó como elemento estructurante los restos de las podas del huerto y las de los operarios de Parques y Jardines que operan en la plaza del Pou de la Figuera. Para evitar posibles problemas y conflictos con los vecinos más próximos, sólo se utilizó la fracción vegetal de la fracción orgánica de los residuos municipales y siempre se colocó materia seca en la parte más alta del compostador.

En los siguientes talleres se hizo un seguimiento del proceso, viendo entre todos los participantes el estado de la pila del compost y tomando diferentes medidas de control. Los parámetros de humedad y aireación se controlaron de una forma totalmente cualitativa mediante la apariencia de la pila de compost. El parámetro de temperatura se tomó mediante un termómetro de laboratorio.

En los últimos talleres vinieron dos profesionales en la materia: Manel Font, experto en compostaje, y François Schneider, investigador en decrecimiento (ver figura 3). En estos talleres Manel Font hizo un repaso de todos los fundamentos del compostaje y mostró detalladamente su proceso.

En el último taller se vació la unidad de compostaje que llevaba más tiempo y que su compost ya estaba maduro (ver figura 4). La materia orgánica que había en su interior no correspondía a este estudio, sino al proceso de compostaje que se llevaba en el huerto desde hacía tiempo. Al vaciarlo se pudieron observar algunos impropios como diferentes plásticos, botellas o huesos de carne no descompuestos. De este modo los participantes observaron en primera persona el estado final del compost y la importancia del estado del material de entrada, recomendándose que esté libre de impropios.

Figura 4.
Vaciado de la unidad de compostaje



Figura 5.
Pesado de los residuos orgánicos



Para analizar el objetivo de la reducción de la fracción orgánica de los residuos municipales, o lo que es lo mismo, la cantidad de materia orgánica que entraba a los compostadores, se puso una balanza gravimétrica en el huerto para que todos los participantes pesaran sus residuos orgánicos antes de introducirlos en el compostador (ver figura 5). Para tomar constancia de todos los datos se colocó una hoja de control junto a uno de los compostadores donde las familias iban anotando cuándo traían sus residuos y qué cantidad, expresada en kilogramos.

No se pudo analizar la calidad final del compost resultante realizado durante la experiencia con las unidades familiares participantes ya que este no estuvo maduro antes de finalizar el presente estudio (septiembre de 2012). De este modo, se decidió analizar tanto cualitativa como cuantitativamente el compost ya maduro que se estaba realizando en L'Hortet del Forat antes de la investigación. Se seleccionó esta muestra porque había sido obtenida con una metodología similar, con familias de la zona de la plaza del Pou de la Figuera mediante la fracción vegetal de los residuos de sus viviendas pero sin una supervisión, dinamización, formación, ni control por parte de los integrantes del grupo de trabajo de L'Hortet del Forat.

El análisis cualitativo se hizo durante los últimos talleres prácticos gracias a la ayuda de Manel Font, experto en compostaje. Para ello se seleccionó una muestra ya madura de compost y mediante métodos sensitivos como color, olor, textura, homogeneidad, humedad, apariencia, etc. se cualificó entre todos los participantes de manera participativa. El análisis cuantitativo se realizó mediante unos análisis químicos completos de laboratorio en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona.

Para caracterizar a las unidades familiares participantes, determinar las fortalezas y debilidades del proceso de compostaje y valorar la experiencia, al final de los talleres se realizó una entrevista semiestructurada a todos los participantes, para de este modo poder ampliar la información del proceso.

Con la finalidad de ver la repercusión que podría tener este sistema de compostaje en el barrio donde está ubicado y sus posibles rechazos, se realizaron una serie de encuestas a los vecinos y comerciantes de la plaza del Pou de la Figuera donde está ubicado el huerto.

Finalmente, para elaborar el modelo sistematizado de compostaje y para recopilar más información sobre modelos de compostaje comunitario se identificaron tres experiencias de compostaje comunitario de la ciudad de Barcelona. Dos de ellas, promovidas institucionalmente por el Ayuntamiento de Barcelona, la unidad de compostaje de la Sagrada Familia y la unidad de compostaje del parque de la Ciudadela, mediante un programa llamado «Hagamos compost en el parque», y otra promovida por la asociación de vecinos La Satalía. Para describir sus modelos de gestión y funcionamiento se realizó una entrevista semiestructurada al encargado o dinamizador de cada una de las experiencias.

Figura 6.
Análisis cualitativo
del compost generado



4 Resultados y discusión

4.1. Análisis de las características de los participantes

La investigación tuvo más alcance que las 16 personas de referencia que participaron en el proceso, ya que los residuos orgánicos objeto de estudio se generan en los hogares y habitualmente en las viviendas conviven más de una persona. Así que finalmente participaron indirectamente 49 personas.

Mediante las entrevistas a los participantes se realizó un mapeo de la ubicación de las viviendas. Todas ellas estaban muy próximas a L'Hortet del Forat menos tres, que se encontraban a una distancia de unos 500 m.

Las unidades familiares objeto de estudio se pueden definir, en líneas generales, como familias con una sensibilidad ambiental importante, ya que la mayoría de ellas conocía los fundamentos del proceso de compostaje (algo no demasiado habitual en nuestra sociedad) y están habituadas a realizar la separación selectiva de sus residuos.

4.2. Seguimiento del proceso y acompañamiento

En este sentido, el trabajo prioritario para el buen funcionamiento del proceso fue la separación adecuada de todas las fracciones en los distintos hogares. En ocasiones, las familias objeto de estudio, al no ser vegetarianas, se veían obligadas a separar por partida doble la materia orgánica en sus respectivas casas. Por un lado depositaban en un cubo la fracción orgánica de origen animal, carne, pescado, marisco... y la llevaban al cubo de reciclaje del ayuntamiento y por el otro el resto de materia orgánica que traían al huerto.

Como la puerta de acceso al huerto está, por decisión de la asamblea de L'Hortet del Forat, abierta las 24 horas del día, los participantes podían traer sus residuos orgánicos cuando quisieran.

Gracias a los talleres y a la formación, las familias obtuvieron total autonomía y el proceso se transformó poco a poco en autogestionado. A la vez que las familias incorporaban la materia orgánica, observaban la pila y si detectaban que estaba muy compactada o seca la aireaban con el aireador o bien la regaban con un cubo de agua anexo a las unidades de compostaje.

Gracias a todo ello, se consiguió gestionar in situ los residuos orgánicos usando los espacios en los que se generan los propios residuos y utilizándose como una estrategia para generar una reflexión sobre los hábitos de consumo y reciclaje.

4.3. Evaluación cuantitativa de la reducción de la FORM transformable

Mediante la hoja de control se determinó que la cantidad de materia orgánica que salió de los circuitos de recogida y tratamientos convencionales y que entró en los compostadores fue de 199,4 kg. Teniendo en cuenta que esta parte del estudio se realizó durante 42 días, cada familia generó una media de 12,5 kg y 0,3 kg por familia y día. Como el sistema está en su fase inicial y viendo su progresión, se prevé que en un futuro se pueda gestionar más cantidad. Teniendo en cuenta que casi la totalidad de los participantes suelen realizar

todas sus comidas en el núcleo familiar, se puede deducir que cuando este proceso esté más maduro y mejore la separación en origen, la cantidad de materia orgánica que entre en los compostadores y que salga de los circuitos de recogida y tratamientos convencionales será mayor.

La generación de residuos en cada unidad familiar varió mucho en función del número de personas que conviven en cada hogar. La cantidad de residuos traídos a compostar también varió en función del hábito de reciclar en su hogar que tenía la unidad familiar. Las unidades familiares que trajeron más residuos fueron las que ya reciclaban desde hacía años en sus hogares.

Los días en los que la cantidad de deposiciones fue más elevada corresponden a todos los jueves, ya que en esos días es cuando se realizaban los talleres de compostaje y los participantes aprovechaban para traer sus residuos.

Otro indicador que se extrajo de la hoja de control fue la periodicidad entre las deposiciones. Las viviendas que se encontraban más alejadas del huerto sólo traían sus residuos 1 o 2 veces por semana, mientras que las viviendas más próximas las traían en espacios de tiempo más cortos. Alguna unidad familiar, por su elevada carga de trabajo y escaso tiempo de ocio, también se vio afectada en este indicador.

En líneas generales y descartando la primera semana, se pudo observar como la cantidad de materia orgánica traída a compostar fue aumentando y el tiempo entre deposición y deposición disminuyendo, lo que indica que el sistema funciona correctamente y va mejorando con el tiempo.

4.4. Análisis cuantitativo y cualitativo del compost generado

Los análisis del compost salieron distorsionados ya que algún vecino en algún momento del proceso de compostaje había adicionado tierra en la unidad de compostaje. Ésta es una práctica muy común en la mayoría de procesos de compostaje, aunque si se le añade tierra el producto final no se puede considerar estrictamente compost, sino tierra enriquecida. Cabe recordar que el compost analizado no corresponde al compost producido con las unidades familiares de este estudio, ya que todavía no estaba maduro, sino al del proceso de compostaje que se realizaba en L'Hortet del Forat desde hacía tiempo y que se encontraba en óptima madurez.

Para el análisis cualitativo se realizó primeramente un tamizado del compost y luego mediante métodos sensitivos como color, olor, textura, homogeneidad, humedad, apariencia, etc., se cualificó entre todos los participantes de forma participativa y la ayuda de Manel Font. El resultado fue que el compost era de buena calidad, aunque no se podía considerar de forma estricta compost, sino tierra enriquecida.

Los análisis químicos de laboratorio mostraron que el compost analizado no cumplía con la normativa del RD 824/2005 para productos fertilizantes. El material analizado no alcanzaba el valor mínimo de humedad, y el contenido en materia orgánica, expresado en masa, resultaba inferior al 15%, cuando según el RD824/2005 debería ser superior al 35%. Los metales pesados fueron bajos, pudiéndose considerar compost de la clase A. Este tipo de compost es apto para la agricultura ecológica. Estos aspectos negativos son atribuibles al hecho de que se incorporó arena a la unidad de compostaje. Esto hace aumentar el contenido en materia mineral y disminuir por tanto la materia orgánica.

En cuanto al proceso de compostaje realizado con las unidades familiares participantes se espera un compost de alta calidad. Teniendo en cuenta como se ha realizado el estudio, su dinamización, los talleres y la formación, se espera que el compost resultante sea de clase A, pudiéndose aplicar a fincas de producción ecológicas. Una vez terminado este estudio se intuye que el compost objeto de estudio esté totalmente maduro en unas dos semanas.

4.5 Evaluación cualitativa. Las voces de los participantes (entrevistas-encuestas)

Mediante el análisis de las entrevistas a los participantes del proceso y de las encuestas realizadas a los vecinos y comerciantes de la plaza del Pou de la Figuera se extrajo la información explicada a continuación.

En lo que se refiere a los hábitos de los usuarios, el proceso de compostaje comunitario consiguió que algunos participantes hicieran la separación selectiva de los residuos y a los que ya la hacían hizo que la realizaran de una forma más eficiente. El sistema no sólo ayudó a que se separe mejor la materia orgánica en origen, sino todas las fracciones. Mediante las entrevistas, varios participantes indicaron que gracias a este sistema habían comenzado a separar selectivamente todas las fracciones de los residuos. Este sistema generó confianza entre sus usuarios al saber éstos como se gestionaban sus residuos y conocer para qué servirá el producto final. Las entrevistas mostraron que las personas que antes no separaban selectivamente los residuos orgánicos lo empezaron a hacer. El compostaje comunitario tiene todavía más potencial en el barrio, ya que la población está más o menos concienciada en realizar la separación selectiva de sus residuos, pero todavía no con la materia orgánica. Bastantes vecinos conocían los principios del compostaje y el sistema de compostaje del huerto, pero no lo utilizaban. Todos estos condicionantes hacen pensar que la experiencia del compostaje comunitario se podría ampliar y multiplicar.

Por la tipología de los barrios donde se encuentra L'Hortet del Forat, zona urbana densamente poblada, es complicado realizar el compostaje de forma individual y el comunitario es más viable. En las entrevistas, todos los participantes afirmaron que realizar compostaje individual en sus viviendas era imposible. El proceso de compostaje que se realizó no generó ningún tipo de malestar a los vecinos más próximos, ninguno de los encuestados percibió malos olores aun estando las viviendas muy cerca de las unidades de compostaje.

Al tratar los usuarios sus propios residuos se generó un sentimiento de apropiación, de modo que ya no se concibió el residuo como algo externo, sino como algo propio. El hecho de gestionar los propios residuos implicó tener conciencia de lo que cada persona generaba y como lo generaba. Por el hecho de tratarse de una experiencia comunitaria se fortalecieron las relaciones sociales dentro de la comunidad. Interactuaron distintos actores con realidades dispares y así compartieron experiencias y metodologías, potenciando el intercambio de aprendizajes. De este modo se generó un control social de los residuos y una implicación social en esta problemática. En la experiencia se observó cómo los vecinos conversaban, se motivaban y aprendían conjuntamente. Todos veían los residuos del resto y en determinados momentos valoraban si lo que se depositaba era un residuo o todavía era aprovechable.

Este tipo de experiencias fortalecen el sentimiento de pertenencia hacia el lugar donde se realiza, aumentando el interés y la responsabilidad por el buen uso y mantenimiento de la zona. Si la unidad de compostaje se ubica en un lugar con un potencial social importante,

tendrá más posibilidades de éxito, ya que sus usuarios, a la vez que tratan sus residuos, invierten el tiempo en relacionarse e interactuar entre sí. Durante el proceso se observó que en el huerto había más participación, fue un lugar de encuentro y a la vez que se traían los residuos se aprovechaba para hacer algo de mantenimiento.

Mediante el análisis de las entrevistas, buscando los condicionantes de éxito de la experiencia, se demostró que la formación de los usuarios, la dinamización del proceso, la facilidad de acceso, la fácil disposición de materiales y la cercanía de los compostadores fueron parámetros esenciales para el buen desarrollo de una experiencia de esta índole. Gracias a la formación y a los talleres realizados, el compostaje comunitario en L'Hortet del Forat consiguió más dinamismo y se observó, en comparación con el sistema de compostaje antiguo, más participación de usuarios y una menor cantidad de impropios.

Todos los participantes valoraron muy positivamente la experiencia y, a día de hoy, una vez acabada la investigación, todavía continúa realizándose el proceso de compostaje. El huerto fue un lugar idóneo para la realización del compostaje, ya que los usuarios podían observar la relación entre el residuo orgánico, el abono, las plantas, la naturaleza... Los participantes vivieron en primera persona la transformación de la materia orgánica en abono y cómo actuaba ésta sobre los cultivos. Además, el huerto, gracias a esta experiencia, consiguió más participación.

5 Modelo sistematizado de compostaje en los huertos urbanos de Barcelona

Para la sistematización se tuvieron en cuenta parámetros económicos, sociales y ecológicos relacionados con el proceso de compostaje comunitario. Dentro de estos parámetros se caracterizaron la lista de descriptores utilizados en los casos de estudio de L'Hortet del Forat.

Mediante el análisis de las entrevistas realizadas a los encargados de las experiencias de compostaje comunitario de la unidad de compostaje de Sagrada Familia, parque de la Ciudadela y la asociación de vecinos La Satalia (ver figura 7), y los resultados obtenidos de la experiencia de L'Hortet del Forat, se extrajeron las siguientes reflexiones:

Figura 7.
Unidad de compostaje de
La Sagrada Familia (izquierda)
y de la asociación de vecinos
La Satalia (derecha)



– Gestión institucional. No es necesario que la iniciativa del compostaje comunitario surja por vía de una institución, pero ésta puede aportar los medios y materiales para que la experiencia tenga éxito. Si la experiencia surge institucionalmente debe haber un organismo próximo a la población que se encargue de gestionarla y dinamizarla. En cambio, si la experiencia nace desde un colectivo de vecinos es bueno que éstos tengan una ayuda económica para conseguir los materiales necesarios para el buen funcionamiento de la unidad de compostaje y para la formación. Es cierto que todo el proceso de compostaje se puede hacer con materiales reciclados, pero es más probable que éste tenga éxito si se emplean los materiales adecuados.

– Usuarios. Si bien es cierto que cualquier persona puede utilizar un sistema de compostaje comunitario, quien normalmente participa son personas concienciadas ambientalmente. La tipología de usuario es gente joven o de mediana edad o personas con tiempo libre. Las personas que provienen de entornos rurales son también usuarios potenciales de estos sistemas.

– Gestión de los usuarios. En todos los casos son los mismos usuarios los que se encargan de introducir sus propios residuos orgánicos en las unidades de compostaje. Donde difieren los diferentes modelos es en la gestión de los mismos. En las experiencias vecinales o comunitarias son los propios participantes quienes se encargan de airear, humedecer, mantener y gestionar las pilas de compost. En las experiencias institucionales son los técnicos o encargados municipales quienes lo gestionan. En cualquier caso, la formación de los usuarios debe existir para que el proceso tenga éxito, bien a través de manuales o de talleres teórico-prácticos.

– Proceso de compostaje. Normalmente en los sistemas de compostaje comunitario en trama urbana sólo se composte la fracción vegetal de los residuos municipales. Si se compostara toda la fracción orgánica y el proceso no estuviera bien gestionado, se podrían dar casos de malos olores o atracción de fauna no deseada. Si el compostador está cerca de la trama urbana, estas situaciones se deben minimizar para evitar molestias de los vecinos, así que es por ello que normalmente sólo se composte la fracción vegetal. Los materiales necesarios para el proceso de compostaje son: compostador, aireador, materia seca, tamiz, pala y biotriturador. Todos estos materiales pueden comprarse en alguna marca comercial o bien construirse con materiales reciclados. Normalmente el compost generado se reparte entre los participantes o, si la unidad de compostaje se encuentra dentro de un huerto, éste se queda para su fertilización. En determinados casos, el compost se puede repartir entre el vecindario de la zona para aumentar la difusión de la unidad de compostaje. Hay colectivos que hacen coincidir el día del reparto con alguna fiesta para aumentar el alcance de la acción. Los usos del compost generado son siempre para el mantenimiento de huertos y jardines, ya que éste tiene unas excelentes características agronómicas.

– Potencialidades del proceso. Las unidades de compostaje comunitario no sólo sirven para prevenir y gestionar los residuos orgánicos a escala local sino que son una buena herramienta pedagógica en materia de educación ambiental. Estos se utilizan para la realización de talleres de grupos y colegios. Mediante los talleres de educación ambiental, se introducen temas transversalmente como el consumo responsable o la separación de residuos en los hogares. El lugar donde se ubica la unidad de compostaje es un espacio de encuentro y esparcimiento entre sus usuarios. Un lugar donde se dan relaciones sociales y se fomenta el sentimiento pertenencia a un colectivo o vecindario. En el ámbito ecológico los compostadores atraen a una determinada fauna que la población aprecia, como determinadas aves o reptiles. Es generador de vida. El proceso de compostaje genera un producto final, el compost, de excelente calidad para cultivos y jardines –siempre y cuando el proceso se haya controlado tanto en las materias primas como en la evolución de algunos parámetros para asegurar que se trata de un material estabilizado y libre de patógenos–.

Según el modelo de compostaje comunitario implantado, las debilidades del proceso pueden variar, aunque las más comunes son que en el interior de la unidad de compostaje se

encuentran bastantes impropios y fracciones de residuos no compostables. Estos impropios repercuten luego en la calidad del compost final.

Si el proceso de compostaje no se gestiona correctamente, puede haber quejas de los vecinos por malos olores asociados, como también la presencia de fauna e insectos no deseados. Por el hecho de tratarse de un proyecto comunitario, existen diferentes grados de implicación de sus usuarios. Si no existe la figura del dinamizador o, en caso de proyectos autogestionados, de no existir una buena coordinación entre los participantes, puede que el proceso fracase.

Asimismo, como las unidades de compostaje y sus materiales son visibles y de fácil acceso, pueden darse casos de vandalismo y robos.

Si la unidad de compostaje no está próxima a las viviendas de sus usuarios y no está disponible durante todo el día, tendrá una más baja participación y un menor número de participantes. Si no existe una formación previa de los usuarios, la experiencia tardará más tiempo en dar frutos y eso puede causar el fracaso de la misma. Los participantes tienen que ver los resultados y la funcionalidad del proceso. Si existe la figura del dinamizador, éste tiene que estar disponible y tiene que ser próximo a los usuarios.

Para la realización de proyectos de compostaje autogestionados no es necesario el aporte de una dotación económica, ya que el propio proyecto se sustenta por sí mismo. Si el proyecto surge de una institución, normalmente esta aporta el sueldo de la persona encargada de mantener y dinamizar las unidades de compostaje. En el caso de no existir dotación económica, la figura del dinamizador actuará ocasional e intermitentemente. En cualquier caso, tal como se ha descrito anteriormente, para la realización del compostaje comunitario son necesarios unos materiales mínimos. Estos materiales pueden ser de compra, subvencionados o contruidos artesanalmente.

Los condicionantes principales que pueden determinar el éxito de una experiencia de compostaje comunitario son la proximidad, ubicación, cohesión social, el uso del compost y la figura del dinamizador. La unidad de compostaje debe estar próxima a sus usuarios y tiene que ser accesible durante todo el día. El compostador tiene que estar en un lugar de paso para sus participantes, para de esta forma propiciar la comodidad de su uso. Si está ubicado en un espacio socialmente activo tendrá más participación y más buena repercusión tanto para los usuarios como los viandantes, generando así el encuentro e interacción entre individuos. Si en el contexto de la unidad de compostaje existe una fuerte cohesión social, sus participantes se sentirán más identificados con el proyecto y se apropiarán más fácilmente del espacio, su uso y mantenimiento.

La utilización que se dará al compost final debe estar bien definida. Si el compost se utiliza en el mismo lugar donde se genera el proceso, tendrá más potencial, ya que se podrá observar fácilmente el cierre del ciclo de la materia orgánica y tendrá más fuerza como herramienta pedagógica. Para ello, un huerto puede ser un buen lugar para su ubicación. Si el huerto es comunitario tendrá más potencialidad por su función social.

La figura del dinamizador y mantenimiento en las unidades de compostaje generadas institucionalmente es imprescindible. De no existir, el proceso no funcionaría ya que sus usuarios no están organizados entre sí y muchas veces ni se conocen. En proyectos de compostaje comunitario generados desde la vecindad y con una fuerte cohesión social, la figura del dinamizador puede potenciar el proceso, pero no es imprescindible.

6 Conclusiones y propuestas

Las conclusiones extraídas del modelo sistematizado de compostaje mediante todas las experiencias analizadas han sido:

- Las unidades de compostaje comunitario no sólo sirven para prevenir y gestionar los residuos orgánicos a escala local, sino que son una buena herramienta pedagógica en materia de educación ambiental. Se pueden trabajar temas transversales como el consumo responsable o la separación selectiva de los residuos en los hogares. El compostaje comunitario puede ayudar a cumplir los objetivos marcados por la directiva 31/1999/CE, el PROGEMIC y el PMGRM.
- Mediante esta propuesta, se potencia la separación selectiva de los residuos orgánicos en los hogares. El compostaje comunitario promueve que las personas que antes no realizaban la separación selectiva de los residuos la hagan y que los que ya la hacían la realicen de una forma más eficiente. El sistema no sólo ayuda a que se separe mejor la materia orgánica en origen, sino todas las fracciones.
- El compostaje comunitario puede fomentar la conciencia ecológica de sus usuarios, ya que durante el proceso ellos conciben la relación residuo orgánico, abono, plantas, naturaleza... Además, si se realiza en el interior de un huerto el cierre del ciclo es total, sus usuarios ven in situ la transformación de la materia orgánica en abono y como actúa ésta sobre los cultivos. Los huertos urbanos son espacios idóneos para ubicar unidades de compostaje comunitarias.
- Al tratar los usuarios sus propios residuos, se genera un sentimiento de apropiación, de este modo ya no se concibe el residuo como algo externo, sino como algo propio. El hecho de gestionar los propios residuos implica tener conciencia de lo que cada persona genera y cómo lo genera.
- Por el hecho de tratarse de una experiencia comunitaria, se fortalecen las relaciones sociales dentro de una comunidad. Interaccionan distintos actores con realidades dispares y comparten experiencias y metodologías, potenciando así el intercambio de aprendizajes. De este modo se genera un control social de los residuos y una implicación social en esta problemática.
- La tipología de usuario en una unidad de compostaje comunitaria es gente joven y de mediana edad concienciada ambientalmente.
- Las variables que determinan el buen funcionamiento de una unidad de compostaje comunitaria son: la proximidad de sus usuarios, la ubicación en un espacio de fuerte cohesión social, la formación de los participantes, la facilidad de acceso a la unidad, el acceso a materiales, la existencia de un dinamizador, la definición de qué se hará con el compost generado y la retroalimentación a sus usuarios.
- Si la unidad de compostaje no está próxima a las viviendas de sus usuarios y no está disponible durante todo el día, tendrá más baja participación y un menor número de participantes.
- Si la unidad de compostaje se sitúa en un espacio de fuerte cohesión social, éste se convertirá en un espacio de encuentro y esparcimiento entre sus usuarios. Un lugar donde se darán relaciones sociales y se fomentará el sentimiento de pertenencia a un colectivo o vecindario.
- La formación de los usuarios debe existir para que el proceso tenga éxito, bien por manuales o por talleres teórico-prácticos. Si el proceso no funciona correctamente y no se consigue obtener el producto final, el compost, la experiencia se puede diluir. Los participantes tienen que ver los resultados y la funcionalidad del proceso.
- Al tratarse de un proyecto comunitario, existen diferentes grados de implicación entre sus usuarios. Si no existe la figura del dinamizador o, en caso de proyectos autogestionados, de no existir una buena coordinación entre los participantes, el proyecto puede fracasar.

- Para fomentar la participación es recomendable que se retroalimenten las acciones, por ejemplo con la devolución de un compost de alta calidad.
- Es aconsejable que en las unidades de compostaje que estén próximas a viviendas o trama urbana sólo se composte la fracción vegetal de los residuos orgánicos, ya que si el proceso se gestionara de una manera incorrecta podría emitir olores desagradables y generar rechazos tanto de los participantes como del vecindario. Si el proceso de compostaje está bien gestionado y dirigido no habrá malos olores ni posibles rechazos.
- La calidad del compost final está estrechamente relacionada con la materia orgánica de entrada y con la cantidad de impurezas presentes. Si el proceso se realiza correctamente, no tienen por qué encontrarse impurezas en la materia orgánica de origen, además éstos irán disminuyendo con el tiempo a medida que los participantes vayan obteniendo más hábito en el reciclaje y conociendo el sistema de compostaje.

Mediante el estudio de caso de L'Hortet del Forat, en el que se ha desarrollado un proceso de intervención y dinamización, así como un proceso de investigación de las características técnicas y sociales asociadas a procesos de compostaje comunitario, se ha determinado que la experiencia de compostaje comunitario ha tenido muy buena aceptación por parte de sus usuarios y una vez terminado el estudio, funciona de manera autónoma y autogestionada. En lugares densamente poblados realizar compostaje individual es muy difícil, así que el compostaje comunitario es más viable.

La eficiencia de las unidades de compostaje ha mejorado con el tiempo, así como también los hábitos de sus participantes. Si el compostaje se realiza de manera correcta, el compost resultante será de excelente calidad pudiéndose aplicar en fincas de producción ecológicas, en huertos urbanos o huertos de balcón.

Como se ha expuesto durante la investigación, los huertos urbanos son lugares idóneos para instaurar proyectos de compostaje comunitario. De esta forma surgen dos propuestas:

- Los huertos urbanos gestionados por el Ayuntamiento de Barcelona podrían acoger este tipo de proyectos. Para su buen funcionamiento, debería existir la figura del dinamizador. Casi no haría falta la compra de materiales porque estos lugares ya poseen la infraestructura necesaria.
- En los huertos urbanos comunitarios de Barcelona ya existen este tipo de experiencias, aunque se realiza de forma intermitente y muchas veces sin los materiales adecuados. Para potenciarlas convendría que alguna organización facilitara los materiales necesarios e imprescindibles para realizar el compostaje en condiciones óptimas.

ESTIMACIÓ DE L'ESTABILITAT O LA QUALITAT DEL COMPOST OBTINGUT PER UN SISTEMA D'AUTOCOMPOSTATGE

Autors: **Patricia E. Susial Martín**, enginyera industrial, i **Miquel Bonet Alomar**, enginyer químic. Estudiants del Màster en Enginyeria Ambiental de la Universitat de Barcelona.

Tutors: **Dra. Elisabet Rudé i Payró** i **Dr. Ricard Torres Castillo**, professors titulars del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat de Barcelona.

Resumen

El autocompostaje es el proceso de compostaje efectuado en un domicilio, establecimiento o comunidad. Este proceso ahorra el tratamiento, en planta, de la fracción orgánica del residuo municipal (FORM) y, además, evita el transporte del residuo y la contaminación asociada, disminuye la necesidad de contenedores en la vía pública, facilita las operaciones de selección a las plantas, ahorra la energía que se deriva de estas operaciones y, finalmente, proporciona un material útil para quien lo lleva a cabo.

Una de las dificultades con que se encuentran las persona que compostan es que no dispone de instrumentos para saber cuándo puede utilizar el compost, dado que no hay métodos estandarizados para la obtención de esta información y, menos aún, métodos sencillos y de bajo coste.

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar metodologías sencillas, económicas y eficientes para proporcionar unas herramientas que permitan determinar cuándo el compost puede ser aplicado al suelo. Las pruebas utilizadas son la cromatografía de suelos, el test de autocalentamiento y el test de germinación.

En cuanto a la cromatografía de suelos aplicada al compost, se observa que el procedimiento facilita cromatogramas sensiblemente diferentes a partir de composts de diferente grado de estabilidad. El test de autocalentamiento es un método que se puede adaptar al material asequible y fácil de conseguir. Nos permite obtener, de manera sencilla, información sobre la maduración del compost, lo cual nos indicará si es apto para su aplicación. Mientras que el test de germinación nos permite ver rápidamente si el compost es apto para su uso observando si el crecimiento de las semillas es el adecuado.

La conclusión general de este trabajo es que se puede conseguir elaborar una metodología simple y económica para conocer la evolución del compost.

Abstract

The self-composting is the process of composting done at home, establishment or community. This process saves on the treatment of the organic fraction of the municipal waste (FORM) and, in addition, avoids the transport of the waste and the associated contamination, reduces the need for containers on the public road, facilitates the selection operations to the industrial plants, saves the energy that comes from these operations and, finally, provides a useful material for the one who carries it out.

One of the difficulties regarding composting is that people who do composting do not have the tools to know when they can use the compost, since there are no standard methods for obtaining this information, and much less there are simple and low cost methods.

The main objective of this project is to develop simple, economical and efficient methodologies to provide tools to determine when compost can be applied to the soil. The tests used are soil chromatography, the self-heating test and the germination test.

As for the soil chromatography applied to the compost, it is observed that the procedure facilitates significantly different chromatograms from composts of different degrees of stability. The self-heating test is a method that can be adapted to the material that is affordable and easy to obtain. It allows us to obtain, in a simple way, information on the maturity of the compost, which will indicate if it is suitable for its application. While the germination test allows us to see quickly if the compost is suitable for use by observing if the growth of the seeds is adequate.

The general conclusion of this work is that it is possible to develop a simple and economical methodology to know the evolution of compost.

Resum

L'autocompostatge es el procés de compostatge efectuat en un domicili, establiment o comunitat. Aquest procés estalvia el tractament, en planta, de la fracció orgànica del residu municipal (FORM) i, a més, evita el transport del residu i la contaminació associada, disminueix la necessitat de contenidors a la via pública, facilita les operacions de triatge a les plantes, estalvia l'energia que es deriva d'aquestes operacions i, finalment, proporciona un material útil per a qui el du a terme.

Una de les dificultats amb què es troba el compostaire és que no disposa d'instruments per saber quan pot utilitzar el compost, atès que no hi ha mètodes estandarditzats per a l'obtenció d'aquesta informació i, menys encara, mètodes senzills i de baix cost.

L'objectiu principal d'aquest projecte és desenvolupar metodologies senzilles, econòmiques i eficients per donar al compostaire unes eines que li permetin determinar quan el compost pot ser aplicat al sòl. Les eines utilitzades són la cromatografia de sòls, el test d'autoescalfament i el test de germinació.

Pel que fa a la cromatografia de sòls aplicada al compost, s'observa que el procediment facilita cromatogrames sensiblement diferents a partir de composts de diferent grau d'estabilitat. El test d'autoescalfament és un mètode que es pot adaptar al material assequible i fàcil de aconseguir. Ens permet obtenir informació de l'estat de maduració del compost i saber així si ja el podem aplicar al sòl. Mentre que el test de germinació ens permet veure ràpidament si el compost és apte pel seu ús observant si el creixement de les llavors és adequat.

La conclusió general d'aquest treball és que es pot aconseguir elaborar una metodologia simple i econòmica per tal que el compostaire conegui l'estat evolutiu del seu compost.

1 Introducció

«El compostatge és la descomposició biològica i l'estabilització de substrats orgànics, sota condicions que permeten el desenvolupament de temperatures termòfiles com a resultat de la calor produïda biològicament, per generar un producte final que és estable, lliure de patògens i llavors de males herbes, i és profitós per al sòl.» (Haug, 1993).

L'autocompostatge (procés de compostatge efectuat en un domicili, establiment o comunitat), estalvia el tractament, en planta, de la fracció orgànica del residu municipal (FORM) i, a més, evita el transport del residu i la contaminació associada, disminueix la necessitat de contenidors a la via pública, facilita les operacions de triatge a les plantes, estalvia l'energia que es deriva d'aquestes operacions i, finalment, proporciona un material útil per a qui el du a terme. Per tant, el compostatge a petita escala constitueix un sistema de gestió dels residus orgànics més sostenible, per la seva acció preventiva, de gran valor ambiental per als municipis, i contribueix a assolir les fites de la Directiva 1999/31/CE, relativa a l'abocament d'aquests residus.

Tal com es preveia en el Programa de gestió de residus municipals de Catalunya (PRO-GREMIC), l'autocompostatge com a mesura de prevenció ha incrementat notablement en

els darrers anys. Així, l'any 2011, l'Administració catalana tenia registrats uns 17.500 compostadors repartits en 383 municipis del territori català.

Una de les dificultats amb què es troba el compostaire és que no disposa d'instruments per saber quan pot utilitzar el compost, atès que no hi ha mètodes estandarditzats per a l'obtenció d'aquesta informació i, menys encara, mètodes senzills i de baix cost.

2 Objectius

En aquest estudi s'adapten metodologies àmpliament utilitzades en la caracterització del compost produït a mitjana i gran escala, com són el test d'autoescalfament i el test de germinació, així com la cromatografia de sòls aplicada al compost.

L'objectiu principal d'aquest projecte és desenvolupar metodologies senzilles, econòmiques i eficients per donar al compostaire unes eines que li permetin determinar quan el compost pot ser aplicat al sòl.

En el cas de la cromatografia de sòls es plantegen els següents objectius específics:

- Recerca de fonts de referència fiables sobre cromatografia aplicada als sòls o compost.
- Anàlisi i interpretació dels cromatogrames de compost.
 - Identificar els anells.
 - Identificar quin tipus d'informació proporciona cada anell.
 - Identificar com el cromatograma es relaciona amb els paràmetres de compostatge.
- En cas d'existir un mètode de cromatografia aplicable al compost, plantejar-ne possibles millores o modificacions (incloent-hi el desenvolupament d'un nou mètode) per tal de:
 - Aconseguir un mètode tan reproducible com sigui possible.
 - Conèixer com afecten al cromatograma les diferents variables del mètode.
 - Optimitzar els recursos del mètode: reactius, materials, temps, etc.
 - Minimitzar la generació de residus.

En el cas del test d'autoescalfament, es plantegen els següents objectius específics:

- Determinar si els materials utilitzats són aptes per desenvolupar aquesta metodologia en l'àmbit casolà.
- Comprovar que el muntatge experimental dóna resultats reproduïbles.
- Determinar quines són les condicions òptimes per realitzar el test d'autoescalfament.
- Determinar els intervals de temperatura corresponents a cada grau d'estabilitat del compost.

En el cas del test de germinació es plantegen els següents objectius específics:

- Determinar si els materials utilitzats són aptes per desenvolupar aquesta metodologia en l'àmbit casolà.
- Determinar si l'edat de la llavor afecta el procés de germinació.
- Determinar si l'aigua de l'aixeta es comporta igual que l'aigua destil·lada.

3 Metodologies emprades

Les metodologies adaptades dins l'espai domèstic han estat les següents:

- **Cromatografia de sòls.** Consisteix en la separació i “identificació” de substàncies químiques a partir del diferent desplaçament que tenen quan són arrossegades per un dissolvent (aigua) a través d'un suport (paper). El compost, prèviament preparat, es dissol en aigua bàsica i es posa en contacte amb un extrem (o el centre) d'un paper suspès i que haurà estat impregnat prèviament amb una solució reveladora. Es deixa que la dissolució vagi impregnant el paper. És en aquest procés quan els diferents components de la solució de compost es desplacen a velocitats diferents, cosa que provoca que se separin. Després d'assecar el paper, cal interpretar el dibuix que ha anat formant aquesta separació.
- **Test d'autoescalfament.** Consisteix a relacionar l'augment de temperatura causat per la descomposició de la matèria orgànica fàcilment biodegradable amb l'activitat microbiana del material. Lògicament, com més matèria orgànica fàcilment biodegradable tingui el compost, més activitat microbiana produirà aquest material i, per tant, més n'augmentarà la temperatura. Per dur a la pràctica aquest test, el compost, prèviament preparat, es col·loca en un recipient ben aïllat de l'entorn i es va observant l'evolució de la temperatura a l'interior del material. Com més pugui la temperatura, més matèria orgànica fàcilment biodegradable tindrà el material i més problemes podria provocar en els vegetals als quals s'apliqui. Com menys pugui aquesta temperatura, menys matèria orgànica fàcilment biodegradable restarà en el compost i, per tant, més estable serà. En aquest cas, es diu que el compost és madur.
- **Índex de germinació.** Consisteix a relacionar el percentatge de llavors que germinen, i com ho fan, en una solució lixiviada del compost que cal avaluar, amb la qualitat d'aquest. L'assaig consisteix en un seguiment de les llavors que germinen en l'extracte del compost i comparar-lo amb la germinació en aigua.

4 Resultats i discussió

A continuació es presenten i es discuteixen breument els resultats obtinguts amb cada metodologia.

4.1. Cromatografia de sòls

S'han efectuat un total de 66 experiments en els quals s'ha analitzat la influència de les següents variables: 1) llum de malla en el primer tamisat de la mostra; 2) influència d'un segon tamisat, més fi; 3) influència del grau d'estabilitat en l'aparença del cromatograma; 4) metodologia d'assecat de la mostra; 5) influència de la quantitat de mostra seca i tamisada que s'empra; 6) metodologia d'addició del dissolvent; 7) metodologia d'agitació; 8) minimització del consum de nitrat de plata, i 8) influència de la geometria del paper de suport per al cromatograma.

En tots els casos, l'anàlisi dels cromatogrames s'ha dut a terme mitjançant l'observació visual i amb la quantificació de variables com ara el radi de les diferents zones (Restrepo Rivera, J. i Pinhero, S., 2011). Finalment, s'han realitzat alguns experiments amb la finalitat d'avaluar la possibilitat d'optimitzar el volum de nitrat de plata i de reduir la generació de residus, especialment de paper assecant, i, també, reduir el cost del procediment analític.

4.1.1. Influència de la llum de malla en el tamisat inicial

Per experimentar amb aquest primer tamisat s'han considerat tres llums de malla (0,6, 1,1 i 1,8 cm). La tria s'ha realitzat en funció dels materials que es poden trobar, fàcilment, en una ferreteria. Igualment, s'ha treballat amb composts de dos graus d'estabilitat (GE) diferents per si les dues variables interaccionessin. En la figura 1 es presenten els cromatogrames del compost menys estable, mentre que la figura 2 presenta els del compost més estable.

La comparació entre els cromatogrames obtinguts amb el compost de baix GE, presentats en la figura 1, permet apreciar una definició més pobre quan aquest tamisat s'efectua a 1,8 cm; en canvi, comparant els cromatogrames obtinguts a partir del compost més estable (figura 2) no s'observen diferències importants en aquesta qüestió. Aquest aspecte, unit a les dificultats operacionals experimentades en tamisar amb la llum de malla menor, fan que la resta del treball es desenvolupi només amb un primer tamisat amb malla d'1,1 cm.

Figura 1.
Cromatogrames
d'un compost de baix GE
A. 0,6 cm
B. 1,1 cm
C. 1,8 cm

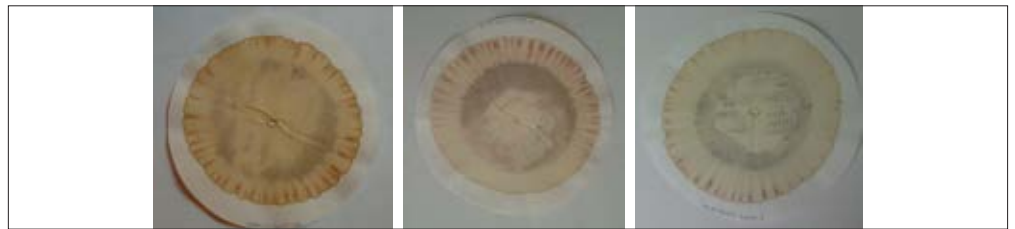


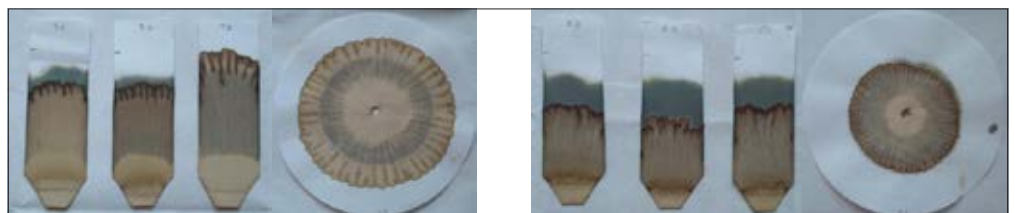
Figura 2.
Cromatogrames
d'un compost d'elevat GE
A. 0,6 cm
B. 1,1 cm
C. 1,8 cm



4.1.2. Influència d'un segon tamisat més fi

Per esbrinar la necessitat, o no, d'aquest segon tamisat, més fi, s'han obtingut una sèrie de cromatogrames a partir d'una mostra passada per un colador domèstic amb una llum de malla d'1 a 2 mm. Aquest mateix experiment s'ha realitzat amb paper de filtre circular i amb paper de filtre en tires. La Figura 3 mostra alguns dels cromatogrames obtinguts en aquest experiment. Tant si s'utilitza el clàssic paper de filtre circular, com si s'utilitza paper de filtre en tires, els cromatogrames obtinguts a partir de la mostra passada pel colador (esquerra de la figura 3), ofereixen una imatge més nítida i més desenvolupada, és a dir, que presenta menys interferències entre les diferents zones observades. Per això, els posteriors cromatogrames s'obtidran a partir de les mostres amb els dos tamisats: el primer permetrà separar fàcilment l'estructurant i el segon millorarà l'aparença del cromatograma.

Figura 3.
Cromatogrames d'un mateix
compost amb tamisat fi
(esquerra), sense (dreta),
i en paper circular



4.1.3. Influència del grau d'estabilitat en l'aparença del cromatograma

Arribat aquest punt, s'ha tornat a assajar l'estabilitat del compost per conèixer si el mètode permet discernir-la fàcilment. Per això, s'han considerat mostres amb dos graus d'estabilitat (GE) diferents. Aquestes mostres s'han sotmès a un tamisat previ, a 1,1 cm, i després a un tamisat fi amb un colador casolà. A continuació, s'han preparat els cromatogrames. Sense entrar en gaires detalls, s'observa que en les mostres de baix grau d'estabilitat, l'anell més exterior del cromatograma presenta unes entrades en forma de grans de blat de moro (figura 4, esquerra), mentre que, en les mostres de compost més estable, aquestes entrades tenen una forma més semblant a unes dents de cavall (figura 4, dreta). Aquestes primeres diferències fan pensar que la tècnica serà capaç de distingir, com a mínim, l'estabilitat del material. En un treball posterior, s'assajarà la informació sobre la composició química del compost.

Figura 4.
Cromatogrames d'un compost
de baix GE (esquerra)
i elevat GE (dreta)



4.1.4. Metodologia d'asseccament de la mostra

Amb el propòsit d'analitzar la importància de la metodologia emprada per assecar la mostra, s'han assajat dos tipus d'asseccament: 1) en estufa de laboratori, i 2) a l'ambient. Atès que en un domicili difícilment es trobarà un aparell capaç d'operar en les condicions d'una estufa de laboratori, les condicions triades per operar en estufa, amb renovació d'aire, van ser de 35-36°C, cosa que permet simular la calor ambiental forta de l'estiu. Això es va decidir així perquè en el moment de realitzar l'experimentació, les condicions ambientals a Barcelona (per tant, les condicions de l'asseccament a l'ambient) eren d'humitat elevada i temperatures oscil·laven al llarg del dia entre els 24°C, de màxima, i els 18°C, de mínima. Per tal d'assegurar el nivell d'assecat de la mostra, es va anar mesurant la pèrdua d'humitat, a intervals regulars, fins a arribar a pes constant.

En aquest assaig no es van observar diferències significatives en la definició i forma dels cromatogrames, la diferència només rau en el temps d'asseccament, provocat per la diferent temperatura de cada cas. Caldrà, doncs, desenvolupar, més endavant, aquesta qüestió abans de donar una pauta del temps d'asseccament en funció de la temperatura ambiental.

4.1.5. Influència de la quantitat de mostra seca i tamisada que s'empra

Per realitzar aquest assaig s'han obtingut els cromatogrames a partir de diferents quantitats de mostra, ja tamisada segons els resultats obtinguts en els dos apartats anteriors. La mínima quantitat de mostra que s'ha triat ha estat de 5 g, atès que resulta difícil pensar en una balança casolana que mesuri menys quantitat amb una precisió acceptable. L'experiment s'ha efectuat amb composts de dos nivells d'estabilitat diferents, els cromatogrames dels quals es presenten en la figura 5, per al compost menys estable, i en la figura 6, per al més estable. En les figures s'observa que l'increment en la quantitat de mostra i, per tant, del dissolvent associat (sempre es troba en la mateixa proporció), no millora substancialment l'aparença del cromatograma.

Atès que un dels objectius d'aquest projecte és disminuir el cost del mètode i minimitzar la producció de residus, la informació obtinguda indica que una quantitat de 5 g de mostra seca i tamisada resulta suficient per a l'assaig. Això no elimina la possibilitat que, posteriorment, es cregui convenient augmentar la quantitat per determinar algun component específic del compost.

Figura 5.
Cromatogrames
d'un compost de baix GE

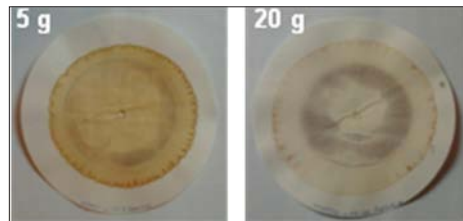
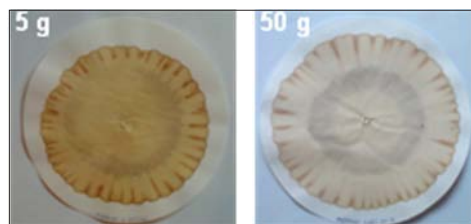


Figura 6.
Cromatogrames del
compost més estable

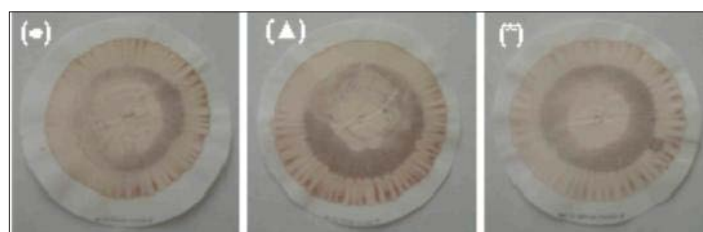


4.1.6. Metodologia d'addició del dissolvent

S'han assajat tres mètodes per afegir el dissolvent (aigua) a la mostra. De més agressivitat a menys: 1) addició directa sense cap mena de precaució (\cdot), 2) addició amb inclinació del got per tal que el dissolvent caigui per les parets del got provocant el moviment de la mostra (*) i 3) addició amb inclinació del got per tal que el dissolvent llisqui prou suaument per les parets del got com perquè la mostra no es mogui (Δ).

La figura 7 mostra un dels cromatogrames obtinguts per a cada metodologia d'addició del dissolvent. S'observen mínimes diferències que podrien ser estudiades més endavant amb detall, però no s'observen diferències prou significatives en els cromatogrames com per descartar alguna de les formes d'addició i, per tant, la consegüent agitació provocada.

Figura 7.
Cromatogrames obtinguts
amb diferent forma
d'addicionar el dissolvent
(com s'explica al text)



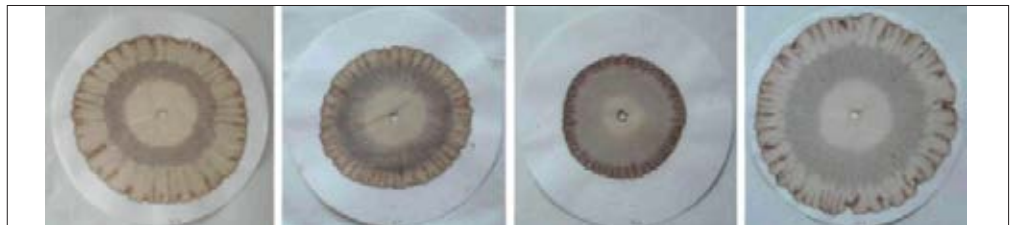
4.1.7. Metodologia d'agitació

Una vegada s'ha afegit el dissolvent, cal agitar la mostra amb el dissolvent. Per efectuar aquesta operació s'ha experimentat amb tres sistemes d'agitació diferents: 1) manual discontinua, 2) mecànica contínua circular i 3) mecànica contínua orbital. Val a dir que l'agitació manual es duu a terme amb estones de moviment circular del got combinades amb estones de descans; l'agitació contínua circular s'efectua amb un agitador de pales, com ho podria fer una batedora domèstica; i l'agitació orbital simula l'agitació manual amb l'avantatge que resulta més reproducible que l'agitació manual.

Aquesta part experimental s'ha aprofitat per corroborar altres resultats. Així, la figura 8 mostra els cromatogrames corresponents a l'agitació manual (esquerra), contínua circular (les dues centrals), i contínua orbital (dreta). Cal observar que el cromatograma més

desenvolupat, que gairebé ocupa tota la superfície del filtre, correspon a l'obtingut amb agitació contínua orbital (dreta de la figura). El segueix el cromatograma obtingut amb agitació manual discontinúta (esquerra de la figura 8), que ha tingut un notable desenvolupament. En canvi, els dos cromatogrames centrals, corresponents a l'agitació contínua circular, presenten un desenvolupament significativament menor. Tot i que el de l'esquerra d'aquest parell sembla interpretable, aquest menor desenvolupament fa que es descarti l'agitació contínua circular.

Figura 8.
Cromatogrames obtinguts amb agitació manual (esquerra), contínua circular (dues centrals), i contínua orbital (dreta)



D'aquests dos cromatogrames centrals, el de la dreta ha estat obtingut amb una mostra tamisada només a 1,1 cm; en canvi, el de l'esquerra prové d'una mostra que també s'ha passat pel tamís més fi. El doble tamisat, tal com ja s'havia vist en la secció 4.1.2., proporciona un desenvolupament millor del cromatograma i facilita la separació de les diferents zones del cromatograma. Al contrari, s'ha observat que en el cas d'utilitzar l'agitació contínua orbital, el cromatograma es desenvolupa de manera molt similar tant si el compost s'ha sotmès a un tamisat com si no. Atès que aquest tipus d'agitació és molt similar al manual, els resultats semblen indicar que es podria trobar un procediment manual per assolir els mateixos resultats tant si es cola el compost com si no; ara bé, caldria tenir en compte que el colat assegura l'eliminació de pràcticament tot el material estructurant.

Com en la secció 4.1.2., aquesta també s'ha complementat amb un suport format per una tira de paper de filtre enlloc del clàssic filtre circular. Així, la figura 9 presenta els cromatogrames en tira obtinguts amb agitació contínua circular (esquerra) i amb agitació contínua orbital (dreta). El resultat obtingut és el mateix que amb el suport circular: el cromatograma és més nítid i més desenvolupat en el cas de l'agitació orbital. S'han mesurat les distàncies a les quals es produeixen els diferents canvis de zona, mesurats des del centre del cromatograma circular i des de la part inferior del cromatograma en tira, i no s'han apreciat diferències significatives.

Figura 9.
Cromatogrames obtinguts amb agitació contínua circular (esquerra) i contínua orbital (dreta)

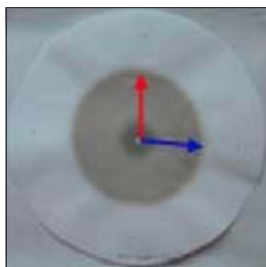


4.1.8. Minimització del consum de nitrat de plata

Abans de realitzar el cromatograma, el paper de filtre s'ha d'impregnar amb una solució de nitrat de plata al 0,5%. Aquest compost és la substància més cara del procés d'anàlisi; per tant, és clau en l'economia del mètode.

Per tal d'optimitzar el volum de nitrat de plata s'han considerat diferents volums d'aquesta dissolució per impregnar el paper. Simultàniament, s'han assajat dos mètodes d'assecat del paper de filtre: 1) deixar el paper de filtre enmig de diferents capes de paper assecant (sistema tradicional) i 2) assecat el paper de filtre a l'aire.

Figura 10.
Mides mínimes (inicial i final)
per a l'asseccament a l'aire



Els experiments realitzats han donat com a millor combinació, l'ús d'1 mL de solució de nitrat de plata. Aquesta quantitat impregnà el paper de filtre, inicialment, fins a 3,5 cm de radi (fletxa blava de la Figura 10); a partir d'aquest moment, es deixa assecar el paper de filtre a l'aire i la solució encara continuarà avançant fins a arribar a un radi de 4 cm (fletxa vermella de la figura 10). El radi de 4 cm és l'adequat per a la posterior interpretació del cromatograma. Amb aquest mètode d'asseccament s'elimina la necessitat de paper assecant i, per tant, la generació del seu corresponent residu especial, per la impregnació amb nitrat de plata.

4.1.9. Influència de la geometria del paper de suport per al cromatograma

Com ja s'ha vist en les seccions 4.1.2. i 4.1.7. d'aquest resum, s'han assajat dues geometries per al paper de suport del cromatograma. La circular, amb la qual tots els autors treballen (Haßold-Piezunka, 2003) i en tira, que permetria minimitzar la generació de residus i reduir el cost de l'assaig.

L'experiment ha consistit a obtenir cromatogrames amb els dos formats de paper, a partir d'una mateixa mostra i seguint la mateixa metodologia. A falta de determinar les característiques més adequades (mida i qualitat, previst per a un futur treball) que permetin obtenir una definició del cromatograma més bona, aquestes proves preliminars (veure figura 3) indiquen que la informació que es pot obtenir amb els dos formats de paper és la mateixa; és a dir, que la geometria del suport no és determinant en la tècnica analítica. D'aquesta manera, l'ús del paper en tira permetrà disminuir el consum de paper (la tira és significativament més petita), el consum de reactius (hi ha menys superfície de paper que s'ha d'impregnar) i, consegüentment, la quantitat de residus generats.

4.2. Test d'autoescalfament

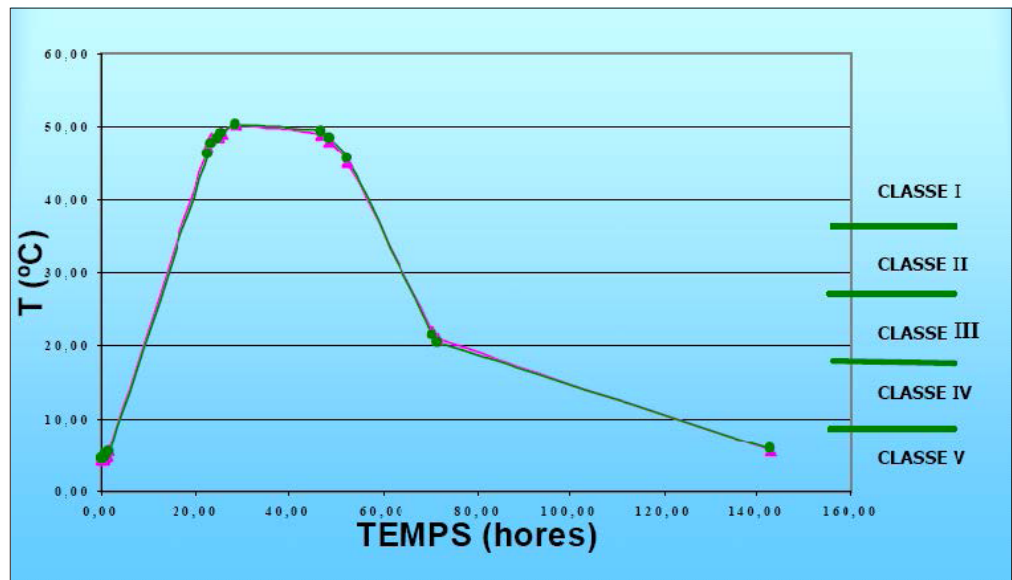
S'han efectuat un conjunt d'experiments encaminats a dissenyar un assaig econòmic i capaç d'indicar l'estabilitat del compost. La base d'aquest disseny és el mètode d'autoescalfament tradicional (California Compost Quality Council, 2001), que implica mantenir algunes variables dins d'uns marges massa estrets com per controlar-les dins l'àmbit domèstic. Per això, a més del propi mètode, s'ha treballat amb una amplitud important de les variables relacionades. Així, per exemple, s'ha considerat inviable, en un espai casolà, analitzar el compost i assolir el 50% d'humitat necessari per continuar amb l'anàlisi d'estabilitat. Tot i que s'ha calculat analíticament la humitat del compost que s'analitza, s'ha utilitzat el mètode descrit en un treball anterior (Rudé i Torres, 2008) per aproximar el valor de la humitat al que requereix el mètode.

En tots els experiments, l'anàlisi de les dades s'ha dut a terme a través de les temperatures assolides pel compost sotmès a l'anàlisi.

Taula 1.
Classificació del grau d'estabilitat del compost segons la variació de temperatura

Classe	Temperatura màxima neta (°C)	Grau d'estabilitat
I	40-50 (o superior)	Inestable
II	30-40	Actiu
III	20-30	Actiu
IV	10-20	Estable
V	0-10	Estable

Figura 11.
Representació de la corba de temperatura del compost i la seva classificació

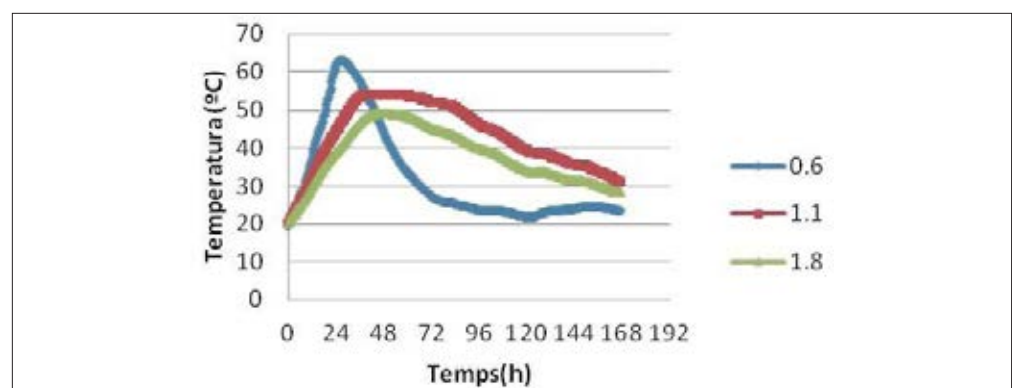


4.2.1. Influència de la llum de malla del tamisat i les variacions de temperatura ambiental amb material fresc

Com en el cas de la secció 4.1.1, s'han considerat tres llums de malla (0,6; 1,1 i 1,8 cm). S'ha tamisat compost amb aquestes tres llums de malla. Una fracció de cada tamisat s'ha col·locat en vasos Dewar en un recinte de temperatura relativament constant (laboratori) per conèixer l'estabilitat del material i la influència del tamisat en l'anàlisi. La resta del compost tamisat s'ha utilitzat en els sistemes domèstics aïllats, que s'han repartit entre l'exterior i l'interior del laboratori. El compost que utilitzat per a aquest experiment tenia una humitat del 58,5%.

Tal com s'observa a la figura 12, el compost triat per a aquest primer experiment és un material fresc que, aparentment, és més estable com més gran és la llum de malla. En realitat, en augmentar la llum de malla, augmenta el percentatge d'estructurant en el material i, per tant, augmenta el percentatge de material de molt baixa biodegradabilitat.

Figura 12.
Variació de la temperatura del material en els vasos Dewar



En el cas dels sistemes domèstics, la temperatura del compost puja de manera significativa quan els dispositius estan ubicats al laboratori (entre 20 i 32 °C), la qual cosa dóna a entendre que aquest sistema domèstic permetrà distingir alguns nivells d'estabilitat amb un termòmetre casolà. Quan els sistemes domèstics es deixen a la intempèrie, la pèrdua de calor a l'ambient és significativa i l'augment de temperatura del material es queda en uns 14 °C, i això indica que, a l'exterior, el sistema presenta dificultats per a una classificació fiable del compost.

4.2.2. Influència de la llum de malla del tamisat i les variacions de temperatura ambiental amb material estable

S'han repetit els mateixos experiments que en la secció 4.2.1. amb un compost estable, de manera que l'increment de temperatura experimentat en el material dels vasos Dewar anava entre els 6°C i els 12°C, segons la llum de malla emprada en el tamisat. Per a aquest assaig, la humitat del material va ser del 54%.

Els sistemes casolans (carmanyoles que es poden adquirir a qualsevol botiga) ubicats al laboratori (figura 13), com els vasos Dewar, han proporcionat increments de temperatura lleugerament inferiors als assolits en els vasos Dewar: d'entre 6 i 9°C. En canvi, els sistemes ubicats a l'exterior han proporcionat increments de temperatura massa baixos com per ser fàcilment discernits amb un termòmetre casolà senzill.

Figura 13.
Carmanyola aïllada
tèrmicament al laboratori
(esquerra) i vas Dewar
(dreta)



4.2.3. Influència de la llum de malla del tamisat i les variacions de temperatura ambiental en la reproductibilitat dels experiments

Novament, s'han repetit els experiments a l'exterior de les dues darreres seccions per tal d'observar la reproductibilitat en els diferents tamisats. Per al mateix compost (en aquest cas d'un 48% d'humitat), els dos tamisos més fins han proporcionat increments de temperatura, respecte de l'ambiental, de 6 a 7 °C; en canvi, la malla de mida superior ha donat increments de temperatura de 4 a 8 °C, per la qual cosa es descarta la malla d'1,8 cm per als propers experiments.

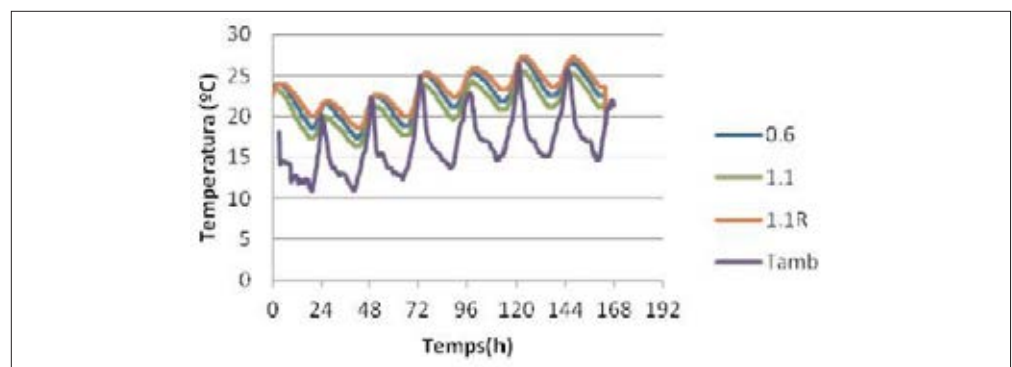
Tots els experiments realitzats a l'exterior han evidenciat un paral·lelisme entre els cicles de la temperatura ambiental (baixa de nit i puja de dia) i la temperatura del material. Atès que la fuga de calor en el sistema casolà ubicat a l'exterior és força més elevada a la nit, cal esperar l'existència d'un horari òptim per dur a terme l'experiment.

4.2.4. Influència dels cicles de temperatura ambiental en la reproductibilitat dels experiments

Novament, s'han repetit els experiments, a l'interior i a l'exterior, per tal d'observar les zones horàries de millor reproductibilitat. Per al mateix compost inestable, ara amb un 50 % d'humitat, a l'exterior, s'han obtingut les evolucions de temperatura que es mostren a la figura 12. En el cas dels sistemes casolans ubicats a l'interior del laboratori, si bé la forma del gràfic és similar, l'amplitud tèrmica és molt menor. L'anàlisi detallada dels cicles de temperatura obtinguts mostra que en els sistemes casolans existeix un desfasament en l'evolució del cicle de 2-4 hores, en els experiments realitzats a l'exterior, i de 6-7 hores, en els realitzats a l'interior.

De la figura 14 es desprèn que, si es té en compte el desfasament horari pertinent, en les zones vall es produeix una correlació més acurada amb la temperatura ambiental. Aquesta mateixa figura sembla indicar que les primeres 24 h d'incubació ja podrien donar una aproximació del tipus de compost que s'està analitzant.

Figura 14.
Evolució de la temperatura del material en els sistemes casolans ubicats a l'exterior



4.2.5. Influència de la compactació del compost

S'han tornat a realitzar els experiments de l'apartat anterior afegint una nova variable: la compressió, de la qual s'espera que proporcioni diferències de temperatura més elevades en els sistemes casolans. Per al mateix compost, portat a un 50% d'humitat, una part dels sistemes casolans han estat pressionats amb la força d'1 kg al damunt i una altra part no. Com en la secció anterior, no s'aprecien diferències significatives entre les dues llums de malla emprades; per tant, a partir d'ara només es treballarà amb la malla d'1,1 cm de llum perquè l'operació de tamisat resulta molt més senzilla. Els desfasaments observats en la secció anterior, també es mantenen, tant a l'interior com a l'exterior.

Els vasos de Dewar i els sistemes casolans ubicats dins del laboratori han proporcionat les mateixes temperatures, tant si s'ha compactat el material com si no. En canvi, els sistemes casolans amb compressió que s'han ubicat a l'exterior han evidenciat una pèrdua de calor significativament menor que els que operaven sense compressió. Així, la compressió del material ha proporcionat diferències de temperatura mesurables en l'àmbit casolà encara que l'assaig es realitzés a l'exterior.

4.2.6. Efecte del nivell d'humitat en l'anàlisi

Atès que assolir, amb precisió, el nivell d'humitat necessari per realitzar l'anàlisi és inviable en un entorn domèstic, s'ha realitzat un experiment per tal d'avaluar la influència de la humitat en l'assaig. Per això, s'ha tamisat un compost a 1,1 cm i s'ha dut a tres valors d'humitat diferents: 30, 50 i 70%. Després s'ha deixat evolucionar en els sistemes casolans i en els vasos Dewar. L'evolució de les temperatures no ha resultat afectada per la humitat fins al tercer dia

d'experiment. Si es té en compte que abans ja s'han produït dos cicles de temperatura de 24 h, i que els valors triats són fàcilment identificables per un compostaire amb experiència o mitjançant el mètode de la broqueta descrit anteriorment (Rudé i Torres, 2008), s'arriba a la conclusió que la variable humitat no ha de ser un problema important per a l'assaig en qüestió.

4.3. Test de germinació

Com en les dues metodologies prèviament tractades, en aquesta secció s'intenta acostar un assaig científic, com és el test de germinació (Zucconi et al, 1981), a escala domèstica. Per això, s'han dissenyat una sèrie d'experiments que indiquin si és possible substituir reactius o materials de l'assaig per materials que es poden trobar normalment en una llar i abaratir, així, els costos.

4.3.1. Influència de l'estabilitat del compost, de la qualitat del dissolvent i del recipient emprats

S'ha dissenyat una sèrie experimental en la qual s'ha utilitzat compost fresc i compost madur per preparar dues solucions nutrients per fer-hi créixer llavors de créixens. S'han preparat, en paral·lel, dissolucions amb aigua destil·lada (com indica el mètode) i aigua de l'aixeta, que després s'han col·locat en plaques de Petri (com indica el mètode) i en els recipients domèstics mostrats a la figura 15.

Figura 15.
Recipients domèstics
emprats en l'assaig



Lògicament, s'han observat importants diferències entre els dos tipus de compost. El percentatge de llavors germinades en el compost madur és 30-40 unitats superior al del compost fresc per a totes les combinacions de variables a causa de la fitotoxicitat que encara presenta aquest darrer.

S'ha observat que l'aigua de l'aixeta presenta índexs de germinació lleugerament superiors als de l'aigua destil·lada. Pel que fa als recipients emprats, els resultats en placa de Petri i en carmanyola no han presentat diferències significatives.

4.3.2. Influència del medi filtrant i reproductibilitat del sistema casolà

S'han dissenyat nous experiments amb compost fresc per preparar dues solucions nutrients. Una ha estat filtrada amb paper de filtre (com indica el mètode) i l'altra amb paper absorbent

de cuina. S'han preparat, en paral·lel, dissolucions amb aigua destil·lada i aigua de l'aixeta, que després s'han col·locat en plaques de Petri o en recipients domèstics.

No s'han detectat diferències significatives entre les solucions obtingudes mitjançant els dos medis filtrants diferents. D'altra banda, s'ha observat que la combinació domèstica (aigua de l'aixeta, paper absorbent per al filtrat i carmanyola) ofereix resultats amb elevada reproductibilitat.

4.3.3. Influència de l'edat de les llavors

S'ha dissenyat un experiment amb compost madur per preparar una solució sobre la qual fer-hi créixer llavors de créixens de dues edats diferents. En un recipient s'hi han fet créixer llavors acabades de comprar i en un altre recipient s'hi han fet créixer llavors comprades sis mesos abans. Atès que les llavors noves han presentat més d'un 80% de germinació en tots els sistemes experimentals i les llavors amb sis mesos d'antiguitat han presentat menys d'un 50% de germinació en tots els sistemes, l'edat de les llavors es converteix en una variable crítica d'aquest assaig.

El mateix assaig s'ha repetit un mes després d'obrir el sobre de llavors noves i s'han obtingut els mateixos resultats que quan s'acabava de comprar. Cal determinar, doncs, fins quan es podrà continuar utilitzant aquesta llavor.

5 Conclusions

La conclusió general d'aquest treball és que es pot aconseguir elaborar una metodologia simple i econòmica per tal que el compostaire conegui l'estat evolutiu del seu compost. A continuació, es detallen les conclusions assolides per a cada metodologia treballada.

5.1. Cromatografia de sòls

- Existeix poca bibliografia relacionada amb aquest assaig, però la referència bibliogràfica Restrepo Rivera, J. i Pinhero, S., 2011, ha resultat força útil.
- El procediment requereix un primer tamisat, que es pot efectuar amb una malla d'1,1 cm, que es pot aconseguir en les ferreteries, i un de posterior amb colador domèstic amb uns 2 mm de llum de malla.
- El procediment facilita cromatogrames sensiblement diferents a partir de composts de diferent grau d'estabilitat.
- L'asseccament a l'aire de la mostra de compost no impedeix el desenvolupament normal del cromatograma, únicament allarga el temps necessari per obtenir-lo.
- La quantitat de mostra seca de material necessària per efectuar l'anàlisi se situa al voltant de 5 g.
- La metodologia d'addició del dissolvent no ha estat una variable important en l'obtenció del cromatograma; en canvi, la manera d'agitar posteriorment la dissolució sí que ho ha estat. En aquest sentit, els millors resultats s'obtenen amb agitació manual suau o amb agitadors orbitals.
- La quantitat mínima de solució de nitrat de plata al 0,5% que es pot emprar és d'1 mL.

5.2. Test d'autoescalfament

- El tamisat requerit per al procediment casolà es pot efectuar amb una malla comercial d'1,1 cm d'orifici, que es pot trobar en la majoria de ferreteries. Amb aquesta malla, el mètode proporciona una excel·lent reproductibilitat.
- La ubicació del muntatge experimental és clau i té influència sobre el càlcul de la variació de la temperatura. La temperatura ambiental s'haurà de prendre unes 3 hores abans de prendre la temperatura del compost, en el cas d'estar ubicat a l'exterior, i unes 6 hores si és a l'interior. Les hores de menor temperatura del material són més adients per prendre com a referència.
- La compactació del material en el recipient casolà no afecta els resultats quan l'experiment es realitza a l'interior, però els millora substancialment quan s'efectua a l'exterior.

5.3. Test de germinació

- El test de germinació casolà proporciona informació sobre la idoneïtat d'aplicació del compost assajat. Si augmenta el percentatge de llavors germinades, menys fitotoxicitat presentarà el material.
- Aquest test es pot efectuar amb mitjans casolans com ara aigua de l'aixeta, paper de cuina absorbent i recipients plàstics, amb una bona reproductibilitat.
- L'edat de les llavors afecta de manera important els resultats de l'assaig.

6 Recomanacions

- Caracteritzar el cromatograma pel que fa a la tipologia de compostos químics presents en cada compost.
- Determinar el marge de temps que cal per assecar la mostra que després s'utilitzarà en la tècnica cromatogràfica.
- Construir una taula d'horaris, incloent-hi diferents èpoques de l'any, per a l'obtenció dels resultats en el test d'autoescalfament.
- En el test de germinació, cal estudiar diferents tipus de llavor i el seu període d'utilització.

7 Bibliografia

California Compost Quality Council (CCQC). Compost Maturity Index [en línia]. Technical Report (juny 2001). <www.ccqc.org>.

HABSOLD-PIEZUNKA, N. Eignung des Chroma-Boden-Tests zur Bestimmung von Kompostqualität und Rottegrad. Fakultät V - Mathematik und Naturwissenschaften, 2003.

HAUG, R.T. *The practical handbook of compost engineering*. BocaRaton [Fla.] Lewis Publishers Inc. 1993.

RESTREPO RIVERA, J.; PINHELRO, S. *Cromatografía: Imágenes de vida y destrucción del suelo*. México: Editorial Coas, 2011.

RUDÉ, E.; TORRES, R. «Avaluació de diferents models de compostadors domèstics» [en línia]. Exp. 255/07. Doc. 1552/07. Barcelona: Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i de Tractament de Residus (EMSHTR), 2008. <<http://www.amb.cat/web/emma/publicacions/tecnic>>.

ZUCCONI, F.; PERA, A.; FORTE, M.; DE BERTOLDI, M., 1981. «Evaluating toxicity of immature compost». *Bio-Cycle*. Vol. 22 (1981), p. 54-57.

VALIDACIÓ DEL MÈTODE DE LA BROQUETA PER A L'ESTIMACIÓ DE LA HUMITAT EN AUTOCOMPOSTATGE

Autor: **Daniel Franco González**

Resumen

El compost es un producto obtenido de la degradación de materia orgánica que puede ser utilizado como fertilizante o acondicionador del suelo. El proceso para obtenerlo es una forma importante de reciclar toda la materia orgánica producida a diario, principalmente de los restos de comida.

El proceso del compostaje se puede llevar a cabo tanto a escala industrial como en casa. En el primer caso, hay grandes infraestructuras para ayudar a la degradación de la materia orgánica, así como controles exhaustivos del proceso y de las propiedades del material que está compostando. No obstante, cuando se hace en casa el presupuesto no es el mismo, y el proceso es menor en producción. Aun así, es vital controlar todas las propiedades del compost, como su temperatura y humedad, durante el proceso, con el fin de que se desarrolle correctamente.

En el caso concreto del nivel de humedad, es necesario considerar que cuando es demasiado bajo, la velocidad de degradación de la materia orgánica es muy baja. Por otro lado, si es demasiado elevado se pueden producir condiciones anaeróbicas. Es importante, pues, situar el proceso en el rango de humedades adecuado. Sin embargo, se necesita un método barato y fiable para medir la humedad en el compostaje doméstico. Por eso, la intención de este trabajo es desarrollar un método que permita conocer la humedad de este material que está compostando.

El sistema propuesto se basa en introducir una brocheta en el material que está compostando y, a partir del aspecto que presenta al sacarla, saber si su humedad es correcta o no. Se ha diferenciado entre tres niveles de humedad: muy seco, correcto y muy húmedo. Así, este método simple, limpio, barato y eficaz puede ayudar a los compostadores a controlar su proceso.

Para establecer el método, se estudiaron diferentes factores que podían afectarlo: tiempo de contacto del material, tipo de brochetas a utilizar, nivel de compresión del material y existencia de una capa de material seco en el compostador. A continuación, se prepararon muestras de compost a diferentes niveles de humedad, y se fotografió la brocheta que se obtenía en cada una de las muestras. Una vez analizadas estas fotografías, se utilizaron como patrón para validar el método con otras personas. El resultado fue generalmente positivo, con un alto porcentaje de respuestas correctas, cosa que probó el buen funcionamiento del método propuesto.

Abstract

Compost is a product obtained from the decomposition of organic matter that can be used to fertilise or condition soil. The process by which it is obtained is an important way of recycling all the organic matter that is produced every day, mainly from leftover food.

The composting process can take place on an industrial scale or at home. In the former case, there are large-scale infrastructures to help with the decomposition of the organic matter, and thorough monitoring of the process and the properties of the composting material. However, when it takes place at home, the budget is not the same, and the process is smaller in terms of production. Nevertheless, it is vital to check all the properties of the compost during the process, such as its temperature and moisture, so that it develops correctly.

Care must be taken to make sure the moisture level is not too low, as in this case the reaction rate of the decomposition will also be very low. However, if the moisture level is too high, anaerobic conditions may occur. This means that it is important that the process has the right moisture range. Nevertheless, a cheap and reliable method to measure the moisture in home composting is necessary. This project therefore aims to develop a method that shows the moisture of this composting material.

The system proposed involves putting a skewer into the composting material and determining whether its moisture is correct or not based on its appearance after it has been pulled out. There were three moisture levels: too dry, correct and too wet. This simple, clean, cheap and reliable method can therefore help composters to monitor their process.

Various factors that could affect it were studied to determine the method: the contact time of the material, the kind of skewers to be used, the compression level of the material and the presence of a layer of dry material in the composter. Samples of compost with different moisture levels were then prepared, and the skewer obtained in each sample was photographed. Once these photos were analysed, they were used as a standard to validate the method with other people. The results were generally positive, with a high percentage of correct answers, which proved that the proposed method worked well.

Resum

El compost és un producte obtingut de la degradació de la matèria orgànica que es pot utilitzar com a fertilitzant o condicionador del sòl. El procés per obtenir-lo és una forma important de reciclar la matèria orgànica produïda diàriament, principalment les restes de menjar.

El procés del compostatge es pot dur a terme tant a escala industrial com a casa. En el primer cas, hi ha grans infraestructures que ajuden a la degradació de la matèria orgànica, així com controls exhaustius del procés i les propietats del material que es composta. No obstant això, quan es fa a casa, el pressupost no és el mateix i la producció del procés és menor. Tot i així, durant el procés és vital controlar totes les propietats del compost, com la temperatura i la humitat, per tal que es desenvolupi correctament.

En el cas concret del nivell d'humitat, cal considerar que quan aquest és massa baix la velocitat de degradació de la matèria orgànica és molt baixa. D'altra banda, si és massa elevat es poden produir condicions anaeròbiques. És important, doncs, situar el procés en l'interval d'humitats adequat. Tanmateix, es necessita un mètode barat i fiable per mesurar la humitat en el compostatge domèstic. Per això, la intenció d'aquest treball és desenvolupar un mètode que permeti conèixer la humitat del material que es composta.

El sistema proposat es basa en la introducció d'una broqueta en el material que es composta i, a partir de l'aspecte que presenta en treure-la, saber si la humitat és correcta o no. S'han distingit tres nivells d'humitat: molt sec, correcte i molt humit. Així, aquest mètode senzill, net, barat i eficaç pot ajudar els compostaires a controlar el seu procés.

Per establir el mètode, es van estudiar diferents factors que el podien afectar: el temps de contacte del material, el tipus de broquetes que cal utilitzar, el nivell de compressió del material i l'existència d'una capa de material sec al compostador. A continuació, es van preparar mostres de compost amb nivells diferents d'humitat i es va fotografiar la broqueta que s'obtenia en cadascuna de les mostres. Un cop analitzades les fotografies, es van utilitzar com a patró per validar el mètode amb altres persones. El resultat va ser generalment positiu, amb un percentatge elevat de respostes correctes, cosa que va demostrar el bon funcionament del mètode proposat.

1 Introducció

El reciclatge de la matèria orgànica es basa a establir un cicle, en el qual la matèria orgànica de rebuig serveix per donar propietats beneficioses al sòl per tal que en pugui créixer de nova. Per fer això, el principal mètode que cal seguir és el compostatge.

El compostatge, tal com el defineix Haug, és la descomposició i estabilització biològica de matèria orgànica, sota condicions que permeten el desenvolupament de temperatures termofíliques com a resultat de la calor produïda biològicament, per produir un producte final estable, lliure de patògens i llavors de plantes i que pot ser aplicat al sòl amb efectes beneficiosos.

Aquest compostatge es pot fer de dues maneres diferents:

– A escala industrial, on se sol fer per càrregues. Aquest tipus de compostatge consta de tres etapes:

- Preparació, on es prepara la matèria orgànica per a la reacció i es fan servir estructurants i condicionadors.
 - Procés, que consta d'una reacció en dues fases.
 - Descomposició, on hi ha un trencament de molècules cap a altres de més senzilles.
 - Curació, on es produeix una formació de macromolècules més estables.
 - Afinament, que serveix per adequar el compost a les condicions de venda o ús posterior.
- En un àmbit casolà, o autocompostatge, on les fases del procés es produeixen simultàniament. En aquest tipus de compostatge, com que es fa a casa, hi ha menys costos i producció que en l'industrial, i serveix com a alternativa per anar substituint-lo a poc a poc.

Independentment de com es dugui a terme el compostatge, s'han de tenir en compte diverses propietats que poden influir en el procés, com ara la humitat o el pH de la mostra. En el cas de la humitat, una de les propietats més importants, s'haurà de distingir si el compost és:

- Molt sec, si té una humitat inferior al 40%. Si és així, el procés aniria massa lent.
- Correcte, si té una humitat entre el 50 i el 60%. El procés es desenvoluparia de manera òptima.
- Molt humit, si té una humitat superior al 70%. En aquest cas, es podrien produir condicions anaeròbiques.

Com que és tan important, caldrà mesurar-la bé per tal de comprovar que el procés es desenvolupa en les condicions idònies. Els mètodes existents per mesurar-la són:

- En l'àmbit industrial:
 - Mètode gravimètric, que consisteix a pesar una mostra de compost, assecar-la en una estufa i, mitjançant la diferència de massa, calcular la humitat. Presenta els desavantatges que no és immediat i que suposa la pèrdua d'una part del compost total.
 - Sensors, que permeten una mesura instantània però tenen un cost més elevat.
- En l'autocompostatge s'utilitza el mètode de la croqueta, en el qual s'agafa una mostra, s'estreny amb la mà, i segons l'aigua que hi regalimi es pot saber la humitat aproximada de la mostra. No obstant això, és un mètode brut i que presenta un possible risc de tallada amb petites branques o ossos quan s'estreny el material.

Atès que tots els mètodes existents presenten inconvenients per a un control casolà continu, seria convenient trobar-ne un que fos simple i igualment efectiu. És per això que s'ha realitzat aquest treball, amb l'objectiu de desenvolupar aquest mètode.

2 Objectiu

L'objectiu d'aquest projecte és desenvolupar un mètode senzill, barat, net i fiable per estimar la humitat d'una mostra de compost: el mètode de la broqueta. Per tal de fer això, caldrà estudiar els efectes de diferents factors que poden afectar aquest mètode, com són el tipus de broquetes, la manera d'introduir-les, el temps mínim de contacte, el grau de compressió del compost i l'existència d'una capa de compost més sec. Per últim, es comprovarà el mètode amb compostaires.

3 Materials i mètodes

Els experiments realitzats durant aquest projecte estaven enfocats a l'estudi de mostres de compost a 5 humitats diferents entre el 30% i el 80%. Per tal de fer això, s'han seguit diferents mètodes que han requerit materials adients per dur-los a terme. Aquests es troben recollits a continuació.

3.1. Broquetes

Pel que fa a les broquetes, s'han utilitzat broquetes de dos materials diferents: fusta natural i de bambú. A més, de les de fusta natural se n'han utilitzat de dues marques diferents, Don Palillo i Maxi Madera. Amb això, es podran realitzar experiments per comprovar el grau d'influència tant del material com de la marca de les broquetes.

3.2. Compost inicial

El compost inicial emprat prové d'autocompostatge. Es va provar primerament el compost A, que presentava les següents característiques.

Taula 1.
Característiques
del compost A

Compost	Humitat [%]	Densitat [g/cm ³]	Sòlids Volàtils [%]	Estabilitat
A	51,5	0,35	57,6	Classe V

Com que la humitat del compost A (51,5%) és més elevada que la humitat mínima que es vol estudiar (30%), i és més complicat reduir la humitat d'una mostra sense que quedin afectades les propietats que no pas elevar-la, es va decidir buscar un altre compost per fer servir com a inicial. Aquest va ser el compost B, que presentava les següents característiques:

Taula 2.
Característiques
del compost B

Compost	Humitat [%]	Densitat [g/cm ³]	Sòlids Volàtils [%]	Estabilitat
B	18,5	0,28	65,3	Classe V

En aquest cas, la humitat del compost inicial és menor que la mínima que es vol estudiar, i es pot augmentar fàcilment afegint-hi la quantitat adient d'aigua. Es va treballar, doncs, amb el compost B.

3.3. Condicionament del compost

3.3.1. Preparació de mostres

Per preparar les mostres, es pesa una quantitat de compost, es posa en un vas de precipitats, s'hi afegeix la quantitat d'aigua adient per obtenir la humitat desitjada i es deixa reposar la mostra durant 48 hores. Es remena cada 12-24 h per tal d'homogeneïtzar la mostra.

3.3.2. Pressió aplicada

Quan el compost es troba en un compostador, aquest pateix la pressió de tot el material que té a sobre. Aquesta pressió ha estat simulada afegint un pes a sobre de manera que fes una pressió equivalent en el vas de precipitats a la que hi hauria al compostador. Per calcular-la, s'ha suposat una producció de 50 kg de compost per a un compostador combox. Amb aquesta dada i sabent les mesures del compostador es va poder calcular la pressió que patia la part més baixa i així ens vam posar en el pitjor dels casos per obtenir un contrast més accentuat.

3.3.3. Condicions de fotografia

Per tal que totes les fotografies siguin comparables, cal que tinguin la mateixa lluminositat i que estiguin fetes sota les mateixes condicions. Per fer-ho, s'ha emprat un sistema com el de la figura 1, format per:

- Llum de sobretaula, que assegura que la llum de les fotografies sigui constant. Es va descartar la llum natural a causa de possibles variacions a diferents hores del dia o per condicions climatològiques.
- Capsa, per elevar el llum de sobretaula. D'aquesta manera, la llum no hi incideix tan directament i s'eviten reflexos.
- Fons blanc, per provocar més contrast amb la broqueta i apreciar millor quin aspecte té en les fotografies. El fons va ser de plàstic per evitar que pogués absorbir part de la humitat de la broqueta i perquè el color fos més clar.

Figura 1.
Sistema d'il·luminació



3.3.4. Reciclatge del compost

Tot el compost que s'ha utilitzat durant els experiments ha estat abocat en un bidó i reutilitzat en els Camps Experimentals de la Universitat de Barcelona. D'aquesta manera, s'ha produït un reciclatge de les mostres utilitzades pels diferents experiments.

4 Resultats i discussió

Els experiments realitzats es troben recollits en la graella de la taula 3.

Taula 3.
Graella d'experiments

Categoria	Experiment
Preliminars	Temps mínim de contacte Tipus de broquetes Manera d'introduir la broqueta
Establidors del mètode	Diferents humitats Influència de pressió Influència de capa seca
Comprovadors del mètode	Estudi estadístic de l'eficàcia del mètode Comprovació del mètode en un compostador

Les humitats que es van proposar per ser estudiades van ser 30, 40, 55, 70 i 80%. En preparar les mostres, es va descartar la del 80% perquè el vas de precipitats quedava inundat, tal com es pot observar a la figura 2, i en introduir la broqueta només sortia mullada. La comparació de les altres imatges va donar lloc al resultat recollit en la taula 4.

Figura 2.
Mostra preparada
amb un 80 % d'humitat



Taula 4.
Aspecte de les broquetes
per les diferents humitats

Humitat [%]	Aspecte de la broqueta
30	
40	
55	
70	

Es pot observar que les broquetes del 30 i el 40% d'humitat són pràcticament iguals, i és difícil diferenciar entre una humitat o una altra. Per això es va decidir eliminar aquesta última, de manera que van quedar 3 humitats per a 3 nivells d'humitat diferents: 30% per a molt sec, 55% per a correcte i 70% per a molt humit.

4.1. Temps mínim de contacte

Es va provar quin era el temps de contacte mínim que es requeria per tal que la broqueta quedés ben impregnada en extreure-la de la mostra. Per fer-ho, es van introduir diferents broquetes en la mateixa mostra alhora i es van anar extraient progressivament, de manera que cada broqueta que se n'extreia, hi havia estat més temps que l'anterior. Els resultats obtinguts es poden veure a la taula 5.

Taula 5.
Aspecte de les broquetes amb
diferents temps de contacte

Temps de contacte [s]	Aspecte de la broqueta
5	
10	
20	
40	
60	

A partir dels resultats, s'observa que no hi ha diferències significatives entre l'aspecte de totes les broquetes i que, per tant, un temps de contacte de 5 s serà suficient. Temps menors a aquests 5 segons s'han descartat a causa de la dificultat de calcular-los amb precisió en l'àmbit casolà.

4.2. Influència del material de la broqueta

Com ja s'ha comentat abans, s'han fet servir broquetes de dos materials diferents: fusta natural i bambú. S'ha realitzat una comparació de l'aspecte de les broquetes amb cada material per a diferents humitats, i s'han obtingut els resultats que es poden observar a la taula 6.

Taula 6.
Comparació de l'aspecte
de les broquetes
de diferents materials

Humitat [%]	Fusta Natural	Bambú
30		
55		
70		

Els resultats demostren que el tipus de broqueta no influeix en el bon funcionament del mètode, ja que en tots dos casos es pot distingir amb claredat entre els tres nivells d'humitat. No obstant això, es va realitzar un altre experiment per comprovar que això fos així. Per fer-ho, 15 persones van realitzar una punxada a una mostra amb cada una de les dues broquetes, i intentaven esbrinar quin era el nivell d'humitat segons l'aspecte que tenien tots dos casos. Els resultats de l'experiment, tractats estadísticament, van demostrar que el nivell d'encert era el mateix en tots dos materials i que, per tant, el material no influïa en el desenvolupament correcte del mètode.

4.3. Influència de la marca de la broqueta

Es va realitzar un experiment semblant a l'anterior però per les dues marques de broquetes de fusta natural: Don Palillo i Maxi Madera. Els resultats es poden observar a la taula 7.

Taula 7.
Comparació de l'aspecte
de les broquetes
de diferent marca

Humitat [%]	Don Palillo	Maxi Madera
30		
55		
70		

La comparació de les imatges demostra que rotant la broqueta s'aconsegueix que la brutícia quedi enganxada més homogèniament i que, per tant, sigui més fàcil distingir entre els diferents nivells d'humitat. Tot i així, la introducció sense rotació també permet aquesta diferenciació, encara que no sigui tan clara com la introducció amb rotació.

4.4. Manera d'introduir-les

Un cop vist que ni el material ni la marca de les broquetes estudiades influïa en el mètode, es va estudiar la manera d'introduir la broqueta a la mostra. Inicialment es va considerar introduir-la recta, per tal que quedés clavada perpendicularment a la superfície del compostador, i deixar-la el temps mínim de contacte per després extreure-la. No obstant això, es va pensar després en la idea de fer una lleugera rotació amb la broqueta un cop està introduïda, fent que roti 2-3 voltes abans de deixar-la durant el temps mínim. La comparació entre les dues formes d'introducció descrites va donar lloc als resultats descrits a la taula 8.

Taula 8.
Comparació de l'aspecte de les broquetes amb diferents maneres d'introducció

Humitat [%]	Introducció sense rotació	Introducció amb rotació
55		
70		

La comparació de les imatges demostra que rotant la broqueta s'aconsegueix que la brutícia quedi enganxada més homogèniament i que, per tant, sigui més fàcil distingir entre els diferents nivells d'humitat. Tot i així, la introducció sense rotació també permet aquesta diferenciació, encara que no sigui tan clara com la introducció amb rotació.

4.5. Mètode de la broqueta: estimació de la humitat del compost

Després de realitzar tots els experiments previs, ja es pot establir bé el mètode proposat per a l'estimació de la humitat del compost. Aquest mètode es va resumir en una carta d'humitats (figura 3), la qual explica els passos que cal seguir i dóna instruccions per a cadascun dels nivells d'humitat.

Figura 3. Carta d'humitats

Carta d'humitats pel mètode d'estimació amb la broqueta

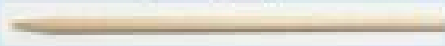
Es recomana fer un seguiment periòdic de la humitat del material que està compostant, per tal de contrarestar possibles efectes adversos amb la major rapidesa possible.

Això es pot fer seguint el següent procediment:

1. Agafar una broqueta de fusta.
2. Introduir la broqueta en el material que està compostant. Almenys 1/4 de la broqueta ha d'arribar a la zona on es volgui mesurar-ne la humitat.
3. Rotar lentament la broqueta, fent 3-5 voltes mentre està dins del material compostant.
4. Mantenir la broqueta clavada un mínim de 3 segons*, i després treure-la.
5. Mirar l'aspecte de la broqueta i comparar-lo amb les fotografies de referència, situades al revers d'aquest full. El bol o etiqueta de la imatge que més s'assembli a la broqueta indicarà el nivell d'humitat del material.


*Per exemple, comptant de 301 a 303.

Molt sec



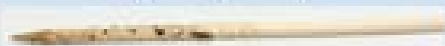
Si el nivell d'humitat és massa sec, cal regar lentament el material que està compostant, procurant que l'aigua es distribueixi homogèniament pel compostador.

Correcte



Si el nivell d'humitat és correcte, no és necessari fer cap modificació al procés s'està donant correctament.

Molt humit








Si el nivell d'humitat és massa humit, cal remenar el compost per tal que aquest s'aïregi. Si no és suficient, afegir un agent reductor d'humitat, com ara semadures o grans d'arròs.

Amb el mètode ja establert, es va realitzar un experiment estadístic per comprovar que el mètode realment funcionés. Aquest va consistir a fer que 30 persones seguissin el mètode i mirar d'esbrinar el nivell d'humitat de 4 mostres diferents. Els resultats van ser positius, perquè el nivell d'incert és el mateix en tots tres nivells d'humitat. Aquest va ser superior al 75% per les humitats baixa i alta, fet que demostra que el mètode és fiable.

Es va provar després el mètode directament al compostador, però aquest es trobava en una humitat en la frontera entre el compost correcte i molt humit, cosa que va provocar una divisió de resultats. Amb tot, això es va prendre com a positiu, ja que un nivell d'humitat no gaire definit dóna resultats no gaire definits.

Taula 9.
Comparació de l'aspecte de les broquetes amb compressió del compost i sense

Humitat [%]	Sense compressió	Amb compressió
30		
40		
55		
70		









4.6. Influència del grau de compressió

Un cop establert el mètode, es va comprovar si la compressió que pot patir el compost en un compostador afecta d'alguna manera els resultats. Simulant la pressió amb un pes, com s'ha explicat amb anterioritat, els resultats obtinguts es recullen a la taula 9.

4.7. Influència de la capa seca

Els compostadors presenten obertures a l'exterior per on s'aboca o es recull el material. Aquestes obertures fan que amb l'aire o la calor de fora, la capa més exterior de compost s'assequi més, i això provoca que la seva humitat sigui menor que la del centre. Com que és un fenomen molt freqüent, s'ha estudiat quin efecte té en el funcionament del mètode. La capa seca s'ha simulat afegint a sobre de les mostres anteriors una fina capa de compost B, amb una humitat menor a la de totes les mostres estudiades. Els resultats obtinguts es troben recollits a la taula 10.

Taula 10.
Comparació de l'aspecte de les broquetes amb capa seca i sense

Humitat [%]	Amb compressió	Amb compressió i capa seca
30		
40		
55		
70		

L'aspecte de les broquetes és molt similar, amb la petita diferència que en la humitat més elevada les partícules que hi queden enganxades són més petites i d'aspecte més sec. Tot i així, es diferencien bé els nivells d'humitat, cosa que permet que el mètode es pugui aplicar sense problemes.

5 Conclusions

Després de realitzar tots els experiments, es va arribar a les conclusions següents:

- El tipus de fusta i la marca de la broqueta no afecten el resultat de l'experiment, de manera que els aspectes finals de les broquetes són molt similars per a les que s'han provat.
- En les condicions de treball, especialment a causa del tipus de compost, no va ser possible treballar en el laboratori amb mostres d'humitat molt elevada (més del 70%), ja que

el vas de precipitats quedava totalment inundat. Com a conseqüència, els experiments planejats per a una humitat del 80% van ser descartats.

– La diferència entre les humitats del 30 i el 40% és massa petita com per establir diferents nivells d'humitat per a cada una. Així, el mètode final consta només de tres nivells d'humitat diferents.

– El mètode definit funciona correctament, ja que s'obtenen resultats positius en els experiments realitzats per a comprovar-ne l'eficàcia.

– Per a valors d'humitat que es troben en la frontera dels diferents nivells d'humitat s'obté una divisió de resultats.

– El nivell de compressió té poca influència en el bon funcionament del mètode, així com la presència d'una capa de compost sec.

– La carta d'humitats mostra el resultat de tot el treball realitzat, amb el mètode explicat i llest per ser donat als compostaires per tal que el segueixin.

6 Recomanacions

Amb el treball realitzat es pot donar per establert el mètode proposat. No obstant això, es podria aprofundir més en l'estudi si es disposés del temps i dels recursos necessaris. A continuació hi ha un seguit de recomanacions per continuar l'estudi d'aquest mètode en un futur:

– Estudiar més a fons les fronteres dels nivells d'humitat.

– Estudiar les diferents humitats directament del compostador.

– Analitzar com funciona el mètode amb compostaires experts.

– Provar el mètode amb compost menys madur.

– Estudiar altres materials que puguin fer la mateixa funció que la fusta per tal que les broquetes puguin ser utilitzades més d'un cop.

EL COMPOSTATGE

domèstic i comunitari
.....
Treballs de recerca

Com a part important del programa de prevenció de residus de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) s'ha establert un marc estable de cooperació amb el món universitari mitjançant la convocatòria periòdica d'ajuts a la recerca.

Darrerament, l'autocompostatge s'ha abordat en diversos treballs de final de carrera o de mestratge que representen aportacions molt valuoses per dissenyar experiències de compostatge domèstic i comunitari. En aquest sentit, el coneixement que genera la universitat pren, mitjançant l'acció institucional, un potencial transformador capaç de contribuir a la minimització dels residus orgànics.

L'objecte d'aquesta publicació és fer difusió dels treballs d'investigació sobre el compostatge domèstic i comunitari a l'àrea metropolitana de Barcelona.