

REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LOS MANUALES DE COMPOSTAJE DOMÉSTICO SUMINISTRADOS EN LAS CAMPAÑAS MUNICIPALES



GONZALO POCOVÍ LABARRA

2016





UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

Se autoriza al alumno **D. Gonzalo Poció Labarra**, a realizar el Trabajo Fin de Máster titulado: "Revisión y análisis de los manuales de Compostaje doméstico suministrados en las campañas municipales", bajo la dirección de D^a. Marga López Martínez, debiendo cumplir las normas establecidas para la redacción del mismo que están a su disposición en la página Web específica del Master.

Orihuela, 23 de febrero de 2016

La Directora del Máster Universitario de Investigación en Gestión, Tratamiento y Valoración de Residuos Orgánicos


 Fdo.: Concepción Paredes Gil
 MIGUEL HERNÁNDEZ
 CAMPUS DE ORIHUELA
 DEPARTAMENTO DE
 AGROQUÍMICA Y
 MEDIO AMBIENTE

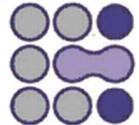
TRIBUNAL	
FECHA:	
PRESIDENTE:	FIRMA:
VOCAL:	FIRMA:
VOCAL:	FIRMA:





ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

**Máster Universitario de Investigación en
Gestión, Tratamiento y Valorización de Residuos Orgánicos**



Revisión y análisis de los manuales de Compostaje doméstico suministrados en las campañas municipales

Vº Bº DIRECTOR

Marga López

Vº Bº ALUMNO

Gonzalo Pocoví



REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MASTER

IDENTIFICACIONES

Autor: Gonzalo Alejandro Pocoví Labarra

Título: Revisión y análisis de los manuales de compostaje doméstico suministrados en las campañas municipales.

Title: Review and analysis of the home composting user's manuals included in campaigns.

Directora del TFM: Marga López

Año: 2016

Titulación: Máster Universitario de investigación en Gestión, Tratamiento y Valorización de residuos orgánicos

Tipo de proyecto: Trabajo Fin de Master (TFM)

Palabras claves: Compostaje doméstico. Autocompostaje. Manuales de compostaje. Campañas municipales.

Keywords: Backyard composting. Home composting. Home composting schemes. Home composting manual /guide.

Nº citas bibliográficas: 31

Nº de planos: 0

Nº de tablas: 38

Nº de figuras: 31

Nº de anexos: 1



RESUMEN

El compostaje doméstico puede ser considerado como una corriente emergente, en el ámbito estatal y europeo, entre las estrategias de prevención y reducción de residuos. Esta práctica ancestral, vuelve a ser valorada en la actualidad como una estrategia más para hacer frente al complejo problema de la gestión de los bioresiduos urbanos.

El presente trabajo pretende revisar y analizar los manuales de compostaje utilizados para la formación de los ciudadanos que realizan esta práctica. En la mayoría de las campañas de promoción del compostaje los manuales son entregados a los usuarios como complemento de los talleres de formación.

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica por Internet y se han encontrado cerca de 50 publicaciones, 35 de las cuales han sido seleccionadas para ser analizadas. La selección se ha realizado siguiendo criterios de representación territorial, alcance de las campañas y calidad de los contenidos. Se incluyen también manuales latino y norte americanos, así como del norte de Europa para contrastar los contenidos formativos.

En primera instancia se describen las características editoriales de las publicaciones. En una segunda instancia se analiza la información sobre la instalación, puesta en marcha y mantenimiento del compostador. En una tercera instancia se examinan las recomendaciones sobre los materiales biodegradables que hay que gestionar con moderación o cuidado y los que no son recomendados para compostar. En una cuarta etapa, se consideran las recomendaciones sobre los problemas frecuentes y sus soluciones. Por último, se contrastan los contenidos de los manuales con publicaciones científicas referentes.

El análisis realizado encuentra disparidad de criterios entre los manuales en relación a los contenidos y metodología de proceso analizada. Entre los aspectos analizados destacamos la preparación de la base, la forma de alimentación, el sistema volteo y riego del compostador, el control de la temperatura y humedad y la proporción de restos “verdes” y restos “marrones” en pos de un equilibrio de nutrientes. Por último, destacamos la variabilidad en cuanto a la duración esperada del proceso hasta la obtención del compost.

Como reflexión final señalamos que el manual ideal debería proponer una metodología de proceso que encuentre un punto de equilibrio entre tres tipos de objetivos: el agronómico, que implica la obtención de un compost de máxima calidad, higienizado y estabilizado; el ambiental, en relación a la prevención de residuos, que permita el aprovechamiento de la mayoría de materiales orgánicos presentes en un hogar; y por último el funcional, que sea fácil e implique un mínimo control y mantenimiento, y pueda convertirse en hábito del usuario.

ABSTRACT

Home composting can be considered an emerging trend among strategies to prevent and reduce waste, both in Spain and elsewhere in Europe. Today, this ancient practice is once again being valued as another strategy to deal with the complex problem of managing biodegradable municipal waste.

This paper aims to review and analyse composting manuals used to train citizens who perform this practice. In most campaigns aimed at promoting composting, manuals are delivered to users as a complement to training workshops.

A literature search was conducted on the Internet and found almost 50 of these manuals, 35 of which were selected for analysis. The selection was made according to territorial representation, scope of campaigns and content quality criteria. The selection also included manuals from North America, Latin America and Northern Europe to contrast training content.

First, editorial features of the publications are described. Second, information of installation, start up and maintenance of the composter is analysed. Third, recommendations on biodegradable materials that must be managed carefully or which are not recommended for composting are examined. In the fourth part, recommendations on commonly encountered compost problems and solutions are considered. Finally, the contents of the manuals are contrasted with scientific publications.

The analysis carried out found differences between manuals regarding both contents and the process methodology. Among the issues discussed, we emphasize: the preparation of the bed of the composter, the feeding system, the turning and watering system, the temperature and moisture control and the proportion of "greens" and "browns" to maintain a nutrient balance. Finally, we highlight the variability found in the expected duration of the composting process.

As a final thought, we suggest that the ideal manual should propose a process methodology which achieves a balance between three types of objectives: agronomic, which involves obtaining a high quality compost which is sanitized and stabilized; environmental with regard to the prevention of waste, which permits the highest quantity of organic materials present in the home to be used; and finally the functional, it has to be as easy as possible and to require minimal control and maintenance so that it may become a habit for the user.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	15
1.1	GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS MUNICIPALES	16
1.2	MARCO LEGAL	20
1.3	EL COMPOSTAJE	22
1.4	EL COMPOSTAJE DOMÉSTICO	28
1.5	LAS CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN	37
2	OBJETIVOS	40
3	METODOLOGÍA	41
3.1	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	41
3.2	TRATAMIENTO DE DATOS.....	42
4	RESULTADOS	50
4.1	INFORMACIÓN DESCRIPTIVA BÁSICA DE LOS MANUALES	54
4.2	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL COMPOSTADOR	58
4.3	FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO Y CONTROL DEL COMPOSTADOR.....	67
4.4	MATERIALES BIODEGRADABLES NO RECOMENDADOS PARA COMPOSTAR.....	78
4.5	MATERIALES QUE SE PUEDEN COMPOSTAR CON CUIDADO O MODERACIÓN	82
4.6	BENEFICIOS DEL COMPOSTAJE Y APLICACIÓN DEL COMPOST	85
4.7	INFORMACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS FRECUENTES Y SU SOLUCIÓN	87
5	DISCUSIÓN	92
5.1	PUESTA EN MARCHA DEL PROCESO	93
5.2	MEZCLA INICIAL Y MATERIALES.....	95
5.3	MANTENIMIENTO Y CONTROL.....	101
5.4	REFLEXIÓN FINAL.....	106
6	BIBLIOGRAFÍA	109

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Jerarquía Europea en la gestión de residuos</i>	16
<i>Figura 2 Esquema conceptual de la gestión de los restos orgánicos domésticos</i>	18
<i>Figura 3 Ecuación general del proceso de compostaje</i>	23
<i>Figura 4 Fases del proceso de compostaje</i>	25
<i>Figura 5 Modelos de compostadores de fabricación casera.</i>	28
<i>Figura 6 Tipos de compostadores comercializados en España</i>	29
<i>Figura 7 Ciclo de la materia orgánica doméstica y compostaje</i>	30
<i>Figura 8 Esquema conceptual del compostaje</i>	30
<i>Figura 9 Municipios que participan del PDAM - 2013</i>	34
<i>Figura 10 Posibles espacios de compostaje – Espacios residenciales – PDAM El Papiol 2013</i>	35
<i>Figura 11 Metodología para la implantación del Pla d’Autocompostatge Metropolità – Formación</i>	37
<i>Figura 12 Materiales suministrados en la campaña de compostaje del AMB</i>	38
<i>Figura 13 Cantidad de manuales editados por Comunidad Autónoma</i>	53
<i>Figura 14 Cantidad de manuales por país de publicación</i>	54
<i>Figura 15 Entidades que promueven la publicación de los manuales analizados - Mundo</i>	55
<i>Figura 16 Orientación pedagógica de los manuales</i>	57
<i>Figura 17 Recomendaciones sobre el tipo de compostador y sistema de compostaje</i>	58
<i>Figura 18 Recomendaciones sobre la ubicación del compostador</i>	60
<i>Figura 19 Recomendaciones sobre el sistema de carga del compostador</i>	64
<i>Figura 20 Ilustraciones de sistemas de carga del compostador</i>	64
<i>Figura 21 Ilustraciones sobre la proporción de restos verdes y marrones recomendada</i>	65
<i>Figura 22 Necesidades de los microorganismos</i>	67
<i>Figura 23 Control de la humedad: prueba de la croqueta o puño</i>	70
<i>Figura 24 Control de la humedad: interpretación de la prueba de la croqueta y de los dedos</i>	70
<i>Figura 25 Reglas para el buen funcionamiento del compostador</i>	76
<i>Figura 26 Control doméstico de parámetros.</i>	77
<i>Figura 27 Restos “no compostables”</i>	78
<i>Figura 28 Recomendaciones sobre los restos a compostar con “cuidado” o “moderación”</i>	84
<i>Figura 29 Recomendaciones para la aplicación del compost obtenido</i>	86
<i>Figura 30 Recomendaciones para la solución de posibles problemas</i>	87
<i>Figura 31 Evolución de la temperatura en un compostador doméstico (Lladó y Pujol, 2013)</i>	104
<i>Figura 32. Evolución de la masa en un compostador doméstico (Lladó y Pujol, 2013)</i>	105
<i>Figura 32. Relación de intereses en los manuales de compostaje doméstico</i>	107

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	<i>Potencial de prevención de residuos mediante el compostaje doméstico. PDAM 2013.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Palabras claves utilizadas en la búsqueda de manuales de compostaje.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Bloques temáticos que agrupan la información presente en los manuales.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 4</i>	<i>Bloque A: Información descriptiva básica de los manuales.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 5</i>	<i>Bloque B: Información sobre la instalación y puesta en marcha.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 6</i>	<i>Bloque C: Información sobre el funcionamiento, mantenimiento y control del compostador.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 7</i>	<i>Bloque D: materiales biodegradables no recomendados para compostar.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 8</i>	<i>Bloque E: materiales que se pueden compostar con cuidado o moderación.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 9</i>	<i>Bloque F: Información sobre la aplicación del compost y beneficios del compostaje.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 10</i>	<i>Bloque G: Información sobre los problemas frecuentes.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 11</i>	<i>Manuales de compostaje doméstico seleccionados.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 12</i>	<i>Manuales editados por comunidad autónoma – España.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 13</i>	<i>Entidades que promueven la publicación de los manuales analizados en España.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 14</i>	<i>Publicación de los manuales analizados en España por comunidad autónoma.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 15</i>	<i>Formato de publicación de los manuales.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 16</i>	<i>Recomendaciones sobre el formato de los recipientes para compostar.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 17</i>	<i>Recomendaciones sobre la ubicación del compostador – Insolación.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 18</i>	<i>Recomendaciones sobre la instalación del compostador – Material para adecuar la base del compostador.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 19</i>	<i>Recomendaciones sobre la instalación del compostador – Altura que debe tener la base del compostador.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 20</i>	<i>Proporción de los restos secos/húmedos recomendados (en volumen).....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 21</i>	<i>Recomendaciones sobre el tamaño de los restos a aportar.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 22</i>	<i>Humedad de la pila – % de humedad.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 23</i>	<i>Humedad de la pila – metodología de control.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 24</i>	<i>Recomendaciones sobre la humedad del material – frecuencia de riego.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 25</i>	<i>Volteo del material – frecuencia de volteo.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 26</i>	<i>Volteo del material – Tipo de volteo.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 27</i>	<i>Duración del proceso de compostaje – duración mínima.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 28</i>	<i>Duración del proceso de compostaje – duración máxima.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 29</i>	<i>Recomienda aceleradores del proceso.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 30</i>	<i>Materiales biodegradables no recomendados para compostar.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 31</i>	<i>Materiales que se pueden compostar con cuidado o moderación.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 32</i>	<i>Información sobre los beneficios que comporta el compostaje.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 33</i>	<i>Información sobre los problemas frecuentes – Exceso de humedad.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 34</i>	<i>Información sobre los problemas frecuentes - La pila está muy seca.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 35</i>	<i>Información sobre los problemas frecuentes - Olor a amoníaco.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 36</i>	<i>Información sobre los problemas frecuentes - Olor a podrido o mal olor.....</i>	<i>90</i>

Tabla 37 Información sobre los problemas frecuentes - Las mosquitas de la fruta..... 91
Tabla 38 Características de la FORS y la FV-Poda..... 96



1 INTRODUCCIÓN

El compostaje doméstico puede ser considerado como una corriente emergente, en el ámbito estatal y europeo, entre las estrategias de prevención y reducción de residuos. Esta práctica tan utilizada en el pasado, vuelve a ser valorada hoy como una estrategia más para hacer frente al complejo problema de la gestión de los bioresiduos urbanos (Barrena *et al.*, 2014; Lleó *et al.*, 2013; Martínez Blanco *et al.*, 2010; Rudé y Torres, 2008; Storino, 2014).

En Torras (2012) se recopilan más de 500 experiencias de compostaje doméstico en todo el estado español. Se analizan, entre otros aspectos, los agentes promotores, los sistemas de comunicación, seguimiento y evaluación, los materiales utilizados y los perfiles de usuarios de los proyectos de compostaje con el fin de promocionar y compartir las experiencias a todos los posibles agentes interesados. Como su título señala hace una radiografía de la “Situación del Compostaje Doméstico y Comunitario en el Estado Español” en el 2012.

En relación a los manuales de compostaje, Torras (2012) menciona que la mayor parte de los promotores entregan un manual al finalizar el taller de formación. El 60% en papel y el 40% restante lo facilitan en formato electrónico, mediante un link para la descarga o un archivo, vía correo electrónico. Al concluir el análisis sobre los manuales utilizados señala que “Quedaría pendiente para un estudio posterior poder valorar los contenidos aportados, la calidad de los mismos, así como su utilización por parte de los participantes”.

El presente estudio pretende ser una aportación más en esta línea analizando los contenidos de los manuales más utilizados en la formación de los participantes de las campañas de compostaje doméstico en el estado español, principalmente. Se analizan las características editoriales de las publicaciones y los contenidos teóricos y metodológicos ofrecidos: información sobre la instalación, puesta en marcha, mantenimiento y control del compostador; las recomendaciones sobre los materiales biodegradables que hay que gestionar con moderación o cuidado y los que no son recomendados para compostar; también las recomendaciones sobre los problemas frecuentes y sus soluciones.

De esta forma, los resultados de este trabajo pretenden aportar nueva información a la radiografía de la situación del compostaje doméstico y comunitario en el estado español.

1.1 GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS MUNICIPALES

En España, al igual que en otros países europeos, la generación de residuos ha estado estrechamente relacionada con el crecimiento económico. Según Eurostat, en 2012 se generaron 118,6 millones de toneladas de residuos en España, el 19% de los cuales corresponde a residuos generados en los hogares. En cuanto al tratamiento, en 2012, el 44% del total de los residuos generados todavía se destinaban a vertedero. Estas cifras son preocupantes y deben revertirse cumpliendo de forma efectiva con la jerarquía de gestión de residuos establecida en la normativa europea Directiva 2008/98/CE. La Figura 1 ilustra la situación actual Europea y pone de manifiesto la intención de la Directiva y del Programa Estatal de Prevención de Residuos para el período 2014-2020. La prevención de los residuos ocupa el primer lugar en la escala de la gestión sostenible de los residuos. Es además la estrategia que comporta la menor carga ambiental, social y económica posible.

Figura 1 Jerarquía Europea en la gestión de residuos



Extraído del Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020 (27.11.2013)

La prevención de la generación de bioresiduos debería ser prioritaria, pero una vez producidos, se deberían gestionar de la forma más adecuada. Esto implica la recogida separada de los bioresiduos como prerrequisito para poder realizar un adecuado reciclaje y poder producir un compost de máxima calidad. Una gestión de esta naturaleza, favorecería además la mejora general en la gestión de todos los residuos municipales, ya que separaría de la bolsa común los residuos que más entorpecen la correcta gestión y recuperación del resto de las fracciones. Es de lamentar que a finales de 2011 Rodríguez *et al.* (2013) encontrara experiencias de recogida selectiva de la fracción orgánica en sólo 9 de las 17 comunidades autónomas Españolas. La correcta gestión de ésta comportaría además otros muchos beneficios sociales, ambientales y económicos.

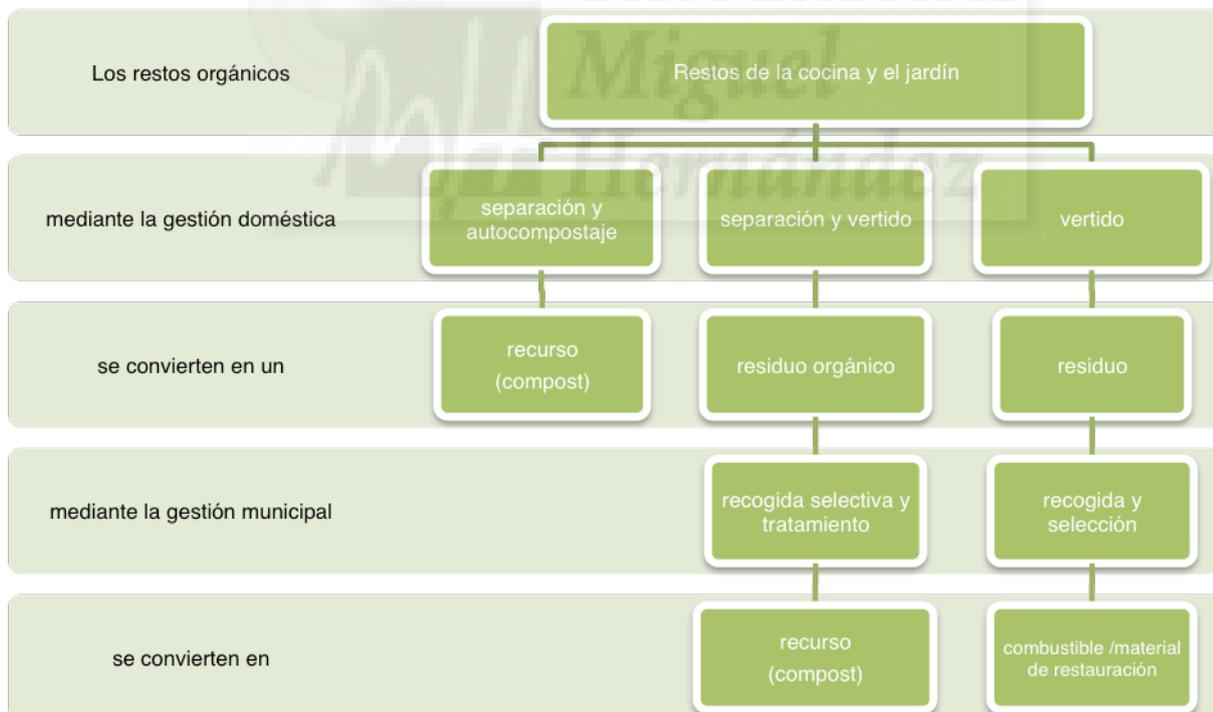
Según los datos¹ publicados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente la proporción en peso de materia orgánica contenida en los residuos en España es del 43%, más de 10 puntos por encima de la media europea. La fracción orgánica es la que se genera en cantidades mayores entre los residuos de competencia municipal. Además es la fracción más costosa de gestionar, la más inestable y la que más inconvenientes genera para la opinión pública. Debe ser recogida y tratada lo antes posible para evitar problemas de olores y contaminación. Es por estos motivos que podemos considerar al compostaje doméstico y comunitario como el complemento clave de la gestión de los bioresiduos domésticos (Colón *et al.*, 2010, Martínez *et al.*, 2010, Rodríguez *et al.*, 2013).

En este trabajo se considera “residuo” a todo material del cual el poseedor o generador se desprende o tiene la intención u obligación de hacerlo, y que obtiene esta denominación o entidad al entrar dentro del circuito municipal de gestión de residuos. La Ley 22/2011 incorpora y define los residuos biodegradables con el término “Bioresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos”. En este sentido, en este trabajo se utiliza el concepto “restos orgánicos” para dar cuenta de los materiales biodegradables que se pueden gestionar de forma doméstica mediante el

¹ Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen doméstico. (Applus Norcontrol S.L.U.), Julio de 2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural. Subdirección General de Residuos.

compostaje y que no han “entrado” al circuito municipal para convertirse en “residuos”. En la Figura 2 se expone un esquema conceptual que ilustra las opciones básicas de gestión de los restos orgánicos domésticos en el estado español. Los restos orgánicos domésticos pueden ser separados y compostados en el mismo lugar donde han sido generados, y en este caso no deberían considerarse un residuo sino un recurso. En el caso que sean vertidos, de forma separada o no, deben considerarse “residuos”, ya que ingresan al circuito municipal y deben ser recogidos y tratados conforme marca la normativa. Según si éstos han sido recogidos de forma separada o mezclada la normativa actual² clasificará el producto resultante de su tratamiento cómo una enmienda orgánica o compost que puede ser utilizado en la agricultura, o como un material bioestabilizado con un uso más restringido. En el apartado 1.2 se retoma el tema normativo y se valoran las consecuencias ambientales, económicas y sociales de recoger los bioresiduos de forma separada o mezclada.

Figura 2 Esquema conceptual de la gestión de los restos orgánicos domésticos



Adaptado del Plan de Autocompostaje del Área Metropolitana de Barcelona

² Ley 22/2011 y Real Decreto 506/2013, del 28 de junio, sobre productos fertilizantes. BOE, núm. 164 (10.07.2013).

En relación a la gestión de la materia orgánica, como antecedente, es necesario considerar a dos agentes claves en la promoción de conocimientos y experiencias en compostaje en los últimos años en el estado Español. Por un lado, a la asociación “Composta en Red”, creada en 2010, que es una coordinadora de Entidades Locales de todo el Estado Español que desarrollan experiencias de compostaje doméstico y comunitario. La Red se formó con el objetivo de impulsar y promocionar políticas públicas que amparen el compostaje doméstico y comunitario. Además la Red promueve la investigación y relación de los distintos agentes involucrados para consolidar la práctica del compostaje doméstico como sistema complementario de gestión de los restos orgánicos domésticos. Composta en Red es la impulsora del estudio “Estado actual de compostaje doméstico y comunitario en el estado Español, 2012”, citado en este trabajo.

Por otro lado, La Red Española de Compostaje (REC), fundada en 2005, que integra las actividades desarrolladas en España por universidades, centros tecnológicos y empresas en relación con la gestión sostenible de residuos orgánicos. Cabe señalar también que la REC ha publicado recientemente la colección de “De residuo a recurso: el camino hacia la sostenibilidad”, compendio que integra todos los conocimientos científicos y técnicos relacionados con la gestión sostenible de los residuos orgánicos.

En el último seminario organizado en 2015 en la ciudad de Granada por Composta en Red se han iniciado contactos entre ambas redes con el fin de complementar sinergias desde el ámbito académico y el de la gestión pública para promover proyectos conjuntos.

Por último cabe comentar que desde finales del siglo pasado y principios del actual, se encuentran documentadas experiencias de promoción del compostaje doméstico en muchas de las comunidades autónomas, entre las que se puede destacar Cataluña, Euskadi, Galicia, Madrid y Navarra. En algunos casos promovidas desde asociaciones y en otros desde las universidades o la propia administración pública.

1.2 MARCO LEGAL

En Europa, la Directiva Marco (CE, 2008) de residuos plantea una estrategia de gestión que guía las acciones de los estados miembros en la materia. La directiva de residuos establece una clara jerarquía entre las diversas actuaciones posibles en función de su contribución, de mayor a menor, a la gestión sostenible de los residuos: prevención, recogida selectiva, valorización y deposición.

En esta línea, una correcta gestión de los recursos es una forma de prevenir la generación de residuos. Los últimos debates en materia de medio ambiente y sostenibilidad en el parlamento europeo plantean el diseño de una economía circular para actuar en concordancia con esta directiva. La Directiva sugiere la necesidad de impulsar acciones de fomento del compostaje de los residuos orgánicos y valora la necesidad de impulsar medidas legislativas a nivel europeo. La normativa señala también la necesidad que los estados miembros establezcan programas de prevención en las planificaciones estatales sobre gestión de residuos con objetivos cuantificables.

A nivel estatal, fue la Ley 10/1998 la que estableció las bases para la gestión de los residuos municipales. Esta ley fue promulgada con la intención de promover la recogida selectiva de la fracción orgánica y de evitar la deposición de los residuos biodegradables en vertederos. Más de 10 años después se aprueba la Ley 22/2011, la transposición de la Directiva Marco Europea, actual normativa vigente en materia de residuos. Esta normativa insta en el Estado Español la jerarquía de producción y gestión promoviendo medidas de prevención, reutilización y reciclaje de residuos. En el artículo 24 prevé el impulso de la recogida segregada y el tratamiento biológico específico de los “bioresiduos”. En concreto, también plantea el fomento del compostaje doméstico y comunitario, y la utilización del compost obtenido en la agricultura, la jardinería y la restauración de áreas degradadas. A pesar de su carácter innovador en la materia, continua sin establecer la obligatoriedad de la recogida selectiva de la fracción orgánica.

En el 2013, con el Real Decreto 506/2013 sobre productos fertilizantes, se lleva a cabo una regulación y tipificación del compost producido a partir de los residuos orgánicos municipales. En relación a la normativa anterior incluye la condición que

los residuos del Anexo IV (residuos municipales) sean recogidos separadamente. Además, establece que el compost no podrá contener impurezas ni inertes de ningún tipo tales como piedras, gravas, metales, vidrios o plásticos. La normativa anterior, el RD284/2005 permitía hasta un 5% de piedras y gravas de diámetro superior a 5mm, y hasta el 3% de impurezas de diámetro mayor de 2mm. El resto de condiciones y especificaciones no han sido modificadas. Estas nuevas especificaciones impiden que la gran mayoría de los residuos orgánicos municipales, que son separados mecánicamente en las plantas (sin recogida selectiva previa), puedan ser incluidos en la clasificación “enmienda orgánica compost”. Actualmente en España no todas las CCAA han implantado la recogida selectiva de FORM y esta normativa no contempla un plazo de adaptación para que las administraciones puedan reorganizar los sistemas de recogida y tratamiento. El material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, pasa a ser denominado “material bioestabilizado” y por definición ya no puede ser considerado compost y por tanto no se puede utilizar al amparo del RD506/2013.

El Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020 analiza las iniciativas de prevención existentes en todo el estado y evalúa su utilidad, considerando los programas de compostaje doméstico y comunitarios de forma positiva a escala local. Destaca la reducción del impacto ambiental y de los costes de gestión y transporte que estas iniciativas de “autogestión” implican para las entidades locales. Por prevención de residuos se considera al conjunto de medidas o acciones que se realizan con la finalidad de reducir la generación de residuos. La prevención puede realizarse en todo el ciclo de vida de un producto o servicio, por lo que es necesario considerar tanto el diseño y la producción como la distribución, el consumo, la deposición y el tratamiento final del mismo.

A nivel autonómico podemos destacar las comunidades que sí establecen la obligatoriedad de la recogida de la fracción orgánica, como es el caso de Cataluña, y que hacen uso de herramientas de presión fiscal para evitar el vertido de “bioresiduos”, favoreciendo estrategias de prevención como es el compostaje doméstico.

A nivel local, Torras (2012) indica que en Cataluña y Galicia, existen iniciativas municipales y supramunicipales que incluyen en sus normativas la disminución de las tasas de residuos a los ciudadanos que practiquen el compostaje, doméstico o

comunitario. En los últimos años en otras comunidades, como Euskadi y Navarra, se han adaptado también las normativas municipales para incluir la práctica del compostaje doméstico y comunitario y la recogida separada de los bioresiduos. Fuera de estas iniciativas, la práctica del compostaje descentralizado carece de normativas que la regulen.

1.3 EL COMPOSTAJE

El proceso de compostaje pretende producir un producto final estable, el compost, al descomponer y estabilizar materia orgánica mediante un proceso biológico aerobio exotérmico. El *compost*, es el producto orgánico resultado del proceso de compostaje. Haug (1993) lo define como: materia orgánica que ha sido estabilizada hasta transformarse en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, que está libre de patógenos y de semillas de malas hierbas, que no atrae insectos o vectores, que puede ser manejada y almacenada sin ocasionar molestias y que es beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas.

Desde el punto de vista normativo, en España la Ley 22/2011 define el compost como una “enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. El Real Decreto 506/2013, del 28 de junio, sobre productos fertilizantes, regula y clasifica el compost producido a partir de los residuos orgánicos municipales. La normativa actual vela por la calidad y origen de las materias primas que formarán el compost. Debe ser un producto debidamente higienizado y estabilizado procedente de materiales de calidad, recogidos selectivamente. No se considerará compost el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, que se denominará material bioestabilizado. El compost doméstico, aunque de aplicación directa local, podría quedar amparado en esta normativa.

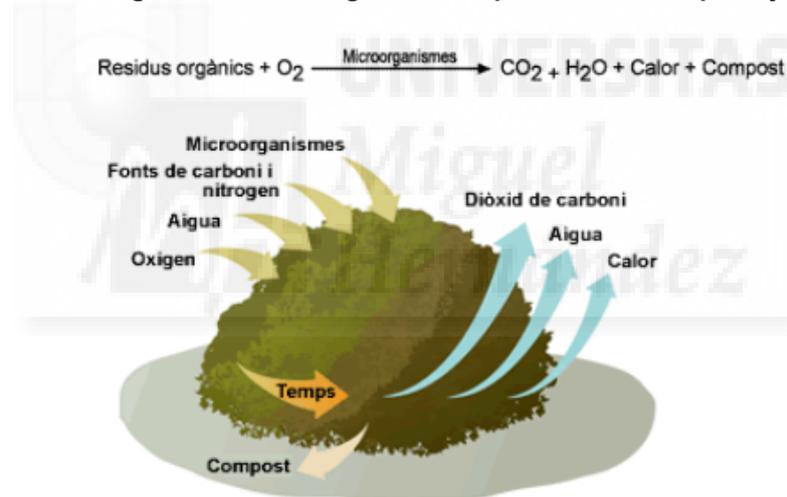
El compostaje de los residuos orgánicos domésticos permite (Amigos de la Tierra, 2015):

- Convertir la materia orgánica en un producto asimilable al humus, permitiendo cerrar el ciclo de la materia orgánica, principio de la economía circular.

- Reducir la cantidad de residuos sólidos urbanos que se destinan a vertedero e incineración.
- Reducir los problemas de contaminación de suelos debido a los lixiviados orgánicos.
- Recuperar y reciclar recursos naturales, aportando materia orgánica a los suelos peninsulares, con graves problemas de desertificación.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos urbanos, gases que contribuyen al cambio climático.
- Reducir el uso de fertilizantes químicos.

La dinámica general del proceso de compostaje se puede resumir en la Figura 3:

Figura 3 Ecuación general del proceso de compostaje



Esquema del funcionamiento bioquímico del proceso de compostaje (ARC 2009)

Los fundamentos científicos del compostaje son biológicos y están condicionados por factores químicos y físicos que facilitan el desarrollo de los microorganismos encargados de la transformación de la materia orgánica. Los restos orgánicos están colonizados por bacterias, hongos y actinomicetos que son los principales encargados de realizar esta transformación, junto con otros invertebrados, siempre que las condiciones sean las adecuadas. Los principales microorganismos que realizan el proceso son aerobios y necesitan de unas condiciones de humedad, aireación, nutrientes y pH que permitan y favorezcan su actividad. En condiciones

adecuadas los microorganismos indígenas pueden desarrollarse favoreciendo las condiciones para que otros organismos presentes en el medio puedan sumarse al proceso incrementando la actividad biológica en los materiales presentes. Durante el proceso de compostaje se produce una sucesión dinámica y equilibrada de organismos de primer, segundo y tercer orden. La consecuencia de esta actividad es el aumento de temperatura, factor clave que es utilizado para monitorizar la evolución del proceso y garante de la higienización del material.

Fases

El proceso de compostaje puede dividirse en tres fases determinadas básicamente por la evolución de la temperatura del material. En la Figura 4 se puede observar la curva teórica de temperatura de un proceso aerobio y la curva indicando su relación con la pérdida de materia orgánica en las distintas fases.

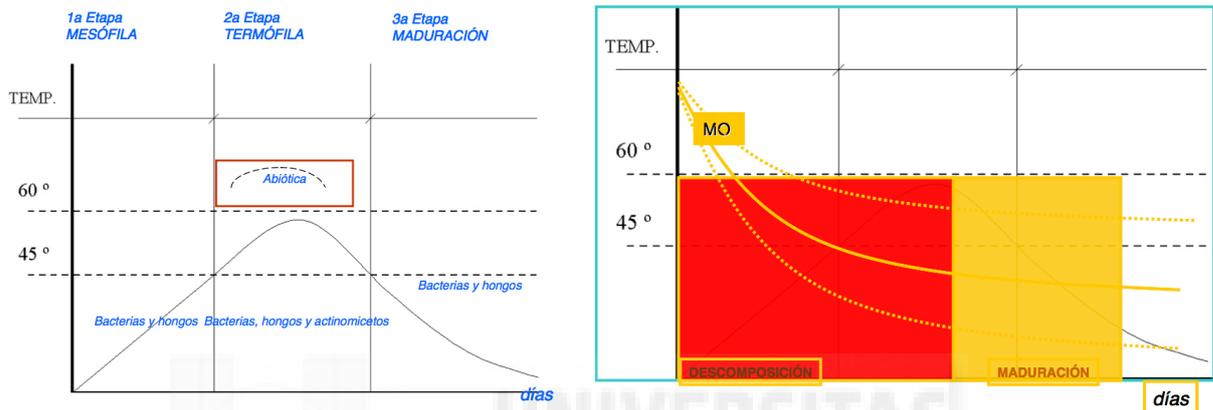
Fase mesófila: Durante los primeros días la actividad de los microorganismos favorece el aumento de la temperatura hasta los 40° y la disminución del pH debido a la formación de ácidos orgánicos. En este rango de temperatura predominan los hongos y las bacterias mesófilas (10-40°) y la actividad de los actinomicetos es limitada.

Fase termófila: La actividad continúa aumentado y la oxidación de los distintos compuestos orgánicos genera más energía que se traduce en un continuo aumento de la temperatura, pudiendo llegar hasta los 75°. Los organismos mesófilos mueren o permanecen latentes dando paso a la proliferación de poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos termófilos (40-75°). Estos microorganismos degradan las sustancias fácilmente degradables, como azúcares, grasa, almidón y proteínas y la mayoría de patógenos, semillas y fitotoxinas son destruidas. El pH aumenta, producto de la degradación de los ácidos simples generados en la fase anterior y se mantendrá prácticamente constante en un valor neutro hasta el final del proceso.

Fase de maduración: La tasa de degradación de la materia comienza a decrecer cuando los materiales fácilmente degradables se agotan y los más resistentes predominan; la actividad disminuye y la temperatura también. Comienza una fase de enfriamiento del material y los microorganismos mesófilos lo vuelven a colonizar. En

esta etapa de síntesis, los cambios son más lentos y la actividad general decrece. La temperatura del material se equipara a la ambiental, se estabiliza. En esta etapa el papel de los actinomicetos es clave, favorecen la formación de los ácidos húmicos y sintetizan antibióticos que inhiben el crecimiento de bacterias y hongos.

Figura 4 Fases del proceso de compostaje



Soliva, et al., 2014.

Condicionantes

Los condicionantes biológicos junto con los físicos (transferencia de masa y energía) son los principios básicos que regulan el proceso. El control de la aireación, la humedad y la temperatura así como el equilibrio de nutrientes en la mezcla inicial, son necesarios para poder optimizar el proceso (Soliva, et al., 2014).

- Relación agua /oxígeno

La presencia de agua y aire es esencial durante todo el proceso de compostaje. Un equilibrio de éstos favorece la actividad de los microorganismos y el intercambio de gases. El agua, en concreto, favorece la migración y colonización de los microorganismos en todas las fases del proceso. Se considera que el contenido óptimo debe situarse en valores de entre el 50-60% (Haug, 1993; Cornell Composting, 2001); valores inferiores frenan la actividad y valores superiores pueden generar condiciones de anoxia. El contenido de humedad va asociado a la porosidad y al contenido en aire en los poros, por lo que es necesario garantizar en

la mezcla inicial la asociación de materiales generen una estructura porosa adecuada (>20% v/v).

Al descomponer la materia orgánica los microorganismos consumen oxígeno y desprenden CO₂. En el proceso de compostaje se considera aceptable una concentración de oxígeno de entre 10-14%. Una concentración de oxígeno inferior al 5% pone en riesgo la continuidad del proceso. La presencia de oxígeno es fundamental para cubrir tres tipos de demanda: requerimientos de oxígeno para las reacciones de descomposición de la materia orgánica, requerimientos de aire para la evacuación de humedad excedentaria, y requerimientos de aire para la evacuación del calor resultante del proceso de descomposición. De esta forma una correcta aireación permite la actividad microbiana necesaria y mantiene la temperatura y humedad bajo control.

Los requerimientos de oxígeno son diferentes para cada fase del proceso de compostaje. En general, una mayor presencia de oxígeno favorece que la actividad microbiana sea más elevada, sobre todo en las primeras fases. En caso contrario, la falta de oxígeno puede provocar la ralentización e incluso una parada del proceso. En las primeras fases, mesófila e inicio de la termófila, la disponibilidad de oxígeno es esencial, ya que se produce un crecimiento microbiano más rápido y la demanda es mayor. Como ya se ha señalado, el rápido crecimiento y el aumento de actividad de la población microbiana va asociado también a un aumento de la temperatura, cosa que permite la higienización de la pila y la correcta estabilización del compost final. En la maduración, fase final, la disponibilidad de oxígeno no suele ser un factor limitante. Los niveles de actividad biológica son menores y una correcta mezcla inicial, disposición y tamaño de la matriz suelen ser suficientes para garantizar la disponibilidad necesaria de oxígeno. La falta de oxígeno disponible está asociada a las consecuencias no deseadas de los procesos de compostaje, como la generación de malos olores. En estos casos los microorganismos que prosperan son los que pueden adaptarse a condiciones de anoxia. Se generan procesos “fermentativos” que pueden considerarse menos eficientes tanto a nivel social como ambiental: se genera menos calor, no se garantiza la eliminación de patógenos ni semillas, el proceso es más lento, y se promueve la pérdida de los nutrientes de la materia prima tratada, etc.

- Equilibrio de nutrientes: relación C/N

Es importante garantizar que los nutrientes necesarios para el desarrollo de la actividad biológica se encuentren en los restos a tratar. Por esto es necesario asegurar una proporción adecuada de restos “verdes” y restos “marrones” (biopolímeros) en la mezcla inicial. El equilibrio de nutrientes y biopolímeros en los materiales de partida debe garantizar las condiciones físicas y físico químicas necesarias en la matriz. En este sentido la correcta relación C/N es uno de los parámetros más utilizados para valorar este equilibrio. Se consideran que un valor óptimo inicial deben situarse cerca de la relación 30/1 (Haug, 1993; Cornell Composting, 2001).

Los materiales ricos en carbono (también en celulosas y ligninas) cumplen tres funciones básicas: dadas sus características físicas, favorecen la formación de una matriz porosa, que retiene la humedad en presencia de oxígeno y permite la circulación de gases y calor (efecto chimenea). Dadas sus características químicas, son participantes activos en el metabolismo energético y favorecen la formación de moléculas estabilizadas parecidas a las sustancias húmicas. Si la mezcla inicial no es equilibrada y presenta un exceso de N, éste es transformado en amoníaco y además de “perder” un nutriente esencial, es habitual la emisión de olores no agradables. Desde un punto de vista agronómico, una mezcla equilibrada permite aprovechar y “retener” todos los nutrientes de los restos tratados en el producto final, el compost.

- pH

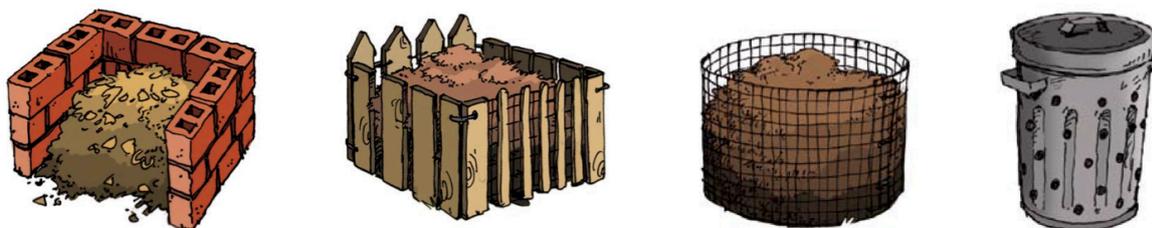
El pH inicial de los materiales presentes no debería ser un impedimento para el proceso si los valores que presenta no son extremos. Valores extremos podrían indicar algún problema en los materiales y limitar la actividad de los microorganismos indígenas presentes en los materiales. Valores inferiores a 5 o superiores a 8 pueden considerarse un limitante del proceso (Cornell Composting, 2001).

1.4 EL COMPOSTAJE DOMÉSTICO

Por *compostaje doméstico* o *autocompostaje* consideramos a la gestión de los restos orgánicos domésticos por parte de los mismos responsables de su generación, o por personal contratado a tal fin, en la misma vivienda o local donde han sido generados o en un lugar cercano debidamente acondicionado. Los restos orgánicos pueden ser compostados de la forma tradicional, en superficie mediante pilas de restos amontonados. También pueden ser gestionados mediante compostadores autofabricados o comerciales. A finales del siglo XX se comenzaron a comercializar de forma masiva los compostadores domésticos, recipientes de madera, metal o plástico.

Un *compostador* doméstico es un recipiente especialmente diseñado para la transformación de los restos orgánicos domésticos en compost. Los compostadores pueden ser autofabricados con distintos materiales (Figura 5). Lo más habitual es realizarlos con maderas recicladas, como por ejemplo de palets. También pueden ser contruidos con cubos de metal o plástico a los cuales se les realiza agujeros en la base y los lados, para favorecer la circulación de aire y el drenaje de lixiviados. Por otro lado, el mercado ofrece una gran variedad de modelos en plástico y metal (Figura 6). Los más habituales son los compostadores de plástico con o sin base. Se pueden encontrar también compostadores rotativos que facilitan el volteo de los materiales y pueden acelerar el proceso. Se han comenzado a comercializar también compostadores “electromecánicos” de pequeñas dimensiones que controlan la humedad y temperatura del proceso y pueden ser utilizados como un aparato electrodoméstico más.

Figura 5 Modelos de compostadores de fabricación casera.



Imágenes extraídas del manual del Cabildo de Tenerife, número 2 de la Tabla 11.

Figura 6 Tipos de compostadores comercializados en España

Fuente: www.compostadores.com, <http://www.ctwfw.com/>, <http://www.kollvik.es/>

Una variante del compostaje doméstico es el vermicompostaje, en el que se utilizan lombrices de tierra para transformar los residuos. Un *vermicompostador* doméstico es un compostador diseñado específicamente para ser utilizado con lombrices de tierra, usualmente la *Eisenia fetida* o *andrei*. Este tipo de recipiente cuenta con un sistema estanco que permite gestionar los lixiviados y no necesita estar en contacto con el suelo. Por este motivo es especialmente recomendado para el interior de las viviendas. No obstante, este proceso también puede llevarse a cabo, si hay disponibilidad de espacio, directamente sobre el suelo, a través del cual las lombrices se pueden mover libremente.

El compostaje doméstico puede considerarse una práctica de prevención de residuos (Arcadis, 2010), ya que evita que los restos orgánicos autogestionados ingresen al circuito municipal de gestión de residuos. En este sentido la Figura 7 ilustra el cierre del ciclo de la materia orgánica mediante el compostaje doméstico. Los restos orgánicos generados son convertidos en un recurso, el compost, sin llegar a convertirse en un residuo.

Como ejemplo de los diferentes tipos o sistemas de compostaje realizados en la actualidad, adaptamos del “Pla d’autocompostatge Metropolità³” del Área Metropolitana de Barcelona (PDAM) el esquema de la Figura 8, que da cuenta de las distintas posibilidades de realizar compostaje individual y comunitario, cada una de las cuales con características singulares propias.

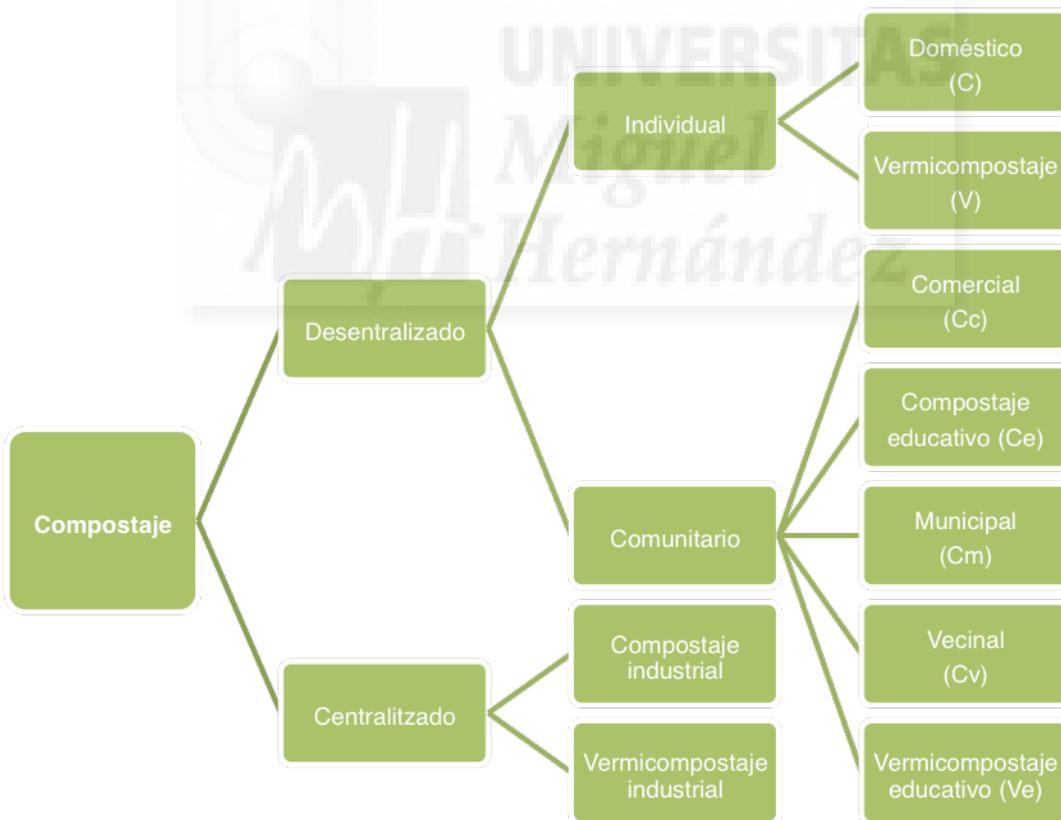
³ <http://www.amb.cat/web/medi-ambient/residus/prevencio/reduccio/compostatge-domestic>

Figura 7 Ciclo de la materia orgánica doméstica y compostaje



Imágenes extraídas del material de difusión "Compost" de la Agencia de Residuos de Cataluña.
http://residus.gencat.cat/web/contenut/home/ambits_dactuacio/sensibilizacio/material/materials_organica_fulls_separats/compost_fulls.pdf

Figura 8 Esquema conceptual del compostaje



Adaptado del Plan de Autocompostaje del Área Metropolitana de Barcelona

El *compostaje individual* hace referencia al compostaje y vermicompostaje de los restos orgánicos generados por un hogar o unidad habitacional. El compostaje doméstico (C) hace referencia al compostaje de los restos orgánicos generados en una vivienda mediante un compostador de dimensiones reducidas, situado en un jardín, patio o terraza. Dentro de esta variante se incluye también el compostaje tradicional, en pilas o agujeros. El vermicompostaje doméstico (V) es una variante que incluye lombrices para facilitar el proceso. Este sistema es utilizado habitualmente en pisos o viviendas sin disponibilidad de jardín o patio. Mediante este sistema sólo se pueden gestionar restos blandos, especialmente las pieles de frutas y verduras procedentes de la cocina. Los restos de jardín no son recomendados para compostar mediante este sistema. También se utiliza el vermicompostaje como proceso finalizador de compost jóvenes que no hayan entrado en la fase de maduración però sí hayan pasado la fase termófila, cuyas temperaturas perjudicarían a las lombrices.

El *compostaje comunitario* hace referencia a la gestión de restos orgánicos generados por más de una vivienda o por un colectivo de personas. Es realizado en compostadores de grandes dimensiones, en general de más de 800 litros. Dentro del compostaje comunitario se pueden diferenciar las siguientes variantes: comercial, educativo, municipal y vecinal. El *compostaje comercial* (Cc) hace referencia a la gestión de los restos generados en establecimientos privados, en general asociados a empresas de restauración, como pueden ser comedores de residencias o restaurantes, etc. La correcta gestión de los restos es responsabilidad de la empresa privada que los genera. Las variantes comunitarias del *compostaje* (Ce) y *vermicompostaje* (Ve) *educativo* hacen referencia a la gestión de los restos realizada con una finalidad pedagógica, en equipamientos públicos, asociaciones, etc. Su forma más habitual la encontramos en escuelas o institutos. En general en estos casos se compostan una parte mínima de los restos generados.

El *compostaje vecinal* (Cv) y *municipal* (Cm) se realiza con la finalidad de gestionar restos orgánicos de un colectivo de personas, producir compost y repartirlo entre el colectivo que ha participado. El *compostaje vecinal* (Cv) es la variante que se realiza en zonas de uso y acceso comunitario situadas en un propiedad privada, como puede ser el caso de una comunidad de vecinos. En este caso, la responsabilidad de la gestión del compostador es de los vecinos o administradores de la propiedad.

En el caso del *compostaje municipal* (Cm) el compostador es instalado en un espacio público, como puede ser un parque, una plaza o zona ajardinada y por tanto la responsabilidad de la gestión recae en la autoridad municipal competente. Es habitual que la gestión sea delegada a una empresa o a una asociación. Por último también podemos mencionar otra variante, que no hemos incluido en el esquema, con la cual el Área Metropolitana de Barcelona da cuenta del compostaje que se realiza en universidades con una finalidad de investigación, el compostaje experimental.

En el caso del *compostaje industrial* o centralizado, los restos ya convertidos en residuos son recogidos de forma segregada o recuperados en las plantas de triaje para ser conducidos a plantas centralizas donde son gestionados y convertidos en un material estabilizado o compost, según la procedencia de los mismos, y con arreglo a las definiciones de la Ley 22/2011.

Por último y no menos trascendente llegamos a los usuarios o participantes de las campañas de compostaje. En este caso no hay una palabra para denominarlos que genere un amplio consenso en idioma español. Se suele utilizar “*compostero*” aunque en algunas latitudes también se utiliza “compostador” y “compostero” es utilizado para denominar al recipiente. En Cataluña se agrega también el prefijo “auto” para denominar la práctica, “autocompostatge”, y al recipiente para realizarla “autocompostador”; y se utiliza “compostaire” para referirse a la persona que lo realiza.

La implantación del compostaje doméstico en zonas de urbanización horizontal que cuenten con parcelas ajardinadas resulta del todo apropiada y comporta numerosas ventajas a nivel social y ambiental. Entre muchas otras ventajas (Amigos de la Tierra, 2014; Barrena et al., 2014; Lleó et al., 2013; Martínez Blanco et al., 2010; Storino, 2014, Torres, 2012), una correcta implantación del compostaje doméstico y comunitario comporta:

- la prevención y disminución en la generación de residuos, al convertir los restos orgánicos en un recurso en el propio hogar o en las zonas comunitarias acondicionadas.

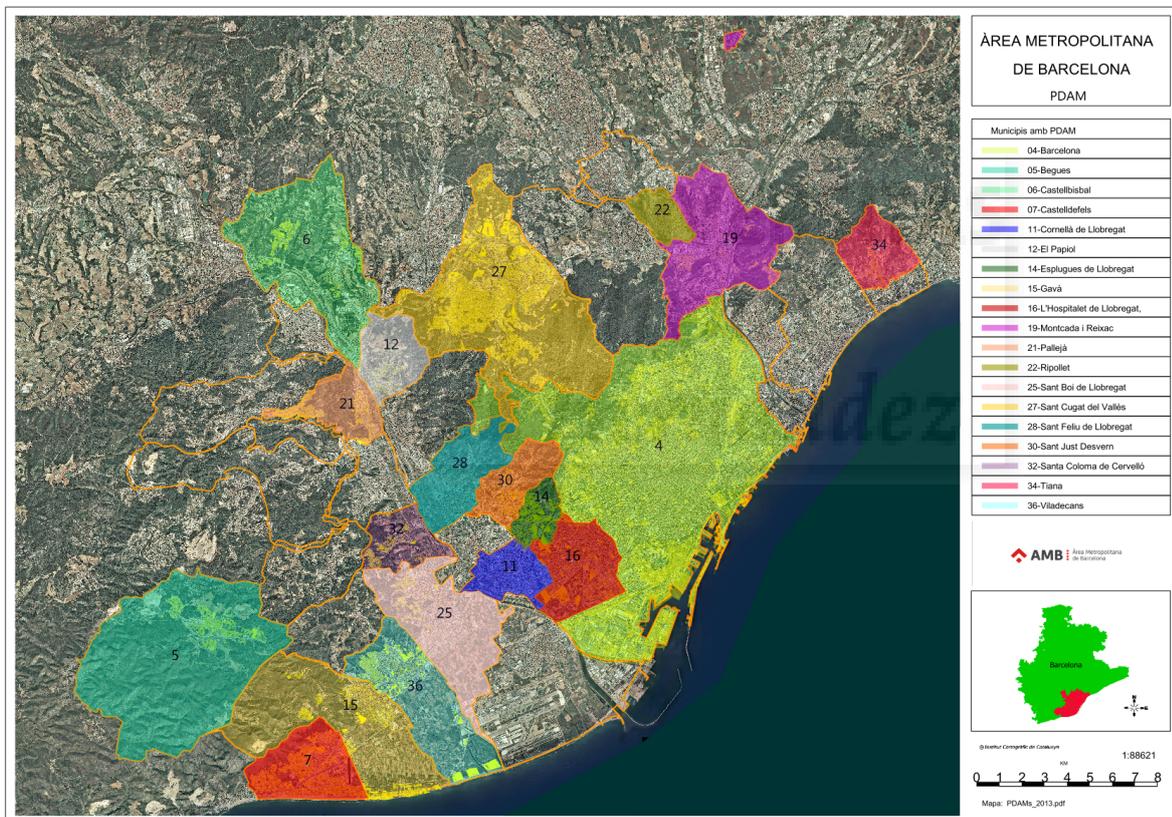
- la disminución de toneladas de restos orgánicos a recoger, transportar y tratar en plantas industriales.
- la disminución de la contaminación ambiental y gasto energético asociado a la gestión de los residuos: reducción de la flota de camiones, frecuencia de paso, dimensionamiento de plantas, consumo de energía en todo el proceso, etc.
- la disminución del consumo de fertilizantes químicos en el hogar para utilizar en jardines, huertos y plantas domésticas.
- la disminución de “impropios” en la separación y gestión general de los residuos, ya una buena separación en origen facilita y mejora la gestión de todas las fracciones.
- la disminución del coste municipal de gestión, al reducir la fracción más problemática y pesada y poder recuperar materiales reciclables.
- la disminución de la materia orgánica que es destinada a vertederos o incineración.
- una mayor sensibilización y educación ambiental a la población.

En este sentido y como ejemplo en Cataluña, el Plan de Autocompostaje Metropolitano explora las posibilidades reales de prevención en la generación de residuos mediante el compostaje doméstico. Para hacerlo, en primer lugar, analiza las características urbanísticas de los municipios del Área Metropolitana de Barcelona para identificar las viviendas que son susceptibles de instalar un compostador en su parcela. Es decir, identifica los posibles espacios de compostaje y marca las estrategias para su implementación: información, formación y seguimiento a los compostadores. Además valora el coste económico de los materiales y servicios necesarios. Finalmente, analiza de qué forma la implantación del compostaje puede ayudar a disminuir los costes en la gestión de los residuos de cada municipio, mediante la disminución de contenedores de la fracción orgánica o la disminución en la frecuencia de su recogida. De esta forma, el Plan ofrece también una orientación económica sobre el retorno de la inversión inicial que implicaría la implantación del compostaje. En la **Figura 9** se pueden observar los municipios adheridos al PDAM en el año 2013. En la **Figura 10** se expone a modo de

ejemplo la cartografía desarrollada para identificar los posibles espacios de compostaje en una zona de un municipio metropolitano, para lo que se han utilizado las bases de datos del Catastro y se han seleccionado los espacios no construidos de cada parcela que se corresponden con jardines o patios de más de 12 m2.

El Plan también prevé la identificación de espacios públicos y privados donde instalar compostadores comunitarios. En todos los municipios adheridos se han cartografiado los circuitos de recogida de los contenedores de materia orgánica y se ha estudiado donde sería posible retirar contenedores o reducir la frecuencia de recolección.

Figura 9 Municipios que participan del PDAM - 2013

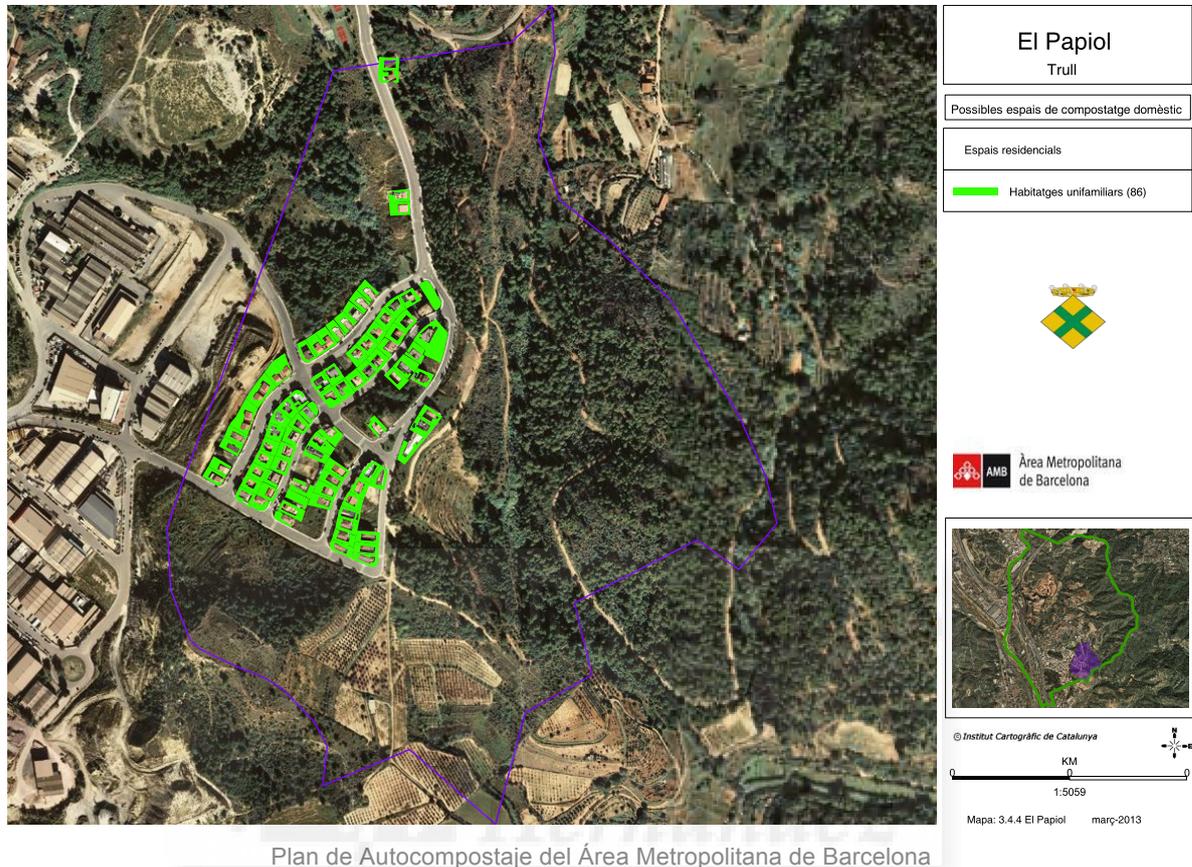


Plan de Autocompostaje del Área Metropolitana de Barcelona

El PDAM identifica también los compostadores instalados y calcula las toneladas de materia orgánica que se estaría gestionando de forma doméstica. Estima la prevención actual y la prevención potencial si fuera posible instalar un compostador en cada parcela identificada. Según las características urbanísticas se pueden

identificar los municipios con mayor potencial de implantación y por tanto de prevención de residuos orgánicos.

Figura 10 Posibles espacios de compostaje – Espacios residenciales – PDAM El Papiol 2013



En la Tabla 1 se expone el estado actual de la implantación y la potencialidad de cada municipio adherido al PDAM. Si se considera la prevención potencial total de los municipios adheridos al Plan, se podría reducir el 1,47% en relación al total de los residuos generados en el año 2006, uno de los años de mayor generación de residuos de la última década. Municipios como Begues, con un alto porcentaje de viviendas unifamiliares con jardín, podría llegar a reducir cerca del 10% de los residuos que genera. Para calcular la prevención potencial el PDAM estima que cada persona genera 250 gramos de residuos orgánicos por día, considerando los restos orgánicos de la cocina. No se considera la generación de restos de jardinería, gran parte de los cuales podrían ser también gestionados en el compostador doméstico y son necesarios para complementar y estructurar los restos de cocina.

En toda Catalunya⁴ durante el año 2014 se recogieron de manera selectiva 375.262 t de fracción orgánica y 5.971 t en forma de autocompostaje (ARC, 2015).

Tabla 1 Potencial de prevención de residuos mediante el compostaje doméstico. PDAM 2013.

Municipios adheridos al PDAM	Compostadores instalados	Posibles espacios de compostaje (PEA)	Prevención potencial PEA (tn)	Generación de residuos 2006
Barcelona	103	50.209	9.415	856.681
Begues	66	1.947	401	4.561
Castellbisbal	94	2.291	362	6.059
Castelldefels	387	7.631	1.402	41.138
Cornellà de Llobregat	109	665	132	37.103
El Papiol	29	569	102	2.012
Esplugues de Llobregat	19	1.784	351	23.123
Gavà	108	1.886	346	24.883
L'Hospitalet de Llobregat	2	7.359	1.458	116.725
Montcada i Reixac	75	1.880	379	15.273
Pallejà	93	1.189	288	5.317
Ripollet	20	720	145	14.823
Sant Boi de Llobregat	167	1.690	338	40.393
Sant Cugat del Vallès	261	10.218	2.043	44.818
Sant Feliu de Llobregat	47	1.026	207	18.126
Sant Just Desvern	125	1.398	287	9.265
Santa Coloma de Cervelló	124	1.302	271	4.375
Tiana	156	1.028	189	4.779
Viladecans	196	5.141	1.048	31.450
Total	2.181	99.933	19.163	1.300.905

Adaptado del Plan de Autocompostaje del Área Metropolitana de Barcelona

⁴ http://estadistiques.arc.cat/ARC/estadistiques/dades_2014.pdf

1.5 LAS CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN

En relación a las campañas de compostaje podemos afirmar que la mayoría son promovidas o financiadas por la administración pública (Torras, 2012). Para ilustrar un tipo de metodología usualmente realizada en la promoción de las campañas tomaremos como ejemplo la campaña que desarrolla el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) desde el 2004. El Plan d'Autocompostatge Metropolità (PDAM) ha instalado más de 4.700 compostadores en 32 de los 36 municipios metropolitanos. La metodología utilizada para la implantación del PDAM se expone a continuación y se puede resumir en la Figura 11.

Figura 11 Metodología para la implantación del Pla d'Autocompostatge Metropolità – Formació



Plan de Autocompostaje del Área Metropolitana de Barcelona, AMB.

La metodología de la campaña consiste en realizar una formación básica a grupos de 20 aspirantes. Al finalizar el curso los participantes retiran el compostador, la herramienta para airear la pila y el manual de formación (Figura 12). Las visitas se pueden considerar como una formación personalizada *in situ* y se realizan con la premisa de asesorar a los participantes en la gestión de todos los restos orgánicos que generen de acuerdo a las características de cada hogar: tipología de jardín o patio, tipo de vegetación, organización de los integrantes de la vivienda, mantenimiento habitual, herramientas empleadas, etc. Entre 4 y 8 semanas después del taller de formación se realiza la primera visita de seguimiento. El objetivo

principal de ésta es ayudar a los participantes en la puesta en marcha del proceso. La segunda visita se realiza entre los 6 y 8 meses posteriores a la formación inicial con el objetivo asesorar a los participantes en la finalización del proceso y extracción o “cosecha” del compost. La campaña contempla también la posibilidad de realizar visitas de “urgencia” si algún participante lo solicita.

Figura 12 Materiales suministrados en la campaña de compostaje del AMB



Base para zona pavimentada

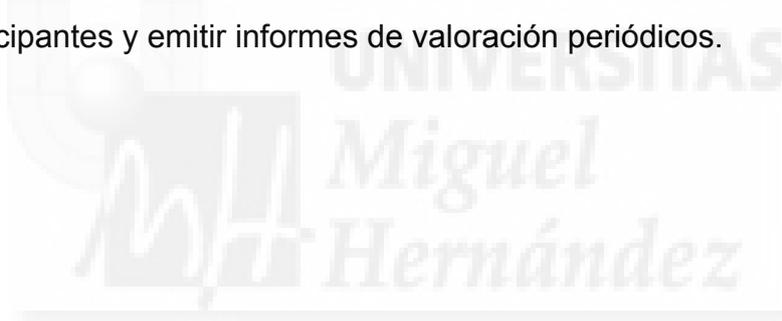
Plan de Autocompostaje del Área Metropolitana de Barcelona. Materiales para compostaje y vermicompostaje

El PDAM también prevé la realización de jornadas donde los participantes puedan compartir su experiencia y ampliar su formación. El objetivo general de las jornadas es la creación de una red social donde los participantes puedan establecer contactos y vínculos en un entorno informal. En este ámbito se ofrecen diversos talleres de formación complementaria para reforzar y ampliar los conocimientos de los participantes. En las jornadas se plantean también espacios lúdicos y talleres participativos que faciliten las relaciones entre los participantes y permitan el intercambio de experiencias e información sobre los inconvenientes que han sufrido y las soluciones que han encontrado.

De forma complementaria las jornadas persiguen identificar y formar a los futuros “maestros compostadores” o “*master composters*”. La campaña ofrece la posibilidad

a los participantes con más de 3 años de experiencia de certificar sus conocimientos mediante una prueba y acceder al nivel de “maestro compostador”.

La convocatoria de los participantes de la campaña es responsabilidad de cada municipio metropolitano. Las estrategias que suelen utilizar los técnicos municipales para difundir la campaña son: el envío de cartas y newsletters, la publicación en el boletín y la Web municipal, la colocación de carteles en la vía pública, comercios, centros cívicos y educativos, etc. Cada municipio es responsable de gestionar las solicitudes de las personas interesadas y de organizar grupos de 25 aspirantes para realizar el taller, 5 de los cuales quedarán en lista de espera. Una empresa contratada se encarga de realizar el taller de formación y las 2 visitas de seguimiento. Además de la formación básica, la empresa contratada se encarga de realizar formaciones avanzadas, certificar a los postulantes que deciden convertirse en “mestre compostaire” y organizar las jornadas de la “Xarxa de compostaires Metropolitans”⁵. La empresa es también responsable de gestionar la base de datos de los participantes y emitir informes de valoración periódicos.



⁵ <http://compostmetropolita.blogspot.com.es>

2 OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es describir y analizar los conceptos y metodología utilizados en los manuales para la formación de los participantes de las campañas municipales de compostaje doméstico

Los objetivos específicos son los siguientes:

- clasificar la información de los manuales en bloques de contenidos
- describir y comparar las principales características editoriales de los manuales de compostaje
- describir y comparar los contenidos (categorías y metodologías) relativos a:
 - la instalación del compostador y puesta en marcha del proceso
 - el funcionamiento, mantenimiento y control del compostador
 - los materiales no recomendados para compostar
 - los materiales recomendados para compostar con cuidado o moderación
 - los beneficios y aplicación del compost
 - los problemas frecuentes y su solución
- contrastar los contenidos de los manuales con publicaciones científicas referentes.

3 METODOLOGÍA

3.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

En una primera instancia se ha realizado una búsqueda general de manuales de compostaje doméstico en Internet. Se han utilizado las palabras clave que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2 Palabras claves utilizadas en la búsqueda de manuales de compostaje

Idioma	Palabras clave
Castellano	manual de compostaje, guía de compostaje, compostaje doméstico, autocompostaje, compostador, compostero
Catalán	Autocompostatge, compostatge, compostatge domèstic, compostatge casolà, compostaire
Euskera	konpostatzeko, konposta
Gallego	compostaxe caseira, doméstica
Inglés	backyard composting, home composting, composting.

Para ampliar y completar la selección de los manuales de compostaje se han consultado diversas publicaciones. Por un lado, siguiendo las experiencias de compostaje documentadas en Torras (2012) se han visitado las páginas webs de las administraciones públicas, asociaciones y empresas que han realizado campañas de compostaje en España. De forma adicional, se ha consultado las páginas webs de las agencias medioambientales responsables de cada una de las comunidades autónomas españolas.

Por otro lado, se ha realizado una búsqueda bibliográfica en la Web of Science y en la Web of Knowledge, plataformas que permiten revisar las principales publicaciones científicas en revistas especializadas, reuniones científicas, congresos, etc. Cabe mencionar que las publicaciones científicas encontradas relativas a las campañas de compostaje doméstico son pocas y en ningún caso hacen referencia a los contenidos de los manuales de formación. Algunas publicaciones dan cuenta de la falta de investigaciones científicas y técnicas en compostaje doméstico y abogan por su estudio (Barrena, 2014; Colón, J. 2010).

3.2 TRATAMIENTO DE DATOS

A partir de la búsqueda realizada se procedió a seleccionar los manuales a analizar siguiendo criterios de representación territorial, alcance de las campañas seleccionadas y calidad de los contenidos presentados. Se han seleccionado aquellos manuales que han tenido mayor difusión y han llegado a un número mayor de participantes, por ejemplo aquellos que han sido editados por administraciones estatales, autonómicas o supramunicipales. También se ha tenido en cuenta la representación territorial de los mismos. Se ha intentado incluir en la selección al menos un manual por comunidad autónoma, y dentro de cada comunidad se ha considerado su distribución territorial. Por último, se ha considerado también la calidad de los contenidos ofrecidos en los manuales para considerar su inclusión en la selección.

Cabe considerar que durante los últimos años algunas comunidades autónomas han promovido campañas municipales de compostaje doméstico y comunitario mediante ayudas económicas o beneficios fiscales, como es el caso de Cataluña, Galicia y Euskadi. En estas comunidades se han encontrado numerosos ejemplos de manuales editados, incluso por pequeñas corporaciones locales, algunos de los cuales no han sido incluidos en la selección por tratarse de manuales que compartían gran parte de los contenidos y/o desequilibraban el criterio de representación territorial. Éste es el caso de caso de Cataluña donde se han encontrado la mayor cantidad de manuales publicados.

Una vez seleccionados los manuales se ha realizado una segunda lectura para analizar en profundidad los contenidos y la presentación de los mismos. Se ha considerado la forma de presentación, organización, secuenciación y jerarquización de los contenidos, así como la fundamentación científica de los conceptos tratados. La gran mayoría de los manuales analizados presentan un carácter divulgativo y están orientados a transmitir un “saber hacer” de forma sencilla y didáctica. Un pequeño porcentaje de los mismos ofrecen información y bibliografía adicional para poder profundizar en los fundamentos del compostaje. A partir de esta segunda lectura de los manuales y considerando la forma en que la información se organiza, secuencia y trata, se ha decidido agrupar los diversos contenidos en bloques

temáticos de información para facilitar su posterior tratamiento. En Tabla 3 se exponen los bloques definidos.

Tabla 3 Bloques temáticos que agrupan la información presente en los manuales

Bloque	Descripción
A	Información descriptiva básica de los manuales
B	Información sobre la instalación y puesta en marcha del compostador
C	Información sobre el funcionamiento, mantenimiento y control del compostador
D	Información sobre los materiales biodegradables no recomendados para compostar
E	Información sobre los materiales que se pueden compostar con cuidado o moderación
F	Información sobre los beneficios del compostaje y aplicación del compost
G	Información sobre los problemas frecuentes y su solución

En cada bloque se agrupan por categorías de análisis los contenidos o conceptos que presentan un denominador común o responden a una misma funcionalidad en el proceso de compostaje. Los bloques temáticos creados responden, en parte, a los criterios utilizados por los editores y autores de los manuales para presentar los contenidos. En este sentido la clasificación ha sido condicionada pero no determinada por la forma en que están agrupados los contenidos en los distintos manuales. A continuación se presenta y describe cada bloque temático:

- Bloque A: Información descriptiva básica de los manuales.

En este primer bloque se agrupa la información relativa a la edición y publicación de los manuales. Se considera la información relativa a los promotores, los autores, el formato, el idioma, el tipo de compostaje, etc. En la Tabla 4 se exponen las categorías seleccionadas.

Tabla 4 Bloque A: Información descriptiva básica de los manuales.

Categoría	Descripción	Variables
Cod.	Código del manual	Referencia interna
Título	Nombre del Manual	
Autor/es	Autor	
Promotor	Entidad que lo promueve	
Clas_promotor	Clase de promotor	Nacional, autonómica, provincial, comarcal, supramunicipal, municipal, asociación, universidad, empresa.
Año	Año de publicación	
País	País de publicación	
Idioma	Idioma de publicación	Castellano, catalán, euskera, gallego, inglés.
Comunidad	Zona de influencia	Comunidad autónoma, Estado o región
Formato	Formato de la publicación	Papel, pdf., Web.
Pags	Cantidad de páginas	Número de páginas
Sistema	Tipo de compostaje tratado en el manual	Jardín y/o vermicompostaje
Ilustraciones	Presenta ilustraciones o fotografías?	si, no
Didáctico	Edición con un formato didáctico?	si, no

- Bloque B: Información sobre la instalación y puesta en marcha del compostador.

En el segundo bloque se agrupa la información relativa a la instalación del compostador y puesta en marcha del proceso de compostaje. Este bloque condensa la información más relevante del inicio del proceso ya que considera los condicionantes climáticos, la ubicación, el preacondicionamiento del compostador y la carga inicial. Se considera, entre otros la granulometría del material a incorporar, el tipo de materiales, la “pre” o “post” mezcla de los mismos durante la carga, etc. En la Tabla 5 se exponen las categorías seleccionadas.

Tabla 5 Bloque B: Información sobre la instalación y puesta en marcha.

Categoría	Descripción	Variabes
Material	Tipo de compostador tratado en el manual	Comercial (plástico), multirecipiente, madera.
Ubicación	Sugerencias sobre la ubicación del compostador	si, no
Ubic_pavimento?	Ubicación en pavimento?	si, no
Ubic_suelo?	Ubicación sobre el suelo (tierra)?	si, no
Ubic_sombra?	Ubicación a la sombra?	si, no
Ubic_viento?	Ubicación protegido del viento?	si, no
Ubic_lluvia?	Ubicación protegido de la lluvia?	si, no
Base	Sugerencias sobre la base del compostador	si, no
Base_seco	Sugiere realizar una base o "cama" de material seco o leñoso?	si, no
Base_altura	Sugiere que la base tenga una altura de...	x centímetros, no, no específica.
Base_piedras	Sugiere colocar el compostador sobre piedras o maderas?	si, no
Base_tipo	Cómo debe ser la base del compostador?	seco triturado, seco sin triturar, no específica, no
Carga	Recomienda cómo se debe realizar la carga del compostador?	si, no
Carga_mezclar	Sugiere mezclar restos secos y húmedos antes/al de abocar?	si, no
Carga_capas	Sugiere realizar capas con los restos secos y húmedos?	si, no
Carga_cubrir fresco?	Sugiere cubrir los restos verdes con restos secos?	si, no
Tamaño_pa	Especifica el tamaño que deben tener los restos a abocar? (en centímetros)	si, no
Proporción	Sugiere la proporción de restos secos y húmedos?	si, no
Prop.sec/hum	Proporción de restos secos y húmedos en volumen	parte de seco por parte de húmedo (x/x)

- Bloque C: Información sobre el funcionamiento, mantenimiento y control del compostador

El tercer bloque agrupa la información más relevante para controlar el correcto funcionamiento y mantenimiento del compostador. El bloque incluye la información relativa a la humedad de la mezcla, la frecuencia y forma de volteo y la duración esperada del proceso, entre otros parámetros. En la Tabla 6 se exponen las categorías seleccionadas.

Tabla 6 Bloque C: Información sobre el funcionamiento, mantenimiento y control del compostador

Categoría	Descripción	Variables
Humedad	Especifica que es necesario controlar la humedad?	si, no
Humedad_%	Descripción del porcentaje de humedad	40-60%, 45-55%, 50-60%, no especifica
Humedad_?	Descripción de la forma de medir la humedad	Croqueta (puño), gotas en la tapa del compostador, etc.
Acelerador	Sugiere el uso de aceleradores?	si, no
Acel_tipo	Tipo de acelerador sugerido	Natural, comercial, no, no especifica.
Volteo	Sugiere voltear la pila?	si, no
Volteo_frec	Especifica la frecuencia de volteo?	al aporte, semanal, quincenal, mensual, otros, no especifica
Volteo_tipo	Especifica si hay que voltear toda la pila o la parte superior?	todo, superior, no especifica
Riego	Sugiere regar el contenido del compostador?	si, no
Riego_frec	Especifica la frecuencia de riego?	Semanal, en verano, si está seco, no especifica
Duración	Especifica la duración del proceso?	si, no
Dura_min	Duración mínima en meses	Cantidad de meses, no especifica
Dura_max	Duración máxima en meses	Cantidad de, no especifica
Recomienda trituradora?	Recomienda el uso de una trituradora?	si, no
Reglas?	Presenta reglas para compostar?	si, no

- Bloque D: Información sobre los materiales biodegradables no recomendados para compostar

El cuarto bloque agrupa la información relativa a los materiales biodegradables que no son recomendados para compostar de forma doméstica. En algunos manuales incluso estos materiales son etiquetados como “no compostables”. Se han seleccionado los materiales que se presentan con una mayor frecuencia, algunos de los cuales también se consideran en el bloque siguiente dentro de las categorías “compostar con cuidado o moderación”. Cabe señalar que no hay un consenso sobre los materiales considerados en estas categorías entre los diferentes manuales analizados. En la Tabla 7 se exponen las categorías seleccionadas.

Tabla 7 Bloque D: materiales biodegradables no recomendados para compostar

Categoría	Descripción	Variables
Mat.no recomendado?	Especifica materiales no recomendados?	si, no
NC_al_inicio_Carne_pesc	Carne y pescado al inicio?	si, no
NC_carne_y_pesc_huesos	Carne, pescado y huesos?	si, no
NC_cascarasfrutossecos	Cáscaras de frutos secos o huesos de frutas?	si, no
NC_cenizacarbón	Cenizas o carbón?	si, no
NC_céspedhúmedo	Césped Húmedo?	si, no
NC_heces	Heces de animales o humanos?	si, no
NC_hojaspino_eucalipto	Hojas de coníferas o eucaliptos?	si, no
NC_lácteos/quesos	Lácteos en general o quesos?	si, no
NC_levaduras	Levaduras?	si, no
NC_Maderastratadas	Maderas tratadas o sus cenizas?	si, no
NC_cocinados	Materiales cocinados?	si, no
NC_grasas_aceites_fritos	Materiales ricos en grasas, aceites o fritos?	si, no
NC_pan	Pan?	si, no
NC_pañuelosusados	Pañuelos usados?	si, no
NC_plantasenfermas	Plantas enfermas?	si, no
NC_restosdebarrer/aspirar	Restos de barrer o aspirar?	si, no
NC_semillas_malashierbas	Semillas de malas hierbas?	si, no

- Bloque E: Información sobre los materiales que se pueden compostar con cuidado o moderación

En el quinto bloque se agrupan los materiales biodegradables recomendados para ser utilizados con moderación o cuidado, dado que se considera que pueden generar problemas en el compostaje doméstico. La moderación o cuidado se asocia en algunos casos a la cantidad y forma de aportar el material al compostador. En otros casos es asociada a la descompensación de la mezcla o posibles problemas de patógenos. Algunos manuales recomiendan utilizar estos materiales cuando se tiene experiencia en el control y mantenimiento del proceso. En la Tabla 8 se exponen las categorías seleccionadas.

Tabla 8 Bloque E: materiales que se pueden compostar con cuidado o moderación

Categoría	Descripción	Variables
Moderar_aceiteograsas	Materiales ricos en grasas o aceites?	si, no
Moderar_aserrín	Aserrín de maderas naturales?	si, no
Moderar_carbón	Carbón?	si, no
Moderar_carneypescado	Carne, pescado y huesos?	si, no
Moderar_cartónopapel	Cartón o papel?	si, no
Moderar_cenizas	Cenizas de maderas naturales?	si, no
Moderar_césped	Césped?	si, no
Moderar_cítricos	Cítricos?	si, no
Moderar_cocinado	Materiales cocinados?	si, no
Moderar_coníferas_eucaliptus	Hojas de coníferas y eucaliptos?	si, no
Moderar_corcho	Tapones de corcho?	si, no
Moderar_espinas	Espinas?	si, no
Moderar_excrementos	Heces de animales domésticos?	si, no
Moderar_huesosycáscarasfrutsec	Cáscaras de frutos secos o huesos de frutas?	si, no
Moderar_lacteos	Lácteos en general o quesos?	si, no
Moderar_malashierbas	Malas hierbas?	si, no
Moderar_panocereales	Pan o cereales?	si, no
Moderar_papeldecocinaypañuelos-hueveras	Papel de cocina, pañuelos y hueveras?	si, no
Moderar_periódicos	Papel de periódicos?	si, no
Moderar_piña	Piña?	si, no
Moderar_plantasenfermas	Plantas enfermas?	si, no
Moderar_podaypiñastritu	Poda y piñas trituradas?	si, no
Moderar_restosbarrer	Restos de barrer o aspirar?	si, no
Moderar_tomate	Tomate?	si, no

- Bloque F: Información sobre los beneficios del compostaje y aplicación del compost.

En el sexto bloque se incluye la información relativa a los beneficios que la práctica del compostaje doméstico aporta a las familias y municipios que lo realizan. Los beneficios que en general se mencionan hacen referencia al ahorro en costes económicos y ambientales de la recogida, transporte y tratamiento de los restos orgánicos. También se argumentan los beneficios que el propio compost obtenido conlleva: el evitar comprar abonos y la salud del suelo y plantas del hogar. Por

último, se considera también las recomendaciones para la aplicación del compost. En la Tabla 9 se exponen las categorías seleccionadas.

Tabla 9 Bloque F: Información sobre la aplicación del compost y beneficios del compostaje

Categoría	Descripción	Variables
Cómo aplicarlo?	Recomienda formas de aplicar el compost?	si, no
Benef_amb	Menciona los beneficios ambientales del compostaje?	si, no
Benef_eco	Menciona los beneficios económicos del compostaje?	si, no

- Bloque G: Información sobre los problemas frecuentes y su solución

El séptimo y último bloque agrupa la información relativa a los inconvenientes más habituales que la práctica del compostaje doméstico conlleva y la forma de solucionarlos. En la Tabla 10 se exponen las categorías seleccionadas.

Tabla 10 Bloque G: Información sobre los problemas frecuentes

Categoría	Descripción	Variables
Prob_frec	Menciona los problemas frecuentes y sus soluciones?	si, no
PF._muy húmedo	Si la pila está muy húmeda, recomienda	Agregar secos, agregar secos y voltear, no especifica solución, no menciona el problema
PF._muy seco	Si la pila está muy seca, recomienda	Agregar húmedos o regar, agregar húmedos o regar y voltear, no especifica solución, no menciona el problema
PF._mal olor / olor amoníaco	Si huele mal, recomienda	Agregar secos, agregar secos y voltear, no especifica solución, no menciona el problema
PF._moscas	Si hay muchas moscas, recomienda	Agregar secos, agregar secos y voltear, no especifica solución, no menciona el problema

4 RESULTADOS

En la búsqueda bibliográfica se han encontrado manuales de Argentina, Bélgica, Chile, España, Estados Unidos de América e Inglaterra, como más significativos. Se han seleccionado algunos de los manuales encontrados fuera de España para contrastar la información y las técnicas que se promueven en diversas latitudes. En el norte de América y Europa se pueden encontrar experiencias de compostaje doméstico promovidas por la administración pública y asociaciones ecologistas en las décadas de los 80 y 90 del siglo pasado. En cambio, en América y Europa del sur las experiencias son más recientes, se remontan en general a principios del siglo actual.

Se han revisado cerca de 50 manuales de compostaje doméstico y se han seleccionado para su posterior análisis los presentados en la Tabla 11. Como se ya se ha mencionado en el apartado 3, se ha considerado la difusión como uno de los criterios de selección. Se han considerado los manuales que han sido utilizados en un mayor número de campañas, en general aquellos editados por administraciones estatales, autonómicas o supramunicipales. Asimismo, se ha considerado la representación territorial de los manuales, tanto a nivel estatal como dentro de cada comunidad autónoma. Se han seleccionado los manuales que aportan a la muestra diversidad de contenidos y representación territorial. Se han descartado aquellos manuales que presentan contenidos similares y representaban territorios con numerosas publicaciones, como el caso de Cataluña. Por último, se ha valorado también la calidad de los contenidos ofrecidos en los manuales para considerar su inclusión en la selección.

Tabla 11 Manuales de compostaje doméstico seleccionados

Núm.	Nombre	Autor	Promotor	Año	Comunidad/ País
1	Manual de Compostaje. Experiencias realizadas años 2004-08.	Amigos de la Tierra	Ministerio de Medio Ambiente	2009	España
2	Guía útil para compostar	GMR Canarias	Cabildo de Tenerife	2008	Canarias
3	El compostaje casolà	Huerta, O. López, M.	Diputació de Barcelona	2009	Cataluña
4	Guía de autocompostaje	Mancomunidad de San Marko	Diputación Foral de Guipuzkoa	2012	Euskadi

Núm.	Nombre	Autor	Promotor	Año	Comunidad/ País
5	Manual para el compostaje individual	Diputación Foral de Guipuzkoa	Diputación Foral de Guipuzkoa	-	Euskadi
6	Manual de compostaje	Amigos de la Tierra	Ministerio de Medio Ambiente	2009	España
7	Manual dels compostaires de Vacarisses	Pou, A., Capdevila, L.	Ayuntamiento de Vacarisses	2007	Cataluña
8	Manual básico de compostaje y vermicompostaje doméstico	Martín, B., Urquiaga, R., de Santos, S.	CompostaenRED	2011	Madrid /España
9	Descubre el compostaje - WEB	Compostadores SL	Compostadores SL	2015	Cataluña/España
10	Guia del compostaje dels residus orgànics produïts a les llars	Mancomunidad de La Plana	Mancomunidad de La Plana	2006	Cataluña
11	El Autocompostaje / L'autocompostaje	Agencia de Residuos de Cataluña	Agencia de Residuos de Cataluña	2011	Cataluña
12	Manual de compostaje en jardí	Compostadores sl	Àrea Metropolitana de Barcelona	2008	Cataluña
13	Guia pràctica per crear adob natural de manera fàcil, i a casa!	Helix serveis ambientals	Helix serveis ambientals	-	Cataluña
14	Manual de compostaje casero	Ministerio de Medio Ambiente	Ministerio de Medio Ambiente	-	Chile
15	Manual del buen compostador	Marqués, M., Urquiaga, R.	Asociación GRAMA	2005	Madrid
16	Haciendo compost en casa	GAIA	GAIA, Alianza Global Anti-incineración	-	Argentina
17	Compost doméstico	Oficina de Asesoramiento y Control del Compost de Andalucía (OACCA)	Junta de Andalucía	-	Andalucía
18	Manual básico para hacer compost	Amigos de la Tierra	ayuntamiento de Galapagar	2004	Madrid
19	Compostaje	Jardinitis.com	Jardinitis.com	2008	Cataluña
20	How to compost at home	getcomposting.com	London Borough of Bromley Council	2014	Londres
21	Manual de compostaxe doméstica e de recollida selectiva	Ingesyma	Sociedad Galega de Medio Ambiente, SOGAMA	-	Galicia
22	Compost. Guía de compostaje doméstico	Mancomunidad de residuos urbanos de Bortziriak	Gobierno de Navarra	2012	Navarra
23	Compost. Guía de compostaje doméstico	Amigos de la Tierra/Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra	Mancomunidad Comarca de Pamplona	-	Navarra
24	Guía de compostaje doméstico	Mancomunidad Comarca de Pamplona	Consortio para la Gestión de los Residuos Sólidos de Asturias, COGERSA	-	Asturias

Núm.	Nombre	Autor	Promotor	Año	Comunidad/ País
25	Backyard composting	VLACO	Public Waste Agency of Flanders	2003	Flanders
26	Manual de compostaxe caseira	Pérez, R., Soto, M., Rodríguez, M. Y González D.	Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza, ADEGA	2010	Galicia
27	Guía pel compostaje domèstic	IPCENA	Ajuntament de Lleida	2008	Cataluña
28	Manual de compostaje doméstico	Residuos de Navarra	Consortio de Residuos de Navarra	2013	Navarra
29	Manual del compostador doméstico	Ayuntamiento de Palazuelos de Eresma	Ayuntamiento de Palazuelos de Eresma	-	Castilla y León
30	Compostar, ¿para qué?	Región de Murcia Limpia	Región de Murcia Limpia	-	Murcia
31	Composting at Home - The Green and Brown Alternative	Schwarz, M. Y Bonhotal, J.	Cornell Waste Management Institute, Cornell University.	2011	New York
32	Home Composting	Recycle Now	Recycle Now	-	Inglaterra
33	Manual del compostaire	Sant Llorenç Savall	Sant Llorenç Savall	-	Cataluña
34	Compostaje doméstico	Mancomunidad de servicios Uribe Kostako	Mancomunidad de servicios Uribe Kostako	2013	Euskadi
35	Manual de compostaje casolà	Porta, M.	Consell Comarcal d'Osona	-	Cataluña

En la Figura 13 se detalla la cantidad de ediciones incluidas en la selección que corresponden a cada Comunidad Autónoma Española. En la Tabla 12 se exponen los manuales seleccionados publicados en España, organizados por comunidad autónoma. Destacamos que en 10 de las 19 comunidades se han encontrado ediciones. Cabe mencionar que diversas comunidades autónomas no han publicado manuales ya que han utilizado el manual editado por el MAGRAMA⁶ en colaboración con la Asociación Amigos de la Tierra en sus experiencias de compostaje.

⁶ Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España. Corresponde al manual 1 de la Tabla 11.

Figura 13 Cantidad de manuales editados por Comunidad Autónoma que se incluyen en la selección

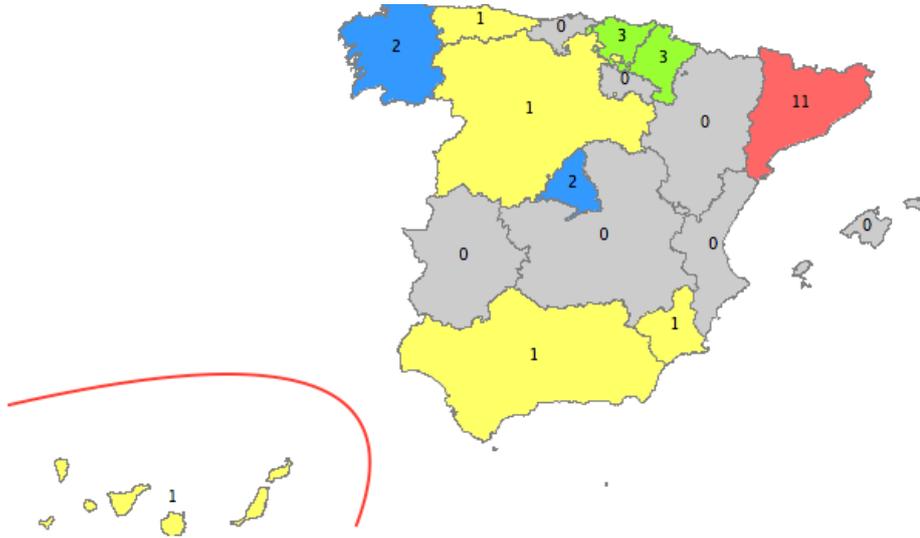


Tabla 12 Manuales editados por comunidad autónoma – España

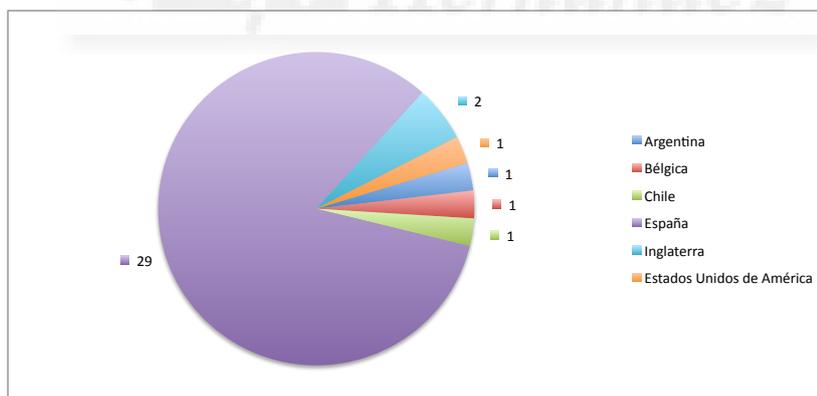
Número	Comunidad autónoma	Manual publicado
1	Andalucía	si
2	Aragón	no
3	Asturias, Principado de	si
4	Baleares, Illes	no
5	Canarias	si
6	Cantabria	no
7	Castilla y León	si
8	Castilla - La Mancha	no
9	Cataluña	si
10	Comunitat Valenciana	no
11	Extremadura	no
12	Galicia	si
13	Madrid, Comunidad de	si
14	Murcia, Región de	si
15	Navarra, Comunidad Foral de	si
16	País Vasco	si
17	Rioja, La	no
18	Ceuta	no
19	Melilla	no

4.1 INFORMACIÓN DESCRIPTIVA BÁSICA DE LOS MANUALES

En este primer apartado se presentan los resultados que permiten describir las características generales de los manuales analizados. En la Figura 14 se expone la cantidad de manuales analizados según el país de publicación. La gran mayoría corresponden al Estado Español, un total de 29 sobre 35 manuales analizados. Como ya se ha mencionado se han incluido manuales de países del norte y latinoamericanos. Los primeros por ser referentes en la materia y tener muchos años de experiencia en la promoción del compostaje doméstico, como es el caso de Bélgica, Inglaterra y Estados Unidos de América.

En el caso de Bélgica, se ha incluido el manual utilizado en Flandes (manual número 25, de la Tabla 11), región donde cerca del 40% de los habitantes gestionan los restos orgánicos de forma doméstica. Por otra parte también se han incluido algunos ejemplos de América del Sur, como es el caso de Argentina y Chile, países que han comenzado a implantar campañas de compostaje a principios del presente siglo.

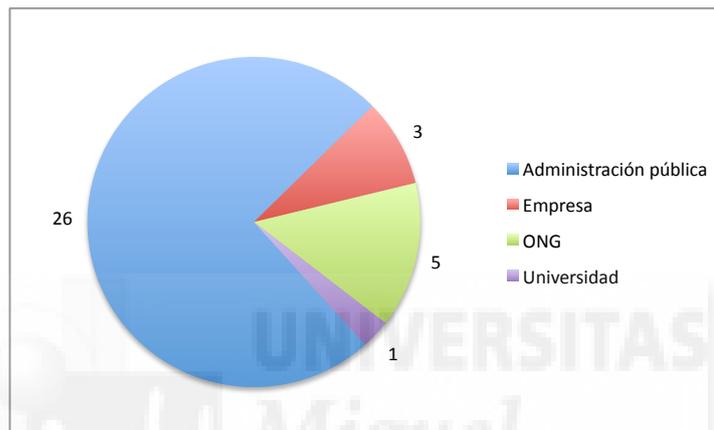
Figura 14 Cantidad de manuales por país de publicación



Si analizamos las entidades que promueven la publicación de los manuales (Figura 15) encontramos que la gran mayoría, cerca del 75%, son publicaciones promovidas por la administración pública. En la búsqueda realizada sólo se ha encontrado un manual publicado por una universidad, y éste corresponde a la Universidad de Cornell de los Estados Unidos de América. En el caso de Argentina, el manual

publicado corresponde a una ONG. En Inglaterra, se analiza un manual promovido a nivel estatal por el Ministerio de Medio Ambiente y otro a nivel supramunicipal promovido por municipios de una región metropolitana de Londres. En Chile, el manual analizado ha sido promovido por el Ministerio de Medio Ambiente. En el caso de Bélgica el manual ha sido publicado por la Agencia de Residuos de la Región de Flandes.

Figura 15 Entidades que promueven la publicación de los manuales analizados - Mundo



En el caso de los manuales consultados publicados en España, los porcentajes son similares: el 76% de los manuales han sido promovidos por la administración pública. En la Tabla 13 se exponen los resultados disgregados según los diferentes niveles de la administración. Dentro de la administración pública la mayoría de los manuales son promovidos por asociaciones de municipios, en general agrupaciones que gestionan los residuos de una zona o región. Cabe destacar que sólo se han encontrado 5 publicaciones correspondientes a autoridades responsables de gestionar los residuos con competencia autonómica. Como se ha comentado en el apartado metodológico, no se han incluido en la selección todos los manuales encontrados. La mayoría de los manuales no incluidos presentaban contenidos similares ya que eran promovidos por empresas o asociaciones que desarrollan proyectos a nivel autonómico o estatal. En general se trata de manuales publicados por ayuntamientos a título individual cuyos contenidos correspondían a estas empresas o asociaciones. Por tanto, al no ser representativos de la diversidad de contenidos de la muestra se ha decidido excluirlos de la selección.

Tabla 13 Entidades que promueven la publicación de los manuales analizados en España

Entidad Promotora	Cantidad de manuales	Porcentaje
Estatal	2	7%
Comunidad Autónoma	5	17%
Provincial	3	10%
Comarcal /supramunicipal	7	24%
Municipal	5	17%
Empresa	3	10%
ONG	4	14%
Total de manuales publicados de España	29	100%

Si consideramos las publicaciones según la Comunidad Autónoma (Tabla 14), observamos que la mayor cantidad de manuales encontrados y analizados tienen su origen en Cataluña, cerca del 40 %, seguido por Euskadi con un 10%. A nivel estatal encontramos 2 manuales, uno de ellos promovido por el Ministerio de Medio Ambiente y el otro por la Asociación de Municipios Composta en Red. Cabe señalar que tres de los manuales incluidos en Cataluña corresponden a empresas radicadas en su territorio: Compostadores.com, Helix serveis ambientals y Jardinitis.com.

Tabla 14 Publicación de los manuales analizados en España por comunidad autónoma

Comunidad autónoma	Cantidad de manuales	Porcentaje
Andalucía	1	3%
Asturias	1	3%
Canarias	1	3%
Castilla y León	1	3%
Cataluña	11	38%
España	3	10%
Euskadi	3	10%
Galicia	2	7%
Madrid	2	7%
Murcia	1	3%
Navarra	3	10%
Total de manuales publicados de España	29	100%

Siguiendo con las características de las ediciones, encontramos que la media de páginas publicadas por manual se sitúa en 16. Encontramos en los extremos manuales de 42 páginas y otros que presentan sólo 2, con un formato muy

resumido. La gran mayoría de los manuales presentan entre 12 y 20 páginas. Por otra parte, en cuanto a la presentación de los manuales (Tabla 15), encontramos que la gran mayoría, el 83%, pueden ser descargados de Internet en un formato pdf. Cerca del 17%, unos 6 manuales, han sido publicados en formato de página Web; uno de los cuales puede ser convertido y descargado en formato pdf. En un sólo caso el manual no ha sido encontrado en la Web, siendo su único formato de publicación el papel. Éste último se trata del manual editado por el Consell Comarcal d'Osona, en Cataluña. (número 35 de la Tabla 11).

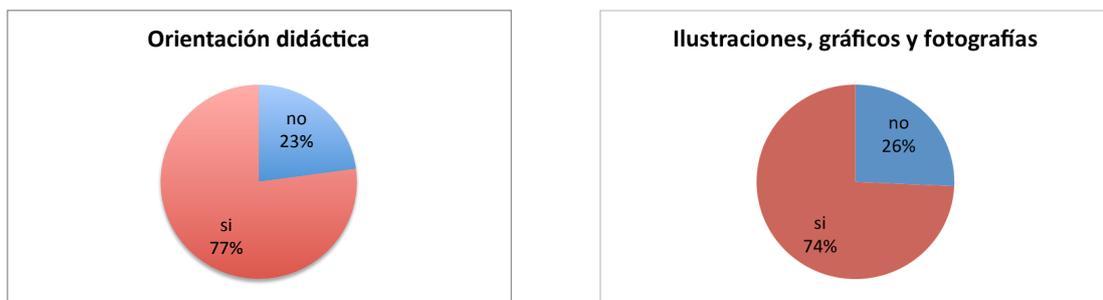
Tabla 15 Formato de publicación de los manuales

Formato	Cantidad de manuales	Porcentaje
Papel	1	3%
Pdf	28	80%
Web	5	14%
web y pdf	1	3%
Total manuales	35	100%

En referencia al tipo de compostaje tratado en los manuales encontramos que sólo 5 manuales, el 15%, incluyen el vermicompostaje dentro de los contenidos tratados, sistema de tratamiento que no es analizado en el presente trabajo.

En relación al tipo de orientación de los manuales, más del 70% presenta los contenidos de una forma divulgativa, orientados a un público general. En este sentido, la información escrita es complementada con ilustraciones, gráficos y fotografías para facilitar la transmisión y comprensión al usuario. En los gráficos de la Figura 16 se presentan los porcentajes que ilustran la orientación pedagógica de los manuales.

Figura 16 Orientación pedagógica de los manuales



4.2 INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL COMPOSTADOR

En este segundo apartado se presentan los resultados sobre las recomendaciones para la instalación y puesta en marcha del compostador. Se describen los tipos de compostadores o recipientes tratados y recomendados, la ubicación y base sobre la cual situar compostador, el preacondicionamiento y tipos de materiales a aportar y la metodología para realizar la carga del compostador. En la Figura 17 se presentan las recomendaciones sobre el tipo de compostador y sistema de compostaje del manual de la Agencia de Residuos de Cataluña.

Figura 17 Recomendaciones sobre el tipo de compostador y sistema de compostaje



	COMPOSTADOR DE PLÁSTICO	COMPOSTADOR DE MADERA	PILA
NECESIDAD DE ESPACIO	menor	menor	mayor
INDEPENDENCIA DEL CLIMA	alta	media	baja
AIREACIÓN	buena*	buena	muy buena
MANTENIMIENTO DE LA HUMEDAD	alto	medio	bajo
VOLTEO	fácil*	fácil	muy fácil
EXTRACCIÓN DE COMPOST MADURO	sencilla*	sencilla	muy sencilla
COSTE	superior	superior	menor

* Depende del diseño y la calidad de los diferentes modelos de compostador

Extraído del manual de la Agencia de Residuos de Cataluña (manual número 11 de la Tabla 11.)

Compostaje y compostadores

Más de la mitad de los manuales, el 60%, sugiere más de una forma de realizar compostaje y describe diversas opciones en diversos tipos de recipientes. Los compostadores pueden ser autofabricados con maderas, tambores o cubos, etc. También se recomienda el compostaje realizado de manera tradicional, en pilas. El resto de los manuales, el 40%, recomienda realizar compostaje en compostadores

comerciales. Las razones que manifiestan están relacionadas con la estética, orden e “higiene” del jardín y la aceleración del proceso. En general se argumenta que los compostadores comerciales “resguardan” el contenido de las condiciones climatológicas (lluvia, viento y temperatura) y facilitan el mantenimiento de la temperatura y humedad adecuada, acelerando el resultado final del proceso. Los resultados se pueden observar en la Tabla 16. En un sólo caso, el compostador ofertado en la campaña comarcal y por tanto reseñado en el manual, es construido en madera por una fundación de inserción laboral y social (manual número 35 de la Tabla 11).

Tabla 16 Recomendaciones sobre el formato de los recipientes para compostar

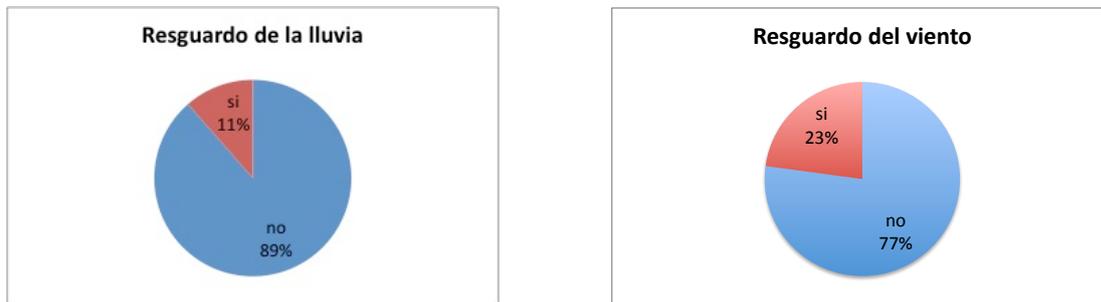
Formato de los recipientes	Cantidad de manuales	Porcentaje
Comercial de plástico	13	37%
Madera	1	3%
Multirecipiente: pila, agujero, palets, tambores o cubos (autoconstrucción)	21	60%
Total manuales	35	100%

Ubicación del compostador

En relación a la ubicación del compostador, el 98 % de los manuales especifica el lugar adecuado donde se debería situar el compostador. El 80% de los manuales especifica que los compostadores deben situarse en contacto con la tierra, es decir sobre el suelo “natural” no pavimentado. El 9%, sólo 3 manuales, especifican que también se puede situar el compostador sobre una superficie pavimentada. Estos casos se trata de campañas que ofrecen recipientes con una base que permite la gestión de los posibles lixiviados o explican como poder evitar los posibles derrames del mismo. Cerca del 20% de los manuales analizados no especifican si debe o puede situar el compostador en tierra o pavimento.

En relación a los condicionantes climáticos, algunos manuales hacen mención explícita de los factores atmosféricos que pueden condicionar el proceso en función de la climatología de la zona donde se promueven las campañas. En cuanto al resguardo de la lluvia y el viento (Figura 18), son pocos los manuales que especifican dichos factores como condicionantes del proceso.

**Figura 18 Recomendaciones sobre la ubicación del compostador
– Resguardo de la lluvia y el viento**



Sólo 4 manuales hacen mención de la lluvia y 8 del viento. Entre los primeros se encuentran el manual de los municipios de Lleida y Sant Llorenç Savall, en Cataluña (el número 27 y 33 de la Tabla 11), el Manual de la Mancomunidad de servicios Uribe Kostako, en Euskadi (número 34) y el manual de la Mancomunidad de Residuos Urbanos de Bortziriak en Navarra (manual 22). Los 8 manuales que mencionan el viento como factor a considerar corresponden a: 1 a Canarias (manual número 2); 2 a Cataluña (manual número 7 y 27); 1 a Chile (manual número 14); 1 a Madrid (manual número 15); 1 a Galicia (manual número 26); 1 a Navarra (manual número 22) y 1 a Euskadi (manual número 34 de la Tabla 11). La lluvia y el viento como posibles factores condicionantes del proceso de compostaje no son considerados en la mayoría de los manuales. No es posible establecer una correlación entre todos los manuales de las zonas afectadas por constantes vientos o lluvias y estos factores. Recordamos, a modo de ejemplo, que se han analizado 9 manuales de la zona noroeste de la península: 1 de Asturias, 3 de Euskadi, 2 de Galicia y 3 de Navarra, zonas húmedas condicionadas por un clima atlántico. El número de los manuales reseñado hace referencia al código de ordenación de la Tabla 11.

En relación a la influencia de la exposición solar (Tabla 17), la gran mayoría de los manuales, el 93%, hacen una referencia específica relativa a la ubicación del compostador. En este caso sí que podemos establecer una correlación entre la climatología de la zona y las recomendaciones sobre la ubicación del compostador. En mayor o menor grado la casi totalidad de los manuales especifica la ubicación del compostador en función de la temperatura del lugar y la insolación.

Tabla 17 Recomendaciones sobre la ubicación del compostador – Insolación

Ubicación del compostador en relación a la insolación	Cantidad de manuales	Porcentaje
Al sol (Bélgica y Inglaterra)	3	9%
Al sol en zonas frías y a la sombra en zonas cálidas (Navarra y USA)	2	6%
A la sombra	15	43%
A la sombra en verano y al sol en invierno	12	34%
No especifica ubicación (Argentina, Cataluña y Euskadi)	3	9%
Total manuales	35	100%

Cerca de la mitad de los manuales, un 43%, aconsejan situar los compostadores a la sombra, sin mencionar más detalles. Un 34% especifica que los compostadores deben ser situados para que puedan recibir sol en invierno y sombra en verano. En este sentido, algunos de estos manuales aconsejan situar el compostador al costado de un árbol de hoja caduca. Por otra parte, los manuales anglosajones, en relación a la temperatura que los afecta, coinciden en situar los compostadores al sol. En los tres manuales de Europa del Norte se especifica que el compostador debe estar situado al sol. En el manual de la universidad norteamericana se matiza la ubicación en función de la temperatura de la zona: al sol en zonas frías y a la sombra en zonas cálidas. Uno de los manuales de Navarra también establece el mismo matiz.

Otro aspecto que puede estar relacionado con la climatología o el tipo de suelo del lugar tiene que ver con la preparación de zona sobre la cual instalar el compostador. El 14%, aconseja instalar el compostador sobre piedras planas o maderas, para evitar que éste pueda hundirse o enterrarse en el suelo, hecho que puede provocar la imposibilidad de abrir los laterales del compostador: el manual número 14, de Chile; el número 23 de la Mancomunidad de Residuos de Pamplona, en Navarra; el manual número 24 del Consorcio de Residuos de Asturias y el de Flandes, el número 25. Cabe mencionar que 3 manuales aconsejan también la instalación del compostador sobre una red metálica, artefacto que dificultaría el acceso de roedores y otros animales al compostador: 1 de los manuales de Euskadi, 1 de Navarra y 1 de Inglaterra). Por último mencionamos que otros 3 manuales, publicados en Cataluña, recomiendan antes de instalar el compostador remover el suelo sobre el cual depositarlo para facilitar el acceso de los diversos organismos al compostador. Recordamos que el número de los manuales reseñado hace referencia al código de ordenación de la Tabla 11.

Base del compostador

En relación a la base o cama del compostador, un 71% de los manuales aconsejan la preparación de la base del compostador con materia seca. Esta cama o base favorecerá el drenaje y también la retención de los posibles lixiviados, al tiempo que favorece la aireación de la pila, evitando condiciones de anoxia y promoviendo el efecto chimenea. Cabe mencionar también que la fracción vegetal es la que aporta la mayor proporción de carbono, que estará progresivamente disponible para el desarrollo de microorganismos. En la Tabla 18 y Tabla 19 se exponen en detalle el tipo de material que debe utilizarse y la altura que debe tener la base según los manuales analizados.

Tabla 18 Recomendaciones sobre la instalación del compostador – Material para adecuar la base del compostador

Material para adecuar la base del compostador	Cantidad de manuales	Porcentaje
No especifica la preparación de la base	10	29%
Material seco sin triturar (ramas)	5	14%
Material seco sin triturar más material seco triturado por encima	2	6%
Material seco (poda triturada, paja, hojas, etc.)	18	51%
Total manuales	35	100%

Tabla 19 Recomendaciones sobre la instalación del compostador – Altura que debe tener la base del compostador

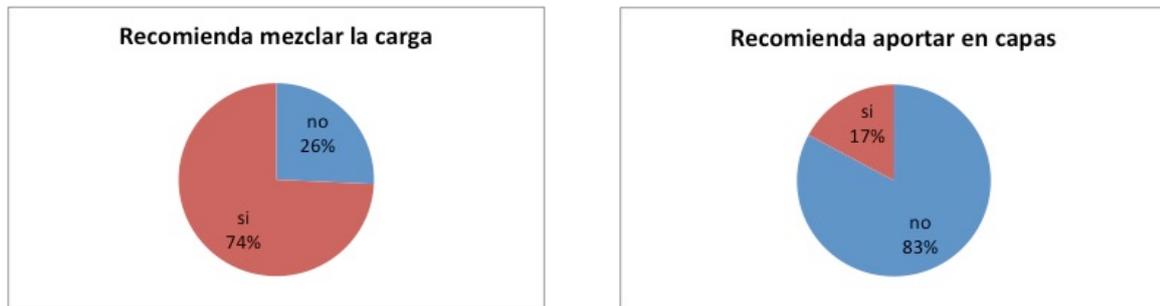
Altura de la base del compostador – material seco	Cantidad de manuales	Porcentaje
10 cm	6	24%
15 cm	3	12%
20 cm	4	16%
40 cm	1	4%
No especifica la altura	11	44%
Total manuales	25	100%

Cabe señalar que cerca del 45% de los manuales que recomiendan la preparación de la base con material seco no especifican la altura que debe tener la misma. 7 de los manuales, el 20%, sugieren preparar la base del compostador con ramas sin triturar para facilitar el drenaje y aireación de la pila.

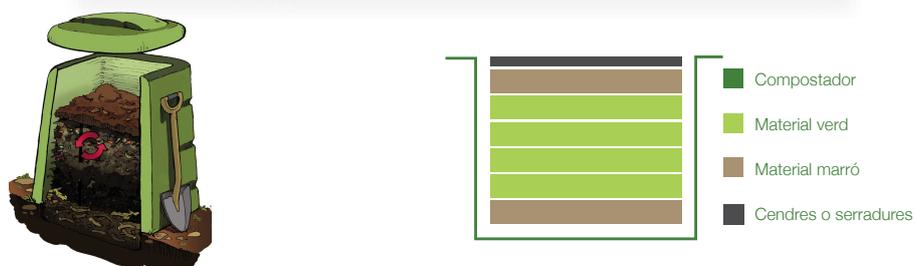
Carga o alimentación del compostador

La metodología relativa a la carga o forma de depositar los restos en el compostador está directamente relacionada con el sistema de mantenimiento del compostador y seguimiento del proceso. En general podemos diferenciar dos tipos de sistemas. Un primer tipo que podríamos denominar “pasivo”, establece que se deben realizar “capas” de material seco y capas de material húmedo, realizando una especie de “sándwich” o “lasaña”. En este sistema, en su versión “estricta” no sería necesario mezclar los restos aportados ni voltear la pila periódicamente. El otro sistema es el que denominaremos “activo” que consiste en mezclar los materiales secos y húmedos que se aportan. En este segundo sistema es necesario realizar volteos periódicos a la pila. Cabe aclarar que la descripción realizada esquematiza los procedimientos de los dos sistemas para facilitar su descripción. Los manuales analizados aconsejan variaciones en la metodología si se requiere, por ejemplo, acelerar el proceso en el sistema “pasivo” o resolver posibles inconvenientes durante el mismo, tema que se tratará en el apartado 4.7. Cabe señalar que el manual de la Diputación de Barcelona (número 3 de la Tabla 11) describe y da la opción de utilizar ambos métodos de alimentación del compostador.

En relación al sistema de carga o alimentación del compostador (Figura 19) el 17% de los manuales, recomiendan realizar capas de restos verdes y marrones al cargar el compostador. Por otra parte, un 74% de los manuales recomienda el sistema activo, es decir, aconsejan mezclar antes o inmediatamente después de realizar la carga ambos tipos de restos entre sí. Cabe mencionar que 4 manuales no especifican el sistema de carga y por tanto no realizan ninguna recomendación al respecto. Estos manuales son los de Argentina, Castilla y León, Chile, y el de carácter nacional de Inglaterra; los manuales número 16, 29,14 y 32 respectivamente. Los detalles editoriales de los manuales y el número reseñado se pueden consultar en la Tabla 11.

Figura 19 Recomendaciones sobre el sistema de carga del compostador

Para finalizar con la descripción de los sistemas de carga, señalamos que un 40% de los manuales recomiendan además cubrir la superficie superior de la pila con una capa de materia seca. Esta capa evitaría el acceso de insectos a la pila limitando la proliferación de moscas de la “fruta” o del “vinagre” entre otros vectores. Podría servir también como biofiltro de posibles olores y reducir la evaporación en épocas calurosas. En la Figura 20 se presentan ejemplos de los sistemas de carga propuestos en los manuales.

Figura 20 Ilustraciones de sistemas de carga del compostador

Extraído del Manual de las Islas Canarias (número 2) y del Manual de la empresa Hélix Serveis Ambientals (número 13 de la Tabla 11).

Proporción de mezcla

Otro punto muy importante asociado al sistema de carga es la proporción de restos secos y húmedos y el tamaño de partícula de los mismos, factores estrechamente vinculados a la relación C/N (equilibrio de nutrientes) y a la relación aire/agua de la pila (mantenimiento de las condiciones aeróbicas). En relación a la proporción, en la Tabla 20 podemos ver la disparidad de criterios presente en la muestra analizada.

Tabla 20 Proporción de los restos secos/húmedos recomendados (en volumen)

Proporción de material seco / material húmedo a aportar (volumen)	Cantidad de manuales	Porcentaje
2/1	1	3%
1/1	12	34%
1/2	9	26%
1/3	4	11%
1/4	1	3%
No especifica	8	23%
Total manuales	35	100%

Como se puede observar en la Tabla 20 la mayoría de manuales, el 34%, recomienda una proporción de restos secos y húmedos a partes iguales, 1/1. Sin embargo, cerca del 40% de los manuales recomienda una proporción más alta de restos húmedos sobre los secos, con 2, 3 o 4 partes húmedas sobre cada parte de seco. En un solo caso, el manual de la Diputación de Barcelona (manual número 3), se recomienda más cantidad de fracción seca que de húmeda. Éste es sin duda uno de los factores más importantes a considerar, ya que está directamente relacionado con actividad de los microorganismos y cinética del proceso. Esta relación será analizada más detenidamente en el apartado 5.

En la Figura 21 se pueden observar, a modo de ejemplo, ilustraciones sobre la proporción de restos recomendada en los manuales seleccionados.

Figura 21 Ilustraciones sobre la proporción de restos verdes y marrones recomendada

Extraído del Manual de Navarra y del manual de la Diputación de Barcelona (número 28 y 3 de la Tabla 11).

Tamaño de los restos

Otro aspecto de crucial importancia en el proceso de compostaje es el tamaño de los materiales a aportar, el tamaño de partícula. En este punto la mayoría de los manuales aconseja aportar los restos “bien troceados” o que los restos sean troceados “lo más pequeño posible”, pero menos del 30% especifican el tamaño que deberían tener los mismos. Un 15% señalan que el tamaño debería ser menor a 5 cm. Un 6% especifica que el tamaño debería ser menor a 10 cm. Un sólo manual señala que el tamaño ideal debería ser entre 5 y 15 cm. Sólo 4 manuales especifican el tamaño mínimo de partícula, 2 de ellos señalan 1cm y los otros dos 5 cm. El tamaño mínimo y máximo de los restos a compostar es también un factor muy importante en la cinética del proceso, en general la bibliografía científica recomienda que el tamaño de partícula oscile alrededor de los 4 cm. Según la Cornell Composting Science & Engineering University (2001) el tamaño de partícula debería oscilar entre 0,5 y 3 pulgadas (1,3 y 7,6 cm), refiriéndose al compostaje industrial. Partículas situadas en el rango inferior podrían implicar un tipo de sistema con aireación forzada. En el extremo contrario, un mayor tamaño de partícula se ajustaría mejor a un sistema de pilas de aireación pasiva. Según estos criterios consideramos que el tamaño de partícula entre los 2-4 cm se adaptaría correctamente a las metodologías que proponen la mezcla o volteo frecuente de la pila de un compostador doméstico. En la Tabla 21 se exponen las recomendaciones de los manuales sobre este tema.

Tabla 21 Recomendaciones sobre el tamaño de los restos a aportar

Tamaño de partícula – restos a aportar	Cantidad de manuales	Porcentaje
1-5 cm	2	6%
5 cm	3	9%
5-10 cm	1	3%
>10cm	1	3%
5-15cm	1	3%
No especifica el tamaño	27	77%
Total manuales	35	100%

4.3 FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO Y CONTROL DEL COMPOSTADOR

El tercer apartado describe los resultados más relevantes sobre la metodología para controlar el correcto funcionamiento del compostador. En cierto sentido la información a presentar se podría englobar dentro de las tareas habituales de “mantenimiento” del compostador. Para esto es imprescindible controlar la humedad y temperatura del proceso y establecer si fuera necesario un sistema de volteo o riego. La Figura 22 da cuenta de los parámetros a considerar para el correcto funcionamiento del proceso. La temperatura más que una necesidad de los microorganismos debería considerarse una consecuencia del proceso. Cabe aclarar que para referirse a los restos en proceso de transformación dentro del compostador o en la pila tradicional se utiliza indistintamente los conceptos “materiales”, “pila” o “matriz”.

Figura 22 Necesidades de los microorganismos

Els microorganismes que degraden la matèria orgànica necessiten:



Extraído del manual de la Manacomunidad de La Plana, número 10 de la Tabla 11.

Temperatura

El incremento de temperatura es una consecuencia del proceso y por lo tanto puede ser una herramienta sencilla de control que sólo precisa de un termómetro. Encontramos que algunos manuales dan cuenta de las diversas fases del proceso en relación a la temperatura (mesófila – termófila – maduración), e incluso algunos incluyen algún gráfico para ilustrarla. Pero en general al tratarse de manuales dirigidos a un público general, no se aporta información muy técnica del proceso.

Asociado a las fases de proceso, otros manuales mencionan también la temperatura como factor de “higienización de la pila”, sin embargo la gran mayoría no especifican la temperatura ni el tiempo que requiere dicho proceso, como que al menos permanezca a 55°C durante 3 días como garantía de higienización.

En general, no se indica uso de herramientas para la medida directa de la temperatura, sino que se realizan algunas indicaciones como por ejemplo para saber si el proceso está activo debe notarse una diferencia de temperatura con respecto al exterior y/o la presencia de gotas de vapor de agua en la base de la tapa. En el apartado 4.7 sobre los problemas frecuentes algunos manuales mencionan que si la pila está fría y seca es necesario activarla agregando restos húmedos o regando y mezclando el material. En ningún caso se especifica el valor de la temperatura o se puede establecer un parámetro que nos permita comparar la diversidad de manuales presente en la selección. Por último, también algunos manuales hacen referencia a la temperatura para determinar, junto con otros parámetros, si el compost está maduro.

Humedad y riego

En relación a la humedad de la pila 28 de los 35 manuales, el 80%, mencionan explícitamente la necesidad de controlar la humedad y garantizar un mínimo de agua para el funcionamiento del proceso. Un 26% especifica el % de humedad que debería tener la misma y un 29% sugiere una metodología para poder controlarla. En la se Tabla 22 presentan los valores recomendados por los 9 manuales que especifican el porcentaje de humedad. La bibliografía científica (Haug, 1993; Cornell Composting Science & Engineering, 2001) especifica que el porcentaje de humedad debería situarse en el rango 50-60%, valor que coincide con sólo 1 de los manuales, el del municipio de Sant Llorenç Savall. En cualquier caso, hay que tener en cuenta que la determinación de la humedad no se puede realizar de manera sencilla, por lo que se debe recurrir a aproximaciones subjetivas, tal y como se muestra en la Figura 23.

Tabla 22 Humedad de la pila – % de humedad

% de humedad de la pila	Cantidad de manuales	Porcentaje
40-60%	6	17%
45-55%	2	6%
50-60%	1	3%
No especifica el %	26	74%
Total manuales	35	100%

En cuanto a las metodologías sugeridas para controlar el porcentaje correcto de humedad en la pila, en la Tabla 23 se exponen los resultados.

Tabla 23 Humedad de la pila – metodología de control

Metodología para controlar la humedad de la pila	Cantidad de manuales	Porcentaje
Prueba de la croqueta	8	23%
Presencia de gotas en la tapa	1	3%
Presencia de gotas en la tapa y prueba de la croqueta	1	3%
No especifica metodología	25	71%
Total manuales	35	100%

En relación a la prueba de la croqueta, cabe mencionar que tampoco hay unanimidad en cuanto a la forma de medir la humedad en exceso. La mayoría coincide que si el material no queda compactado o retenido al abrir el puño, el material no tiene suficiente humedad. Pero en relación al posible exceso de humedad, no existe un consenso en la descripción de si deben o no drenar gotas al cerrar el puño, y en caso afirmativo cual debería ser la cantidad: “no gotea pero tampoco se desgrana”, “debe quedar la mano húmeda pero no gotear”, “si gotea está muy húmeda” o “no más de una o dos gotas”. En la Figura 23 se ilustra con un ejemplo la prueba de la croqueta y la forma de interpretar el resultado.

Figura 23 Control de la humedad: prueba de la croqueta o puño

Optimum moisture content for compost is 40-60%, damp enough so that a handful feels moist to the touch, but dry enough that a hard squeeze produces no more than a drop or two of liquid.



8

Cornell Waste Management Institute

2011

Extraído del Manual de la Universidad de Cornell, número 32 de la Tabla 11.

El manual de la Mancomunidad de la Plana (número 10), en Cataluña, expone un sistema de medición más detallado para controlar la humedad que incluye una gradación de 6 niveles: la prueba del puño o croqueta y la prueba de los dedos. Se expone en la Figura 24.

Figura 24 Control de la humedad: interpretación de la prueba de la croqueta y de los dedos

Control de la humitat

Grau d'humitat	Aspecte	Prova del puny ¹	Prova dels dits ²	Reacció davant la humitat
1	Polsim	Dur, granulós, no modelable; grumolls <1mm	S'esmicola en grànuls petits; no embruta els dits	Molt hidròfob
2	Sense polsim	Amassat; poc modelable; grumolls <1mm	Es formen boletes, arenós, farinós; deixa una mica de rastre als dits	Lleugerament hidròfil
3	Sense polsim	Semi amassat; granulós, modelable; grumolls <10mm	Fangós, farinós pastós; embruta parcialment els dits	Hidròfil
4	Inici de brillantor platejada	Modelable; grumolls <10mm	Fangós; farinós pastós; embruta completament els dits	Hidròfil
5	Brillant platejat	Tou; perd aigua si s'esprem; boles <50mm	Enganxós; oliós, pastós; embruta completament els dits	Hidròfil
6	Empastifador; brillant platejat	Empastifador; perd matèria si s'esprem	Oliós aquós; embruta completament els dits	Saturat d'aigua

No heu de mantenir mai la pila en el grau d'humitat 1 ni en el 6. Regueu la pila quan arribi a 2 o 3. La humitat òptima del compost final és de grau 3.

1. Agafeu una quantitat de material de la pila que càpiga a la mà i premeu-la. Compareu-la amb la taula.

2. Passeu entre els dits part dels materials. Compareu-los amb la taula.

Extraído del Manual de la Mancomunidad de la Plana, manual número 10 de la Tabla 11.

La prueba del puño o croqueta, a pesar de considerarse como metodología para cierto tipo de pruebas de laboratorio, no deja de tener cierto carácter subjetivo. La fuerza aplicada al cerrar el puño puede hacer variar el resultado, si de contabilizar gotas se trata. En este punto se han considerado las sugerencias que se realizan en los manuales en cuanto al mantenimiento del compostador siempre y cuando se especifique el control de la humedad. La mayoría mencionan la necesidad de velar por la correcta humedad pero no especifican como medir este parámetro: “húmedo pero no empapado”, “no muy seco”, etc.

En relación al riego, la gran mayoría de los manuales, el 91%, sugiere regar el compostador. Si analizamos la frecuencia de riego sugerida, el 86% recomienda regar si el contenido de la pila o compostador está “seco o muy seco”. En sólo 2 casos se especifica una frecuencia temporal: el manual de la Mancomunidad de San Marko recomienda regar en verano y el de la Diputación de Barcelona especifica que se debe regar de forma semanal. En la Tabla 24 se expone la frecuencia de riego recomendada en los manuales analizados.

Tabla 24 Recomendaciones sobre la humedad del material – frecuencia de riego

Frecuencia de riego	Cantidad de manuales	Porcentaje
Semanal	1	3%
En verano	1	3%
Si el contenido está seco	30	86%
No especifica la frecuencia de riego	3	9%
Total manuales	35	100%

Sistema de volteo

Otro parámetro asociado a la presencia de aire y agua en la pila (o en el material del compostador) se relaciona con el volteo de la misma. El 91% de los manuales menciona que es necesario voltear el material. El tipo de volteo y la frecuencia se especifican en la Tabla 25 y Tabla 26.

Tabla 25 Volteo del material – frecuencia de volteo

Frecuencia de volteo de la pila	Cantidad de manuales	Porcentaje
En cada aporte	6	17%
Cada 3 días	1	3%
1 o 2 veces x semana	1	3%
Semanal	11	31%
Cada 2 semanas	1	3%
1 o 2 veces x mes	2	6%
Cuando la pila esté fría	1	3%
Periódico	2	6%
No especifica	10	29%
Total manuales	35	100%

Los resultados sobre la frecuencia de volteo recomendada son los que presentan una mayor variabilidad. Es evidente que las pautas de volteo deben analizarse en conjunto con el resto de parámetros dentro de una metodología de proceso. A pesar de esto, es un parámetro que requiere de mayor consideración en relación a la divulgación ya que por sí solo puede condicionar el proceso. El exceso de humedad puede generar falta de oxígeno, con la consecuente aparición de malos olores, que es uno de los factores que más retenciones genera en la práctica de compostaje doméstico, y que se puede asociar a la falta de volteo. El caso contrario, el exceso de oxígeno entendido como demasiada ventilación, puede enlentecer o frenar el proceso si la pila se seca. En relación a los resultados obtenidos, la variable que presenta una mayor frecuencia es “semanal”. El 31% de los manuales recomienda voltear la pila cada semana. Un 23% recomienda hacerlo con una frecuencia mayor: al aportar, cada 3 días y hasta dos veces por semana. Un 9% sugiere voltear la pila con una frecuencia menor: cada dos semanas y 1 o 2 veces por mes. El 29% restante no se pronuncia al respecto.

Como ya hemos mencionado en el punto relativo a la humedad de la pila, la relación aire/agua es muy difícil de medir de forma doméstica, y esto dificulta la manera de presentar una metodología eficaz que pueda ser entendida y practicada por los participantes de las campañas.

Otro parámetro a considerar en relación al volteo, es la forma sugerida de hacerlo. Como podemos observar en la Tabla 26, la mayoría de los manuales, el 63%, sigue volteando toda la pila. Una cuarta parte de los manuales, el 23%, recomienda mezclar la parte superior. Además de la problemática mencionada en relación a las posibles condiciones de anoxia, en este punto cabe considerar una cuestión más funcional relativa a la extracción del compost. El volteo frecuente de todo el material dificulta la separación de los restos recientes del compost ya maduro. Si consideramos que en el compostaje doméstico el aporte de restos es continuo es necesario ofrecer una metodología que permita, en algún momento del proceso, voltear la parte superior del material para no mezclar los distintos tipos de materiales. En general este tipo de explicación o “trucos” se transmiten en los talleres de formación o en los foros que proporcionan las campañas, pero no se reflejan claramente en los manuales. En algunos talleres se recomienda voltear sólo la parte superior del compostador unas semanas antes de extraer el compost. Según el modelo de compostador, esta práctica puede favorecer la separación del material en dos capas bien diferenciadas: la parte superior con restos “frescos, en proceso” y la parte inferior con restos ya compostados.

Tabla 26 Volteo del material – Tipo de volteo

Tipo de volteo del material	Cantidad de manuales	Porcentaje
Voltear la capa superior	8	23%
Voltear toda la pila	22	63%
No especifica	5	14%
Total manuales	35	100%

Duración del proceso

En relación a la duración esperada del proceso de compostaje, cerca del 80% de los manuales especifican el tiempo que puede durar el proceso hasta la obtención de compost. El promedio de la duración mínima es de 5,3 meses, con una variabilidad que va de 3 a 9 meses; el de la duración máxima es de 7,9 meses, con una variabilidad que va de 3 a 16 meses. La desviación estándar para la duración mínima es de 1,83 y para la duración máxima es de 3,36. En la Tabla 27 y la Tabla 28 se pueden observar los resultados.

Tabla 27 Duración del proceso de compostaje – duración mínima

Duración mínima esperada	Cantidad de manuales	Porcentaje
3 meses	7	20%
4 meses	3	9%
5 meses	5	14%
6 meses	9	26%
7 meses	2	6%
9 meses	3	9%
No específica	6	17%
Total manuales	35	100%

Tabla 28 Duración del proceso de compostaje – duración máxima

Duración máxima esperada	Cantidad de manuales	Porcentaje
3 meses	1	3%
4 meses	2	6%
5 meses	2	6%
6 meses	11	31%
7 meses	1	3%
9 meses	5	14%
12 meses	5	14%
15 meses	1	3%
16 meses	1	3%
no específica	6	17%
Total manuales	35	100%

Cabe mencionar que hay usuarios experimentados que extraen compost hasta tres veces en un año, aunque lo más habitual es lo que sugieren algunos manuales, “se extrae una vez al año” en la época que se necesita. Consideremos también que el volumen de los compostadores domésticos suministrados en la mayoría de campañas no supera los 400 litros. La duración del proceso está directamente relacionada con la metodología empleada en la puesta en marcha y mantenimiento del compostador y con el volumen de los restos aportados. Como ya se ha mencionado, al tratarse de un proceso de alimentación continua, la cantidad y proporción de restos aportados al inicio y durante el proceso es un factor significativo a considerar en la duración del proceso. Los usuarios que aporten pequeños volúmenes de materiales unas veces por semana experimentarán un proceso más largo que los que realicen aportes más cuantiosos, utilizando la misma metodología,

debido a la inercia del sistema y cinética de las poblaciones microbianas intervinientes.

Trituradora de restos vegetales

Otro factor importante a mencionar está relacionado con la autogestión de los restos leñosos del jardín. Sólo un 31% de los manuales analizados recomienda la utilización de una trituradora, instrumento que facilitaría la gestión de una parte considerable de los restos del jardín. Los restos más gruesos, no aptos para ser tratados mediante una biotrituradora doméstica, son en general utilizados como combustible en chimeneas o barbacoas. Cabe mencionar que algunas de las campañas asociadas a los manuales analizados suministran la fracción vegetal triturada bajo demanda y ofrecen también un sistema de préstamo de trituradoras, lo que hace innecesario que el propio usuario disponga de una a nivel individual. La recogida, transporte y tratamiento de la fracción vegetal (restos del jardín) implica un coste significativo en la gestión municipal de los residuos, como se evidencia en el Plan de Autocompostaje Metropolitano (apartado 1.4) de los diversos municipios participantes. El estudio e implantación de herramientas que faciliten la gestión doméstica del mismo podría suponer un ahorro importante para la administración.

Aceleradores del proceso

La posibilidad de acelerar el proceso de compostaje mediante “aceleradores” es mencionada en el 49% de los manuales. Estos aceleradores, que son una mezcla de microorganismos, se comercializan con objeto de acelerar el proceso y reducir la proliferación de olores, aunque su efecto no esté plenamente demostrado (Martin y Gershuny, 1992). Como se puede observar en la Tabla 29, cerca del 20% de los manuales recomienda el uso de aceleradores comerciales. Un porcentaje mayor, el 26% sugiere la utilización de aceleradores “naturales”, como puede ser el compost fresco o maduro de otro compostador o los estiércoles de animales de granja. En general este aspecto tiene una relación con los intereses comerciales de las empresas que participan en la promoción de las campañas. En relación a los productos naturales, la inoculación de microorganismos en la pila puede favorecer la aceleración del proceso si las condiciones de humedad y nutrientes disponibles son

las correctas, pero cabe recordar que los residuos ya llevan una carga microbiana suficiente para desarrollar el proceso, lo que evita la adquisición de productos.

Tabla 29 Recomienda aceleradores del proceso

Tipo de acelerador recomendado	Cantidad de manuales	Porcentaje
Comercial	5	14%
Comercial y natural	1	3%
Natural	8	23%
No especifica ningún tipo	3	9%
No menciona o recomienda aceleradores	18	51%
Total manuales	35	100%

Reglas básicas para la correcta gestión del compostador

Para finalizar, mencionamos que 8 manuales, un 23% de la selección, ofrecen una serie de instrucciones resumidas para garantizar el correcto funcionamiento del proceso de compostaje. Reglas para el buen funcionamiento del compostador, un resumen procedimental con las instrucciones básicas que permiten el control y mantenimiento del proceso de manera sencilla. En la Figura 25 se expone un ejemplo.

Figura 25 Reglas para el buen funcionamiento del compostador



Extraído del manual de la asociación ADEGA (número 26 de la Tabla 11).

Las reglas, en función de la metodología promovida, pueden facilitar el mantenimiento del proceso si el usuario ha comprendido los fundamentos del mismo. En la Figura 26 exponemos otro ejemplo que promueve el control doméstico de algunos parámetros que dan cuenta del funcionamiento del proceso.

Figura 26 Control doméstico de parámetros.

CONTROL D'ALGUNS PARÀMETRES

PARÀMETRE	CONTROL	EVOLUCIÓ DEL COMPOST EN MADURACIÓ
Color	Visual	S'homogeneïtza i es va tornant més fosc com la terra del bosc.
Olor	Olfactiu	Cal vigilar que no faci pudor d'amoniac ni d'ous podrits.
Alçada de la pila	Regle	Ha d'anar disminuint.
Lixiviats	Visual	Ha d'anar disminuint, perquè la matèria orgànica perd aigua.
Temperatura	Termòmetre	Pot pujar molt al començament. És ideal entre 40 i 65°C.

Extraído del manual de la empresa Hélix (número 13 de la Tabla 11).

biodegradables. En estos casos se discutirán las razones que se suelen mencionar en los talleres o foros sobre el tema.

Tabla 30 Materiales biodegradables no recomendados para compostar

Material no recomendado	Cantidad de manuales	Porcentaje
Carne y pescado al inicio	8	22%
Carne, pescado y huesos	16	44%
Cáscaras de frutos secos o huesos de frutas	3	8%
Cenizas o carbón	9	25%
Césped Húmedo	1	3%
Heces de animales o humanos	25	69%
Hojas de coníferas o eucaliptos	4	11%
Lácteos en general o quesos	15	42%
Levaduras	3	8%
Maderas tratadas o sus cenizas	14	39%
Materiales cocinados	2	6%
Materiales ricos en grasas, aceites o fritos	14	39%
Pan	1	3%
Pañuelos usados	1	3%
Plantas enfermas	16	44%
Restos de barrer o aspirar	18	50%
Semillas de malas hierbas	2	6%
Total manuales	36	100%

Es significativo que cerca del 70% de los manuales haga una mención explícita de los *restos carne, pescado y huesos*. Aclaramos que estos restos han sido agrupados ya que la mayoría de los manuales los trata de esta misma forma. En general se considera que estos restos producen olores y atraen roedores, ambos inconvenientes que pueden inhibir la participación de los ciudadanos en las campañas. El 22% de los manuales considera que estos restos pueden ser gestionados cuando el usuario posee cierta experiencia y la pila tiene un volumen considerable para poder incorporarlos. En este caso, entendemos que no abocar estos restos al inicio del proceso puede justificarse. No obstante hay que tener en cuenta que por definición son restos orgánicos y por lo tanto compostables y susceptibles de ser compostados, por lo que no se debe confundir con la recomendación o no de incluirlos por diversas causas.

En relación a la higienización de la pila, podemos considerar otro grupo de materiales: las *heces de animales*, mencionado en el 69% de los casos, las *plantas enfermas* en el 44%, las *semillas de malas hierbas* en el 6% y los *pañuelos usados*, en un caso. La exclusión de este tipo de materiales puede ser justificada en relación a criterios higiénico-sanitarios en relación a la dificultad de alcanzar temperaturas elevadas durante el compostaje doméstico que permitan su higienización.

Con respecto a los *restos de barrer o aspirar* la vivienda, un 50% de los manuales recomiendan su no aportación. Se suele argumentar que este tipo de materiales puede contener sustancias nocivas para los microorganismos producto de las sustancias utilizadas para limpiar el hogar (desinfectantes, lejía, etc.), así como partículas contaminantes en el polvo más fino.

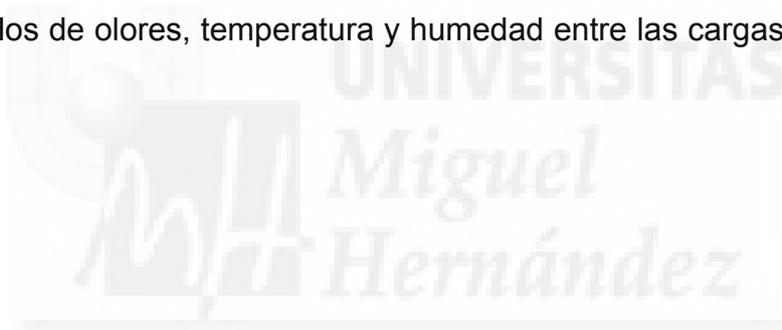
Otros materiales controvertidos, son los *productos lácteos*, mencionado en el 42% de los manuales, los materiales ricos en grasas, aceites o fritos, incluidos en el 39% de los manuales y los productos cocinados, incluidos en 2 manuales. Lácteos y grasas pueden colapsar los poros y dificultar el mantenimiento de las condiciones aeróbicas. En el caso de los productos cocinados, ciertos aderezos como las salsas pueden dificultar el proceso si se incorporan en cantidades elevadas.

Con respecto a las *levaduras*, mencionadas en 3 manuales, tampoco encontramos motivos para justificar su exclusión. Algunos foros mencionan los materiales ricos en levaduras, como puede ser la cerveza, como aceleradores del proceso.

Las *cáscaras de frutos secos o huesos de frutas*, mencionados en 3 manuales, pueden considerarse restos muy duros y por tanto de lenta degradación. Este tipo de restos, son ricos en carbono y por sus características físicas pueden funcionar como material estructurante. No encontramos motivos para justificar su exclusión más allá de una ocupación de espacio por un material que se va a degradar poco o nada.

Con respecto a las *cenizas o carbón* un 25% de los manuales recomienda su exclusión. Tradicionalmente se ha recomendado la utilización como fertilizante de las cenizas, por lo que en ocasiones también se recomienda añadirlas al proceso de compostaje, junto con tierra, pero ambas prácticas pueden comprometer el buen desarrollo del proceso ya que, entre otras cosas, puede limitar el paso del aire para el mantenimiento de las condiciones aeróbicas.

En relación al *césped húmedo*, un solo manual recomienda su exclusión. Se trata de restos muy ricos en agua y nitrógeno que por sus características físicas pueden favorecer condiciones anaeróbicas en la pila o compostador. Por esto es necesario añadirlo progresivamente, incorporándolo al material preexistente y compensar su volumen con restos marrones. Según la superficie ajardinada de la parcela, la climatología de la zona y el volumen del compostador, puede resultar muy compleja la gestión de todo el césped generado en un compostador de volumen reducido, de 300/400 litros. El volumen de restos generados suele ser importante y es necesario disponer de restos marrones para compensarlo. Usualmente se recomienda dejar secar parte del césped cortado e ir incorporándolo cuando ha perdido parte de la humedad, cosa que no siempre soluciona la falta de capacidad de tratamiento de los compostadores usuales. Las características señaladas nos hacen considerar que este tipo de material debe ser utilizado con cuidado o moderación. Rudé y Torres (2008) monitorizan el efecto de la adición de césped en los compostadores y señalan ciclos de olores, temperatura y humedad entre las cargas sucesivas de este material.



4.5 MATERIALES QUE SE PUEDEN COMPOSTAR CON CUIDADO O MODERACIÓN

De la misma forma que el apartado anterior, la mayoría de los manuales incluye un apartado en el cual se enumeran los restos a compostar con cuidado o moderación. A continuación, en la Tabla 31, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 31 Materiales que se pueden compostar con cuidado o moderación

Categoría	Cantidad de manuales	Porcentaje
Materiales ricos en grasas o aceites	4	11%
Lácteos en general o quesos	1	3%
Restos de barrer o aspirar	1	3%
Poda y piñas trituradas	2	6%
Carbón	4	11%
Tapones de corcho	3	9%
Aserrín de maderas naturales	1	3%
Malas hierbas	2	6%
Pan o cereales	1	3%
Plantas enfermas	3	9%
Heces de animales domésticos	3	9%
Espinas	5	14%
Cartón o papel	5	14%
Materiales cocinados	3	9%
Carne, pescado y huesos	10	29%
Papel de cocina, pañuelos y hueveras	3	9%
Papel de periódicos	2	6%
Césped	2	6%
Hojas de coníferas y eucaliptos	3	9%
Cenizas de maderas naturales	8	23%
Cáscaras de frutos secos o huesos de frutas	11	31%
Piña	2	6%
Tomate	4	11%
Cítricos	6	17%
Total manuales	35	100%

En este apartado encontramos una lista de materiales más amplia que la del apartado anterior, aunque la gran mayoría de éstos han sido enumerados en menos

de 6 manuales, menos del 20%. Cabe mencionar también que los materiales más mencionados se presentan con una frecuencia baja, de entre el 20 y 30%. Estos son la *carne, pescado y huesos, las cenizas de maderas naturales y las cáscaras de frutos secos o huesos de frutas*.

La mayoría de materiales tratados en este apartado, al menos los más controvertidos, son los que han sido tratados en el apartado anterior. Por tanto, se pueden aplicar en su análisis los mismos argumentos oportunamente realizados. En este apartado daremos cuenta de los materiales no tratados en el apartado anterior.

Con respecto al *cartón o papel*, cabe mencionar en primer lugar que el lugar más conveniente para depositar estos materiales es el contenedor azul de la recogida selectiva. En algún foro se recomienda su utilización cuando no se dispone de restos vegetales para complementar la carga o para secar la pila si presenta exceso de humedad. Cabe señalar que este tipo de productos pueden contener tintas, colas y otras sustancias químicas producto del blanqueado, por ejemplo, que pueden afectar a los microorganismos de la pila. Sería recomendable, de acuerdo con el principio de precaución, utilizarlos de forma esporádica, con cuidado y moderación.

Con respecto al *papel de cocina, pañuelos y hueveras*, se puede aplicar el razonamiento anterior. En el caso del *papel de cocina “no tintado”* que es utilizado para limpiar restos de comidas o para limpiarse las manos al cocinar, suele ser aceptado y considerado como resto marrón en algunos foros. El caso de los *pañuelos*, ya discutido en el apartado anterior, se recomienda no aportarlos según criterios higiénico-sanitarios. Solamente hay que tener en cuenta que las condiciones no son tan agresivas como en el compostaje industrial, de manera que la degradación de materiales es inferior y se alarga más en el tiempo.

Por sus características, los tapones de corcho natural, son un producto muy resistente a la degradación y permanecen en el compostador por varios años. En principio no comportarían ningún problema para el funcionamiento del compostador, sólo pueden entorpecer la gestión y cosecha del compost. Por el contrario la espina, a pesar de ser también consideradas como restos “duros” llegan a degradarse fácilmente en el compostador y no representan ningún inconveniente. Por otra parte, existen algunos restos alimentarios como el tomate, la piña y los cítricos, que como se puede observar en la **Figura 28**, algunos manuales consideran

que pueden contribuir a acidificar el sustrato si se incorporan al compostador en grandes proporciones. Sobre este aspecto, entendemos que el pH de la pila varía durante el proceso y que en la gran mayoría de los casos el pH del compost resultante se encuentra dentro de los parámetros que se consideran “neutros”.

Figura 28 Recomendaciones sobre los restos a compostar con “cuidado” o “moderación”



Cáscaras de cítricos y de piña: Si se acumula gran cantidad puede dar problemas de acidificación del sustrato. Podría corregirse con la aplicación de ceniza o cal.

Extraído del manual del Ayuntamiento de Galagapagar (número 18) y Navarra (número 28 de la Tabla 11).



4.6 BENEFICIOS DEL COMPOSTAJE Y APLICACIÓN DEL COMPOST

La mayoría de los manuales incluye un apartado que hace referencia a los beneficios que la práctica del compostaje doméstico comporta tanto a nivel individual como social. Los beneficios han sido descritos y tratados en los apartados 1.4 y 1.5 y han sido ampliamente documentados en Torras (2012) y Amigos de la Tierra (2015), entre otros autores.

A nivel individual, los beneficios en los manuales hacen referencia a la obtención de un abono de primera calidad “gratis” y “ecológico”. La “gratuidad” es asociada al ahorro por no haber de comprar abonos. También se hace referencia a la “comodidad” de gestionar los restos de la cocina y el jardín en casa, sin tener que transportar los restos a los contenedores de la calle. Algunas campañas municipales también mencionan la posibilidad de obtener una reducción de la tasa de residuos.

A nivel social, la mayoría de los manuales menciona el posible ahorro municipal que comporta no haber de recoger, transportar y tratar cerca del 40% del peso de los residuos que genera una familia. Esto implica también reducir el coste energético y las emisiones de gases de efecto invernadero que la gestión de estos restos implicaría. En ambos niveles podemos mencionar también las bondades de un producto como el compost para la salud del suelo y de las plantas. Por tanto, según la gran mayoría de los manuales analizados el compostaje doméstico implica un ahorro económico y ambiental para la comunidad que lo practica. En la Tabla 32 se presentan los resultados obtenidos en relación a los beneficios que aporta la práctica del compostaje.

Tabla 32 Información sobre los beneficios que comporta el compostaje

Beneficios del compostaje	Cantidad de manuales	Porcentaje
Menciona los beneficios ambientales del compostaje	33	94%
Menciona los beneficios económicos del compostaje	27	77%
Total manuales	35	100%

En el sexto bloque se incluye, por último, las recomendaciones para la aplicación del compost. El 91% de los manuales ofrece información sobre la forma de aplicar el

compost en las plantas y sistemas de cultivos más habituales en los hogares: árboles frutales, césped, huertos, maceteros y parterres, etc. En la Figura 29 se expone un ejemplo de las recomendaciones realizadas.

Figura 29 Recomendaciones para la aplicación del compost obtenido

¿CÓMO PODEMOS UTILIZAR EL COMPOST FINAL?

El compost puede utilizarse como fertilizante orgánico para las plantas, el huerto, el jardín, el balcón o la terraza.

DESTINO	CANTIDAD DE COMPOST	OBSERVACIONES
CÉSPED	Nueva plantación: 2-3 kg de compost/m ² césped Mantenimiento: 0,5-1 kg de compost/m ² césped	El compost debe haberse cribado Debe aplicarse en primavera o a principios de verano
ÁRBOLES FRUTEROS	Nueva plantación: mezcla a partes iguales de tierra y compost Como fertilizante: capa de 2 cm en la base del árbol	Debe removerse ligeramente Debe aplicarse una vez terminada la recolección de la fruta
HUERTO	1-3 kg/m ² dependiendo del tipo de hortaliza	Debe aplicarse antes de plantar
PARTERRES	1-2 kg/m ² o mezcla a partes iguales de tierra de jardín y compost	Debe removerse ligeramente
ÁRBOLES Y ARBUSTOS	Capa de 2-3 cm de compost en la base del árbol	Debe mezclarse superficialmente Debe aplicarse en otoño
MACETAS Y JARDINERAS DE FLORES	Capa de 2 cm	Debe mezclarse con la tierra de jardín Debe aplicarse en primavera
TRASPLANTES	Mezcla de 1 parte de compost por 3 partes de tierra	Debe aplicarse en el momento del trasplante

1 kg de compost equivale aproximadamente a 2 l de compost

Estas recomendaciones se han realizado partiendo de la base de que se dispone de un compost maduro y de calidad. La aplicación de compost fresco puede comportar problemas como la inhibición de la germinación, presencia de insectos, malos olores, etc.

Extraído del manual de la Agencia de Residuos de Cataluña (número 11 de la Tabla 11).

4.7 INFORMACIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS FRECUENTES Y SU SOLUCIÓN

El séptimo y último bloque agrupa la información relativa a los inconvenientes más habituales que la práctica del compostaje doméstico conlleva y la forma de solucionarlos. El 83% de los manuales incluye un apartado para tratar los “problemas frecuentes” o posibles inconvenientes”. En la Figura 30 se refleja las características generales de este tipo de apartados. No se incluye como tal los apartados “FAQS” o de preguntas frecuentes si éstos no especifican algunos de los inconvenientes de forma específica, como es el caso de algunas páginas webs (<http://www.recyclenow.com/reduce/home-composting/faqs>).

Figura 30 Recomendaciones para la solución de posibles problemas

Posibles problemas y soluciones		
PROBLEMA	SIGNIFICADO	SOLUCIÓN
Olor a amoníaco.	Hay demasiado césped sin mezclar con hojas secas.	Mezclar y remover.
Olor a podrido.	El compost está demasiado húmedo y hay poco oxígeno.	Mezclar con materia seca y remover.
Hay muchos mosquitos de la fruta.	No son un problema.	Si no se quieren ver o se quieren ver menos, se tiene que añadir material seco y mezclarlo bien.
La materia está seca y fría.	Se necesita humedad.	Mezclar lo que hay con restos de cocina y removerlo o añadir una pizca de agua.

Extraído del manual de la Diputación Foral de Guipuzcoa (número 5 de la Tabla 11).

En este apartado se considera como “inconveniente” no sólo el síntoma o problema especificado sino también el significado del mismo, como puede observarse en la

figura anterior en el caso del “olor a podrido”, que es considerado producto de un exceso de humedad. En estos casos se consideran ambos “inconvenientes” y ambas “soluciones”; cosa que se ha realizado sobre todo en los casos de “olor” y “exceso de humedad”.

Las soluciones propuestas para cada uno de los “inconvenientes” analizados habría que interpretarlas en relación a la metodología de mantenimiento propuesta en cada uno de los manuales, no de forma aislada. En este sentido este apartado pretende describir y dar cuenta de los posibles problemas más frecuentes y el tipo de respuesta que ofrecen los manuales.

Muy húmedo

En relación al exceso de humedad existen dos líneas principales (Tabla 33), agregar materia seca y voltear o simplemente agregar materia seca. Además, dos de los manuales recomiendan también “meter un palo y ahuecar la pila” o “dejar la tapa abierta”. Otro manual recomienda sacar previamente todos los restos para aplicar la solución escogida mezcla o volteo. Algunos manuales no mencionan explícitamente como problema el exceso de humedad de la pila, sino que el síntoma de la humedad lo asocian a la percepción de “olor a podrido” o “mal olor”.

Tabla 33 Información sobre los problemas frecuentes – Exceso de humedad

Solución frente al exceso de humedad	Cantidad	% manuales
Agregar materia seca y voltear	28	80%
Agregar materia seca	1	3%
No menciona el problema	6	17%
Total general	35	100%

Muy seco

En relación a la falta de humedad, dos de los manuales recomiendan también agregar algún tipo de acelerador del proceso, otros dos manuales recomiendan remover con menos frecuencia y 3 manuales sugieren retirar el contenido de la pila para poder adecuar la humedad agregando restos húmedos o agua. Como se puede observar en la Tabla 34, las diferentes soluciones planteadas pueden ser clasificadas

en dos: la primera incorporar humedad o agua, agrupa al 34% de las sugerencias y la segunda incorporar agua y mezclar al 46%. Esta diferencia, la acción de mezclar los restos al incorporar agua, puede tener una importancia relativa en función del tipo de metodología de aportación y mantenimiento sugerida en cada manual. El 7% restante de los manuales no menciona la carencia de agua o humedad como problema.

Tabla 34 Información sobre los problemas frecuentes - La pila está muy seca

Solución frente a la sequedad de la pila	Cantidad	% manuales
Agregar restos húmedos	1	3%
Agregar húmedos o regar	5	14%
Agregar húmedos y mezclar	2	6%
Regar	6	17%
Regar y mezclar	4	11%
Regar o agregar restos húmedos y mezclar	10	29%
No menciona el problema	7	20%
Total general	35	100%

Olores

Algunos manuales diferencian el olor a podrido, asociado a un exceso de humedad, del olor a amoníaco asociado a un exceso de nitrógeno. Independientemente del matiz subjetivo, frente a la presencia de olor la gran mayoría de los manuales recomiendan agregar restos secos y mezclar. De esta manera se pretende incorporar aire a la pila y mejorar la estructura de la misma. En la Tabla 35 y la Tabla 36 se pueden observar los resultados para cada clase de olor.

Tabla 35 Información sobre los problemas frecuentes - Olor a amoníaco

Solución frente al olor a amoníaco	Cantidad	% manuales
Agregar restos secos y mezclar	14	40%
Agregar restos secos, mezclar y cubrir con compost maduro	1	3%
Mezclar	2	6%
Sacar el montón, voltear y mezclar con seco	4	11%
No menciona el problema	14	40%
Total general	35	100%

Tabla 36 Información sobre los problemas frecuentes - Olor a podrido o mal olor

Solución frente al olor a podrido o mal olor	Cantidad	% manuales
Agregar restos secos	1	3%
Agregar restos secos y mezclar	21	60%
Mezclar	2	6%
Sacar el montón, voltear y mezclar con seco	3	9%
No menciona el problema	8	23%
Total general	35	100%

Si consideramos la problemática del olor en su conjunto, independientemente del tipo de olor tratado en cada manual, podemos observar que cerca del 75% de los manuales recomienda agregar restos secos y mezclar la pila para disminuir o cortar la emisión.

Mosquitas

En relación a la problemática de las mosquitas de la fruta, *Drosophila melanogaster*, en la Tabla 37 se exponen las soluciones recomendadas. Esta mosca recibe su nombre ya que suele alimentarse de frutas en proceso de descomposición, y es en la piel de éstas donde suele realizar la puesta de sus huevos. De esta forma, al eclosionar, las crías pueden alimentarse de los restos en donde fueron depositadas. La población de mosquitas de la fruta suele extenderse fácilmente si se dejan los restos verdes, sobre todo pieles de fruta, en la superficie de la pila, lugar donde encuentran las condiciones óptimas para cerrar su ciclo. Su ciclo de vida transcurre en 7 días y cada hembra puede poner cerca de 500 huevos, por lo que si no se entierran o cubren los restos frescos de la superficie de la pila su expansión puede ser exponencial. En el 63% de los manuales se recomienda de forma específica cubrir los restos frescos con restos secos. Un 11% recomienda agregar restos secos y mezclar. Otros dos manuales recomiendan agregar restos secos y 1 manual sugiere mezclar. Cada manual menciona que si reducimos el contenido de humedad de la pila, la cantidad de moscas se puede reducir, pero este procedimiento no garantiza su eliminación.

Tabla 37 Información sobre los problemas frecuentes - Las mosquitas de la fruta

Solución frente a la sequedad de la pila	Cantidad	% de manuales
Agregar restos secos	2	6%
Agregar restos secos y mezclar	4	11%
Cubrir con restos secos	22	63%
Mezclar	1	3%
No menciona el problema	6	17%
Total general	35	100%



5 DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de los manuales seleccionados muestran diversidad de criterios, contenidos y metodologías para llevar a cabo un proceso de compostaje doméstico. Esta diversidad, en algunos casos con propuestas metodológicas divergentes y hasta opuestas, pone en tela de juicio algunos de los contenidos desarrollados en los manuales analizados. En este apartado contrastaremos estos resultados a la luz de algunas de las publicaciones científicas de referencia en la materia. Se discutirán los resultados obtenidos con la intención de discernir, siempre que se considere posible, los contenidos básicos que deberían tener los manuales de compostaje doméstico.

Como advertencia metodológica preliminar, cabe señalar que no es posible ni ha sido la intención de este trabajo valorar a priori y de forma aislada los contenidos de los manuales. Consideramos que es necesario interpretar los resultados de cada bloque de información del apartado anterior en el marco de la metodología que plantea cada manual. Los datos “disgregados” sólo pretenden identificar los contenidos y metodologías propuestos en la muestra. En este sentido, este trabajo no pretende evaluar ningún manual en particular, sino valorar la coherencia de las metodologías propuestas para desarrollar un proceso de compostaje de forma correcta. Parámetros como la temperatura, humedad, relación C/N, frecuencia de volteo, etc. deben considerarse en conjunto como parte de una metodología para desarrollar el proceso de forma correcta. Aunque es evidente que un concepto erróneo sobre cualquiera de estos parámetros puede condicionar el proceso y poner en tela de juicio la misma metodología.

Asimismo es necesario considerar la diversidad de publicaciones que se ha analizado. La transferencia de conocimientos científicos y técnicos a un público general comporta muchas dificultades y, en algunos casos, las simplificaciones realizadas en pos de una transposición didáctica debilitan la comprensión de los fenómenos intervinientes y ponen en cuestión la metodología propuesta.

En este sentido consideraremos en la discusión los contenidos fundamentales para la correcta interpretación y gestión del proceso: la puesta en marcha del proceso, la mezcla inicial, los materiales intervinientes y el mantenimiento y control.

5.1 PUESTA EN MARCHA DEL PROCESO

Tipo de compostador: La mayoría de las campañas de compostaje ofrecen compostadores comerciales para facilitar la participación de la población. Se suele argumentar que los compostadores comerciales “resguardan” el contenido de las condiciones climatológicas (lluvia, viento y temperatura) y facilitan el mantenimiento de la temperatura y humedad adecuada, acelerando el resultado final del proceso. En relación a los modelos de compostador a utilizar, Rudé y Torres (2008) realizan una evaluación del proceso de compostaje en diferentes compostadores comerciales y concluyen que el comportamiento del proceso ha sido similar en 8 de los modelos analizados, uno de los cuales estaba fabricado en madera y otro era recomendado para zonas frías⁷. En otro estudio realizado Rudé y Torres (2011) concluyen que el contacto directo o no del material con el suelo no ejerce ninguna influencia en el proceso de compostaje, valorando modelos de compostador con base, como el Combox⁸. También encuentran que la entrada de agua de lluvia al compostador, cuando el diseño del material lo permite, tiende a enfriar el contenido y enlentecer el proceso; en este caso evidencian que el diseño del compostador puede condicionar el proceso. En la elección del tipo de compostador cabe considerar el diseño, la robustez, durabilidad del material y la usabilidad: facilidad para incorporar los materiales y para la extracción del compost.

Ubicación del compostador: En cuanto a la ubicación del compostador, es evidente que las condiciones climatológicas pueden condicionar el proceso. Rudé y Torres (2008) mencionan la necesidad de regar el compostador en los meses de verano y voltear el contenido después de lluvias intensas, en el caso de Cataluña. Para el caso del compostaje comercial, con cargas de entre 3 y 15kg al día, Rude y

⁷ Compostador de plástico reciclado con cámara de aire, “Termocompostador”.

⁸ www.compostadores.com

Torres (2011) encuentran que la duración del proceso de compostaje es inversamente proporcional a la temperatura media a la que opera el compostador. En este sentido aconsejan resguardar el compostador de la lluvia y la insolación directa. Es por esto que en zonas cálidas se recomienda situar el compostador al lado de un árbol de hoja caduca, para que se beneficie del sol en invierno y de la sombra en verano. Por el contrario en zonas frías se recomienda situar el compostador en lugares con insolación directa durante todo el año. En zonas muy húmedas también es recomendable evitar que el compostador se hunda en la tierra y acondicionar la base para facilitar el drenaje de lixiviados y evitar el posible exceso de humedad por capilaridad.

Base del compostador: En relación a realización de una base o cama en la parte inferior del compostador cabe mencionar que es recomendable pero no imprescindible disponer material estructurante en la base de compostador. Ésta facilita el drenaje y también la retención de los posibles lixiviados, al tiempo que favorece la aireación de la pila, evitando condiciones de anoxia y promoviendo el efecto chimenea. Además, la fracción vegetal como estructurante es la que aporta la mayor proporción de carbono, que estará progresivamente disponible para el desarrollo de microorganismos. La realización de una cama antes de iniciar el proceso puede favorecer el correcto desarrollo del mismo y evitar inconvenientes futuros. En este sentido es recomendable realizarla cuando no se dispone de experiencia previa. Sin embargo, usuarios experimentados que realizan una aportación equilibrada de restos “verdes y marrones” durante todo el proceso pueden omitir este paso. En cuanto al tipo de material a utilizar, recomendamos, utilizar poda triturada de un largo inferior a los 7cm y superior a los 4cm (Cornell Composting, 2001).

5.2 MEZCLA INICIAL Y MATERIALES

Sistema de carga o alimentación

En los manuales analizados se ha considerado dos sistemas básicos de carga o alimentación de compostador, el sistema pasivo y el sistema activo. Aún considerando el coste comportamental mayor que implica el sistema activo sobre el pasivo, consideramos al primero más apropiado para favorecer un proceso de compostaje correcto. Con una mínima dedicación adicional el sistema activo favorece el control y la rapidez del proceso. Recordamos que el sistema pasivo consiste en el establecimiento de capas de restos verdes y marrones hasta llenar el compostador, sin necesidad de realizar volteos. El sistema activo que proponemos comporta aportar una proporción determinada de restos verdes y marrones y mezclarlos antes o después de la aportación. Recomendamos también evitar dejar restos “verdes” en superficie, para evitar la proliferación de mosquitas de la fruta. Esto se puede realizar al mezclar, cubriendo los restos nuevos con los preexistentes o añadiendo una capa de material seco por encima, sea poda triturada u hojas secas. En relación al compostaje industrial, existen instalaciones dinámicas o estáticas, y para compensar la falta de movimiento de las estáticas, se dispone de sistemas de aireación por impulsión o aspiración que permiten acelerar el proceso en comparación con una pila estática y no ventilada.

Tamaño de los materiales

El tamaño mínimo y máximo de los restos a compostar es también un factor muy importante en la cinética del proceso, en general la bibliografía científica recomienda que el tamaño de partícula oscile alrededor de los 4 cm. Según la Cornell Composting Science & Engineering University (2001) el tamaño de partícula debería oscilar entre 0,5 y 3 pulgadas (1,3 y 7,6 cm), refiriéndose al compostaje industrial. Partículas situadas en el rango inferior podrían implicar un tipo de sistema con aireación forzada, ya que los poros se pueden colmatar si no existe una acción mecánica que ayude a eliminar las obturaciones. En el extremo contrario, un mayor tamaño de partícula se ajustaría mejor a un sistema de pilas de aireación pasiva, ya que deja lugar a una estructura amplia que favorece el paso del aire. Según estos

criterios consideramos que el tamaño de partícula entre los 2-4 cm se adaptaría correctamente a las metodologías que proponen la mezcla o volteo frecuente de la pila de un compostador doméstico.

Materiales

En relación a los materiales a compostar, según la información presentada en la Tabla 38 los restos de cocina y del jardín combinados presentan unas características idóneas para desarrollar un proceso de compostaje doméstico debido a una elevada complementariedad. Considerando el pretratamiento necesario para adecuar el tamaño de partícula, si fuera necesario, y una aportación proporcionada de ambos tipos de restos para adecuar la relación C/N (equilibrio de nutrientes), estos materiales presentes en la mayoría de hogares son un alimento adecuado para los microorganismos encargados desarrollar el proceso.

Tabla 38 Características de la FORS y la FV-Poda

	Fracción orgánica de recogida separada (FORS)	Fracción Vegetal (FV)-PODA
Humedad	Alta (75 a 85%)	Baja (20 a 40%)
Materia orgánica	75 a 85%	80%
Nitrógeno orgánico	5,50%	1,20%
Relación C/N	17	32
Densidad	0,6 a 0,8 t/m ³	0,3 a 0,4 t/m ³ (triturada)
Mal olor / lixiviados	Sí	No
Generación	Constante (pero no uniforme en tipología y composición)	Estacional
Rodríguez et al (2012)		

Sin embargo los diferentes manuales sugieren moderar y evitar algunos restos domésticos. Incluso llegan a etiquetar restos biodegradables como “no compostables”; analizaremos los más controvertidos.

En relación a los **huesos**, en primer lugar cabe mencionar que realmente se trata de materiales, que pese a ser recogidos junto con la fracción orgánica, son minerales en más de un 95 %, y similar situación sucede con las cáscaras de huevo. Según el tipo, longitud y grosor de los mismos pueden tardar algunos años hasta su

degradación, ya que realmente no son biodegradables. Al estar compuestos mayormente de material inorgánico se van reduciendo por acción mecánica, lentamente. En este sentido puede considerarse un resto “muy duro” y por tanto desestimar su tratamiento; pero fuera de lo expuesto no encontramos motivos para desestimar su inclusión. A medida que se degradan aportan calcio y fósforo al material en proceso.

Con respecto a la **carne y pescado** es necesario tener en cuenta que los restos cárnicos y de pescado son una fuente de nitrógeno y en relación al equilibrio C/N, cabe recordar que, si hay una cantidad de carbono adecuada, el nitrógeno permite acelerar el proceso y en consecuencia también el incremento de temperatura. Storino (2012) realiza un estudio que compara y monitoriza procesos de compostaje en compostadores domésticos utilizando diferentes mezclas con y sin la adición de restos cárnicos. El estudio concluye que la adición de éstos favorece la actividad del proceso de compostaje doméstico y la composición elemental del compost. Considera también que el aporte de restos cárnicos puede favorecer el aumento y duración de la temperatura permitiendo la higienización de la pila. El análisis del compost resultante se encuentra libre de fitotoxicidad y no presenta inconveniente alguno desde el punto de vista higiénico-sanitario. Además presenta un mayor contenido en nutrientes que los procesos llevados a cabo sin la adición de restos cárnicos. En el caso de la relación C/N, los compostadores con restos cárnicos presentaron valores inferiores y un contenido en nitrógeno sensiblemente superior, entre un 25-50%. Otro estudio realizado por Rudé y Torres (2008), en 10 tipos de compostadores comerciales diferentes, tampoco encuentra inconvenientes en la evolución del proceso con la incorporación de carne y pescado. El estudio sobre compostaje comercial, Rudé y Torres (2011), no reporta problemas por la inclusión de carne y pescado en los compostadores. El Proyecto “Valorización en origen de residuos orgánicos en el Parque Mediterráneo de la Tecnología⁹”, desarrollado en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña (ESAB-UPC) durante 2010-2011, realizó la valorización en origen de los residuos orgánicos generados en el comedor del campus del Parque Mediterráneo. Entre los restos recogidos de forma selectiva se incluyeron huesos, carne y pescado

⁹ <http://genwebv4.upc.edu/compostpmt/ca>

y no se han reportado inconvenientes durante el proceso. Andreu (2015), Ceferino (2014) y Lladó y Pujol (2013) realizaron diversos trabajos de experimentación con el material orgánico recogido en el mismo campus y tampoco han reportado problemas por la inclusión de este tipo de restos. Cabe señalar que en los experimentos realizados se han podido obtener compost que cumplieran con los requisitos de máxima calidad según las normativas vigentes en cada caso.

Por último, consideramos que sería necesario revisar la relación entre la inclusión de carne y pescado y la presencia de roedores, relación manifiesta en la mayoría de manuales y bibliografía anglosajona (Roulac, 1999; Martin y Gershuny, 1992). Esta asociación es también manifestada por algunos participantes de las campañas de compostaje desarrolladas en España.

Los **productos lácteos**, **los materiales ricos en grasas**, aceites o fritos, y **los productos cocinados**, pueden ser considerados dentro del argumento anterior. Los estudios de Rudé y Torres (2008 y 2012), los de Storino (2012 y 2014), el de Vázquez *et al* (2012) y las experiencias en la ESAB-UPC realizan ensayos con restos domésticos y/o restos de comedores universitarios y no señalan ningún inconveniente por la incorporación de ningún tipo de resto. Tan sólo se debería considerar en el caso de grandes cantidades, como por ejemplos partidas de yogures caducadas, cambios de aceite de freidoras, etc, de manera que la cantidad que se pueda llegar a añadir en el compostador desequilibre los nutrientes presentes y en consecuencia, sí que produciría problemas.

En relación a la inclusión de **excrementos**, su limitación viene dada por el hecho de que al tratarse de un proceso doméstico realizado en compostadores de volumen reducido no es posible garantizar la higienización completa de la pila. En pocas ocasiones se alcanzan las temperaturas adecuadas si no es porque la cantidad de material es suficientemente grande para que pueda generar y mantener la temperatura, de manera que se puede correr el riesgo de no eliminar parásitos e incluso contagiar algunas enfermedades compartidas con animales domésticos, como podría ser el caso de la toxoplasmosis. Por tanto se desaconseja la utilización de excrementos de perros, gatos y aves domésticas.

Con respecto a las **semillas de malas hierbas**, el compost no higienizado puede contener semillas con capacidad de germinación que sean indeseables en la

utilización del producto. En estos casos se recomienda no añadir “malas hierbas” si éstas han desarrollado sus semillas.

En el caso de las **plantas enfermas** y los **pañuelos usados**, entendemos que el razonamiento a aplicar podría ser el mismo en relación a virus y bacterias, así como a la degradación del propio material de que están compuestos.

Respecto los **restos de barrido o aspirado**, un estudio de la asociación Greenpeace (2003) evidencia la peligrosidad de las sustancias químicas presentes en el polvo doméstico. Las muestras analizadas de varios países europeos, incluido España, poseían concentraciones significativas de ftalatos, pirorretardantes, bromados, compuestos organoestánicos y parafinas cloradas de cadena corta; sustancias químicas peligrosas utilizadas en la producción de bienes de consumo presentes en la gran mayoría de los hogares. Según estas evidencias, sería conveniente recomendar la no inclusión de este material en los compostadores domésticos.

En el caso de las **cenizas**, pueden ser un inconveniente para el proceso si son abocadas en un volumen desproporcionado, ya que hay que considerar que se trata de un material mineral y no orgánico, y por lo tanto no biodegradable. En este sentido se suele comentar en los foros que no es posible gestionar la totalidad de las cenizas de los hogares que se calefaccionan con madera durante todo el invierno. La cantidad de cenizas generadas es difícilmente compensada con el resto de materiales generados en un hogar. Recordamos que la mayoría de participantes posee compostadores de 300/400 litros. Por otra parte cabe considerar también que el tamaño de partícula es excesivamente pequeño y el pH alcalino. Según lo expuesto, consideramos que este tipo de material debería ser rechazado como componente de la mezcla, aunque puede ser beneficioso si la mezcla se hace con el compost, una vez elaborado, con objeto de aumentar el contenido en nutrientes.

Proporción de materiales y equilibrio de nutrientes - Relación C/N

Cómo se puede observar en la Tabla 38 la combinación de los materiales domésticos de la cocina y el jardín posibilitan establecer una relación C/N adecuada, que según la bibliografía debería situarse entre 25-35/1 (Cornell Composting, 2001). Recordamos que el equilibrio de nutrientes y biopolímeros en los materiales de

partida debe garantizar las condiciones físicas y físico químicas necesarias en la matriz (equilibrio de nutrientes y relación aire/agua que permita condiciones aeróbicas). Según las características de los restos “verdes” y “marrones” de la cocina y el jardín sería recomendable establecer una proporción de éstos cercana a 1/1 en volumen. Vázquez *et al* (2012), para el compostaje de restos de comedores universitarios utilizan una proporción 1/1 y no señalan inconvenientes para el proceso.

En el estudio sobre compostaje comercial Rudé y Torres (2011) encontraron una relación C/N de 25 en los restos del comedor universitario y no señalaron ningún inconveniente para su correcto compostaje. Estos autores recomiendan trabajar con una proporción mínima de estructurante del 5%, equivalente al 17% en volumen, según las características de los materiales con los cuales realizaron los experimentos. También señalan que al aumentar la cantidad de estructurante se reducía sensiblemente el tiempo de maduración del compost y se aumenta la retención de C y N en el producto final. En bajas proporciones de estructurante señalan que el olor a amoníaco es más presente. En diversos estudios realizados en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (ESAB-UPC), sobre compostaje doméstico de la FORM del bar del campus, se ensayaron diferentes proporciones de materiales y se obtuvo que para una proporción de volumen 1:1, la C/N de la mezcla se situaba alrededor de 20 (Lladó y Pujol, 2013), mientras que para conseguir valores más elevados de C/N, en el trabajo de Andreu (2014) se observa que es necesaria una proporción 1:2 FO:FV para alcanzar un valor de 30 y de 1:6,5 para llegar a 40, donde se añadió una gran cantidad de fracción vegetal triturada. No obstante, estas proporciones siempre estarán relacionadas con las características de cada uno de los componentes. Estos trabajos señalan también que el tipo de material estructurante utilizado puede hacer variar significativamente la relación C/N y también afecta sensiblemente la capacidad de retener humedad en la matriz. Según el tipo de estructurante utilizado es necesario realizar riegos más frecuentes y en menor volumen para poder mantener la humedad necesaria.

5.3 MANTENIMIENTO Y CONTROL

Humedad (relación aire/agua)

Como ya hemos señalado, el control de la humedad es uno de los parámetros fundamentales para garantizar el desarrollo correcto del proceso. El porcentaje de humedad debería situarse en el rango 50-60% (Haug, 1993; Cornell Composting, 2001) pero es de extrema dificultad establecer un método objetivo que puede utilizarse de forma doméstica. Cada participante debería disponer de un higrómetro y de un protocolo estricto para poder controlar la correcta humedad del material. En este sentido son muy importantes las visitas de seguimiento que proponen algunas campañas, ya que permiten que un técnico experimentado enseñe a cada participante las formas de valorar la humedad en su propio compostador. Recordamos que algunos manuales presentan sistemas detallados para interpretar la humedad del compostador mediante la prueba del puño (croqueta) y los dedos (como el manual de la Mancomunidad de la Plana, número de 10 de la Tabla 11) pero consideramos que todos los sistemas analizados comportan un elevado margen de interpretación subjetiva.

El trabajo de Andreu (2015) manifiesta la dificultad de mantener una humedad cercana al 55% en la matriz según el tipo de material estructurante utilizado. Según las características del material, encuentra necesario realizar riegos periódicos a baja velocidad (aspersor) y sobre toda la superficie de la matriz para poder mantener la humedad necesaria. Riegos a alta velocidad favorecen el drenaje de gran parte del agua y una baja absorción de la humedad.

En relación a la humedad ambiente, cabe considerar que por el principio de “capilaridad” el contenido del compostador funciona como una esponja. Por tanto en zonas húmedas o en temporadas de lluvias es aconsejable controlar la humedad periódicamente. El mismo principio de control es necesario aplicarlo en zonas cálidas, para evitar la deshidratación de los materiales de la matriz. Si se detecta que el contenido del compostador está “seco” es necesario incorporar humedad, en forma de restos “verdes” o **regando** el compostador. Por el contrario, si se detecta humedad en exceso es necesario retirar dicha humedad, incorporando restos

“marrones” y revolviendo el contenido para facilitar la incorporación de aire y la evacuación de la humedad sobrante.

Sistema de volteo

Como ya hemos comentado oportunamente, las pautas de volteo deben analizarse en conjunto con el resto de parámetros dentro de una metodología de proceso. Los resultados sobre la frecuencia de volteo recomendada son los que presentan una mayor variabilidad, cosa que evidencia la importancia de este parámetro ya que por sí solo puede condicionar el proceso. El exceso de humedad puede generar condiciones de anoxia en la matriz, con la consecuente aparición de malos olores. En el caso contrario, el exceso de oxígeno entendido como exceso de ventilación, puede enlentecer o frenar el proceso si la matriz se seca. Ambas situaciones pueden regularse con pautas de volteo. Asociado al sistema de carga propuesto, que prevé la mezcla del material nuevo con el preexistente, recomendamos voltear la pila con una frecuencia semanal. La frecuencia debe ser regulada en función de la humedad de la matriz, las condiciones climatológicas y del tipo de material a incorporar. En este sentido, Rudé y Torres (2011) señalan para un clima mediterráneo, que en invierno una pauta de agitación diaria puede enlentecer el proceso, al enfriar el material. Una pauta de volteo moderada o semanal sería suficiente para evitar las condiciones de anoxia y no interferir en el proceso. En términos generales sugieren como pauta de proceso, la menor agitación posible en invierno y la mayor en verano. Por otro lado encuentran que una mayor agitación se puede asociar a una disminución ligera en la proporción de C y N en el producto final.

Recordamos también que es necesario adaptar el sistema de volteo al momento de recolección o extracción del compost, para facilitar la separación de los restos no suficientemente degradados y de tamaño superior al deseado para la utilización del compost. Usualmente se recomienda voltear sólo la parte superior de la matriz unas semanas antes de extraer el compost. De esta forma se crean dos capas en el compostador, la superior con restos recientes y poco degradados y la inferior con restos más degradados y presencia de compost. Este procedimiento facilita la separación de ambas capas y permite cribar sólo los restos más degradados.

Frecuencia de riego

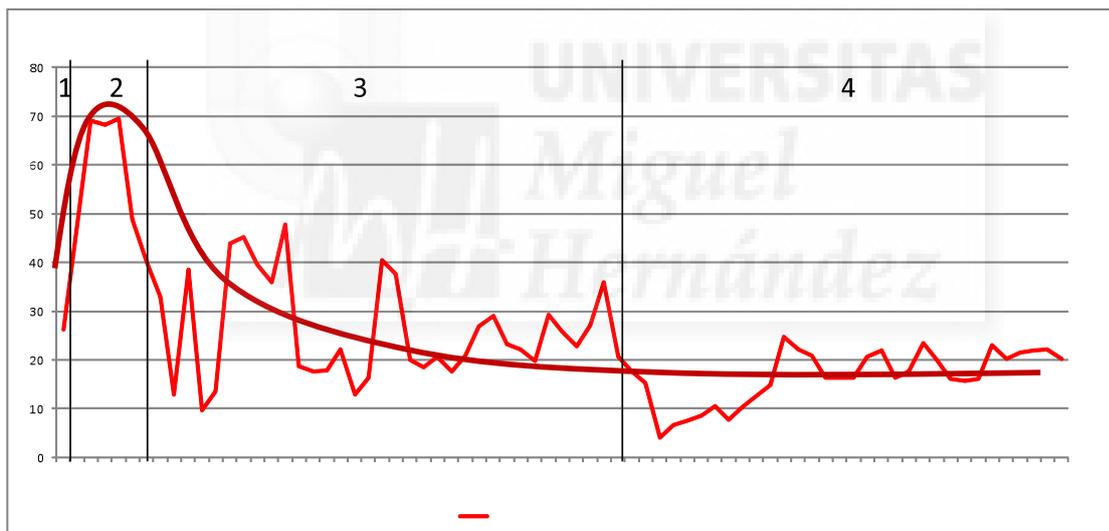
De la misma forma que en el caso del volteo, la necesidad de incorporar humedad mediante el riego dependerá del estado de la matriz en un momento determinado, y es necesario valorarlo en conjunto con el resto de parámetros de la metodología propuesta. La mayoría de manuales analizados especifica “regar” cuando el contenido está “seco”, cosa que habitualmente suele suceder con mayor frecuencia durante los meses de verano. En la muestra de manuales analizada sólo dos de ellos especifican una frecuencia de riego: el manual de la Mancomunidad de San Marko recomienda regar en verano y el de la Diputación de Barcelona especifica que se debe regar de forma semanal. Storino (2014) señala que el compostaje doméstico requiere más riegos que el compostaje industrial, debido a la mayor aireación a la que está expuesto. Rudé y Torres (2008) señalan que es necesario regar durante las épocas de calor intenso y voltear el material para homogeneizar la humedad en toda la matriz. Consideramos que es indispensable controlar la humedad y efectuar riegos cuando sea necesario. Cabe señalar en los manuales la conveniencia de efectuar riegos periódicos, cuando sea necesario, para mantener “activo” el proceso durante todo el año.

Temperatura

Como ya se ha señalado, la temperatura es un valioso indicador del estado del proceso, ya que es una consecuencia de la actividad de los microorganismos. El control de la temperatura se puede realizar de forma sencilla si los usuarios dispusieran de un termómetro adecuado. De todas formas, se pueden utilizar indicadores sencillos aunque no precisos, como la presencia de gotas de humedad en la base de la tapa, o simplemente acercar la mano a los restos en proceso de degradación. Recordamos que es necesario que la temperatura permanezca a 55°C durante 3 días como garantía de higienización, información que la mayoría de los manuales no proporciona. Rudé i Torres (2008) señalan que en condiciones de alimentación diaria todos los compostadores han alcanzado temperaturas máximas cercanas a los 60°. Storino (2014) también ha corroborado temperaturas máximas mayores a los 55° pero establece un matiz en relación al compostaje industrial: el

número de días termófilos en el compostaje doméstico son inferiores a los que se registran en el compostaje industrial. Este hecho sumado a la menor inercia térmica y a la mayor disipación del calor, dado el volumen de la matriz, da como resultado temperaturas inferiores en el compostaje doméstico. Si consideramos, además, el sistema de alimentación continua realizado en los hogares, constatamos que no siempre es posible garantizar la higienización completa de todo el material incorporado. De aquí, las precauciones señaladas para algunos materiales, como los excrementos y las semillas de malas hierbas. En los trabajos realizados en la ESAB (Lladó y Pujol, 2013; Andreu, 2014; Ceferino, 2015) se siguió la temperatura y se observó que, gracias a las cantidades añadidas en poco tiempo, se alcanzaban temperaturas de higienización durante los primeros días (Figura 31).

Figura 31 Evolución de la temperatura en un compostador doméstico (Lladó y Pujol, 2013)

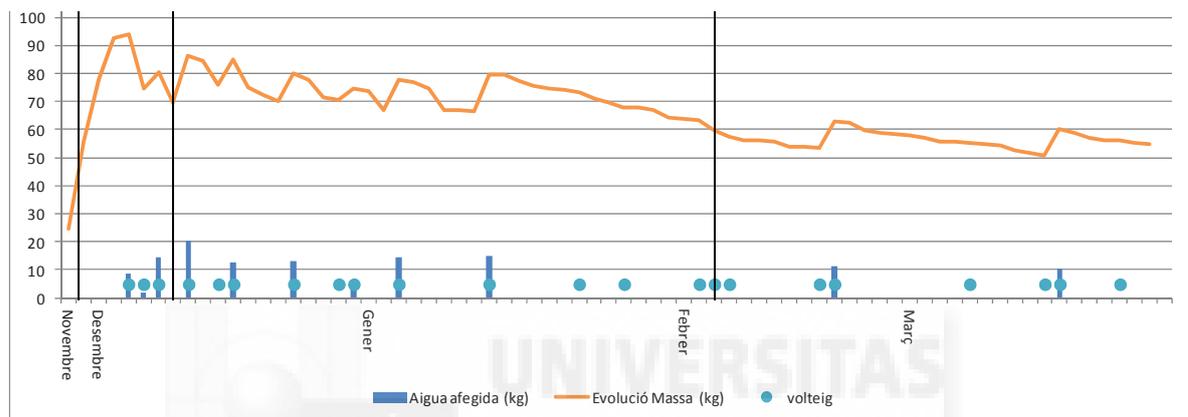


Duración del proceso

La duración del proceso es otro de los datos con mayor variabilidad en la muestra de manuales analizada. Recordamos que se han documentado duraciones mínimas de entre 3 y 9 meses; y duraciones máximas de entre 3 y 16 meses. Rudé y Torres (2011) señalan para el compostaje comercial una duración de entre 5 y 8 meses, obteniendo un material libre de *E. Coli* i *Salmonela*. En las condiciones del ensayo han alcanzado a partir del sexto mes valores de reducción de masa de un 70-80 %.

A la hora de valorar la reducciones de masa es conveniente también discriminar entre masa húmeda y materia seca, ya que la primera puede estar muy afectada por el agua debida al riego. La Figura 32 presenta la variación de la masa en un compostador del trabajo de Lladó y Pujol (2013) donde se observan algunos aumentos de masa coincidentes con los riegos.

Figura 32. Evolución de la masa en un compostador doméstico (Lladó y Pujol, 2013)



En este trabajo se observó una reducción de materia seca del 22 %, y en Andreu (2014), la reducción de materia seca un proceso procedente de una CN inicial de 30 fue de 26% y en CN inicial de 40, hasta el 30 %. Cabe mencionar que en el caso de CN40 el proceso fue más largo que en CN30, ya que se debería esperar que la reducción en CN40 fuera menor debido a la presencia elevada de fracción vegetal, menos degradable que la fracción orgánica.

Como comentario final señalar que la duración del proceso está directamente relacionada con la metodología empleada en la puesta en marcha y mantenimiento del compostador y con el volumen de los restos aportados. Es necesario recordar que la mayoría de las campañas suministran compostadores de volúmenes reducidos, de entre 300 y 400 litros. En un proceso de alimentación continua, la cantidad y proporción de restos aportados al inicio y durante el proceso es un factor significativo a considerar en la duración del proceso. Los usuarios que aporten pequeños volúmenes de materiales unas veces por semana experimentarán un proceso más largo que los que realicen aportes más cuantiosos, utilizando la misma

metodología, debido a la inercia del sistema y cinética de las poblaciones microbianas intervinientes. Como ya se ha mencionado, lo más habitual es obtener y extraer compost maduro una vez al año, “en la época en que se necesita”; aunque usuarios experimentados pueden obtener compost dos y tres veces en un año.

5.4 REFLEXIÓN FINAL

El análisis realizado nos permite distinguir al menos tres tipos de intereses u objetivos presentes de forma implícita o explícita, de forma conjunta o separada en los diferentes manuales analizados. Los manuales están orientados a facilitar un correcto proceso de compostaje haciendo incapié en uno o varios de los siguientes propósitos: que sea fácil y sencillo para los usuarios; que produzca un compost de excelente calidad; que permita “aprovechar” todos los restos del hogar. De esta forma se podría analizar los distintos manuales según los objetivos o finalidad última que persiguen: (Figura 33):

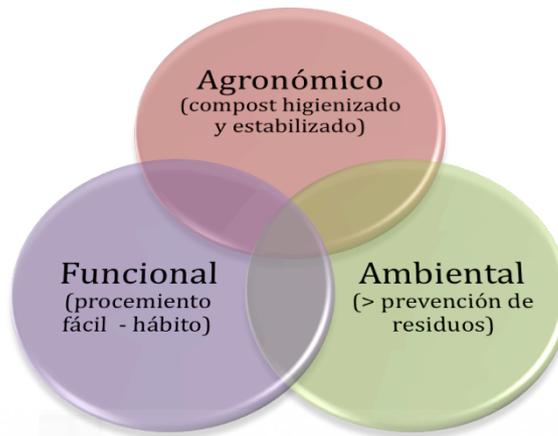
- A- el **funcional** para las familias: la metodología propuesta debe ser “fácil” de llevar a cabo, debe comportar la mínima dedicación previa posible tanto en la cocina, como en el jardín, el mínimo mantenimiento y debe evitar o limitar los factores inhibidores de la práctica del compostaje como son las moscas y los malos olores. La metodología propuesta debería poder convertirse en un hábito más dentro las tareas habituales de alimentación y gestión de residuos.

- B- el **agronómico** para el suelo: la metodología propuesta debería garantizar un compost higienizado y estabilizado y el mayor aprovechamiento posible de los nutrientes aportados en origen. Esto implicaría, por ejemplo, velar por una correcta relación C/N, agua/aire y garantizar la correcta evolución y mantenimiento de la temperatura en el proceso.

- C- el **ambiental** para la gestión de residuos: la metodología propuesta debería prevenir la mayor cantidad de residuos posible. Es necesario poder incorporar al

proceso la mayor cantidad de materiales que se generen en el hogar. De esta forma el impacto ambiental positivo sería mucho mayor.

Figura 33. Relación de intereses en los manuales de compostaje doméstico



Estos tres intereses pueden entrar en tensión ya que persiguen finalidades diferentes, por ejemplo:

- la separación y no inclusión de ciertos tipos de restos de la cocina, como la carne y el pescado, o del jardín, como el césped, para evitar posibles inconvenientes como los olores o moscas: complejiza las tareas en la cocina y jardín, favorece la pérdida de nutrientes esenciales y no evita la generación de ciertos residuos.
- la aportación de restos que permitan una relación C/N equilibrada con la disponibilidad de los distintos tipos de restos de la cocina y el jardín. Es importante garantizar, por ejemplo, la disponibilidad de restos estructurantes ricos en C, como la poda triturada, aunque no siempre los usuarios disponen de una biotrituradora o de un servicio municipal que suministre el material o la maquinaria.
- la minimización de los “factores inhibidores”, como son la presencia de moscas y olores y la inclusión de ciertos restos ricos en agua y nitrógeno, como el césped o la carne.

Desde nuestro punto de vista el manual ideal debería ser aquel que consiga unir en la metodología propuesta los tres tipos de intereses y consiga un buen equilibrio entre ellos. Un nuevo análisis podría examinar manuales de compostaje considerando las tres esferas y las diferentes zonas de contacto o intersección entre los tres intereses. De esta forma los manuales podrían ser clasificados con 7 categorías diferentes: las tres categorías en las que los manuales sólo tienen en cuenta uno de los intereses descritos; las tres en las que confluyen dos de estos intereses; y finalmente, una categoría en la que confluyen los tres intereses. Tal vez en esta última, en la de máxima intersección, se consiga el proceso más sostenible, ya que considera los tres niveles: el social (funcional), ambiental y agronómico. Las otras tres zonas de contacto resultantes (socio-ambiental, socio-agronómica y agronómico-ambiental) no resultarían tan adecuadas, ya que sólo permitirían valorar la confluencia equilibrada de dos de los tres intereses descritos.

Por último debemos señalar la necesidad de fomentar más investigaciones sobre el compostaje doméstico. Como argumenta Storino (2014) las investigaciones sobre compostaje son mayormente enfocadas al compostaje en gran escala y los resultados y conclusiones obtenidos no son aplicables al compostaje doméstico ya que las condiciones de éste varían notablemente. Sería necesario, además, fomentar estudios *in situ*, que permitan monitorizar comportamientos domésticos para poder valorar un proceso “real” y no en condiciones de laboratorio.

La experiencia acumulada en las campañas llevadas a cabo en toda la geografía española (Torras, 2012) nos permiten afirmar que es factible compostar de forma doméstica gran parte de la materia orgánica generada en una vivienda. Compostar es posible con una baja dedicación por parte del usuario y un alto nivel de satisfacción personal. Como señalan Rude y Torres (2008) las principales actuaciones que debe hacer el usuario son voltear después de una lluvia cuantiosa y regar en épocas de calor intensa para homogeneizar el material y evitar malos olores. Para que esto sea posible será necesario desarrollar y plasmar una metodología de proceso que pueda ser fácilmente aprehendida y llevada a cabo por cualquier ciudadano. Además debería poder ser incorporada como un hábito más, dentro de las tareas habituales de gestión de la cocina y el jardín.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Amigos de la Tierra, 2015. Ventajas del compostaje. Mundoprint. Madrid, España. 18pp.
- Andreu, A. 2014. Efectes de la relació C/N inicial en la descomposició i maduració del compostatge de la FORM amb restes de poda urbana. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña. España. 74pp.
- Arcadis, 2010. Assessment of the options to improve the management of bio-waste in the EU. En <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/developments.htm>
- Barrena, R., Font, X., Gabarrell, X., Sánchez, A. 2014. Home composting versus industrial composting system on compost quality with focus on compost stability. Waste Management, 34: 1109-1116.
- Bueno, M. 2008. Cómo hacer un buen compost. Manual para horticultores ecológicos. La fertilidad de la tierra ediciones. Estella, Navarra. España. 170pp.
- Ceferino, C. 2015. Qualitat de compost en funció de la relació c/n inicial en el compostatge i vermicompostatge de la fo del barrestaurant del campus del Baix Llobregat en compostadors domèstics. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña. España. 134pp.
- Colón J., Martínez Blanco, J., Gabarrell, X., Artola, A., Sánchez, A., Rieradevall, J., Font X. 2010. Enviromental assessment of home composting. Resources, Conservation and Recycling, 54: 893-904.
- Cornell Composting Science & Engineering. The Science and Engineering of Composting. Disponible en: http://agrienvarchive.ca/bioenergy/download/cornell_composting.pdf
<http://compost.css.cornell.edu/science.html>
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre residuos. Diario Oficial, núm. L 312 del 22.11.2008, p. 0003-0030.
- Greenpeace. 2003. CONSUMIENDO QUÍMICA -EUROPA- Las sustancias peligrosas en el polvo doméstico, como indicador de exposición química en el hogar. 88 pp. Disponible en: www.greenpeace.org/espana/es/

- Haug, R.T. 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers. Boca Raton, USA. 732pp.
- Ley 10/1998, del 21 de abril, de residuos. BOE, núm. 96 (22.04.1998).
- Ley 22/2011, del 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. BOE, núm. 181 (29.07.2011).
- Lladó, R. y Pujol, M. 2013. Quantificació del residus orgànics generats al bar restaurant del campus del Baix Llobregat i valorització de la fracció orgànica per compostatge. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña. España. 140pp.
- López, M. 2012. Valorització en origen de residus orgànics en el Parc Mediterrani de la Tecnologia. Presentación de Proyectos “Llavors de sostenibilitat”, Universidad Politécnica de Cataluña. <https://is.upc.edu/recerca-projectes-1/llavors/valoritzacio-residus-organics.-x.-martinez-m.-lopez/view>
- López, M. 2012. Recogida selectiva y compostaje como herramienta de sensibilización y participación de la comunidad universitaria. Presentación en el Segundo seminario sobre compostaje doméstico y comunitario, Composta en RED. http://www.compostaenred.org/proyectos/JonadasBarcelona2012/presentaciones/MargaLopez_ESAB.pdf
- Lleó, T., Albacete, E., Barrena, R., Font, X., Artola, A., Sánchez, A. 2013. Home and vermicomposting as sustainable options for biowaste management. Journal of Cleaner Production 47: 70-76.
- Martin, D., Gershuny, G., Ed. 1992. The Rodale Book of Composting: easy methods for every gardener. Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania. 278pp.
- Martínez, B., Colón J., Gabarrell, X., Font X., Sánchez, A., Artola, A., Rieradevall, J. 2010. The use of life cycle assessment for comparison of biowaste composting at home and full scale. Waste Management, 30:983-994.
- Moreno, C. y Moral, R. Compostaje. 2011. Mundiprensa. Madrid. España. 570pp.
- Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, aprobado por el Consejo de Ministros el 13.12.2013.

- Real Decreto 506/2013, del 28 de junio, sobre productos fertilizantes. BOE, núm. 164 (10.07.2013).
- Rodríguez, A. Ruiz, M., Rueda S., (Coords.) 2013. Gestión de biorresiduos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica. Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. 355 pp.
- Roulac J., Backyard Composting. 1999. Green Earth Books. Devon. Inglaterra. 96pp.
- Rudé, E. y Torres, R. 2008. Avaluació de diferents models de compostadors domèstics. Facultat de Química, Universitat de Barcelona. Disponible en http://perfil.amb.cat/web/emma/publicacions/compostadors_domestic
- Rudé, E. i Torres, R. 2011, Recerca en compostaje comercial. Facultat de Química, Universitat de Barcelona. Disponible en http://compostmetropolitana.blogspot.com/2011_07_01_archive.html
- Soliva, M., López, M., Huerta, O., 2014. Fundamentos del compostaje. Universidad Miguel Hernández. Máster Universitario en gestión, tratamiento y valorización de residuos orgánicos. España. 23pp
- Storino, F., Arizmendiarieta, J., Ganuza, E., Muro, J., Aparicio-Tejo, P., Irigoyen, I. 2014. Comparación del compostaje a pequeña y gran escala: Estudio del proceso y del compost obtenido. IV Jornadas de la Red Española de Compostaje.
- Storino, F., Arizmendiarieta, Calleja-Cervantes, M.E., J., Irigoyen, I., Muro, J., Aparicio-Tejo, P., 2012. Aportaciones de residuos cárnicos en la práctica del compostaje doméstico. III Jornadas de la Red Española de Compostaje.
- Torras, A. (Coord.) 2013. Situación del compostaje doméstico y comunitario en el Estado Español 2012. Red Estatal de Entidades Locales por el Compostaje Doméstico y Comunitario. Madrid. 343 pp.
- Vázquez, M., Plana, R., Pérez, C., Pita, L., Soto, M. 2012. Compostaje descentralizado de residuos de comedor en centros Universitarios, en Avances en la investigación sobre compost: materias primas, procesos, calidad y usos. III Jornadas REC 2012. Andavira Editora SL.

Manuales de compostaje doméstico analizados:

Núm.	Nombre	Autor	Promotor	Año	Comunidad/ País
1	Manual de Compostaje. Experiencias realizadas años 2004-08.	Amigos de la Tierra	Ministerio de Medio Ambiente	2009	España
2	Guía útil para compostar	GMR Canarias	Cabildo de Tenerife	2008	Canarias
3	El compostaje casolà	Huerta, O. López, M.	Diputació de Barcelona	2009	Cataluña
4	Guía de autocompostaje	Mancomunidad de San Marko	Diputación Foral de Guipuzkoa	2012	Euskadi
5	Manual para el compostaje individual	Diputación Foral de Guipuzkoa	Diputación Foral de Guipuzkoa	-	Euskadi
6	Manual de compostaje	Amigos de la Tierra	Ministerio de Medio Ambiente	2009	España
7	Manual dels compostaires de Vacarisses	Pou, A., Capdevila, L.	Ayuntamiento de Vacarisses	2007	Cataluña
8	Manual básico de compostaje y vermicompostaje doméstico	Martín, B., Urquiaga, R., de Santos, S.	CompostaenRED	2011	Madrid /España
9	Descubre el compostaje - WEB	Compostadores SL	Compostadores SL	2015	Cataluña/España
10	Guía del compostaje dels residus orgànics produïts a les llars	Mancomunidad de La Plana	Mancomunidad de La Plana	2006	Cataluña
11	El Autocompostaje / L'autocompostaje	Agencia de Residuos de Cataluña	Agencia de Residuos de Cataluña	2011	Cataluña
12	Manual de compostaje en jardí	Compostadores sl	Área Metropolitana de Barcelona	2008	Cataluña
13	Guia pràctica per crear adob natural de manera fàcil, i a casa!	Helix serveis ambientals	Helix serveis ambientals	-	Cataluña
14	Manual de compostaje casero	Ministerio de Medio Ambiente	Ministerio de Medio Ambiente	-	Chile
15	Manual del buen compostador	Marqués, M., Urquiaga, R.	Asociación GRAMA	2005	Madrid
16	Haciendo compost en casa	GAIA	GAIA, Alianza Global Anti-incineración	-	Argentina
17	Compost doméstico	Oficina de Asesoramiento y Control del Compost de Andalucía (OACCA)	Junta de Andalucía	-	Andalucía
18	Manual básico para hacer compost	Amigos de la Tierra	ayuntamiento de Galapagar	2004	Madrid
19	Compostaje	Jardinitis.com	Jardinitis.com	2008	Cataluña
20	How to compost at home	getcomposting.com	London Borough of Bromley Council	2014	Londres
21	Manual de compostaxe doméstica e de recollida	Ingesyma	Sociedad Galega de Medio Ambiente,	-	Galicia

Núm.	Nombre	Autor	Promotor	Año	Comunidad/ País
	selectiva		SOGAMA		
22	Compost. Guía de compostaje doméstico	Mancomunidad de residuos urbanos de Bortziriak	Gobierno de Navarra	2012	Navarra
23	Compost. Guía de compostaje doméstico	Amigos de la Tierra/Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra	Mancomunidad Comarca de Pamplona	-	Navarra
24	Guía de compostaje doméstico	Mancomunidad Comarca de Pamplona	Consorcio para la Gestión de los Residuos Sólidos de Asturias, COGERSA	-	Asturias
25	Backyard composting	VLACO	Public Waste Agency of Flanders	2003	Flanders
26	Manual de compostaxe caseira	Pérez, R., Soto, M., Rodríguez, M. Y González D.	Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza, ADEGA	2010	Galicia
27	Guía pel compostaje domèstic	IPCENA	Ajuntament de Lleida	2008	Cataluña
28	Manual de compostaje doméstico	Residuos de Navarra	Consorcio de Residuos de Navarra	2013	Navarra
29	Manual del compostador doméstico	Ayuntamiento de Palazuelos de Eresma	Ayuntamiento de Palazuelos de Eresma	-	Castilla y León
30	Compostar, ¿para qué?	Región de Murcia Limpia	Región de Murcia Limpia	-	Murcia
31	Composting at Home - The Green and Brown Alternative	Schwarz, M. Y Bonhotal, J.	Cornell Waste Management Institute, Cornell University.	2011	New York
32	Home Composting	Recycle Now	Recycle Now	-	Inglaterra
33	Manual del compostaire	Sant Llorenç Savall	Sant Llorenç Savall	-	Cataluña
34	Compostaje doméstico	Mancomunidad de servicios Uribe Kostako	Mancomunidad de servicios Uribe Kostako	2013	Euskadi
35	Manual de compostaje casolà	Porta, M.	Consell Comarcal d'Osona	-	Cataluña