

LA RESPUESTA ES VERDE 

DEL 28 DE NOVIEMBRE AL 1 DE DICIEMBRE. MADRID



DOCUMENTO FINAL DEL GRUPO DE TRABAJO

GT-15

**El desafío de la gestión de la
materia orgánica**

Coordina: Fundación Conama

CONAMA2016

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Del 28 de noviembre al 1 de diciembre de 2016



Documento del Grupo de Trabajo de Conama 2016

GT15

El desafío de la gestión de la materia orgánica

ENTIDAD COORGANIZADORA: Fundación CONAMA.

PARTICIPANTES

Coordinadores:

- Eduardo Perero van Hove, Consultor ambiental, Área Técnica Fundación CONAMA.
- David Gimaré Gallego, Responsable Técnico del Área de Residuos, Asociación de Ciencias Ambientales (ACA).
- Javier Puig de la Bellacasa Alberola, Economista Consultor en Gestión de Residuos. Fundación CONAMA.
- Laura Ronquillo Muñoz, Arquitecto. Fundación CONAMA.

Relatores:

- David Gimaré Gallego, Responsable Técnico del Área de Residuos, Asociación de Ciencias Ambientales (ACA).
- Javier Puig de la Bellacasa Alberola, Economista Consultor en Gestión de Residuos. Fundación CONAMA.
- Laura Ronquillo Muñoz, Arquitecto. Fundación CONAMA.

Colaboradores técnicos:

- Abel Esteban Cabellos. Ecologistas en Acción.
- Aida Fernando de Fuentes. Fundación Conde del Valle de Salazar-Cátedra ECOEMBES de Medio Ambiente.
- Alberto Manzano López. Comunidad de Madrid.
- Alejandro Sánchez Pérez. ISM.
- Alicia Pollo Albéniz. MAGRAMA.
- Alodia Pérez Muñoz. Amigos de la Tierra España.
- Ana Fresmo Ruiz. MAGRAMA.
- Andrés Guerra-Libero Castilla. AEAS.
- Ángel Franco Franco. FESBAL.
- Ascensión Ramírez Sobrino. OECC.
- Aurora García Cañaveral. Instituto Andaluz de Tecnología (IAT).

- Belén Ramos Alcalde. OCU Ediciones.
- Benito Blanco Pequeño. Applus+
- Carlos González López. Diputación de Barcelona.
- Carlos Antuña Fernandez. ISM.
- Carmen Redondo Borge. HISPACCOP.
- David Esteller Sobredo. AECOC.
- Enrique Arroyo Tamayo. Federación Nacional de Industrias Lácteas (FENIL).
- Felipe Medina Martín. ASEDAS.
- Félix Soto Abeledo. AmbiNor Consultoría y Proyectos S.L.
- Gema Gonzalos Pedrero. MAGRAMA.
- Íñigo Pérez-Baroja Verde. Laboratorios AGQ.
- Iris Estévez Schwarz. Economías Bio Regionales.
- Isabel Tarín Egoscozabal. Urbaser.
- Jesús Pérez Gómez. Comisiones Obreras (CC.OO.).
- Joaquín Aguilar Jiménez. AEAS.
- Jorge Romea. Ayuntamiento de Rivas Vaciamadrid.
- Jorge Manuel Ozcáriz Salazar. COMAV S.L.
- José Luis Cifuentes Sastre. Ayuntamiento de Madrid.
- José Manuel Delgado Pérez. UPA.
- Juan Jesús Maldonado López. COIIM.
- Laura Jiménez Bailón. Ayuntamiento de Bustarviejo.
- Luis Enrique Mecati Granada. FEMP.
- Luis Miguel Villamedina Jiménez. Ayuntamiento de San Fernando de Henares.
- Macarena Segarra Ferrández. Coordinadora Estatal de Ciencias Ambientales.
- Margarita de Gregorio. Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (BIOPLAT).
- María Segura de la Monja. ACES.
- María Rodríguez Antón. Urbaser.
- María Martínez-Herrera. ASEDAS.

-
- María Antonia García Prieto. Gestión y Estudios Ambientales (GEA).
 - Marta Piqueras Martínez. COAG.
 - Miguel Ángel Baquedano Maestro. Ayuntamiento de Madrid.
 - Mikel Garay. CIMAS.
 - Mónica Cuende Lozano. Asociación Economías Bio Regionales.
 - M^a Isabel Jiménez García. Ayuntamiento de Madrid, Valdemingómez.
 - Patricia Gómez. Cose.
 - Paula Cinto Pardiñas. FIAB.
 - Pedro M^a López Medina. Vicensejería de medio ambiente. Consejería de agricultura, medio ambiente y desarrollo rural de la JCCM.
 - Rebeca Rocharuas. FESBAL.
 - Victorino Martínez Puras. SIGFITO Agroenvases S.L.

ÍNDICE DEL DOCUMENTO

1.	Introducción.....	1
2.	Objetivos.....	2
3.	Contexto de la gestión de la materia orgánica y los biorresiduos	3
3.1.	Marco normativo.....	14
4.	Flujo de la materia orgánica y biorresiduos.....	16
4.1.	Producción primaria.....	16
4.1.1.	Situación de los residuos orgánicos agrarios y su gestión	17
4.1.2.	Residuos derivados de la producción agrícola	19
4.1.3.	Residuos derivados de las industrias de transformación agrícola	19
4.1.4.	Producción forestal	20
4.2.	Industria de alimentación y bebidas	23
4.3.	Distribución y comercialización.....	39
4.4.	Consumo por parte del ciudadano.....	40
4.4.1.	Desperdicio alimentario	44
4.4.2.	Bancos de alimentos	50
4.5.	Mantenimiento de zonas verdes.....	53
4.5.1.	Residuos procedentes de parques y jardines.....	54
5.	Tratamiento de la materia orgánica y los biorresiduos	57
5.1.	Valorización de la materia orgánica.....	57
5.1.1.	Tipos de biomasa.....	57
5.1.2.	Tecnologías de conversión de la materia orgánica	58
5.1.3.	Las biorrefinerías.....	62
5.2.	Operaciones de tratamiento de los biorresiduos	63
5.2.1.	Compostaje	63
5.2.2.	Material bioestabilizado.....	71
5.2.3.	Digestión anaerobia.	73
5.3.	Utilización de Fangos.....	78
6.	Propuestas para mejorar la gestión de los biorresiduos.....	81
6.1.	Propuestas en el ámbito de la producción primaria.....	81
6.2.	Aprovechamiento de subproductos en la industria de alimentación y bebidas.....	83
6.3.	Propuestas en el ámbito de la comercialización y distribución	86
6.4.	Sensibilización y educación ambiental.....	87

6.5. Consumo responsable.....	91
6.6. I+D+i	93
7. Presentación del documento preliminar en Conama 2016	95
8. Bibliografía	99
ANEXO 1. Diagrama flujo materia orgánica y biorresiduos	1
ANEXO 2. Documentación de ampliación	106
Anexo 2.1. Marco legal de los residuos y subproductos procedentes de la industria de alimentos y bebidas	99
Anexo 2.2. Residuos derivados de la producción agrícola	108
ANEXO 3. Experiencias, proyectos y casos de éxito.....	106
FICHA RESUMEN 1: Wavalue.....	111
FICHA RESUMEN 2: Tecnocuelos Gardelegi	113
FICHA RESUMEN 3: Recogida selectiva materia orgánica-PaP	116
FICHA RESUMEN 4: Recogida selectiva materia orgánica.....	117
FICHA RESUMEN 5: Bin2Grid.....	119
ANEXO 4. Glosario.....	112

Índice de figuras

Figura 1: Grado de cumplimiento de los objetivos legislados en gestión de residuos en España. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PEMAR y MAGRAMA.	7
Figura 2: Gestión de residuos municipales en Europa, 2013. Fuente: Eurostat.	7
Figura 3: Gestión de residuos municipales en España, 2013. Fuente: [4].	7
Figura 4: Clasificación de los biorresiduos. Fuente: Elaboración propia a partir de [3].	8
Figura 5: Origen de la recogida de residuos urbanos en España en 2013 (en miles de T). Fuente: [7].	9
Figura 6: Evolución del tratamiento de residuos domésticos en España. Fuente: [8].	9
Figura 7: Generación y recogida de biorresiduos contenidos en los residuos municipales en España.	10
Figura 8: Reciclaje de biorresiduos contenidos en los residuos municipales.	11
Figura 9: Materia orgánica de recogida selectiva en Cataluña en 2014.	11
Figura 10: Contenido en materia orgánica de los suelos españoles. Fuente: [3].	13
Figura 11: Beneficios ambientales de la separación separada de biorresiduos en origen. Fuente: [3].	14
Figura 12: Resumen de los principales residuos orgánicos derivados de la producción agrícola. Fuente: Elaboración propia.	19
Figura 13: Estimación de la biomasa forestal residual actualmente existente susceptible de aprovechamiento. Fuente: [10].	21
Figura 14: Estimación de la biomasa forestal residual susceptible de aprovechamiento según el origen. Fuente: [10].	21
Figura 15: Estimación de la biomasa forestal residual susceptible de aprovechamiento anual. Fuente: [10].	22
Figura 16: Clasificación de los Sandach.	26
Figura 17: Fracciones de residuos y sus principales usos o tratamientos en la industria cárnica.	30
Figura 18: Generación de residuos sólidos en la industria de procesado y conservación de frutas y hortalizas [23].	34
Figura 19: Tipos de residuos procedentes de la industria de productos lácteos y sus índices de residuos [27].	35
Figura 20: Tipos de productos de molinería y sus índices específicos de residuos [27].	37
Figura 21: Tipos de residuos derivados de la elaboración de la cerveza y sus índices específicos de residuos [28].	38
Figura 22: Tipo de residuos procedentes de la producción del vino y sus índices específicos de residuos [28].	38
Figura 23: Composición de los residuos comerciales en Cataluña en 2006. Fuente: [3], fuente original: PROGEMIC 2007-2012.	39
Figura 24: Caracterización de la fracción materia orgánica biodegradable [6].	41
Figura 25: Porcentaje de las fracciones de residuos sobre la producción total registrada para el Área Metropolitana de Barcelona en 2008 [32].	41
Figura 26: Composición de la bolsa tipo de los residuos de competencia municipal [33].	41
Figura 27: Evolución generación de residuos de competencia municipal [2].	42

Figura 28: Evolución cantidades de residuos municipales separadamente por materiales [2].	42
Figura 29: Nuestros malos hábitos [34].	43
Figura 30: Conclusiones del Primer Panel de cuantificación del desperdicio alimentario en hogares [35].	45
Figura 31: Tipos de alimentos desechados en porcentaje [36].	45
Figura 32: Momentos del día en que se produce desperdicio alimentario [36].	46
Figura 33: Desperdicio de alimentos en hogares por tipo de alimento y momento del día [36].	46
Figura 34: Motivos por los que se tiran alimentos en hogares españoles [36].	47
Figura 35: Distribución por sectores del desperdicio alimentario en España. Fuente: [37].	49
Figura 36: Datos relevantes de la memoria de FESBAL para 2015. Fuente: [37].	51
Figura 37: Tecnologías de conversión. Fuente: [44] . Fuente original: "Biomass: Green Energy for Europe" DG for Research-EC-2005.	59
Figura 38: Esquema del proceso global de una biorrefinería. Fuente: [45]. Fuente original: CENER.	62
Figura 39: Aspecto del compost de recogida selectiva de birresiduos (imagen izquierda) y del material bioestabilizado de recogida en masa (imagen derecha). Fuente: [46]. Fuente original: Javier Ansorena. XI Jornadas del Grupo de Sustratos de la SECH. Zizurkil, 2014.	64
Figura 40: Uso del compost a partir de la legislación vigente. Fuente: [46].	65
Figura 41: Mapa de aridez de España. Fuente: [48].	66
Figura 42: Principales sectores demandantes de compost. Fuente: [3].	67
Figura 43: Usos potenciales del compost. Fuente: [46]. Fuente original: CIMAS, Innovación y Medio Ambiente.	68
Figura 44: Aplicación del compost para los cultivos más frecuentes. Fuente [46].	69
Figura 45: Subproductos destinados a la alimentación animal. Fuente: FIAB.	84
Figura 46: Ejemplos de aprovechamiento de subproductos. Fuente: FIAB.	86
Figura 47: Consejos para reducir el despilfarro de alimentos "De usted depende". Fuente: [34].	92
Figura 48: Jerarquía de residuos y opciones de gestión de los residuos orgánicos de la industria de la alimentación y la bebida.	100
Figura 49: Categorías de subproductos animales.	102
Figura 50: Evolución de las tarifas eléctricas de 1994 a 2010.	106
Figura 51: Instalaciones propiedad de Urbaser en España. Fuente: [54].	107
Figura 52: Listado de instalaciones proporcionado por el Gobierno de Navarra. Fuente: [55].	107
Figura 53: Imágenes del proyecto "Tecnosuelos Gardelegi". Fuente: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.	114

1. Introducción.

El presente documento ha sido elaborado por el Comité del GT-15, denominado: “*El reto de la gestión de la materia orgánica*”, y está enmarcado del 13º Congreso Nacional de Medio Ambiente (Conama2016) para su debate en sesión técnica.

En base a la información publicada por el MAGRAMA en el documento: *Hoja de ruta de los sectores difusos*. Las emisiones generadas por el tratamiento y eliminación de los residuos en España suponen el 4% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI, en adelante) y el 6,5% de las emisiones procedentes de los sectores difusos.

Los gases que se emiten en la gestión y tratamiento de los residuos son principalmente metano y óxido nitroso generados en su mayor parte por el depósito de los residuos en vertederos y por el tratamiento de las aguas residuales.

La prevención y la gestión adecuada del biorresiduo, además de reducir las emisiones causantes del cambio climático, contribuirán a la gestión sostenible de los recursos, la protección del suelo, al estímulo de las energías renovables y al cumplimiento de la normativa en materia de residuos.

Asimismo, los beneficios de la detección del biorresiduo con destino a vertedero se producirán durante un periodo muy superior al horizonte 2020 sobre el que se plantean estas medidas, ya que el periodo medio de generación de metano por los residuos en vertedero es mayor de 25 años. Además, una cantidad importante de las emisiones actuales, que corresponden a los residuos depositados en las últimas décadas, también irá reduciendo su contribución.

La correcta gestión de los biorresiduos está considerada como una de las claves para conseguir un eficiente sistema de gestión de residuos. Teniendo siempre presente la prioridad de prevenir su generación, una vez generados, si los biorresiduos se recogen de forma separada y se someten a tratamiento biológico, se obtiene una enmienda orgánica muy valiosa que puede utilizarse como componente de sustratos y para incrementar el contenido en materia orgánica de los suelos, mejorando la fertilidad y el rendimiento de los cultivos. Además, en los suelos más deficitarios en materia orgánica, la enmienda puede ser de utilidad para la lucha contra la erosión y la desertificación [1].

Asimismo, la recogida separada y gestión diferenciada de los biorresiduos es uno de los mecanismos más efectivos para dar cumplimiento a la Directiva 1999/31/CEE, relativa al vertido de residuos, y reducir drásticamente la entrada de material biodegradable en los vertederos con la consiguiente reducción de las emisiones de metano asociadas a la degradación de la materia orgánica en condiciones anaerobias.

Por su parte, la presencia de biorresiduos como material no solicitado en el resto de fracciones recogidas separadamente, comporta una reducción de la eficiencia de separación de dichas fracciones en las plantas de tratamiento y una pérdida de la calidad de los materiales recuperados. Además, los biorresiduos tratados en las instalaciones de fracción resto acaban en mayor o menor medida en el rechazo de las plantas y, por tanto, puede finalizar en los vertederos manteniendo parte de su potencial de descomposición.

2. Objetivos.

El presente documento se elabora con el objeto de realizar una descripción de la situación actual de la materia orgánica y de los biorresiduos en España, incorporando al documento referencias en cuanto al marco legislativo de aplicación y datos sobre su gestión.

Adicionalmente, con la finalidad de clarificar el camino que sigue la materia orgánica y los biorresiduos, el documento incluye un diagrama de flujo de gestión de la materia orgánica desde su origen como producto primario, siguiendo por las distintas fases de la cadena de valor (industria transformadora, distribuidores y comercializadores) hasta llegar a los consumidores finales. El diagrama incorpora también información relativa a los biorresiduos generados en cada una de las fases y las distintas opciones de tratamiento.

Asimismo, el documento posee unos epígrafes concretos donde se exponen el tipo y características generales de los biorresiduos que se generan en cada una de las fases de la cadena de valor, así como su tratamiento y gestión posterior.

Desde la visión de la economía circular, el documento incorpora una descripción de las diferentes alternativas que existen actualmente en materia de tratamiento de la materia orgánica y los biorresiduos, aportando una breve explicación de las innovaciones tecnológicas que se están generando.

Para terminar, en los apartados finales del documento se plantean posibles medidas para mejorar la gestión de los biorresiduos y en el anexo 3 del documento algunas experiencias de éxito.

3. Contexto de la gestión de la materia orgánica y los biorresiduos

La estrategia de la Unión Europea en materia de economía circular, está enfocada a utilizar de forma eficiente los recursos disponibles, optimizando los flujos de materiales, el consumo de energía y la gestión de los residuos.

En la Directiva Marco de Residuos (DMR) se establece la obligatoriedad de los Estados miembros de tomar medidas para fomentar la prevención, la reutilización de los productos y las actividades de preparación para la reutilización y el reciclado, garantizando el cumplimiento de una serie de objetivos claramente definidos de reducción, preparación para la reutilización, reciclado y valorización. En este sentido, cobra particular importancia la gestión de los residuos orgánicos, tanto por la cantidad que suponen como por las implicaciones ambientales de su mala gestión.

Además los estados miembros tienen la obligación de adoptar las medidas necesarias a través de los planes y programas de gestión de residuos para garantizar que se logran los siguientes objetivos:

- Antes de 2020, la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, biorresiduos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso.
- Promoción de medidas para impulsar la recogida separada de biorresiduos para su compostaje y digestión anaerobia y para promover el uso ambientalmente seguro del compost producido en sector de agricultura, jardinería y de las áreas degradadas [1].
- Reducción de los residuos municipales biodegradables (RMB) destinados a vertedero, que para el año 2016 será del 35% respecto de los RMB generados en 1995.

Asimismo, la DMR establece que deben elaborarse Planes Nacionales de Residuos que fijen los objetivos para cada modalidad de gestión de los residuos y las medidas a adoptar para alcanzarlos, incluyendo los medios de financiación y procedimientos de revisión. Como consecuencia, se promulgó el primer Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015. En esta misma línea, y de conformidad con la Ley 22/2011, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, ha elaborado un Plan estatal marco de gestión de residuos, PEMAR 2016-2022. Dicho plan contiene la estrategia general de la política de residuos, las orientaciones y la estructura a la que deberán ajustarse los planes autonómicos, así como los objetivos mínimos a cumplir de prevención, preparación para la reutilización, reciclado, valorización y eliminación. En concreto, para el flujo de biorresiduos presentes en los residuos domésticos, destacan las siguientes medidas [2]:

- Implantar de forma progresiva y gradual la recogida separada de biorresiduos para su tratamiento biológico (anaerobio y aerobio).
- Reforzar el fomento del autocompostaje en aquellos lugares donde es fácilmente practicable (compostaje doméstico en viviendas horizontales en entornos urbanos y rurales, compostaje comunitario, autocompostaje en puntos limpios).

- Introducir cambios en los sistemas de recogida separada existentes para reducir la presencia de impropios.
- Construcción de nuevas instalaciones de tratamiento biológico y/o adaptación de las instalaciones existentes para incrementar la capacidad de tratamiento de los biorresiduos recogidos separadamente.
- Regulación del fin de la condición de residuo para el compost/digerido de calidad y promoción de su uso como producto.

Por su parte, en la Hoja de Ruta de los sectores difusos 2020, en línea con la jerarquía de los residuos definida en la legislación vigente, y con objeto de dar cumplimiento a los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se proponen 7 medidas enmarcadas tanto en la prevención de la generación de residuos como en la reducción del depósito del residuo en vertedero. A continuación se exponen brevemente cada una de ellas:

- **Compostaje doméstico o comunitario.** Se trata de la separación en origen del bioresiduo o fracción orgánica de los residuos urbanos (FORU) para su reciclado *in situ*, mediante compostaje doméstico o comunitario. La medida va destinada a familias, colegios, o comunidades de vecinos, en ámbitos rurales, semiurbanos y urbanos, evitando su depósito en vertedero.

La implementación de la medida conlleva la distribución de compostadores entre la población objetivo, así como una campaña de concienciación y formación entre los hogares y comunidades implicados para asegurar el éxito de la medida. Como resultado se evita el envío de biorresiduo al vertedero, se reduce la frecuencia de recogida de la fracción resto de los residuos y se obtiene compost de buena calidad.

- **Recogida separada de biorresiduo con destino compostaje (Pequeñas plantas en entornos rurales).** Esta medida se ha pensado específicamente para entornos rurales. Se trata de recoger separadamente los biorresiduos de la fracción resto, para su tratamiento en pequeñas plantas con una capacidad de hasta 2.500 t/año, relativamente cerca de los núcleos de población a los que da servicio.

La implementación de la medida requiere una nueva estrategia de recogida y la renovación de la flota según los casos, así como la construcción de las instalaciones de compostaje, de mayor o menor capacidad en función de la población atendida.

- **Recogida separada de biorresiduo con destino compostaje (Plantas con capacidad 2.500 – 15.000t).** Esta medida tiene como población objetivo los entornos semiurbanos principalmente y parte de entornos urbanos.

Como en los casos anteriores, la implementación requiere un cambio en el modelo de recogidas, y la construcción de nuevas plantas de compostaje en función de la población atendida. Los beneficios vienen igualmente de la disminución en la frecuencia de recogida y de la detección de biorresiduos con destino a vertedero.

- **Recogida separada de biorresiduo con destino compostaje (Plantas con capacidad 15.000 – 50.000t).** Consiste en la recogida selectiva de bioresiduo

para su destino final en compostaje aunque en este caso la población objetivo es eminentemente urbana.

La implementación y los resultados siguen la misma línea de las medidas anteriores, con el consiguiente efecto escala.

- **Recogida separada de biorresiduo con destino biometanización.** Se trata implantar un sistema de recogida separada del biorresiduo, pero en este caso con destino a una planta de biometanización, para su utilización como biocombustible. La población objetivo es eminentemente urbana, ya que se estiman plantas con capacidad entre 40.000 y 52.000 t

La mitigación en este caso se realiza en dos vertientes, una de ellas homóloga a las anteriores por disminución de la frecuencia de recogida y evitar el biorresiduo en vertedero, y por otra el ahorro que supone la utilización de una energía renovable, estimada en base al Estudio técnico para el PER 2011-2020.

- **Reducción desperdicios alimentarios.** Esta medida se enmarca en la prevención en la generación de residuos. A nivel internacional hay inquietudes (FAO, Preparatory study on food waste across EU27 de la Comisión Europea), y a nivel nacional, el MAGRAMA en su Estrategia “más alimento menos desperdicio” y en otros documentos de prevención de residuos, se aborda esta problemática. Aunque no existe consenso sobre la definición del desperdicio alimentario si se apunta al sector Hostelería y hogares donde se encuentra más margen de actuación.

La medida propuesta consiste en desarrollar campañas de divulgación para promocionar pautas de compra, conservación y preparación responsable de los alimentos, tanto en los hogares como en el sector hostelería.

- **Incremento de la recogida separada de papel en el canal municipal.** Esta medida consiste en incrementar la recogida y reciclaje de papel en el canal municipal (hogares, pequeño comercio, HORECA, edificios, bancos y oficinas). El papel, aunque en términos genéricos puede considerarse como fracción orgánica de los residuos sólidos, debe considerarse separadamente por varias razones: cuenta con un canal de recogida propio, su mayor potencial para recogida selectiva y reciclaje y su potencial emisor de metano es superior al biorresiduo.

La medida contempla la implantación de la recogida selectiva de papel en el canal municipal con especial énfasis en colegios, universidades y administraciones, mediante la implantación de contenedores específicos y de refuerzo de la recogida en su caso, con destino al reciclaje del papel.

Dado que la gestión de la materia orgánica es un concepto amplio y complejo, para abordar su explicación, el documento la ha organizado en dos partes, que son las que trataremos de definir y contextualizar en los epígrafes siguientes.

- **La materia orgánica como producto.** En este primer apartado se describe el proceso que transcurre desde la producción primaria de la materia orgánica hasta su consumo. Se trata de un proceso en el que intervienen distintos agentes: agricultores, transportistas, fabricantes de la industria agroalimentaria, comercios, sector de hostelería y restauración, empresas de catering, supermercados, etc. A lo largo de esta cadena se van generando residuos fruto

del mismo proceso de transformación de los alimentos, que se incorporan de una forma u otra en el segundo apartado.

- **La materia orgánica como residuo.** En segundo apartado se describe todo lo referente a la gestión de la materia orgánica como residuo, es decir el tratamiento de los biorresiduos de origen municipal o asimilable.

En esta categoría se incluyen: los residuos vegetales de las zonas verdes y jardines, 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 del procesado de alimentos [3].

A pesar de todas las normativas, planes y medidas exigidas a los estados miembros en materia de residuos, cada uno de ellos las va aplicando en la medida que su situación económica, política y social les permiten. En el caso de España el grado de cumplimiento es variable. A continuación vemos un resumen de la situación actual en nuestro país, así como el papel que juega en este contexto la materia orgánica.

	Referencia	Objetivo	Situación
Materia biodegradable depositada en vertedero	R.D.1481/2001	35% de m.o. biodegradable en vertedero respecto a 1995 en 2016 : 4 Mt	5,6 Mt (47%) ¹
Prevención y preparación para la reutilización y el reciclado	Ley 22/2011	50% de residuos domésticos y comerciales reciclados en 2020. Reducción 10% de residuos respecto a 2010 (23,7 Mt) en 2020.	29% reciclados ²
Materia orgánica recogida selectivamente	PEMAR	Aumento de compostaje y biometanización de fracción orgánica recogida selectivamente a 2,2Mt en 2020	0,5 Mt ²
Tratamiento de residuos y vertido	PEMAR	No depositar en vertedero residuos municipales sin tratar	5,8 Mt (27%) ²
		Limitar el vertido del total de los residuos municipales generados al 35% en 2020	13 Mt (60%) ²
Emisiones de gases de efecto invernadero	Directiva 2003/87/CE	Reducción en 2020 de los GEI de un 20% respecto a 1990	Emisiones totales 341 Mt CO ₂ eq, (+18%) ²
	Decisión nº 406/2009/CE	Reducción en 2020 de un 10% de las emisiones de GEI para sectores difusos respecto a 2005	Tratamiento y eliminación de residuos: +83,5% respecto a 1990; +14,5% respecto a 2005 ³ . Datos de 2014

¹ Fuente: Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos – PEMAR (datos de 2012) [2].

² Fuente: Inventario de GEI de España, edición 2014. MAGRAMA.

para el sector de los residuos son: 15,68 Mt (+74,7%). Respecto de 2005 no varía.

Figura 1: Grado de cumplimiento de los objetivos legislados en gestión de residuos en España. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PEMAR y MAGRAMA.

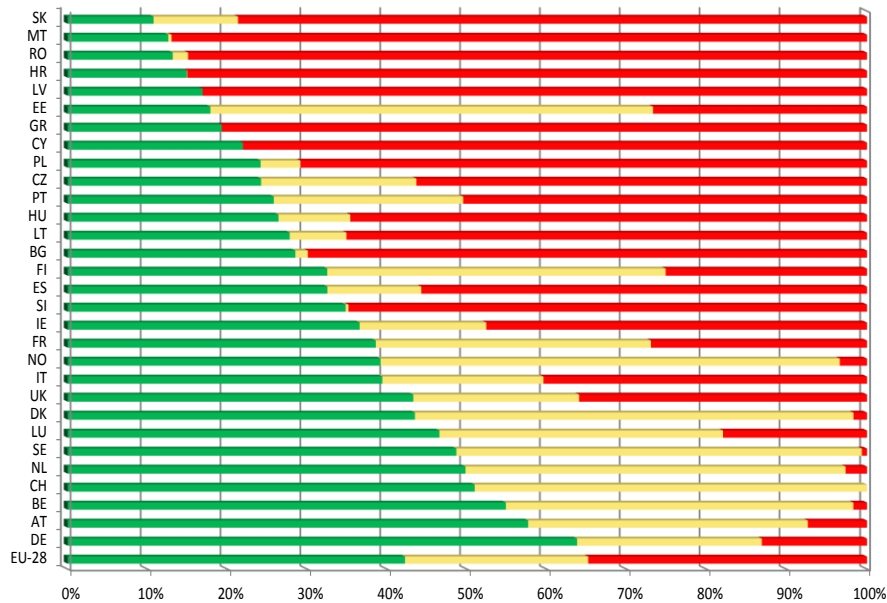


Figura 2: Gestión de residuos municipales en Europa, 2013. Fuente: Eurostat.

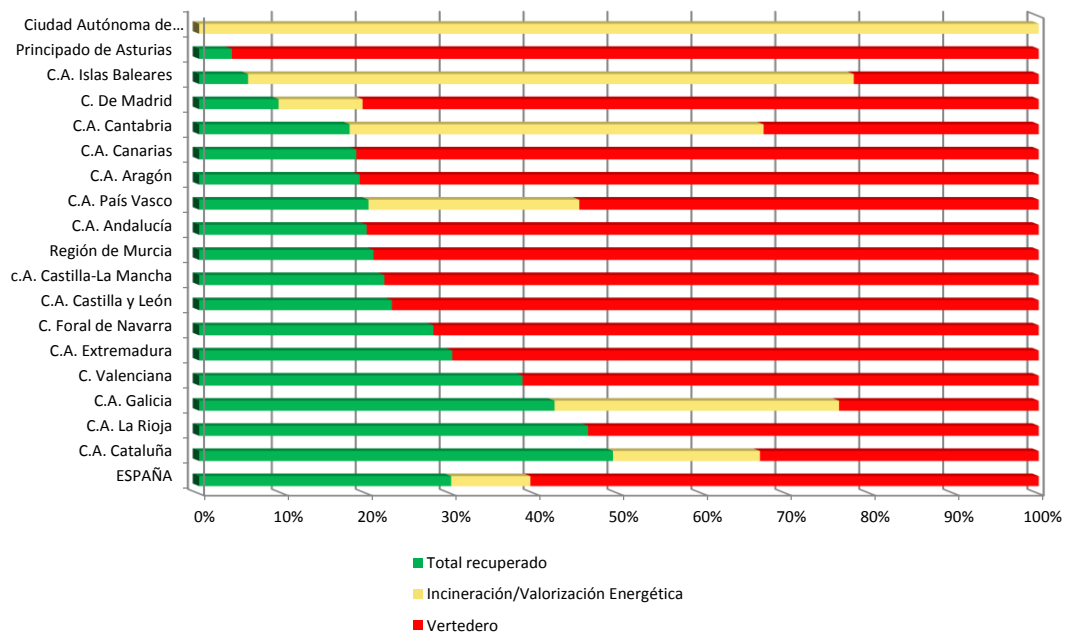


Figura 3: Gestión de residuos municipales en España, 2013. Fuente: [4].

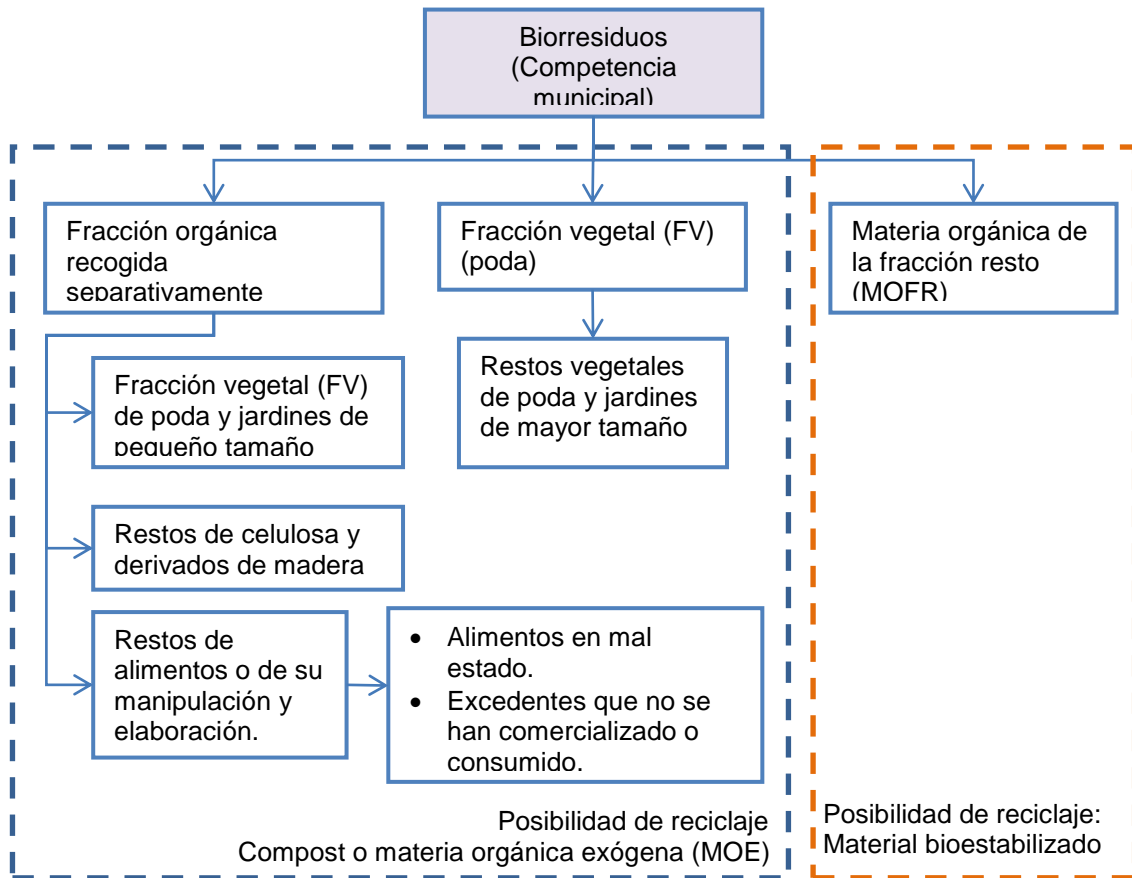


Figura 4: Clasificación de los biorresiduos. Fuente: Elaboración propia a partir de [3].

Según datos de la Unión Europea, en Europa entorno al 30-40% del total de residuos municipales generados cada año, son biorresiduos. De este porcentaje, se calcula que solo se recupera un 20% [3]. Esto nos da una estimación de la pequeña cantidad de biorresiduos que se recuperan y consiguen cerrar el ciclo de la materia orgánica.

En España, en 2010 entorno al 43% del total de residuos municipales generados, fueron biorresiduos y dentro de esta categoría, el 64'27% fueron restos de alimentos [5]. En 2012 se generaron 21,9 millones de toneladas de residuos municipales, la cantidad de biorresiduos generados en el ámbito doméstico asciende a 9,2 millones de toneladas [6].

En gran parte del territorio nacional, los biorresiduos no se separan en origen, formando parte del contenedor de resto e imposibilitando su reutilización.

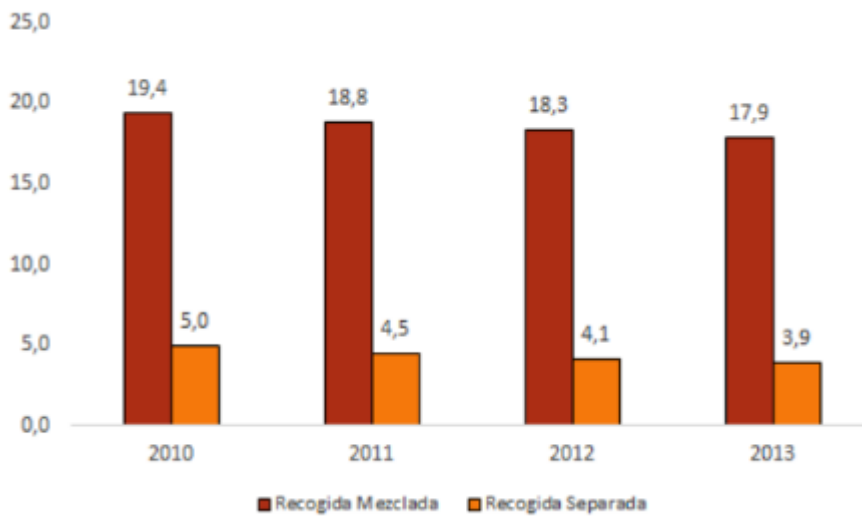


Figura 5: Origen de la recogida de residuos urbanos en España en 2013 (en miles de T). Fuente: [7].

En la actualidad, el destino mayoritario de los residuos de fracción resto recogidos en nuestro país, sigue siendo el depósito en vertedero. Si bien estas instalaciones han mejorado en la última década, la cantidad de residuos que gestionan no ha dejado de aumentar. Como vemos en la figura 6, también se ha incrementado notablemente la cantidad de residuos orgánicos con un tratamiento de compostaje.

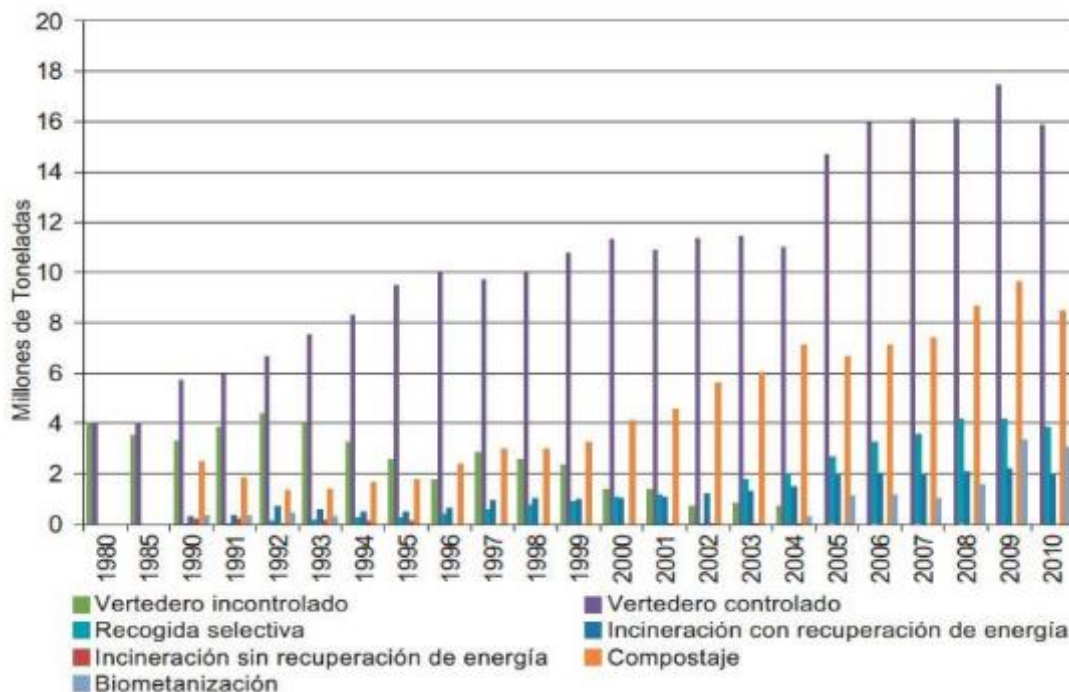


Figura 6: Evolución del tratamiento de residuos domésticos en España. Fuente: [8].

A continuación se resumen los datos de generación, recogida, tratamiento y reciclado de los biorresiduos contenidos en los residuos domésticos en España [2].

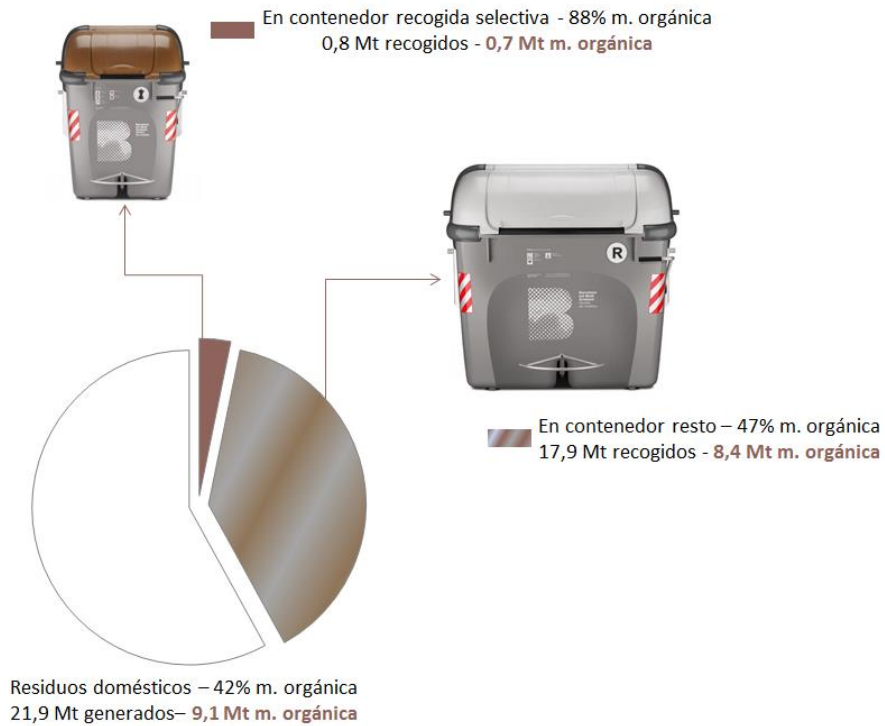


Figura 7: Generación y recogida de biorresiduos contenidos en los residuos municipales en España.

Es decir, sólo el 8% de la materia orgánica contenida en los residuos domésticos en España se recoge separadamente.

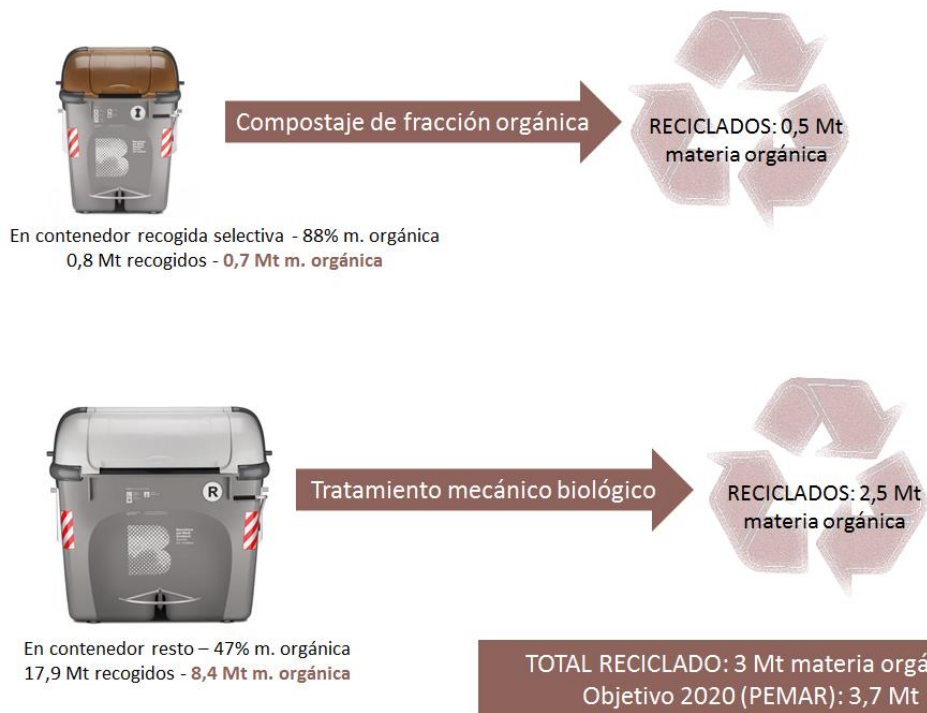


Figura 8: Reciclaje de biorresiduos contenidos en los residuos municipales.

Es importante destacar el hecho de que si bien los 0,5 Mt de materia orgánica reciclada procedente de recogida selectiva se reciclan en forma de compost, los 2,5 Mt procedentes de la fracción resto, lo hacen en forma de material bioestabilizado, cuyo uso en el suelo está condicionado. Este hecho compromete considerablemente el cumplimiento de los objetivos a 2020.

Una Comunidad Autónoma que desde hace años tiene implementado el contenedor de recogida selectiva de materia orgánica es Cataluña. En el año 2014, la Agencia Catalana de Residuos publicó su estudio “Pesa la brossa”, que mostraba datos de generación, recogida selectiva y caracterización, con el fin de determinar el potencial de reciclaje. En lo relativo a la materia orgánica, los resultados son los siguientes:

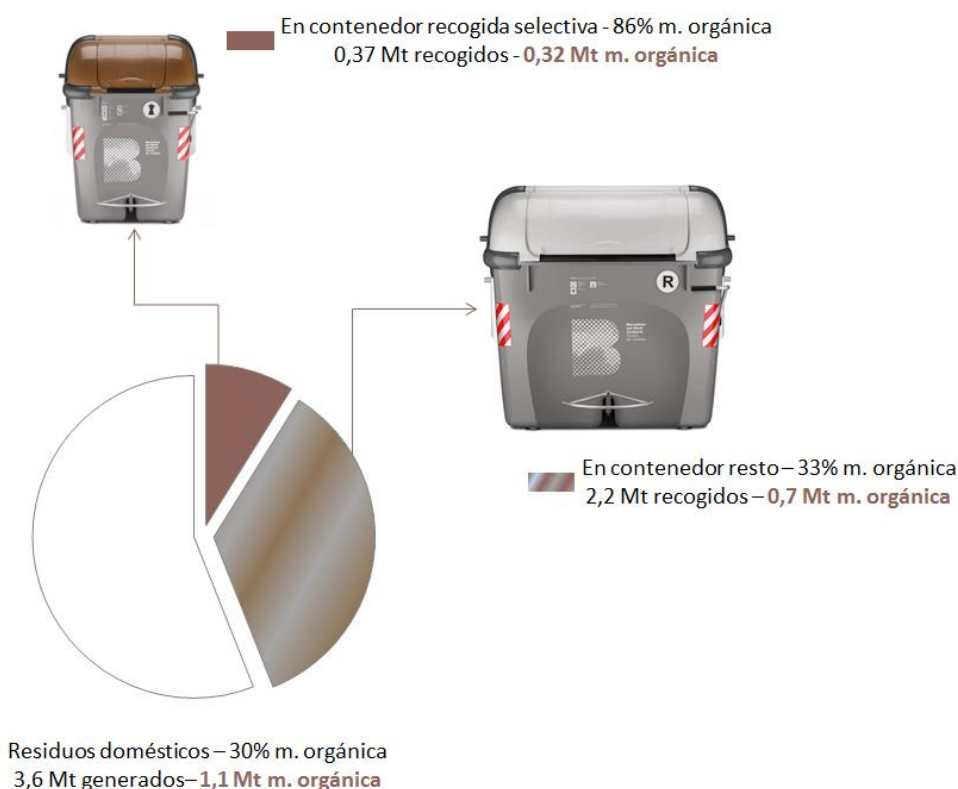


Figura 9: Materia orgánica de recogida selectiva en Cataluña en 2014.

Es decir, en Cataluña, con un sistema de recogida selectiva de materia orgánica que se empezó a implementar a finales de los años 90, solamente el 30% de los biorresiduos domésticos se recoge separadamente en el contenedor marrón.

La situación actual de la gestión de residuos en España, junto con el compromiso de cumplimiento de los objetivos europeos, obliga a una reflexión sobre las estrategias y acciones a acometer en los próximos años, que deberán aumentar los datos de residuos reciclados en nuestro país.

Una de las acciones que se esperan en los próximos años será la implementación generalizada en todo el país de la recogida selectiva de materia orgánica, aumentando

la cantidad de residuos de compostaje y disminuyendo la de depósitos. Esto contribuiría a acercarnos a los objetivos europeos para los próximos años en cuanto a residuos totales reciclados o recuperados³.

Los problemas causados al no tratar de forma separada los biorresiduos son:

- Ciclo producto-residuo abierto. Lo supone una pérdida de recursos naturales y económicos.
- **Mezcla de materia orgánica con otros residuos.** La materia orgánica, al descomponerse, contamina otros elementos con los que está mezclada, restándoles valor y dificultando o imposibilitando su reciclado.
- **Alta concentración de materia orgánica en vertederos.** La descomposición de la materia orgánica depositada en vertederos forma lixiviados y biogás, los dos elementos muy difíciles de controlar en este tipo de instalaciones pues son altamente contaminantes y pueden producir otros problemas como incendios no controlados.
- **Calentamiento global.** La gestión de los residuos es la cuarta causa de emisión de gases de efecto invernadero en Europa (después de energía y transporte, procesos industriales y agricultura). En el sector residuos, las instalaciones que más gases de efecto invernadero emiten son los vertederos, a través de las fugas de biogás presentes en toda su superficie durante la descomposición de la materia orgánica depositada.

Sin embargo, cuando los biorresiduos se separan en origen, su tratamiento se hace con procesos específicos para la materia orgánica y se forman subproductos como el compost o el material bioestabilizado. Se producen numerosos beneficios:

- **Ciclo producto-residuo cerrado.** Utilización de los residuos como recurso.
- **Aumento del porcentaje de reciclado global de residuos.**
- **Aumento de la calidad de los componentes de otras fracciones.** Al separarse en origen los biorresiduos se obtienen mejores resultados globales de recuperación de materiales y una consiguiente mejora en la calidad de los materiales reciclados.
- **Mejora de la fertilidad del suelo agrícola.** Aplicación en explotaciones agrícolas del compost, un sustrato que incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo, mejorando la fertilidad del mismo y el rendimiento de los cultivos.
- **Reducción en el uso de fertilizantes y pesticidas.** Alrededor del 10% de los fertilizantes minerales que se utilizan en agricultura pueden ser substituidos por compost [3]. Además, el aumento de la calidad y fertilidad del suelo reduce la necesidad de productos químicos en el mismo; y la mejora de los cultivos reduce la presencia de plagas y por tanto la necesidad de utilizar pesticidas.

³ Ley 22/2011 sobre Residuos y suelos contaminados.

- **Protección frente a la erosión del suelo y la desertificación.** El tipo de suelo mediterráneo y en general el de España es un suelo propenso a la erosión y desertificación, fácilmente degradable, que requiere en especial un aporte de materia orgánica continuado.

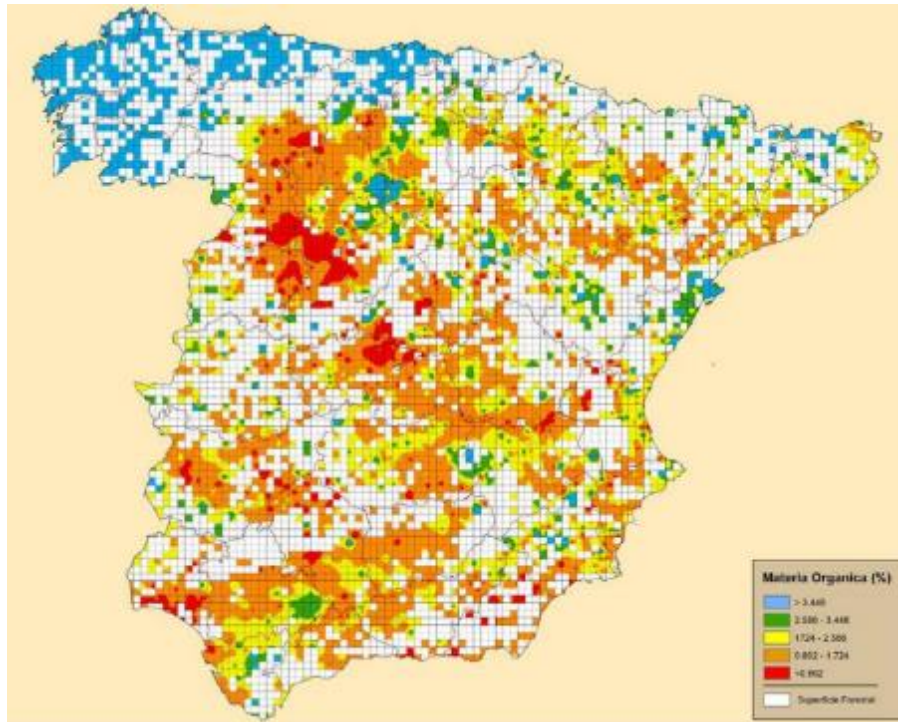


Figura 10: Contenido en materia orgánica de los suelos españoles. Fuente: [3].

- **Gran disminución de la materia orgánica depositada en vertederos.** Esto comporta una gran disminución en la generación de lixiviados y biogás, facilitando la gestión de los vertederos tanto en su fase de explotación como en la de clausura y la de control posterior.
- **Prevención del cambio climático con la disminución de biogás procedente de vertederos.** el sector residuos reduce mucho la cantidad de gases de efecto invernadero que emite a la atmósfera.

En el siguiente cuadro podemos ver el resumen de los beneficios que aporta la gestión diferenciada de biorresiduos:

	Protección del suelo	Producción / ahorro de energía	Uso sostenible de recursos	Lucha contra el cambio climático
Utilización del compost				
Sustitución del uso de fertilizantes minerales (N,P,K) y otras enmiendas (evita CO ₂ y GEI y ahorra energía)	✓	✓		✓
Recuperación y aportación de la materia orgánica y nutrientes contenidos en la enmienda	✓		✓	
“Secuestro” de Carbono en el suelo	✓		✓	✓
Incremento la biodiversidad	✓			
Resiliencia (capacidad de recuperación) de los suelos	✓		✓	
Reducción de la erosión	✓		✓	
Soporte a la actividad biológica → prevención de la “desertificación”	✓		✓	
Liberación lenta de las fuentes de N	✓		✓	
Mejora del trabajo de la tierra	✓	✓	✓	✓
Incremento de la retención de agua del suelo	✓	✓	✓	
Sustitución de pesticidas	✓	✓	✓	
Sustitución de turbas	✓	✓	✓	✓
Producción y uso del Biogás (obtenido en proceso de digestión anaerobia)				
Sustitución de combustibles fósiles		✓	✓	✓

Figura 11: Beneficios ambientales de la separación separada de biorresiduos en origen. Fuente: [3].

3.1. Marco normativo

La gestión de residuos, y en particular de los residuos orgánicos, está sometida a un marco normativo que viene fundamentalmente determinado por las disposiciones europeas, transcritas a la legislación española. Las normas que afectan a este flujo de residuos son las siguientes⁴:

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 19 de noviembre de 2008 relativa a los residuos (Directiva Marco de Residuos).
- Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.
- Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero
- Comunicación COM (2015) 614 final “Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular”.

⁴ Las normativas de aplicación para otros sectores que se tratan en el presente documento, como son las relativas a los residuos procedentes de la industria de alimentos y bebidas, se encuentran explicadas en el Anexo 2.

- Decisión 2011/753/UE, de 18 de noviembre de 2011, por la que se establecen normas y métodos de cálculo para la verificación del cumplimiento de los objetivos previstos en el artículo 11, apartado 2, de la Directiva 2008/98/CE.
- Decisión nº 406/2009/CE sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020.
- Libro Verde sobre la Gestión de los Biorresiduos de la Unión Europea (diciembre de 2008).
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Plan estatal marco de gestión de residuos, PEMAR 2016-2022.
- Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, que regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes.
- Real Decreto 506/2013 sobre productos fertilizantes.
- Real Decreto 1039/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo.
- Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo.
- Legislación SANDACH: Reglamento (CE) 1069/2009, Reglamento (UE) 142/2011, Reglamento de ejecución (UE) 1097/2012 y RD 1528/2012.

Todo ello responde a la estrategia de la Unión Europea en materia de prevención y de valorización de los residuos y economía circular, enfocada a facilitar y fomentar el uso de materiales procedentes del reciclado. Para ello la Directiva establece la obligatoriedad de los Estados miembros de tomar medidas para fomentar la reutilización de los productos y las actividades de preparación para la reutilización, garantizando el cumplimiento de una serie de objetivos claramente definidos de reducción, reutilización, reciclado y valorización. En este sentido, cobra particular importancia la gestión de los residuos orgánicos, tanto por la cantidad que suponen como por las implicaciones ambientales que su mala gestión implica.

Así mismo, es importante resaltar la distinción que establece la ley entre el compost y el material bioestabilizado, siendo compost únicamente aquél que se produce a partir de residuos orgánicos procedentes de recogida separada.

La DMR establece también que deben elaborarse Planes Nacionales de Residuos que fijen los objetivos para cada modalidad de gestión de los residuos y las medidas a adoptar para alcanzarlos, incluyendo los medios de financiación y procedimientos de revisión. Como consecuencia, se promulgó el primer Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015. En esta misma línea, y de conformidad con la Ley 22/2011, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, ha elaborado un Plan estatal marco de gestión de residuos, PEMAR 2016-2022. Dicho plan contiene la estrategia general de la política de residuos, las orientaciones y la estructura a la que deberán ajustarse los planes autonómicos, así como los objetivos mínimos a cumplir de prevención, preparación para la reutilización, reciclado, valorización y eliminación.

4. Flujo de la materia orgánica y biorresiduos

En este apartado se describen las características generales de las distintas fases que constituyen el flujo de la materia orgánica. Para ello explicaremos el recorrido que realiza la materia orgánica a través de los distintos procesos por los que pasa y los distintos colectivos o agentes que la manipulan.

A lo largo de esta cadena, la materia orgánica se irá transformando, consumiendo y convirtiendo en biorresiduo. Explicaremos por tanto, qué tipos de biorresiduos se generan en cada eslabón y como se gestionan.

Finalmente, se describe la situación de la gestión de biorresiduos en España y las instalaciones que actualmente se utilizan.

Con objeto de facilitar la comprensión de este apartado, se incluye en el Anexo 1 del presente documento, un diagrama del flujo de la materia orgánica y los biorresiduos. En él se han querido representar gráficamente las relaciones que existen entre las distintas industrias y agentes y la sucesión de procesos que se dan en la transformación de la materia orgánica: producción, transformación en producto, consumo, residuo, reciclaje.

4.1. Producción primaria

La actividad agraria, como cualquier otra actividad humana, genera gran cantidad de residuos en su proceso productivo. Pero dentro del sector agrario, las condiciones generales, la zona, el tipo de actividad y las circunstancias del entorno son muy variados, por lo que se generan también residuos muy diversos dentro de este mismo sector. Los residuos agrarios pueden ser orgánicos o inorgánicos, de distintos materiales y de distintos volúmenes. Por tanto la heterogeneidad es la característica fundamental de los residuos agrarios.

No obstante, los residuos que se producen en mayor cantidad son los orgánicos, resultado en muchos casos por tratarse de productos o subproductos orgánicos que no se pueden revalorizar como tales y se convierten en residuos. Mientras la producción de residuos orgánicos en nuestras sociedades sigue aumentando, la aplicación de estos residuos en los suelos y en la agricultura podría ser una de las principales alternativas para la problemática de la falta de materia orgánica, además de para su tratamiento como para la gestión eficaz de los mismos, obteniendo así una solución conjunta para dos problemas.

Los residuos orgánicos que provienen de la actividad agraria (agricultura y ganadería) y los derivados de la industria de transformación, podrían clasificarse de la siguiente manera:

- Residuos agrícolas: restos de cosechas y derivados.
- Residuos de actividades ganaderas.
- Residuos ganaderos de cría: excrementos, camas y lechos.
- Residuos de mataderos (industrias cárnicas): huesos, sangre, pellejos, etc.

4.1.1. Situación de los residuos orgánicos agrarios y su gestión

Los residuos orgánicos agrarios presentan unas ciertas características que vienen indisolublemente unidas a las circunstancias, estructura y a la situación del sector.

- Residuos que se encuentran dispersos geográficamente.
- Residuos estacionarios: Dependen de los ciclos de cultivo.
 - Los residuos agrícolas que provienen de cultivos leñosos o herbáceos, se caracterizan por la estacionalidad; esto marca los tiempos para su retirada y recogida del campo en el menor tiempo posible para no interferir en otras tareas agrícolas y evitar la propagación de plagas e incendios.
- Para una correcta separación en origen y el almacenamiento en condiciones idóneas de residuos orgánicos, se requiere espacio en la explotación; del que no siempre se dispone.

Se estima que en España en 2010 se generaron 130 millones de toneladas de estiércoles y purines al año, y los sectores que más aportan son el vacuno y el porcino

Si bien es cierto que los residuos orgánicos pueden tener salida en el sector agrario, su aplicación y aprovechamiento no puede seguir “el todo vale”. La composición de los biorresiduos, su origen y su riesgo potencial de ser un peligro ambiental y sanitario, determinará finalmente el destino a otros usos diferentes a la aplicación agrícola –que los valoren más– o si finalmente se destinan a suelos agrícolas –evaluando si puede hacerse directamente o necesitan de un tratamiento previo–.

Su aplicación para la agricultura dependerá de las características de los suelos y las necesidades de los cultivos y también de las características del propio residuo. Por ejemplo, la humedad condicionará el manejo y el transporte, los fotonutrientes y la asimilabilidad indicará la dosificación y complementación. Los residuos ganaderos poseen un poder calorífico elevado y un grado de humedad relativamente bajo, lo que permite su incineración con recuperación de energía, su gasificación o pirolisis.

El criterio para escoger un residuo u otro para aplicarlo en la producción agrícola debe de considerar la prevalencia de las necesidades de los cultivos y la conservación del medio sobre los intereses de los generadores de residuos, hecho que se produce debido a falta de información, a determinados intereses económicos y/o al desconocimiento de la problemática agrícola.

Tampoco la aplicación de los residuos orgánicos se puede hacer porque haya exceso de materia y haya que valorizarla. El proceso de aplicación requiere disponer de tiempo suficiente antes de la siembra o plantación del siguiente cultivo. De lo contrario se puede presentar un efecto depresivo en el cultivo posterior como resultado de la baja disponibilidad de nitrógeno (hambre de nitrógeno) debida a su inmovilización por los microorganismos y de la reducción del crecimiento radicular debida al efecto inhibitorio de la microflora de descomposición. Los anteriores inconvenientes pueden ser solventados cuando se incorpore nitrógeno orgánico o mineral al residuo, siempre y cuando se disponga de tiempo suficiente entre cultivos.

Cuando existen factores restrictivos para la aplicación (período intercultivo demasiado corto, baja disponibilidad de agua, incidencia de patógenos y/o parásitos de riesgo, riesgo evidente de fitotoxicidad, alta dificultad para el acondicionamiento físico del

material, etc.) la mejor alternativa consiste en retirar del campo los residuos orgánicos y someterlos a un proceso de compostaje, después de aplicar los tratamientos de acondicionamiento previo. El compost de calidad así obtenido podrá ser incorporado al suelo posteriormente.

En este sentido, podemos afirmar que el contenido en materia orgánica de un suelo es fundamental ya no solo para mantener la actividad agrícola, sino también para mantener la sostenibilidad del ecosistema. La adicción de materia orgánica al suelo en forma de estiércoles u otros residuos orgánicos generados en las propias explotaciones agrícolas y ganaderas, con el fin de mejorar la fertilidad del mismo pueden restituir los elementos nutritivos extraídos por los cultivos contribuye a una agricultura sostenible.

Por lo tanto, el empleo de materia orgánica en un modelo de agricultura sostenible se hace cada vez más necesario ya que este sistema englobaría y daría una solución integrada a distintas problemáticas tales como la disminución de la fertilidad de los suelos, el efecto de su degradación y contaminación por una mala praxis agrícola debido a un empleo excesivo de agroquímicos y productos fitosanitarios y otros problemas que ya se han expuesto en el presente documento.

Con este fin, vemos a continuación un resumen de prácticas con las que se pueden reutilizar los residuos orgánicos en la agricultura.

- **Enmiendas y abonos:** Existe una gran variedad de residuos con un contenido elevado en materia orgánica, potencialmente utilizables como enmiendas y/o abonos orgánicos, como pueden ser los estiércoles y los purines.
- **Compostaje:** consiste en transformar biológicamente los residuos en condiciones controladas. De esta manera se puede gestionar los residuos de una manera respetuosa con el entorno. El Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, PNIR aconseja para el tratamiento de los residuos orgánicos, el empleo de técnicas basadas en el compostaje ya que son una alternativa eficaz, respetuosa con el medio ambiente y viable desde el punto de vista económico, además de ser una buena herramienta para la elaboración de abonos y enmiendas orgánicas de calidad. La información sobre compostaje se amplía en el apartado 5.1.Compost del presente documento.
- **Acolchado:** El acolchado (en inglés *mulching*) es un mantillo o capa protectora que recubre la tierra donde se cultiva. Esta técnica tiene multitud de beneficios: inhibe el crecimiento de hierbas no deseadas (reduciendo considerablemente la carga de trabajo, aporta materia orgánica al suelo, retiene humedad en la tierra (reduciendo la cantidad de agua necesaria para los riegos), protege a las raíces de cambios bruscos de temperatura y protege a la tierra de la erosión. Un tipo de *mulching* se elabora con una capa de virutas de madera, serrín, agujas de pino y cortezas de hasta 10 cm de alto que puede durar hasta 3 años. Otra opción es poner una capa de paja o heno hasta 15 cm (se va comprimiendo con el tiempo), dura como máximo un año.
- **Vermicompostaje:** proceso de digestión de la materia orgánica al incorporar lombrices.
- Ensilado para alimentación animal.
- **Elaboración de pasta de papel y cartón:** a través de la paja y se puede realizar con otros cultivos.

4.1.2. Residuos derivados de la producción agrícola

En este apartado veremos un resumen de algunos de los principales residuos derivados de la producción agrícola según el cultivo o producto del que proceden. La información ampliada se encuentra en el anexo 2.

Residuo	Características	Destino principal
Cereales	Baja humedad. Contienen celulosa y lignina.	Alimentación y cama de ganado
Especies verdes	Alta humedad y fácilmente degradables.	Alimentación de ganado.
Leñosos	Contenido medio-bajo de humedad. Alto contenido de celulosa y lignina.	Quema y/o combustible.
Olivar		Quema y/o combustible.
Deyecciones ganaderas	Composición muy dispar.	Aporte de materia orgánica al suelo.

Figura 12: Resumen de los principales residuos orgánicos derivados de la producción agrícola.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Residuos derivados de las industrias de transformación agrícola

Los principales biorresiduos generados varían en función de la industria en cuestión, a continuación se exponen de manera general los más comunes.

- **Arroceras:** La cascarilla de arroz es el principal residuo de esta industria. Puede ser utilizada como combustible o como sustrato de cultivo, sola o mezclada con otros sustratos. Necesita tratamientos previos para fitotoxicidades.
- **Cerveceras:** Los lodos procedentes de las industrias cerveceras son depositados en vertedero aunque en algunos casos se utilizan como abono orgánico y en la alimentación animal. Los residuos de lúpulo y malta pueden ser compostados.
- **Frutos secos:** Los restos de cáscaras, trituradas o tostadas se utilizan principalmente como combustible. Su compostaje puede utilizarse como abono, enmienda orgánica o en la formulación de sustratos.
- **Harineras:** el salvado y polvo y paja de trigo y en menor proporción grano. Estos productos se destinan principalmente a la alimentación animal y lecho de ganadería.
- **Oleícola:** Del proceso de extracción del aceite de girasol se obtiene un residuo consistente en restos de semillas y harinas. Estos productos se usan como abono en agricultura y en la alimentación animal o bien son depositados en vertedero.
- De la extracción del **aceite de oliva** y según el procedimiento utilizado se genera:

- El orujo: utilizado como combustible o componente de pienso para la alimentación animal. Tras su compostaje puede ser aplicado al suelo y para formulación de sustratos de cultivo. En las antiguas almazaras se emplea una buena parte de estas pastas en la calefacción del agua de la paila y en los de vapor para calentar la caldera. También se reducen a carbón fino, llamado cisco, que se utiliza en los braseros. Como alimentación animal, los orujos se mezclan por mitad con salvado, después de molerlos, para evitar que los huesos dañen la dentadura de los cerdos, que son los que suelen comerla; también sirve para las aves de corral.
- El alpechín, los lodos de alpechín (obtenidos tras la evaporación en balsas del alpechín), y el alperujo, (resultante del nuevo sistema de centrifugación en dos fases) se utilizan en: cogeneración de energía eléctrica, secado para obtener el aceite de orujo, combustible en la propia almazara tras su secado en balsas y elaboración de abonos orgánicos mediante compostaje conjunto [9] con otros productos que aumenten la porosidad y la aireación, como residuos de maíz, algodón, raspajo de uva, etc.
- **Conservas de hortalizas** generan materiales que tras su compostaje pueden ser utilizados en la fabricación de abonos orgánicos, de enmiendas orgánicas y sustratos.

4.1.4. Producción forestal

Las existencias actuales de biomasa forestal residual en España, se han calculado sobre una superficie forestal considerada de 7,9 millones de hectáreas. Considerando que los terrenos forestales en España se acercan a la cifra de 27,5 millones de hectáreas, la superficie susceptible de aprovechamiento supone un porcentaje cercano al 29 % [10].

Se estima en más de 200 millones de toneladas la biomasa forestal residual actualmente existente en España, restringida a la zona de estudio considerada (superficie potencialmente aprovechable). Los datos por Comunidad Autónoma se resumen en la siguiente tabla:

Estimación de la biomasa forestal residual actualmente existente susceptible de aprovechamiento.		
Comunidad Autónoma	Biomasa forestal residual total existente	
	% porcentaje	toneladas
CASTILLA-LA MANCHA	18,1	36.196.443
CASTILLA Y LEÓN	17,5	35.003.016
ANDALUCÍA	12,3	24.591.396
CATALUÑA	10,1	20.144.623
GALICIA	8,9	17.711.779
ARAGÓN	7,8	15.526.370
EXTREMADURA	7,7	15.394.875

NAVARRA	4,7	9.382.329
C. VALENCIANA	2,7	5.369.995
PAÍS VASCO	2,7	5.368.037
ASTURIAS	2,3	4.611.248
MADRID	1,6	3.228.881
LA RIOJA	1,2	2.385.477
CANTABRIA	1,1	2.262.123
BALEARES	0,7	1.474.761
MURCIA	0,7	1.316.221
CANARIAS	0,1	135.469
Total	100	200.103.041

Figura 13: Estimación de la biomasa forestal residual actualmente existente susceptible de aprovechamiento. Fuente: [10].

Posibilidad anual de Biomasa Forestal Residual

La biomasa forestal residual potencialmente disponible se acerca a los 6,6 millones de toneladas anuales (concretamente 6.578.469 t/año). Esta cantidad anual se desglosa, según el origen de la biomasa forestal residual, como se muestra en la tabla siguiente:

Estimación de la biomasa forestal residual susceptible de aprovechamiento según el origen		
Origen	Biomasa residual (t/año)	%
Arbolado	4.494.687	68,3
Matorral	2.083.781	31,7
Total	6.578.469	100,0

Figura 14: Estimación de la biomasa forestal residual susceptible de aprovechamiento según el origen. Fuente: [10].

Estimación de la biomasa forestal residual susceptible de aprovechamiento anual			
	Biomasa residual potencialmente aprovechable (toneladas/año)		
	Arbolado	Matorral	Total
ANDALUCÍA	295.605	25.356	320.960
ARAGÓN	326.129	12.080	338.209
ASTURIAS	131.525	128.607	260.132
BALEARES	41.995	0	41.995
C. VALENCIANA	142.358	28.391	170.748
CANARIAS	2.473	0	2.473
CANTABRIA	104.376	44.188	148.564
CASTILLA Y LEÓN	1.050.990	495.575	1.546.565

CASTILLA-LA MANCHA	520.716	134.730	655.446
CATALUÑA	426.766	252.825	679.592
EXTREMADURA	147.869	254.886	402.755
GALICIA	843.317	652.916	1.496.232
LA RIOJA	51.155	17.255	68.410
MADRID	52.262	20.400	72.662
MURCIA	47.197	4.009	51.206
NAVARRA	93.310	7.208	100.518
PAÍS VASCO	216.645	5.357	222.001
Total	4.494.687	2.083.781	6.578.469

Figura 15: Estimación de la biomasa forestal residual susceptible de aprovechamiento anual. Fuente: [10].

Los sectores que en principio podrían presentar una competencia parcial con el uso energético de la biomasa forestal residual serían:

- La industria de fabricantes de tableros (de partículas y de fibras) que utiliza ramas gruesas y fustes de más de 5cm de diámetro en punta delgada y;
- La industria de la celulosa y la pasta de papel.

Diagnóstico de la situación actual

A la vista de la información disponible podemos hacer un diagnóstico de la situación actual de la utilización de la biomasa forestal residual, como influyen las medidas actuales para su uso y las actuaciones más urgentes para promocionar la utilización de este recurso.

Del estudio de disponibilidad actual del recurso se ha obtenido un valor de biomasa forestal residual disponible anualmente de 6,25 millones de toneladas. De los datos del PER podemos extraer el consumo de biomasa en el año 2004 y el consumo previsible en 2010, que son 14 y 31 millones de toneladas respectivamente. Este consumo, actualmente, proviene, principalmente, de residuos de la industria forestal de primera y segunda transformación así como de los aprovechamientos de leñas.

El aprovechamiento de la biomasa forestal residual para su valorización energética provoca una serie de efectos positivos para el medio ambiente y el medio social, tanto a nivel local como a nivel nacional, entre los que se encuentran, principalmente la mejora de las condiciones de los montes frente a los incendios forestales, la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero al sustituir los combustibles fósiles y la creación directa de empleo.

Por lo tanto a la vista de los datos y análisis detallados a lo largo de esta estrategia podemos concluir:

- Actualmente existe un escaso aprovechamiento de biomasa forestal residual casi exclusivamente en aplicaciones térmicas en zonas rurales.

- Extender y actualizar desde el punto de vista comercial y tecnológico las aplicaciones térmicas de la biomasa forestal residual puede ser la prioridad por presentar mejores condiciones de eficiencia energética y de resultados económicos.

Para ello se están llevando a cabo acciones desde el punto de vista normativo, de difusión, etc.

- La publicación del RD 661/2007 unido al establecimiento de una estrategia forestal adecuada puede dar lugar a efectos muy positivos sobre las masas forestales posibilitando su uso energético.”
- Considerando la demanda de biomasa que considera el PER y las disponibilidades anuales de biomasa forestal residual (unos 6,25 millones de toneladas anuales), podemos concluir que ya existe y, además aumentará, un mercado para el consumo de toda la biomasa forestal residual que se pueda generar anualmente, quedando mercado para la biomasa procedente de cultivos energéticos y de residuos agrícolas.
- Para crear un mercado estable de biomasa forestal residual sería conveniente establecer una prima a la producción que estimule el aprovechamiento del residuo por parte de los propietarios forestales para ponerlo en el mercado a unos precios competitivos. Esta prima a la producción estaría basada en criterios de sostenibilidad para evitar impactos negativos sobre el medio ambiente.

4.2. Industria de alimentación y bebidas

En este apartado se presentan las principales características de los residuos procedentes de la industria de alimentos y bebidas, así como las principales alternativas y opciones de tratamiento de cada uno de ellos.

“La Industria Española de Alimentación y Bebidas es el primer sector industrial de la economía española y eslabón clave en la cadena alimentaria. Una de sus características más representativas es su alto grado de atomización, estando representado en un 95% por PYMES.

El objetivo de la Industria de Alimentación y Bebidas es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de la alimentación, construyendo un sector industrial seguro, saludable y sostenible en sus vertientes económica, social y medioambiental. En ese sentido, el sector lleva años comprometido con el medio ambiente y trabaja activamente en la optimización de sus procesos para mejorar de forma continua su eficiencia en materia de agua, energía, emisiones, residuos y todo lo relacionado con el medioambiente. De hecho, la mejora medioambiental se ha convertido en una de las claves de su competitividad y su compromiso con la sociedad.” [11]

Hay que tener en cuenta que, a diferencia de otros sectores industriales más homogéneos, la industria alimentaria engloba subsectores muy diversos con características propias bastante diferenciadas, definidas fundamentalmente por la diversidad de materias primas procesadas y/o de productos elaborados. Esta diversidad sectorial y elevada atomización que caracteriza al sector motiva que no se disponga de una base de información homogénea que permita describir con un enfoque integral la gestión ambiental en la industria alimentaria en su conjunto.

Características de los residuos generados.

La industria alimentaria, en el desarrollo de sus actividades, genera una serie de residuos a los que es necesario dar una correcta gestión. Esta gestión debe ir siempre acompañada de una labor previa de minimización en la producción de residuos, bajo el principio de que “el mejor residuo es el que no se genera”.

A pesar de esta diversidad a la que hacíamos referencia anteriormente, la mayor parte de los residuos generados en las industrias de alimentación y bebidas son de naturaleza orgánica biodegradable y no peligrosa, generados durante la transformación de la materia prima (vegetales, carne, leche, pescado, etc.). Los residuos procedentes de esta industria pueden clasificarse de distintas formas, pero la mayor parte se pueden incluir en alguna de estas categorías:

- **Residuos generados en el proceso de transformación** (de materia prima animal o vegetal). En la mayoría de los casos, estos residuos pueden aprovecharse como materia prima para otros procesos productivos (por ejemplo, para la producción de alimentación animal), pasando a denominarse subproductos o coproductos que están regulados por una normativa específica, según el caso.
- **Residuos que se producen durante el envasado de los productos** (recortes de envases principalmente).
- **Residuos que se producen en la etapa de consumo de los productos** (residuos de envase, desperdicio alimentario).
- **Sub-productos** son residuos generados en el proceso de transformación que se aprovechan en otros procesos productivos. Alguna parte de los residuos pueden ser considerados como un recurso relevante para otras industrias, por ejemplo, para la producción de alimento animal (se han comentado con más detalle en el apartado anterior).
- **Residuos peligrosos.** Se limitan a ciertos envases de productos de limpieza, aceite de maquinaria, baterías, bombillas, fluorescentes, filtros, etc. en resumen poco significativos tanto por su cantidad como por su peligrosidad. A pesar de todo, es imprescindible gestionarlos adecuadamente, a través de un gestor autorizado.
- **Lodos y grasas.**

Junto con las aguas residuales y el consumo de energía, los residuos son uno de los grandes retos ambientales de los procesadores de alimentos y bebidas. Existe un claro interés económico en la minimización del residuo orgánico mediante una mayor eficiencia de los procesos de producción y la optimización del uso de estos residuos como subproductos. Sin embargo, la falta de salidas para estos subproductos y la legislación aplicable actualmente hacen que sea interesante considerar la recuperación de la materia orgánica de este tipo de residuos mediante su tratamiento en plantas de digestión anaerobia.

En cambio, los altísimos niveles de seguridad alimentaria que hemos alcanzado en Europa, son un logro de nuestro sistema productivo y de la actividad de control de nuestras autoridades. En este sentido, es de gran importancia el marco normativo y de gestión de la seguridad alimentaria. Y es precisamente por ello, por lo que la industria alimentaria es un sector tremendamente regulado.

En concreto, una serie de crisis alimentarias y sanitarias ocurridas a lo largo de los años 90, entre las que podemos destacar la crisis de las encefalopatías espongiformes transmisibles, y la presencia de dioxinas en los piensos, evidenció las consecuencias del uso indebido de algunos subproductos animales para la salud pública y la salud animal, la seguridad en la cadena alimentaria y la confianza de los consumidores.

Como consecuencia, se redactó una normativa específica para los subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH), con el fin de garantizar la seguridad de los procesos a lo largo de la cadena alimentaria (Reglamento (CE) 1069/2009, Reglamento (UE) 142/2011, Reglamento de ejecución (UE) 1097/2012 y RD 1528/2012).

Ejemplos de SANDACH:

- Animales muertos, decomisos de mataderos, restos de carne de industrias cárnicas, pieles, huesos, cuernos, etc.
- Restos de productos lácteos, pesqueros, ovoproductos, etc.

El principal objetivo de esta normativa es impedir que los SANDACH derivados de la cadena de producción de alimentos y que, por tanto, han salido de ella, no vuelvan a entrar directa o indirectamente en la cadena alimentaria.

Este objetivo se logra, con carácter general, mediante la correcta clasificación de los SANDACH, el adecuado etiquetado de los mismos, el cumplimiento de los usos y destinos establecidos y la utilización de los documentos y registros necesarios por los operadores, de cara a garantizar la trazabilidad a lo largo de toda la cadena de los SANDACH.

Clasificación de los SANDACH:

- **Categorías I y II:** Subproductos animales que no se puedan introducir en el mercado como alimentos porque no son seguros debido a que son nocivos para la salud o no son aptos para el consumo humano (SANDACH «por ley»).
- **Categoría III:** Subproductos de origen animal que, aunque cumplan determinadas normas con vistas a su posible uso para el consumo humano o que son materias primas para la elaboración de productos destinados al consumo humano, se destinen a otros usos, por ejemplo alimentación para animales de compañía (SANDACH «por opción»).

	Fundamentos para su clasificación	Ejemplos	Destinos posibles
CATEGORÍA 1	Que presenten un riesgo de EET, riesgos desconocidos o relacionados con sustancias ilegales o con contaminantes ambientales.	Material Especificado de Riesgo en rumiantes.	Tratamiento específico y destrucción controlada.
CATEGORÍA 2	Que presenten otros riesgos relacionados con enfermedades animales u otros residuos de medicamentos veterinarios.	Animales no rumiantes muertos en explotaciones.	Tratamiento específico y destrucción controlada o posible valorización (ejemplo: compostaje, producción de biogás, ...).
CATEGORÍA 3	Que procedan de animales sanos con inspección ante y post mortem.	Subproductos de matadero aptos para consumo humano, pero que no se destinan a tal fin por diferentes motivos.	Tratamiento específico y posible valorización o uso (ejemplo: alimentación de animales de compañía, curtido de pieles, ...).

Figura 16: Clasificación de los Sandach.

Como se ha mencionado anteriormente, la industria de alimentación y bebidas es muy variada, con distintas categorías industriales, produciendo cada una de ellas cantidades variables de residuos y subproductos. Además de la clasificación aportada por la normativa SANDACH, a continuación se describen algunas de las categorías industriales principales.⁵

Industria de procesado y conservación de carne y elaboración de productos cárnicos

Cuando el Reglamento Europeo de subproductos de origen animal se publicó en 2004, la Comisión Europea estimó que sólo el 68% del pollo, el 62% del cerdo, el 52% de animales bovinos (vaca, toro y buey), y el 52% de la oveja o cabra se consume directamente por los seres humanos. De la misma manera, se estimó que en la UE se produce anualmente más de 10 millones de toneladas de carne no destinada a consumo humano directo procedente de animales sanos [9].

⁵ Los resultados mostrados en este apartado son fruto del proyecto (aún en ejecución) Bin2Grid “Valorización de los residuos de alimentos para la producción de biometano y su uso en estaciones de servicios locales” (<http://www.bin2grid.eu/>). Bin2Grid es un proyecto cofinanciado por el programa Horizonte 2020, cuyo objetivo es promover la recogida selectiva de residuos de alimentos como fuente de energía, su conversión a biogás (biometano) y la utilización del mismo en redes de estaciones de servicio. Para ello, en el proyecto se definen estrategias para la recogida y tratamiento de residuos de alimentos procedentes de distintos orígenes: industria de alimentos y bebidas, hogares y servicios de restauración.

Las actividades de estabulación y transporte de animales antes del sacrificio generan estiércol y material de relleno (material para la cama de los animales). Luego la industria de transformación de carne sacrifica los animales, produciendo productos primarios en canal, cortes procesados y diversos subproductos. La mayoría de los residuos procedentes de la industria cárnica se producen durante el sacrificio, y puede incluir carcasas, pieles, pezuñas, cabezas, plumas, despojos de estiércol, vísceras, huesos, grasa y recortes de carne, sangre y otros fluidos, así como carne y animales fuera de especificaciones [12]. El uso eficiente de los subproductos es importante para la rentabilidad de la industria cárnica, ya que tiene un impacto positivo en la prevención de residuos. El aumento en los problemas de salud en los últimos años ha dado lugar a una reglamentación muy estricta y a una mayor atención en los usos no alimentarios de los subproductos. Las partes no destinadas al consumo humano pueden ser procesadas por las empresas de extracción, que convierten los subproductos en productos comercializables, incluyendo grasas comestibles y no comestibles y proteínas, para su uso como alimento animal y para uso cosmético, farmacéutico o cualquier otro uso técnico.

Estos procesos generan grandes cantidades de residuos sólidos y subproductos, los cuales pueden ser divididos en las siguientes categorías [13]:

1. Estiércol, contenidos del rumen e intestino
2. Productos comestibles, como el hígado y la sangre
3. Productos no comestibles, como el pelo, plumas y huesos
4. Grasa, que es recuperada de las aguas residuales
5. Materiales no valorizables de los residuos que requieren de su disposición final

La mayoría de los subproductos tienen una salida comercial y las empresas comunican muy pocos datos al respecto, por lo que es difícil valorar los volúmenes generados. La cantidad de subproductos animales a menudo supera el 50% del peso del animal vivo en el caso del ganado, y del 10 al 20% en el caso de los cerdos [13]. De acuerdo con datos de USDA en 2001, la media de residuos orgánicos generados en mataderos bovinos fue de 83 kg por cabeza de ganado ó de 275 kg por tonelada de peso de animal muerto respecto al total de animal vivo, lo que equivale al 27,5% del peso del animal. En el caso de los mataderos de cabras y ovejas, la media de residuos generados es de 2,5 kg por cabeza de ganado cabeza, lo que equivale al 17% del peso del animal, y en el caso de los cerdos es de 2,3 kg por cabeza de ganado ó el 4% del peso del animal [12]. El peso del animal vivo corresponde al peso del animal tomado inmediatamente antes del sacrificio, suponiendo que el animal destinado al sacrificio se mantiene en las instalaciones del matadero durante 12 horas, horas durante las cuales no se le suministra al animal ni alimento ni agua [14].

Los subproductos animales procedentes de la industria cárnica clasificados dentro de la categoría 1 (C1) incluyen:

- a) todas las partes del cuerpo, incluyendo la piel de animales sospechosos de estar infectados por una EET (encefalopatía espongiiforme bovina), o en los que se haya confirmado oficialmente la presencia de una EET,
- b) los materiales especificados de riesgo (los tejidos y órganos de bovinos, ovinos y caprinos: el cerebro, el cráneo, la médula espinal, los vasos sanguíneos, nervios, ganglios linfáticos, glándulas, ojos, intestinos, bazo ...), incluyendo los

cuerpos enteros de animales muertos en caso de que contengan dichos materiales,

- c) los materiales de origen animal procedentes de animales a los que se le hayan administrado sustancias y fármacos no autorizados para uso veterinario o que contengan sustancias nocivas en una cantidad mayor que la permitida,
- d) todo material de origen animal recogido durante el tratamiento aguas residuales procedentes del sacrificio del ganado bovino, ovino y caprino (mataderos), del procesamiento de los materiales de la categoría 1 y de otros establecimientos o plantas en donde se retira el material especificado de riesgo, incluyendo el material que queda después del cribado, materiales obtenidos de la eliminación de arenas, mezcla de grasas y aceites, lodos y materiales extraídos los desagües de las anteriores instalaciones, salvo que este material no contenga material o partes de este material especificado de riesgo,
- e) las mezclas de material de la categoría 1 con material de la categoría 2, con material de la categoría 3 o con ambos, incluyendo cualquier material destinado al procesamiento de la categoría 1.

Los subproductos animales procedentes de la industria cárnica clasificados dentro de la categoría 2 (C2) incluyen:

- a) estiércol y contenido del tubo digestivo,
- b) todo material de origen animal recogido durante el tratamiento aguas residuales procedentes de los mataderos, a excepción de los rumiantes, o procedentes de materiales de la categoría 2, incluyendo los restos de los subproductos obtenidos del tamizado, eliminación de arenas, mezclas de grasas y aceites, lodos y materiales extraídos de los desagües de las instalaciones,
- c) productos de origen animal que contengan residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes,
- d) productos de origen animal distintos del material de la categoría 1, que se importen de terceros países y para los cuales el examen de conformidad con la normativa especial no cumplan con los requisitos veterinarios para su importación, a menos que se devuelvan o se acepte su importación con las restricciones en acuerdo con las regulaciones especiales,
- e) productos de origen animal, distintos del material de la categoría 1, importados o introducidos desde un tercer país que no cumplen los requisitos de la legislación veterinaria comunitaria para su importación o introducción en la Comunidad, salvo si la legislación comunitaria permite su importación o introducción con restricciones específicas o su devolución al tercer país,
- f) animales muertos y animales sacrificados para erradicar enfermedades infecciosas,
- g) mezclas de material de la categoría 2 con material de la categoría 3, incluyendo cualquier material destinado al procesamiento de la categoría 2.

Los subproductos animales procedentes de la industria cárnica clasificados dentro de la categoría 3 (C3) incluyen:

- a) partes de animales sacrificados que sean aptos para el consumo humano, pero que no se destinen a ese fin por motivos comerciales;
- b) partes de animales declarados no aptos para el consumo humano, pero que no muestran ningún signo de enfermedad transmisible a los seres humanos o los animales y que proceden de canales aptas para el consumo humano;
- c) pieles, pezuñas y cuernos, cerdas y plumas procedentes de animales sacrificados en un matadero, que están declaradas aptas para el consumo humano;
- d) sangre obtenida de animales no rumiantes que hayan sido sacrificados en un matadero después de haber sido considerados aptos para el sacrificio para el consumo humano.
- e) subproductos animales generados en la elaboración de productos destinados al consumo humano, incluidos los huesos desgrasados y los chicharrones;
- f) conchas, cáscaras de huevo, subproductos de la incubación y subproductos de huevos con fisuras procedentes de animales que no presenten ningún signo de enfermedad transmisible a través de esos productos a los seres humanos o los animales;
- g) sangre, piel, pezuñas, plumas, lana, cuernos y pelo procedentes de animales que no presenten ningún signo de enfermedad transmisible a través de esos productos a los seres humanos o los animales.

Los subproductos de la Categoría 1 deben ser eliminados debido a que son considerados materiales de muy alto riesgo. La mayoría de los materiales C2 tiene el mismo destino. La mayoría de ellos son incinerados después de pasar por un pre-tratamiento inicial. Otros materiales C2 son enviados a una planta de recuperación a través de digestión anaerobia, compostaje, o son utilizados para producir productos oleoquímicos.

Sin embargo, los materiales de la Categoría C3 pueden ser utilizados en la alimentación humana, como alimentación animal, así como darles una gran variedad de usos no alimentarios, tales como cosméticos y productos farmacéuticos. Tanto si se trata de producir gelatina, recubrimientos, aglutinantes, o proteínas, los subproductos animales procedentes de la industria cárnica pueden utilizarse en una amplia gama de productos.

Tipo de productos/residuos	Uso principal/Tratamiento	Comentarios
Material especificado de riesgo	Incineración, eliminación	Tratamiento determinado por una regulación estricta
Subproductos C3	Harina de carne y harina de huesos	Podrían ser usado como alimento para humanos, pero con poco o ningún mercado
	Alimentos para animales	Los costes son un importante factor
Grasas	Alimento para humanos, oleoquímicos	Alto valor

Sangre	Alimento para humanos	Baja tasa de recuperación
	Harinas	Costes de secado
Huesos & Plumas de aves	Harinas de carne u harinas de huesos	Baja tasa de recuperación
Huesos (excluida columna vertebral), piel & tejido conjuntivo	Gelatina	
Estiércol & Purines	Esparcimiento, Digestión Anaerobia	Apto para Digestión Anaerobia

Figura 17: Fracciones de residuos y sus principales usos o tratamientos en la industria cárnica.

El sebo y la grasa tienen un alto valor en el mercado. Después de un tratamiento y una transformación específica, pueden utilizarse en productos oleoquímicos (jabón, detergentes, y lubricantes), alimentos para humanos, piensos y alimento. El sebo, una grasa de matanza, puede obtenerse antes o después de la división de la canal. En este último caso, no se puede utilizar ni en la alimentación humana ni en la alimentación animal.

Entre los residuos de matadero y subproductos, la sangre de los animales es la mayor fuente de material potencialmente comestible. Cada año en el Reino Unido, alrededor de 100.000 toneladas de sangre están disponibles, lo que representa aproximadamente unas 20.000 toneladas de proteína [15]. A pesar de que muchos de sus atributos funcionales y nutricionales son útiles, su uso para el consumo y la alimentación humana es limitado, debido en parte a cuestiones estéticas, ya que el color marrón le da un matiz final al producto. La sangre de cerdo se utiliza sobre todo en la alimentación humana, y en el resto de comidas para mascotas. Sin embargo, la sangre de aves y la sangre bovina se utilizan para producir harinas. Por otra parte, la sangre C2 se envía para su eliminación.

Las harinas de proteína, o de carne y huesos, también conocidas como harinas animales, son ampliamente utilizadas en la nutrición animal como fuente de proteína, para proporcionar los aminoácidos esenciales, minerales, y vitamina B12, en el caso de la nutrición monogástrica, y rumen, en el caso de la nutrición de los rumiantes [15]. Los desechos animales seguros (como la carne, los huesos y las plumas) se mezclan, se trituran y se cocinan conjuntamente. El sebo se extrae después del proceso de cocción, y el residuo remanente, conocido como harina de carne y hueso, es esterilizado. Debido al aumento de la regulación derivada de la crisis de la encefalopatía espongiforme bovina (EEB), las harinas de carne y huesos ya no se pueden utilizar para alimentar al ganado. Sin embargo, estas harinas todavía pueden incorporarse a los alimentos para cerdos, aves, peces u otros animales no rumiantes.

Los materiales C3 utilizados para producir alimentos para mascotas e incluyen las partes de la canal que podrían ser utilizados para el consumo humano, pero para los que el mercado ha desaparecido en gran parte de nuestros países.

Industria de procesado y conservación de pescados, crustáceos y moluscos

En las últimas décadas, la producción de pescados y mariscos ha aumentado de forma constante en todo el mundo. En 2012, la producción pesquera total mundial (producción de peces, crustáceos, moluscos y otros animales acuáticos) alcanzaron los 158 millones de toneladas, de las cuales fue capturadas el 58%, el 42% restante

procede de la producción de la acuicultura, según datos estadísticos proporcionados por la FAO (2014). El 86% de la producción pesquera total (136 millones de toneladas) se utiliza para el consumo humano directo, y el 14% restante (22 millones de toneladas) se destina a productos no alimenticios, especialmente para la fabricación de harina o aceite de pescado.

El pescado es un producto muy perecedero, lo que significa que su procesamiento es un requisito importante. De hecho, el 46% de la producción pesquera mundial para el consumo humano se comercializó en fresco, mientras que el 54% restante se sometió a algún tipo de procesamiento: 29% se congeló, el 12% se curó y el 13% se enlató. Sin embargo, en los países desarrollados, sólo el 5% de la producción pesquera se comercializa fresco, mientras que el 55% se congela, el 13% se cura y el 27% es enlatado [14].

Los subproductos de pescado y marisco de Categoría 2 son similares a los mencionados para la industria cárnica: mortandad de la acuicultura, aparato digestivo y excrementos, partes de animales sacrificados para el consumo humano en el caso de las enfermedades, y los animales con medicamentos o residuos contaminantes.

Los subproductos de la Categoría 3 específicos para pescados, crustáceos y moluscos incluyen:

- a) peces u otros animales marinos, excepto mamíferos, capturados en alta mar para la producción de harina de pescado,
- b) subproductos frescos de pescado procedentes de fábricas de procesado de productos de pescado para consumo humano,
- c) conchas, subproductos de la incubación y huevos con fisuras, procedentes de animales que no presenten signos clínicos de ninguna enfermedad transmisible a través de ese producto a los seres humanos o animales.

Los despojos de pescado, por lo general, incluyen piezas, tales como cabezas, esqueletos, colas y aletas, piel y vísceras.

Durante el procesado del pescado se producen grandes cantidades de residuos sólidos y líquidos, tal y como se muestra en la Tabla 16, alrededor de la mitad del peso de la materia prima no se utiliza en el producto final - hasta el 80% de un molusco puede terminar en el producto final, pero en el caso de los camarones sólo el 15% aproximadamente se convierte en producto de camarón enlatado [16]. De hecho, un informe de Arvanitoyannis & Tserkezou [17] asegura que de la captura total de pescado mundial, más del 50% no se utiliza como alimento y que se generan casi 32 millones de toneladas de residuos. En Reino Unido, la autoridad de la industria pesquera (Sea Fish Industry Authority, en inglés) informó en 2001 que, de un total de 851,984 toneladas de recursos pesqueros y marisqueros de Reino Unido, solo el 43% (359,964 toneladas) se destinó a consumo humano, mientras que el 57% restante (492.020 toneladas) se clasificó como residuo [18]. Estos residuos se producen sobre todo en el sector de procesamiento en tierra (35% del total del recurso), los desperdicios y residuos derivados del procesamiento en el mar suponen menores cantidades (17% y 5% del recurso, respectivamente).

De hecho, la industria pesquera produce residuos en distintos niveles, con una distinción entre la acuicultura y la pesca. Los siguientes tipos de residuos pueden generarse en la acuicultura [19]:

- **Mortandad rutinaria:** en pequeñas cantidades, estas muertes suelen ser debidas a enfermedades crónicas, traumatismos tras manipulación o fallos de equipo;
- **Mortandad catastrófica:** la muerte en masas puede ocurrir como resultado de impactos externos, tales como la proliferación de algas o medusas, y los residuos resultantes se clasifican como C2, y tienen que tratarse en plantas C1 y C2, de acuerdo con el Reglamento de Subproductos Animales;
- **Residuos fecales (de jaulas):** por lo general son tratados por medios naturales, aunque está muy cuestionado por los defensores del medio ambiente;
- **Eliminación de peces infectados:** como la acuicultura en la UE está libre de enfermedades, tales como la anemia infecciosa del salmón, septicemia hemorrágica viral y la necrosis hemorrágica infecciosa, el control de las enfermedades está estrictamente regulado. El almacenamiento de las explotaciones afectadas es obligatorio en el caso de que aparezca un brote de enfermedades exóticas o de que la contaminación ambiental presente animales no aptos para el consumo humano (p.e. después de derrame de petróleo).
- **Procesado de subproductos.**

Cualquier residuo del que se sospeche que puede suponer algún riesgo es normalmente procesado por las industrias de procesamiento de pescado. De hecho, los residuos procedentes de la acuicultura pueden tener un gran impacto, no sólo en sus inmediaciones, sino que puede también ampliar sus efectos a nivel costero. En la UE, varias Directivas, Reglamentos y Decisiones fueron votados en un intento de minimizar el impacto ambiental de la acuicultura marina.

Las capturas pesqueras producirán residuos durante su procesamiento en mar o en tierra. La pesca de demersales, o la pesca de alta mar, es procesada mayormente en el mar, cuyos residuos, principalmente vísceras y cabezas, son eliminados a bordo. Sin embargo, la mayoría del procesamiento se lleva a cabo en las instalaciones en tierra.

Los peces demersales se venden para su procesamiento en tierra, eviscerado, descabezado y eviscerado, o sólo como filete. Los filetes, tapas y aletas son eliminados durante el procesamiento para ser vendidos como producto para consumo humano, mientras que el resto se desecha como residuo. Los peces pelágicos se suministran normalmente enteros. Por lo tanto, los residuos incluyen cabezas, vísceras, esqueletos, lengüetas, aletas y piel. El procesamiento de marisco genera normalmente residuos en forma de concha y vísceras.

La recuperación de subproductos comercializables es una estrategia importante para la reducción de residuos en esta industria. Hay muchas aplicaciones para los residuos de pescado, ya que es una gran fuente de minerales, proteínas y grasas [12]. Las principales aplicaciones incluyen harina de pescado, aceites, biogás o biodiesel, quitina y quitosano (para los productos dietéticos, aplicaciones de envasado de alimentos, y tratamiento de efluentes), pigmentos naturales, colágeno para los cosméticos, enzima de aislamiento, inmovilización de Cr, fertilizante orgánico y mantenimiento de humedad en los alimentos (hidrolizados) [20].

Los subproductos procedentes del procesamiento del pescado para el consumo humano no son demasiado problemáticos. Las mortalidades rutinarias generalmente se

maceran y se ensilan in-situ antes de ser retirados y posteriormente eliminados (en su mayoría por incineración o vertedero) de acuerdo con la legislación de gestión de residuos. Sin embargo, las mortalidades por catástrofes (tales como muertes por medusas o proliferación de algas), requieren de eliminación, incineración, o, excepcionalmente, depósito en vertedero. En el caso de contaminación ambiental o infección, todos los estanques sospechosos se limpian o los organismos a través de su sacrificio, almacenamiento y transporte son enviados para su uso en plantas capacitadas para ello- que normalmente se encuentra en otro país, como Noruega, y, por tanto, requieren de su exportación [21].

Los métodos de tratamiento utilizados incluyen, entre otros, hidrólisis, biorremediación, compostaje, digestión anaerobia, filtración, tamizado [17].

Industria de procesamiento y conservación de frutas y hortalizas

Los principales pasos de la industria de procesamiento y conservación de frutas y hortalizas incluye [22]:

- Clasificación y/o revisión
- Limpieza y retirada de suciedad
- Eliminación de hojas, pieles y semillas
- Blanqueamiento
- Lavado y refrigeración
- Embalaje
- Limpieza

Los residuos pueden consistir en partes de las frutas y hortalizas, tales como cáscaras, tallos, semillas, etc., o productos deteriorados. Los productos deteriorados incluyen no solo aquellos que están dañados y fuera de fecha, sino también aquellos productos que están fuera de especificación y que se desechan debido a su tamaño o forma (una zanahoria torcida, por ejemplo). También se genera pulpa durante el procesamiento (pulpa de remolacha derivada de la producción de azúcar, por ejemplo) o mezclas de frutas y residuos vegetales procedentes del proceso de clasificación. En la figura 18 se muestran cifras indicativas sobre la cantidad de residuos generados en la industria de frutas y hortalizas por tonelada de producto. Las grandes cantidades de lodos producidos (en particular durante la limpieza) están fuera del alcance de este documento.

Producto	Referencia para la industria (kgresiduo/tproducto)
Maíz	40
Guisantes	40
Patatas	40
Brócoli	200

Zanahorias	200
Fresas	60
Manzanas	90
Melocotones	180

Figura 18: Generación de residuos sólidos en la industria de procesado y conservación de frutas y hortalizas [23].

El orujo de manzana y uva derivado del proceso de producción de sidra y vino son considerados en la sección de la industria de bebidas.

Como los residuos procedentes de esta industria no son subproductos de origen animal, tiene menos restricciones legislativas. Sin embargo, la estacionalidad es un factor importante en este sector, ya que tanto naturaleza como la cantidad varía enormemente a lo largo de las diferentes estaciones. Por ejemplo, la producción de azúcar a partir de la remolacha de azúcar, tiene lugar principalmente entre septiembre y diciembre/enero en Francia, además de un mes de producción en primavera [24]. Por lo tanto, hay un pico en la producción de grandes cantidades de residuos durante un corto período de tiempo. El resto del año se dedica al mantenimiento y envío de productos. La producción de sopa alcanza su máxima producción durante el invierno. Sin embargo, en las huertas se cultivan una amplia gama de cultivos, proporcionando un suministro constante de productos frescos durante toda la temporada de cultivo local. Por lo tanto, sus actividades de acondicionamiento se basan en la estacionalidad del producto, generando una cantidad relativamente constante de residuos durante la mayor parte del año, pero de distinta naturaleza. En la Baja Normandía, ANEA-IVAMER estima que aproximadamente la mitad de la transformación de productos de la huerta se concentra a partir de septiembre a diciembre, un tercio de abril a agosto, y el resto, hasta el 20%, de enero a marzo [24].

Los residuos procedentes de la industria de frutas y hortalizas se pueden utilizar como alimento para animales, para el craqueo, o se convierten en abono, mantillo, o para enriquecer los suelos [22]. Cuentan con diversos puntos de venta, por lo que la cantidad de residuos generados variarán en función de los intereses económicos del productor.

Los productos deteriorados o fuera de especificaciones son usados principalmente como alimento para humano o animal. La piel o la cáscara también son utilizadas ampliamente como alimento para animales, o, en menor medida, para esparcir por el terreno. La pulpa del azúcar (remolacha), sopa o bagazo tienen un alto contenido en agua, lo que limita su uso como alimento para animales, ya que requiere de un secado previo. También se utiliza ampliamente como abono. Los residuos vegetales mixtos a menudo se utilizan para el esparcimiento en el terreno o el compostaje.

Industria de fabricación de productos lácteos

La industria de productos lácteos fabrica leche y productos lácteos, tales como queso o yogurt, a partir de leche líquida. Las principales etapas del proceso son [22]:

- Clarificación y filtración
- Mezclado
- Pasteurización y homogeneización

- Fabricación
- Embalaje
- Limpieza

Los residuos generados por esta industria incluyen productos deteriorados, fuera de fecha, o fuera de especificación, restos de queso, cuajada, lactosuero y lodos. Por ejemplo, en el caso del queso Beaufort, 10 litros de leche se necesitan para producir 1 kg de queso y 9 kg de lactosuero. El lactosuero se utiliza luego para producir mantequilla, queso ricotta, concentrado de proteína de suero, pero la mayoría (8,5-8,9 litros) es permeado (producto conseguido, o líquido filtrado, de la ósmosis inversa o ultrafiltración) [25]. En otros casos, el lactosuero se convierte en un producto en polvo y se vende. En California, se estima que 4,6% de la del lactosuero está en forma de lactosa permeada [26]. Permeado es un producto de desecho con un contenido total de sólidos del 6%.

Errores en la receta, desajustes o productos no conformes pueden dar lugar a grandes cantidades de residuos puntualmente.

Russ & Schnappinger [27] dan una lista con la cantidad específica de residuo generado, o "índice específico de residuos" en las diferentes ramas de la industria alimentaria en la Tabla 19. Este índice se refiere a la masa de residuo acumulado dividida por la masa de producto vendible.

Tipo de residuo	Índice Específico de Residuo
Lactosuero	4.0–11.3
Residuo de queso	0.01–0.04
Residuos del proceso de producción de leche	0.04

Figura 19: Tipos de residuos procedentes de la industria de productos lácteos y sus índices de residuos [27].

Generalmente, los subproductos derivados de la industria de productos lácteos se utilizan internamente o son redirigidos a mercados específicos - en la Baja Normandía, el 81% de los subproductos se recuperan [24]. Los datos relacionados con esto son difíciles de obtener. Los residuos pueden ser reutilizados o reciclados para su reprocesamiento y para piensos animales. También son opciones de tratamiento la digestión anaerobia, el compostaje y la fermentación para la producción de alcohol [22]. En la Baja Normandía, del 19% restante, el 95% se utiliza como alimento para animales, debido a su alto valor nutritivo, alrededor del 4% para la digestión anaeróbica, y algo menos del 1% para el compostaje.

El lactosuero es el líquido que queda después de que cuajada de proteína haya sido eliminada de la leche durante el proceso de fabricación del queso y la caseína. Históricamente, se ha utilizado como alimento para animales, como fertilizante, o se ha eliminado. Se puede utilizar para fabricar una amplia gama de productos, mediante la extracción y producción de proteínas e hidratos de carbono, mediante la evaporación de agua para su uso como suero de queso o para recuperar la lactosa. Normalmente tiene asegurada una demanda en el mercado, por lo que en estos casos no es considerado como residuos. Sin embargo, existen otros buenos ejemplos del uso en

plantas de digestión anaerobia para producir electricidad y calor, teniendo asociados ingresos/ahorros [25].

Los productos deteriorados, fuera de fecha o fuera de las especificaciones se pueden utilizar como alimento para animales, pero también representan fracciones de residuos utilizados en la digestión anaerobia y el compostaje.

Industria de productos de molinería, almidones y productos amiláceos

Los cereales se encuentran entre los alimentos más populares del mundo, y con frecuencia son la base de los alimentos básicos. El trigo, arroz, maíz, mijo, avena, centeno y cebada son los más importantes para el consumo humano. Algunos de estos cultivos generalmente son procesados en los molinos de grano: el trigo y el centeno son molidos a harina, la avena se convierte en copos de avena, y el arroz es descascarillado. El maíz se procesa principalmente para obtener almidón a través de la molienda en húmedo y para obtener aceite mediante presión, y la cebada se convierte en malta [28].

Según la Asociación de Molineros Europeos (European Flour Millers' association, en inglés), las pérdidas de alimentos en sus actividades están cercanas a cero, lo que significa que el potencial para la digestión anaerobia está muy limitado.

Un grano de trigo se compone de tres partes, dos de las cuales son consideradas subproductos del proceso de la molienda. El endospermo, rico en proteínas e hidratos de carbono, constituye la mayor parte del grano. Esto es lo que se utiliza para la fabricación de la harina blanca. El salvado, con alto contenido en fibra, es la cubierta exterior y el germen, con contenido alto en grasas, es la parte más interna del grano. Para la fabricación de la harina integral se utilizan las tres partes del grano.

El índice específico de residuos para los diferentes tipos de productos de molinería se muestra en la siguiente tabla.

Tipo de residuos	Índice Específico de Residuo
Salvado	0.11–0.18
Harinillas (harina de calidad media)	0.06–0.11
Granos rotos, semillas, cáscaras y cascarillas	< 0.01
Polvo fino, tamo y paja	< 0.01
Centeno afectado de cornezuelo	< 0.01
Rechazo de avena que contiene salvado y cáscara	0.39
Residuos de arroz integral	0.11
Salvado de arroz	0.11–0.18
Harina de arroz	< 0.01
Plántulas de malta	0.038
Polvo de malta	< 0.01

Residuos del separador de granos

0.01–0.04

Figura 20: Tipos de productos de molinería y sus índices específicos de residuos [27].

El salvado es añadido normalmente a los cereales para el desayuno y a los productos horneados, o es usado como alimento para animales. El germen de trigo se usa como suplemento alimenticio, como fuente de aceite vegetal comestible, o como alimento para animales [29]. Por lo tanto, muy pocos residuos tienen que ser enviado a operaciones de tratamiento de residuos.

Industria de productos de panadería y pastas alimenticias

Los productos de panadería y pastas alimenticias proceden de una transformación secundaria de otros productos, ya que las materias primas utilizadas están ya semipreparadas (por ejemplo, harina y azúcar). Por lo tanto, el proceso genera relativamente pocos residuos en la etapa de preparación. Las etapas mecánicas de producción pueden generar residuos debido a una mala calibración o a interrupciones de la maquinaria (por ejemplo, debido a errores en el corte o en el pesaje). Errores del operario, sobreproducción, deterioros del producto, productos dañados, y derrames pueden dar lugar también a residuos [22]. Se podría evitar una gran cantidad de residuos vinculada a los productos no conformes.

Si se utilizara fruta o verdura fresca en el producto, su preparación podría generar pieles o cáscaras y zumo. La fruta en conserva generaría residuo de jarabe. Los aceites usados en la cocción también generarían residuos de aceites, ya que necesitan renovarse periódicamente.

Los residuos derivados de los productos de panadería pueden ser reutilizados y recuperados, cocinando la masa de residuos para producir pan rallado, como alimento para animales o para compostaje. Al igual que para los productos de molinería, los productos de panadería y pastas alimenticias tienen disponibles cantidades limitadas para la digestión anaerobia.

Industria de fabricación de bebidas

La industria de fabricación de bebidas se puede dividir en dos, la industria de refrescos y agua embotellada, por un lado, y la industria de la fermentación, por otro lado. La industria de la fermentación incluye la elaboración de cerveza, la destilación, y la producción de vinos.

Durante la fabricación de la cerveza, el mosto se compone de las sustancias deseadas extraídas de la malta triturada con agua. Los granos gastados son entonces considerados como residuos. Posteriormente, el complejo proteína-curtido (conocido como material de rotura o break material, en inglés) también se retira del mosto. Después de la fermentación, la levadura también se separa, y más residuos son generados en forma de lodo durante la filtración, si el tipo de cerveza que se está produciendo requiere de una etapa de filtración. El índice específico de residuos para cada uno de estos tipos de residuos se enumera en la siguiente tabla. Los granos usados pueden representar aproximadamente el 85% de los residuos generados durante el proceso de elaboración de la cerveza [30].

Tipo de residuo	Índice Específico de Residuo
Polvo de malta	< 0.001

Granos consumidos (alfrechos)	0.192
Material de rotura	0.024
Levadura	0.024
Lodo Kieselguhr (tierra de diatomeas)	0.006

Figura 21: Tipos de residuos derivados de la elaboración de la cerveza y sus índices específicos de residuos [28].

Hay dos períodos en el proceso de elaboración del vino: el periodo de cosecha y el periodo post-cosecha – muy parecido al del procesamiento de frutas y hortalizas. La elaboración del vino genera residuos de temporada (el pico se encuentra entre septiembre-noviembre). Como es de esperar, la cantidad de residuos producidos durante el período de cosecha es mucho mayor que el producido durante el periodo post-cosecha. Las operaciones de despalillado, prensado y decantación generan residuos, incluyendo ramas o tallos, orujo de uva (también conocido como orujo), piel y semillas, lías (depósitos precipitados procedentes de la levadura muerta y sedimentos), y tierras de filtración. La cantidad de orujo rechazado depende del tipo de sistema de prensado utilizado. La cantidad de sedimentos generados procedentes del proceso de aclarado dependerá del estado de las uvas cosechadas y del método de procesado. Por último, la generación de sedimentos procedentes de la levadura dependerá del tipo de vino producido, la producción de vino tinto tiene asociada un índice específico de residuos superior.

Un estudio en Portugal demostró que una tonelada de uva procesada puede producir 0,13 toneladas de orujo, 0,06 toneladas de lías, y 0,03 toneladas de tallos [31].

Tipo de residuos	Índice Específico de Residuo
Orujo	0.136–0.145
Sedimentos del aclarado	0.015–0.050
Sedimentos de levadura	0.03–0.06

Figura 22: Tipo de residuos procedentes de la producción del vino y sus índices específicos de residuos [28].

El orujo de manzana derivado de la producción de sidra se produce generalmente en otoño en la Baja-Normandía. A menudo se seca, implicando costes, y se envía a craqueo, con un beneficio económico. El orujo de manzana derivado de la producción zumo se produce normalmente en primavera y no se seca, por lo se envía para su utilización como alimento animal o para la digestión anaerobia [24].

Los granos gastados se utilizan generalmente como alimento para animales, o para la producción de energía a través de la quema directa o de la digestión anaerobia, aunque también tiene otros muchos usos. El material procedente de la rotura y la levadura se mezclan habitualmente con el grano gastado de la cerveza para utilizarlo como alimento para animales [30]. La tierra de diatomeas es más difícil de eliminar debido al alto contenido en materia orgánica y la gran cantidad de material suspendido o disuelto. Su eliminación en la red de alcantarillado es problemática, por lo que se termina depositando en vertederos.

Los tallos y lodos procedentes de la producción de vino pueden ser compostados o digeridos. De acuerdo con el Reglamento (CE) N° 497/2008 sobre la organización

común del mercado vitivinícola, "exceptuando el alcohol, el aguardiente o la piqueta, con las lías de vino y el orujo de uva no podrá elaborarse vino ni ninguna otra bebida destinada al consumo humano directo". "Se prohíben el prensado de las lías de vino y la reanudación de la fermentación del orujo de uva con fines distintos de la destilación o la producción de piqueta". El orujo de uva y las lías se consideran subproductos, con valor añadido, por lo tanto, se envían a las destilerías para recuperar el alcohol y el ácido tartárico. Esto, a su vez, genera orujo de uva agotado y vinaza (un residuo líquido), que puede ser enviado a la digestión anaeróbica. Por lo tanto, el compostaje o la digestión anaeróbica representarían un coste.

Los sedimentos procedentes del proceso de aclarado se utilizan generalmente como acondicionador del suelo, para compostaje o para digestión anaeróbica (en menor medida).

4.3. Distribución y comercialización

La distribución alimentaria es uno de los eslabones más importantes en la cadena agroalimentaria pues facilita la comercialización de los alimentos y al mismo tiempo pone en contacto al sector productor e industrial con los consumidores, que finalmente, cierran el ciclo de esta cadena. Hay que tener en cuenta su dimensión y los diferentes formatos y tamaños.

Según diferentes estudios europeos se puede afirmar que el peso que representan los residuos orgánicos provenientes de la distribución comercial dentro de los de competencia municipal se mueve en un intervalo de entre un 5 y un 10%, dependiendo del tipo de municipio y básicamente de la tipología y cantidad de actividad económica que esté presente. Esto quiere decir que en municipios rurales o semirurales en comparación con los urbanos puede variar considerablemente el porcentaje.

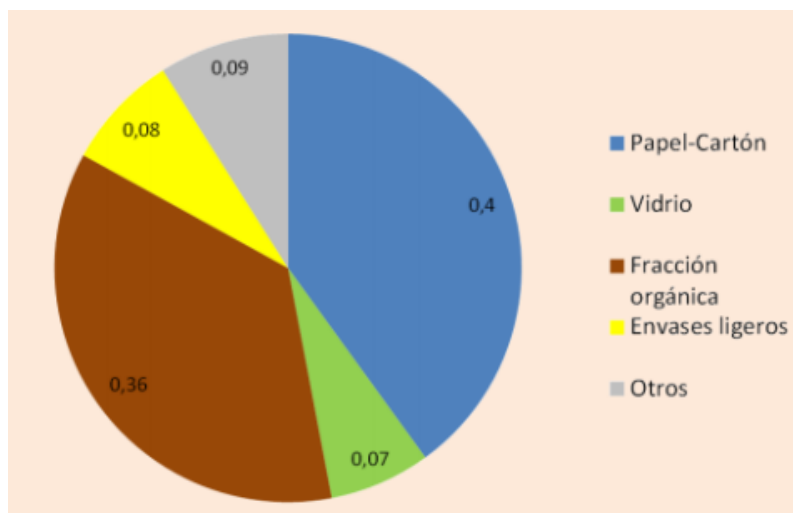


Figura 23: Composición de los residuos comerciales en Cataluña en 2006. Fuente: [3], fuente original: PROGEMIC 2007-2012.

De estos datos se desprende que las aportaciones de las actividades comerciales a la generación de Biorresiduos de competencia municipal son importantes.

Existen diferentes modelos de recogida diferenciados para los residuos biodegradables de origen comercial. Estos son:

- **Modelo integrado:** los residuos comerciales se recogen junto con los de origen domiciliario, utilizando los mismos contenedores y la misma logística de recogida.
- **Modelo segregado:** los residuos comerciales, incluida su fracción orgánica, son recogidos de forma completamente independiente, incluso por diferentes compañías, utilizando contenedores y vehículos diferentes.
- **Modelo mixto:** los residuos comerciales son depositados en contenedores independientes de los dedicados a la materia orgánica domiciliaria, pero se utiliza la misma logística de recogida, (especialmente los mismos vehículos, dentro de la ruta normal de recogida).

4.4. Consumo por parte del ciudadano

Los ciudadanos son un gran colectivo de consumidores de materia orgánica. Esta materia orgánica son principalmente alimentos, que compramos, elaboramos, consumimos y tiramos. Los ciudadanos son también grandes generadores de residuos orgánicos. Estos residuos se producen en gran medida en las cocinas y se pueden clasificar por su origen según:

- **Restos de alimentos (65-45%):**
 - Residuos originados generados durante la elaboración de las comidas.
 - Residuos originados al tirar parte de la comida preparada porque no se come una parte de la misma.
 - Residuos originados al tirar productos en mal estado o caducados. Esto se produce en mayor medida cuando los alimentos no se conservan de forma adecuada o cuando se realizan compras demasiado grandes respecto a lo que es posible consumir.
- **Restos vegetales o de jardinería (20-11%):** césped cortado, hojas y tallos secos, restos de poda, madera, etc.
- **Materiales celulósicos (2'7-3'3%):** servilletas y pañuelos de un solo uso, compresas, tampones, algodón desmaquillante, toallitas, pañales, bolsas de infusiones, filtros de café, papel y cartón manchado con alimentos.
- **Otros (0'3-1'7%):** pelo, cenizas, arena con excrementos mascotas, corchos botellas, etc.

Estudios de caracterización llevados a cabo recientemente [6] muestran una composición de los biorresiduos con este reparto:

CATEGORÍA	ANUAL	VERANO	INVIERNO
Restos de alimentos	64,27%	66,61%	62,03%
Restos de jardinería	13,88%	15,36%	12,46%
Celulósicos	2,92%	2,82%	3,02%
Otros materia orgánica	0,35%	0,09%	0,60%
TOTAL	81,42%	84,88%	78,11%

Figura 24: Caracterización de la fracción materia orgánica biodegradable [6].

A continuación vemos una estimación de la cantidad de residuos orgánicos que contiene una bolsa tipo de residuos para un habitante en una región urbana.

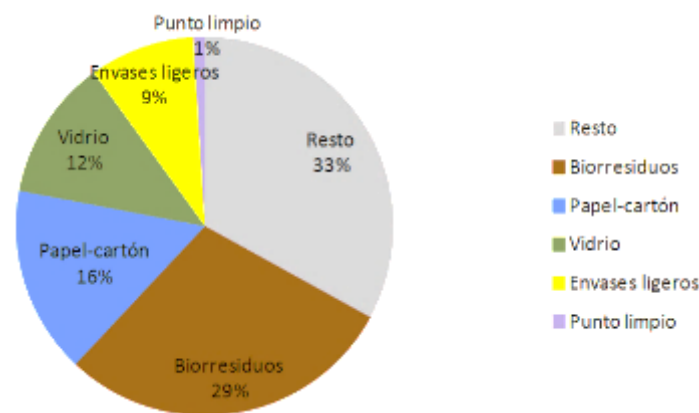


Figura 25: Porcentaje de las fracciones de residuos sobre la producción total registrada para el Área Metropolitana de Barcelona en 2008 [32].

La cantidad de residuos orgánicos de origen doméstico que genera un ciudadano medio varía según el estudio. En él, encontramos que esta cantidad corresponde al 42% de los residuos:

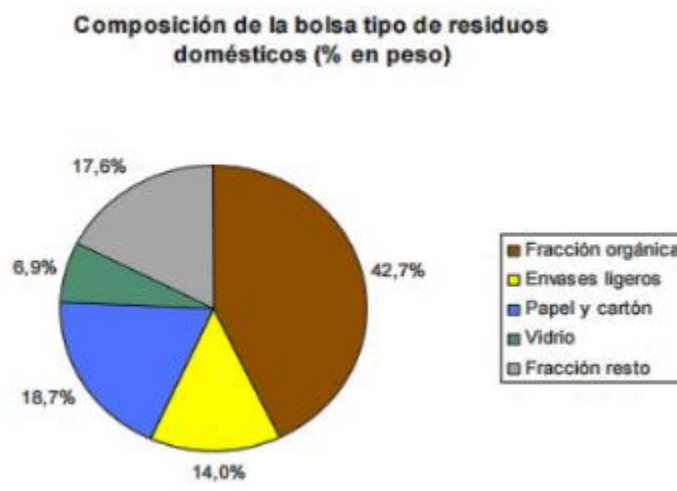


Figura 26: Composición de la bolsa tipo de los residuos de competencia municipal [33].

Sin embargo, solo el 20% de esta fracción orgánica se recoge de forma separada, aunque en los últimos años se nota un incremento debido fundamentalmente a la implantación obligatoria de la recogida separada en Cataluña desde 2008.

EVOLUCIÓN GENERACIÓN DE RESIDUOS DE COMPETENCIA MUNICIPAL

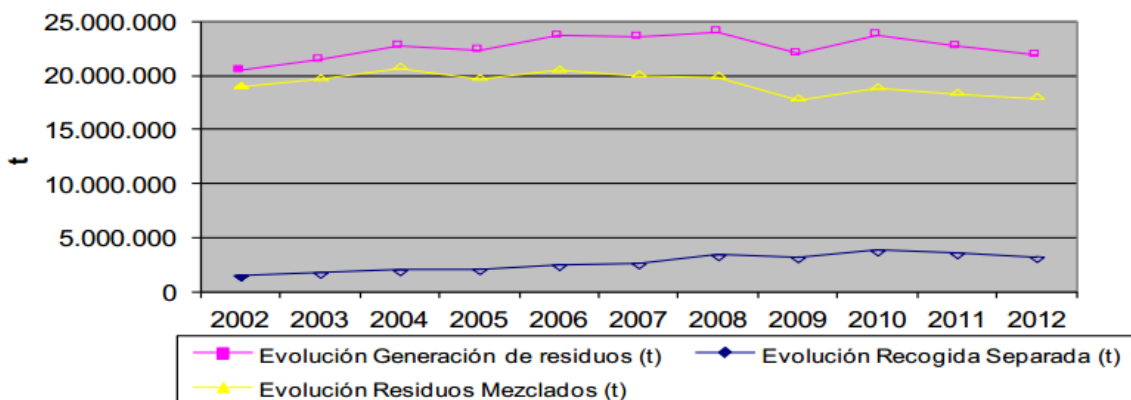


Figura 27: Evolución generación de residuos de competencia municipal [2].

Evolución recogida separada

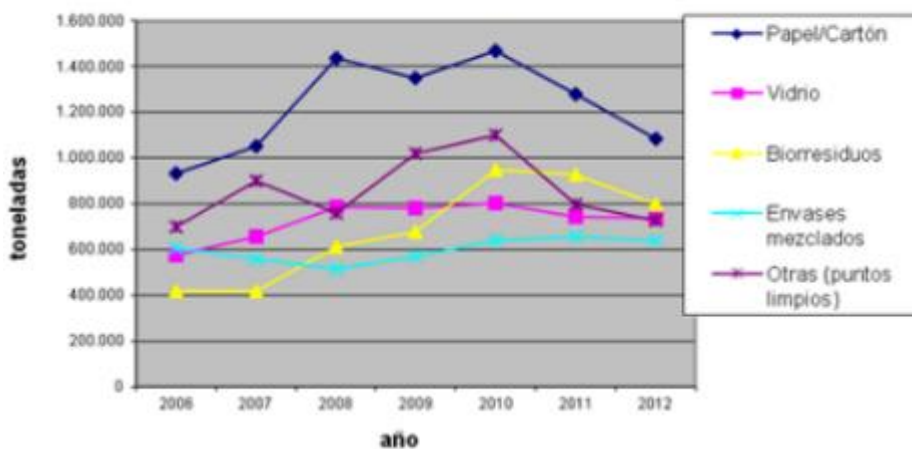


Figura 28: Evolución cantidades de residuos municipales separadamente por materiales [2].

La cantidad de residuos orgánicos generados por los habitantes puede variar mucho en función de distintos factores:

- Tipo de entorno: urbano, semiurbano o rural.
- Época del año y clima.
- Población: número de personas por unidad de vivienda, edades, lugar donde comen.
- Parámetros socioeconómicos: Presupuesto asignado a alimentación, conocimientos sobre alimentos y conservación, tipo de dieta, etc.

- Hábitos: de compra, de conservación, de elaboración, de reciclaje, etc.

Como se explica en las conclusiones del estudio sobre reducción de residuos domésticos que se hizo para el AMB en 2008 [32], la cantidad de residuos orgánicos que los ciudadanos producen es muy susceptible de ser reducida si se incide en los factores enumerados. Aun así, según revela la encuesta realizada por OCU en 2013, muchos de los hábitos que perpetúan una gran cantidad de biorresiduos en nuestros contenedores siguen muy presentes entre los consumidores.

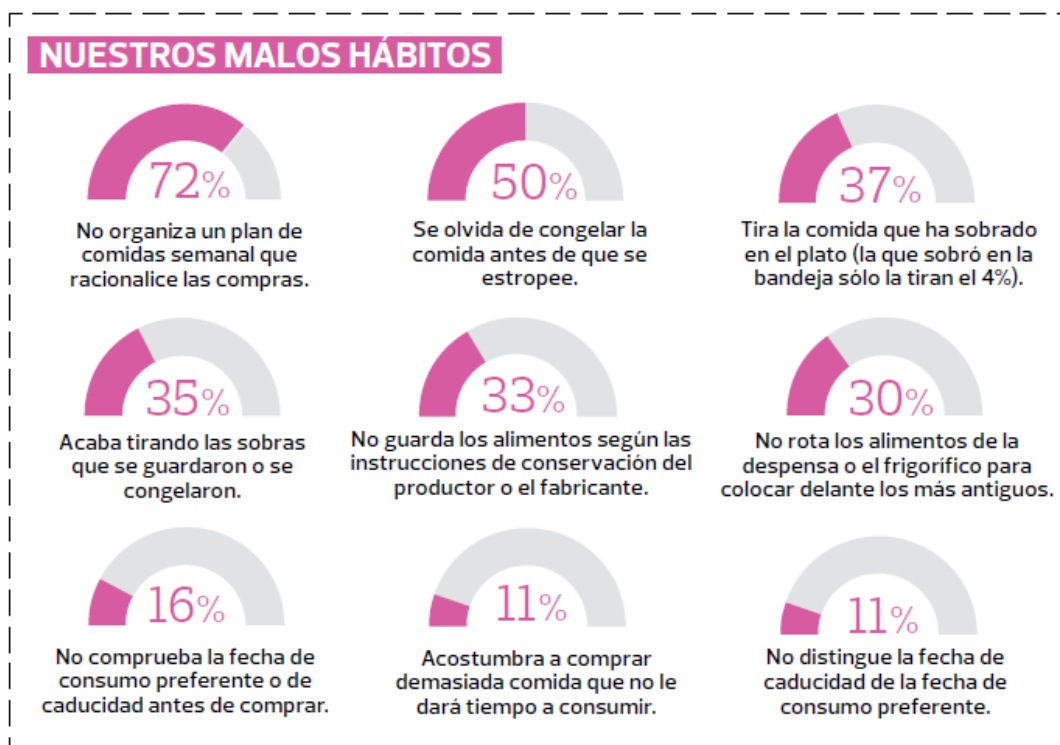


Figura 29: Nuestros malos hábitos [34].

Mayoritariamente en nuestros municipios la basura orgánica se recoge en el contenedor marrón de restos, pero es cierto que cada vez es más frecuente la recogida en contenedor específico (5º contenedor) y existen algunas poblaciones donde se usa la alternativa húmedo seco.

En el texto del PEMAR se detalla el nivel de calidad de recogida de residuos orgánicos [2]:

- **Modelo de 5 contenedores:** se recoge el 88% de los residuos orgánicos (el resto sería impropios).
- **Modalidad húmedo-seco:** alcanzamos el 63% de recogida de residuos orgánicos.
- **Modelo con contenedor de restos:** Se recoge únicamente el 47% de los residuos orgánicos (aunque es la fracción mayoritaria, seguida del papel/cartón).

La generación de compost doméstico es una opción muy empleada en algunos países europeos pero no está demasiado integrada en nuestro territorio. La falta de cultura al respecto puede influir, pero también la falta de espacio (una gran mayoría de

españoles vive en pisos y no dispone de jardín o terraza donde poder procesarlo) y las temperaturas extremas de amplias zonas del país (mucho calor y poca humedad en verano, y mucho frío en invierno) pueden entorpecer el éxito de esta alternativa.

4.4.1. Desperdicio alimentario

El desperdicio alimentario se produce cuando se descarta cualquier alimento –ya sea cocinado o crudo– por diversas causas. El desperdicio alimentario genera grandes cantidades de residuos orgánicos tanto en ámbito doméstico como en el de la producción primaria o en el de las industrias agroalimentarias.

Cuando el desperdicio alimentario se da en el ámbito doméstico, puede alcanzar grandes cantidades. Según el Primer Panel de cuantificación del desperdicio alimentario en hogares –presentado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en la reunión de la VII Comisión de Seguimiento de la Estrategia “Más alimento, menos desperdicio”, celebrada en el marco de Madrid Fusión 2016– los hogares españoles tiran a la basura anualmente 1.325’9 millones de kilos de alimentos. A continuación vemos las conclusiones más importantes que se han extraído de dicho panel.

De este primer estudio se constata que:

- Los hogares españoles desechan semanalmente 25’5 millones de kilos de alimentos.
- De esta forma, la proporción del desperdicio en los hogares españoles es del 4’53% sobre el total de los alimentos comprados. No se desperdicia en la misma proporción lo que se compra, existiendo diferencias significativas por productos.
- 8 de cada 10 hogares tiran alimentos a la basura (sin procesar) por no considerarlos en buen estado. Frutas, verduras y pan fresco, son los alimentos más desechados, representando el 48’1 % del volumen de desperdicios.
- Menor es el desperdicio de alimentos una vez preparado el producto. De esta forma, 3 de cada 10 hogares tiran parte de las recetas que preparan a la basura, siendo mayor la cantidad que se desperdicia directamente desde la nevera que la que se desperdicia por no consumirse en la mesa.
- La estacionalidad se hace patente: tanto en ingredientes sin cocinar, como en platos preparados. En primavera-verano se desperdicia un 9’4% más que en otoño-invierno.

Figura 30: Conclusiones del Primer Panel de cuantificación del desperdicio alimentario en hogares [35].

En los siguientes gráficos podemos ver la composición y periodicidad de los desperdicios alimenticios en hogares españoles.

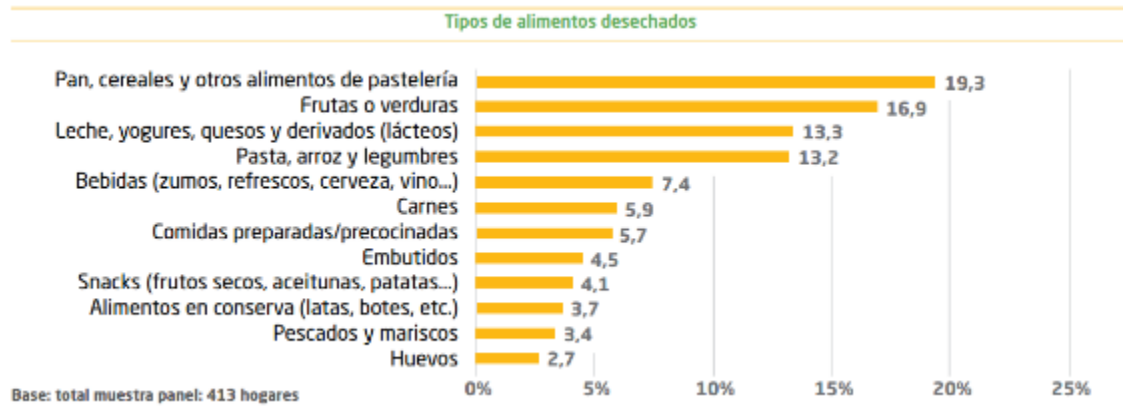


Figura 31: Tipos de alimentos desechados en porcentaje [36].



Figura 32: Momentos del día en que se produce desperdicio alimentario [36].

TIPOS DE ALIMENTOS POR MOMENTOS DEL DÍA	Desayunos	Comidas	Cenas	Otros momentos	TOTAL
Pan, cereales y otros alimentos de pastelería	5,4%	4,5%	5,6%	3,8%	19,3%
Frutas o verduras	2,7%	4,8%	4,4%	5,0%	16,9%
Leche, yogures, quesos y derivados (lácteos)	7,4%	1,6%	1,7%	2,6%	13,3%
Pasta, arroz y legumbres	0,7%	8,7%	3,0%	0,8%	13,2%
Bebidas (zumos, refrescos, cerveza, vino...)	1,5%	3,3%	1,7%	1,0%	7,4%
Carnes	0,2%	3,3%	2,0%	0,4%	5,9%
Comidas preparadas/precocinadas	0,3%	2,5%	2,3%	0,7%	5,7%
Embutidos	0,5%	1,1%	1,6%	1,3%	4,5%
Snacks (frutos secos, aceitunas, patatas...)	0,4%	1,2%	1,1%	1,4%	4,1%
Alimentos en conserva (latas, botes, etc.)	0,3%	1,1%	1,1%	1,1%	3,7%
Pescados y mariscos	0,1%	1,7%	1,5%	0,2%	3,4%
Huevos	0,6%	1,0%	0,7%	0,5%	2,7%
TOTAL	20,1%	34,6%	26,7%	18,6%	100,0%

Figura 33: Desperdicio de alimentos en hogares por tipo de alimento y momento del día [36].

El desperdicio alimentario se puede clasificar principalmente como:

- **Desperdicio evitable:** aquel que se puede prevenir, es decir, el alimento que se convierte en residuo por motivos como criterios estéticos, por mala gestión en el almacenamiento, por la interpretación errónea de las fechas de caducidad, etc.
- **Desperdicio no evitable:** todo aquel que aparece a pesa de que se apliquen todas las medidas de prevención posible. Por ejemplo, son desperdicios no evitables, las partes no comestibles de las frutas, la cáscara de huevo o las tripas del pescado.

Los principales impactos que causa el problema del desperdicio alimentario son:

- **Económicos:** repercusión en la economía doméstica y en la sociedad por el tratamiento de residuos.
- **Sociales:** especialmente inadecuado el derroche de alimentos en un escenario de crisis como el actual.
- **Medio natural:** Los alimentos no consumidos han necesitado de energía (emisiones de CO₂) y agua para ser producidos que son bienes escasos desaprovechados.

En el estudio realizado por HISPACOOOP en 2012 [36] se realizaron 3.454 encuestas por todo el territorio nacional sobre hábitos de consumo de alimentos y desperdicio. Las respuestas más usuales a la pregunta de por qué se tiraban alimentos en el hogar, fueron las siguientes:

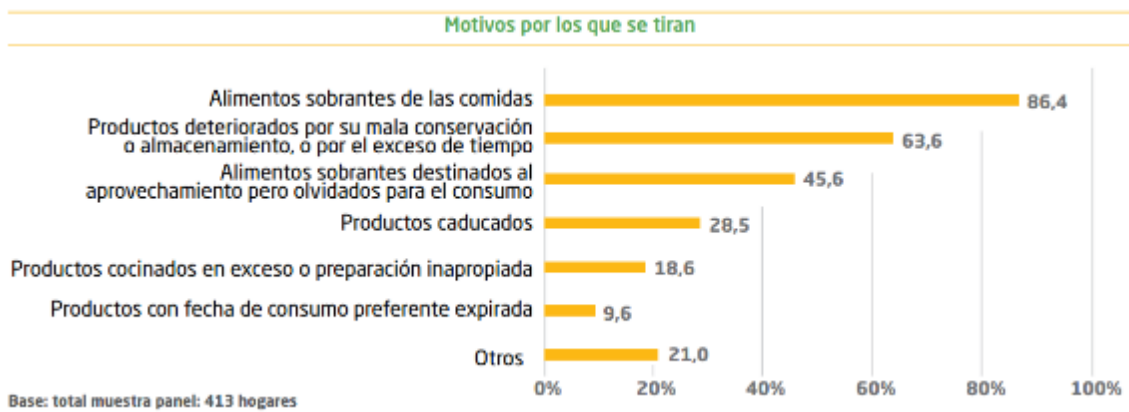


Figura 34: Motivos por los que se tiran alimentos en hogares españoles [36].

Como se deduce de la figura anterior, la falta de conocimiento sobre cómo conservar alimentos, o malos hábitos en general, como preparar demasiada comida, son los motivos principales para el desperdicio alimentario.

Por tanto, el ritmo de vida actual y los nuevos hábitos, aumentan la generación de residuos orgánicos. Las principales son:

- Cada vez compramos menos en tiendas de proximidad: hacemos compras más grandes para más tiempo, lo que obliga a almacenar más tiempo y a que se pueda estropear antes de consumir.

- Vivimos menos personas por hogar: esto propicia la aparición de sobras, pérdidas por caducidad o que los alimentos lleguen a estropearse antes de cocinarse.
- Falta de planificación de las compras: dedicamos menos tiempo a comprar con lo que no ponemos atención a las fechas o a las condiciones de conservación necesarias.
- Gestión inadecuada de lo comprado: en muchos casos no guardamos correctamente lo que hemos comprado o no sabemos prepararlo para que dure el tiempo necesario antes de su consumo.
- Confusión entre el significado fechas de caducidad y de consumo preferente.
- Falta de aprovechamiento de las sobras: se ha ido perdiendo esta costumbre que estaba arraigada entre nuestras generaciones anteriores.
- Preparación inadecuada de las comidas: tamaño excesivo de las raciones, acompañamiento excesivo de los platos, etc.

Trabajando sobre la concienciación, la educación y la motivación para que se usen prácticas de consumo responsable en los hogares se podrían reducir muchos de estos malos hábitos y con ello la cantidad de residuos orgánicos producidos y de alimentos desperdiciados.

Algunas de las recomendaciones más básicas en este sentido son:

- Planificar la compra: pensar antes de comprar qué vamos a preparar y cuando lo vamos a consumir. Adecuar lo que comemos a nuestro hogar (tipo de alimentación, número de personas, comidas que se realizan en casa frente a las que se hacen fuera).
- Continuar utilizando medidas de consumo responsable y de aprovechamiento de alimentos y/o sobras aunque la situación económica familiar mejore. Que tengamos más presupuesto para hacer la compra no debe implicar que desperdiciemos más alimentos.
- Comprar los productos en formatos adecuados a la tipología de hogar. Por ejemplo, evitar comprar productos en un formato de envasado grande si su cantidad es demasiada para el hogar que los ha de consumir (en esos casos es mejor comprar alimentos por piezas o al peso).
- Almacenar correctamente los alimentos, siguiendo las indicaciones de los productores. Revisar periódicamente los alimentos que tenemos en casa, especialmente antes de ir a comprar, para saber qué tenemos disponible.
- Conocer las fechas de caducidad o de consumo preferente para utilizar los alimentos perecederos en primer lugar.
- Preparación adecuada de las comidas: Preparar solo la cantidad que se vaya a consumir. Las sobras deben utilizarse para hacer otros platos o reaprovecharse en la próxima comida para que no sea necesario tirarlas. Conservar todos los sobrantes adecuadamente.

El desperdicio alimenticio no solo se da en el ámbito del hogar. Los distintos sectores que forman parte de la cadena de la materia orgánica también cuentan, en mayor o menor medida, con desperdicio. En concreto, en España en el año 2013, la distribución por sectores del desperdicio fue:

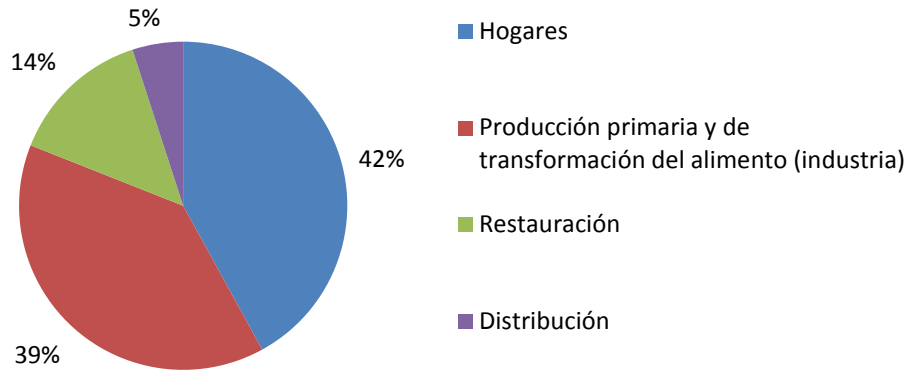


Figura 35: Distribución por sectores del desperdicio alimentario en España. Fuente: [37].

En cuanto al desperdicio alimentario producido durante la distribución comercial está por debajo del 5% según estudios del sector. Sus principales causas son:

- Planificación: Difícil gestión de productos frescos y estacionales.
- Estándares estéticos.
- Ineficiencias supply chain.
- Rotura de la cadena de frío.
- Técnicas de merchandising o promoción.
- Fechas de caducidad.

Dentro de la generación de estos desperdicios durante la distribución alimentaria, también hay márgenes de mejora. Algunas de las acciones que pueden contribuir a la disminución del desperdicio son:

- Minimizar el impacto en el desperdicio alimentario del envase/embalaje.
- Mejorar la gestión de los productos:
 - Mejorar la gestión de los lineales y del merchandising.
 - Mejoras en el proceso de gestión de los pedidos a almacén central o plataforma.
 - Optimización de la manipulación de los productos en la reposición y la gestión de devoluciones.
 - Acondicionamiento/mejoras logísticas.
 - Implementación rigurosa de cadena de frío.

- Realizar estudios certeros de la vida útil de productos para mejorar la fiabilidad de la fecha de caducidad, entre otras medidas.
- Concienciación: Implicar y colaborar con los productores / proveedores, formación interna, etc.
- Potenciar compras de productos locales.
- Valorización de residuos.
- Facilitar información clara, transparente y pertinente a nuestros consumidores, que les permita tomar decisiones con información suficiente.

El sector de la restauración, que contó en 2013 con un 13% del total de desperdicio, también es un sector a tener en cuenta por su margen de mejora. Este sector incluye además de restaurantes, bares y hoteles; los comedores sociales, de escuelas, hospitales, prisiones y otros centros que por medio de cocina propia o catering dan servicio a un gran número de personas diariamente. Al ser el canal Horeca muy amplio y gestionar un gran número de alimentos, consideramos que también sería un sector interesante para analizar en el campo del desperdicio alimentario.

4.4.2. Bancos de alimentos

Los Bancos de Alimentos nacieron con un doble compromiso: luchar contra el hambre y contra el despilfarro. Precisamente este fue el eslogan del primer Banco de Alimentos, conocido como el Banco de Alimentos de Santa María, fundado en 1967 en Phoenix, Arizona, USA, por John Van Hengel, un activista social, implicado en ayudar a los necesitados desde un comedor social. Comenzó a recoger alimentos no usados de restaurantes y restos de mercados. Fue tal su éxito, que enseguida empezó a repartir los excedentes de alimentos a otras organizaciones similares.

Progresivamente el sistema se iría extendiendo por otros estados norteamericanos y unos años después, en 1981, se trasladó la idea a Canadá y desde allí llegó a Francia en 1984. En España, fue en Barcelona, donde se recogió la iniciativa en 1987.

Entretanto en París, se había creado en 1986 FEBA, la Federación Europea de Bancos de Alimentos, que cuenta a día de hoy con 22 países integrados. Entre todos disponen de unos 13.000 voluntarios que colaboran en su funcionamiento.

En el caso español fue en 1996, cuando se fundó FESBAL, la Federación Española de Bancos de Alimentos, formada actualmente por 56 Bancos de Alimentos españoles –al menos uno por provincia–.

Los principios por los que se rigen los bancos de alimentos son:

- Gratuidad
- Neutralidad
- Transparencia
- Profesionalidad
- Seguridad

Los Bancos de Alimentos reciben alimentos por distintas vías:

- Donaciones individuales mediante Operaciones Kilo y Gran Recogida.
- Convenios con la industria alimentaria.
- Convenios con entidades industriales y financieras.
- Fondo Europeo de Ayuda a las Personas más Desfavorecidas (FEAD), pagado en un 85% por la UE y el 15 % restante a cargo de los presupuestos Generales del Estado, que anualmente aprueba el gobierno español.

Para el programa 2016 se van a adquirir un total de casi 100 millones de kilos a 14 empresas alimentarias, con una dotación presupuestaria de cerca de 100 millones de euros, que permitirán elaborar una cesta variada de alimentos básicos que contribuirán a satisfacer las necesidades, tanto de personas adultas como de niños de corta edad.

La cesta de alimentos incluye arroz, lentejas, leche UHT, aceite de oliva, atún en conserva, pasta alimenticia, tomate frito, crema de verduras deshidratada, galletas, judías verdes en conserva, fruta en conserva sin azúcar añadido, tarritos infantiles, cereales infantiles y leche de continuación en polvo.

Los Bancos de Alimentos son Organizaciones Asociadas de Distribución (OAD), que encauzan los alimentos hacia las llamadas Organizaciones Asociadas de Reparto, (OAR) que son las asociaciones sociales de base, que los distribuyen entre los necesitados a través de comedores sociales, familias, instituciones religiosas, asociaciones de vecinos, parroquias, etc.

Memoria FESBAL para 2015:

- 152.932.197 de Kilos de alimentos repartidos.
- 1.571.932 beneficiarios.
- 8.488 instituciones benéficas.
- 97 kgs./persona/año.
- 2.932 voluntarios que colaboran de forma estable con los 56 Bancos. En su mayoría jubilados y pre-jubilados, que realizan un trabajo desinteresadamente.

Figura 36: Datos relevantes de la memoria de FESBAL para 2015. Fuente: [38].

Según los datos de FESBAL para 2015, España se sitúa a la cabeza de los países receptores de donativos en alimentos de toda la Unión Europea y gracias a su seria estructura organizativa de voluntariado, por cada euro que se gasta en los Bancos de Alimentos, se devuelven 39 euros a las personas necesitadas. En cambio, nos encontramos entre los 10 países con más desperdicio alimentario de Europa.

A nivel mundial son 1.300 millones de toneladas de desperdicios, que se podría descomponer en los 670 millones que se tiran en los países industrializados y 630 millones de Toneladas en los países en vías de desarrollo. Estas cifras se explican porque en los países ricos, en Europa y en los Estados Unidos, se generan entre 95 y 115 Kg/persona/año de desperdicios. Mientras que en los países pobres de África y Asia, tan solo se producen entre 6 y 11 kg/persona/año. Las organizaciones que

trabajan en el sector consideran que unos 795 millones de personas pasan hambre en el mundo. Muchos de ellos se acuestan cada día sin cenar.

Con los desperdicios que se producen en España se podría alimentar a 12.000.000 de personas. En la UE se producen unas 89 millones de toneladas de desperdicios al año.

En una proyección al 2020: tendríamos 240 millones de Toneladas de desperdicios [39], [40] y [41].

Leyes contra el despilfarro de alimentos

Los datos sobre desperdicios alimentarios han llevado a los legisladores de varios países a pensar e incluso a aprobar leyes que pongan coto a este derroche, en especial desde el estallido de la última crisis económica en 2007.

Una de las opciones para reducir el despilfarro es facilitar y potenciar las donaciones de los alimentos sobrantes hacia aquellas personas más desfavorecidas que los necesitan. Sin embargo, la realidad es que sólo un 21% de los distribuidores reconoce que dona comida a organizaciones, como los bancos de alimentos, a pesar que desde comenzó la crisis la demanda de alimentos por parte de las personas necesitadas ha crecido de forma exponencial [42] y [43].

La primera legislación que entró en vigor en varios países, como Estados Unidos, Canadá, México, Italia, Alemania, Finlandia e Israel, fue la llamada ley del Buen Samaritano. Con ella se pretende potenciar las donaciones, a pero con un matiz que limita la responsabilidad civil de los donantes de alimentos. Así se evita que si una persona se intoxica o tiene algún inconveniente con algún alimento donado, la empresa que se lo ha facilitado no se vea perjudicada legalmente, siempre y cuando haya realizado la donación de buena fe.

Según algunos expertos su aplicación en España facilitaría las donaciones de las empresas, pero trasladarían una parte de los posibles problemas y responsabilidades a organizaciones, como los Bancos de Alimentos.

La supuesta buena o mala fe en la entrega de un alimento puede ser muy difícil de demostrar ante un juez en caso de litigio.

Evidentemente, tienen que estar claras las responsabilidades de cada una de las partes que intervienen en la cadena. Los Bancos de Alimentos tienen como uno de sus principios la seguridad sanitaria. Eso significa que jamás entregamos alimentos no aptos para su consumo. Por ello trabajamos mucho con alimentos no perecederos con los que es más fácil regular su recepción, almacenaje y distribución a las ONGs locales.

Este año, se aprobó en Francia una ley contra el despilfarro de alimentos, que entró en vigor el 1 de Julio⁶, y que obliga a las grandes superficies de más 400 metros cuadrados a firmar convenios con alguna ONG de proximidad para donar los alimentos antes de su caducidad y a no destruirlos, como solían hacer echándoles lejía, con multas de hasta 75.000 € o 2 años de cárcel.

⁶ Ley n° 2016-138 del 11 de Febrero 2016 *relative à la lutte contre le gaspillage alimentaire* (relativa a la lucha contra el despilfarro alimenticio) de la legislación Francesa.

Lo más reciente es la nueva ley que se ha aprobado en Italia [44] sobre el mismo problema del despilfarro. A diferencia de la legislación francesa, la italiana potencia las donaciones voluntarios sin recurrir a penalizaciones. Al contrario, se trata de poner incentivos, entre ellos los fiscales, para que las empresas y los distribuidores vean más ventajoso donar los alimentos que destruirlos. Para las empresas puede ser muy interesante, si así evitan el reciclado y manipulación de los productos a punto de caducar. Las donaciones reportan beneficios fiscales, reputación y notoriedad a las empresas donantes.

En España hay algunas iniciativas políticas en curso, como una proposición de ley en el Parlamento de Cataluña u otra similar que se presentó en el anterior Parlamento de Euskadi, y sociales, llevadas a cabo por organizaciones de consumidores como la OCU, que bajo el lema “No tires la comida” pide una ley estatal contra el despilfarro o con iniciativas a nivel europeo, como la que impulsa Manuel Bruscas a través de Change.org, titulada “STOP al desperdicio de comida en Europa”, que pretende reunir un millón de firmas para que la Comisión Europea apruebe una legislación comunitaria en contra del derroche de alimentos.

4.5. Mantenimiento de zonas verdes

Durante el mantenimiento de parques y jardines municipales, se generan residuos orgánicos como resultado de distintas labores que se llevan normalmente a cabo bajo contratos públicos de servicios. Los trabajos necesarios para el adecuado desarrollo del servicio son numerosos y variables, dependiendo del tipo de contrato.

Las labores que generalmente se realizan en los Servicios de Mantenimiento de Zonas verdes son los siguientes:

- Limpieza zonas verdes.
- Vaciado papeleras.
- Siega y desbroce de praderas.
- Poda arbolado.
- Poda setos y arbustos.
- Talas, apeos.
- Entrecavados y escardas.
- Plantaciones y reposiciones.
- Abonados y enmiendas (labores de mejora del suelo).
- Mantenimiento red riego.
- Tratamientos fitosanitarios.
- Mantenimiento maquinaria y vehículos del servicio.
- Labores obra civil.

- Mantenimiento mobiliario urbano.
- Mantenimiento juegos infantiles.
- Mantenimiento y limpieza instalaciones de los servicios.

4.5.1. Residuos procedentes de parques y jardines

Son numerosos y variados los residuos que se generan en un servicio de conservación de espacios verdes. Aunque el mayor volumen de residuos son vegetales, generados por labores de jardinería como podas, siegas, desbroces, tratamientos del suelo, no hay que olvidar que los servicios de mantenimiento también incluyen la limpieza y barrido de superficies, vaciado de papeleras, mantenimiento de juegos infantiles y mobiliario urbano, obra civil, etc. Además otra de las labores dentro de cualquier servicio es mantenimiento y puesta a punto de la maquinaria del servicio, generando todas estas actuaciones sus correspondientes residuos de diferente tipología.

A continuación se muestra un listado con los diferentes tipos de residuos generados:

- Hojas y restos vegetales (ramas, hojas, frutos, troncos, marras...).
- Residuos vegetales de siega.
- Residuos poda.
- Residuos sólidos (Plásticos, papel, cartón, vidrio, etc.).
- Residuos Voluminosos.
- Excrementos.
- Residuos mantenimiento red de riego (Tubería, repuestos...).
- Macetas, envases y envoltorios de planta utilizada en reposiciones.
- Envases productos fertilizantes, abonos, enmiendas, productos fitosanitarios, herbicidas, etc.
- Aceite motor.
- Baterías, pilas.
- Recambios/piezas vehículos y maquinaria.
- Áridos, residuos de construcción y obra civil.
- Elementos, recambios, piezas de mobiliario urbano y juegos infantiles.
- Envases pinturas, barnices, productos de limpieza, limpieza de grafitis, etc.

La gestión de residuos en los servicios de jardinería esta siempre condicionada por las indicaciones de la Dirección Facultativa del contrato así como las características del municipio donde se realiza el mantenimiento.

Los residuos de siega son un ejemplo en este sentido. La gestión va desde su incorporación al sustrato para su posterior descomposición (recycling), la recogida y posterior transporte a planta de compostaje o la recogida y posterior transporte a plantas de transferencia o vertedero. Como se ha apuntado, la gestión dependerá de las preferencias de los técnicos de la dirección facultativa o de las posibilidades del municipio. Por ejemplo, el compostaje se consideraría la mejor opción posible para gestión para los residuos vegetales (los de mayor volumen generado en los servicios), pero en ocasiones es imposible por falta de instalaciones.

A continuación se resumen las opciones de gestión de residuos en un contrato.

- Reutilización (reincorporación al sustrato):
 - Triturado de los restos vegetales e incorporación al suelo para crear capas de acolchado o *mulching*.
 - Triturado de los restos de siega para su incorporación al sustrato y posterior descomposición (las propias segadoras realizan esta función).
- Compostaje: de todos los residuos verdes generados en las labores del servicio siempre que sea técnicamente viable.
- Recogida selectiva: de todos los residuos generados en el servicio, desde los encontrados en la recogida de papeleras a los generados en el resto de labores del servicio.
- Transporte a centros concertados con la dirección facultativa: En todos los servicios se acuerdan con la dirección facultativa los puntos de entrega de los residuos generados.
- Entrega de agroenvases a puntos de recogida de Sigfito: La Red Sigfito cuenta con puntos de recogida selectiva de agroenvases a lo largo de todo el país.
- Reutilización de macetas y envases: Reutilización de envases, principalmente macetas, en las labores de reposición de flor, que suelen ser repetidas a lo largo del año.
- Entrega a gestor autorizado otro tipo de residuos como aceites, neumáticos u otros residuos peligrosos.

Para gestionar estos residuos de forma correcta hay que tener en cuenta ciertos problemas que dificultan la labor:

- **Estacionalidad.** Los volúmenes generados de residuos verdes son muy variables a lo largo del año, generándose grandes cantidades de materia vegetal en la época de la caída de la hoja, época de poda, caída de frutos, etc. Otro de los problemas estacionales más frecuentes dentro de los servicios son las grandes cantidades de residuos que se producen en las zonas verdes próximas a los recintos feriales en época de fiestas patronales y también las zonas de botellón, en este último caso a lo largo de todo el año.
- **Recogida.** Una de las principales carencias de las zonas verdes es que las papeleras no suelen estar adaptadas a la recogida selectiva de residuos, por lo que las labores de recogida no se pueden realizar en ocasiones de una manera óptima. En estas papeleras pueden encontrarse residuos de todo tipo.

- **Vertido incontrolado.** Con menos frecuencia, las zonas verdes alejadas de los núcleos urbanos son utilizadas en ocasiones como vertederos y escombreras. Se pueden encontrar desde electrodomésticos abandonados, a muebles o RCD's.
- **Compostaje.** Al igual que en el tratamiento de materia orgánica procedente de residuos domésticos, presencia de impropios (plásticos, papeles, colillas, cristales, etc.) en los restos vegetales procedentes de las labores de limpieza de zonas verdes, especialmente labores de barrido o soplado de restos, puede suponer un problema. Así mismo, el compostaje de esta fracción de residuos es en ocasiones inviable por falta de instalaciones.

5. Tratamiento de la materia orgánica y los biorresiduos

A continuación se describe las diferentes alternativas que existen actualmente en relación con el tratamiento de la materia orgánica y los biorresiduos.

5.1. Valorización energética de la materia orgánica

En España existen biomásas (entendidas como materia orgánica valorizable) de diversa naturaleza y más que suficientes -e históricamente infrautilizadas- como para ser aprovechadas y valorizadas en cantidades industriales. El aprovechamiento de las biomásas que se generan en España ayudaría a convertir residuos, potencialmente problemáticos, en recursos y también a ahorrar sustancialmente en emisiones de gases de efecto invernadero, garantizando un modelo socioeconómico basado en el desarrollo sostenible y contribuyendo activamente a mitigar la gran amenaza de la sociedad actual: el cambio climático. Asimismo, la valorización de la materia orgánica de estas biomásas contribuiría a fomentar la denominada economía circular en diversos ámbitos del tejido productivo: sectores primarios e industriales, fomentando el aprovechamiento de los residuos y subproductos orgánicos de las actividades productivas de dichos sectores y, a la vez, generando dinamización socioeconómica que va acompañada de generación de empleo, aspecto esencial en nuestros días.

5.1.1. Tipos de biomasa

Las biomásas pueden clasificarse en función de su procedencia en: agrícolas, forestales, ganaderas, industriales y domésticas (incluido HORECA).

- **Biomásas forestales.**
 - **Cultivos:** especies principalmente leñosas producidas mediante las actividades de cultivo en terreno forestal, cosecha y, en caso necesario, del procesado de las materias primas recolectadas. También se consideran los productos forestales no madereros como las plantas aromáticas y medicinales, procedentes de recolección en sus hábitats naturales.
 - **Aprovechamientos forestales:** biomasa originada como producto de las operaciones silvícolas en las masas forestales que precisen de permiso de corta o en su defecto plan de ordenación para su extracción.
 - **Residuos forestales:** biomasa residual generada en la limpieza y en el mantenimiento de las masas forestales y los espacios verdes.
- **Biomásas agrícolas.**
 - **Cultivos:** especies herbáceas o leñosas producidas mediante las actividades de cultivo en terreno agrícola, cosecha y, en caso necesario, del procesado de las materias primas recolectadas. También se incluyen en este grupo los cultivos de algas, al producirse en medio acuoso.
 - **Residuos de las actividades agrícolas:** biomasa residual originada durante el cultivo y primera transformación de productos agrícolas.

- **Biomásas ganaderas.** Residuos orgánicos generados en las explotaciones ganaderas. Se trata principalmente de la mezcla de deyecciones y la cama de ganado, denominándose comúnmente según la especie de la que proceden en estiércol, purines y gallinaza.
- **Biomásas industriales.**
 - **Subproductos y residuos procedentes de instalaciones industriales del sector agroalimentario:** producción del aceite de oliva, procesado de cítricos, extracción de aceite de semillas, industria vinícola y alcoholera, conservera, cervecera, animal, producción de frutos secos, producción de arroz y procesado de algas.
 - **Subproductos y residuos procedentes de instalaciones industriales del sector forestal:** industrias forestales de primera y segunda transformación (cortezas, serrerías, carpinterías, etc.), subproductos de la industria de la celulosa (lejías negras), procedentes de la recuperación de materiales lignocelulósicos (palés, materiales de construcción, muebles viejos, etc.).
- **Biomásas domésticas (procedentes de residuos urbanos).** Es la fracción biodegradable de los residuos urbanos que se generan diariamente en todas las localidades. Además, se incluyen en esta categoría los lodos de depuradora, las aguas residuales y los residuos HORECA (aceites de fritura, etc.).

5.1.2. Tecnologías de conversión de la materia orgánica

Los procesos de transformación de la biomasa se pueden dividir en cuatro grandes grupos:

1. **Procesos físicos.** Operaciones básicas que cambian las propiedades del material aplicando energía mecánica, procesos de limpieza y separación, procesos de densificación, procesos de molienda y procesos de extracción (incluida la extracción directa de macromoléculas para su uso biotecnológico).
2. **Procesos termoquímicos.** Operaciones de transformación mediante cambios de temperatura que en ocasiones implican transformaciones químicas en la materia prima.
3. **Procesos químicos.** Operaciones básicas para la transformación del material mediante reacciones químicas y conversiones catalizadas químicamente.
4. **Procesos biotecnológicos.** Conversiones catalizadas enzimáticamente, procesos de fermentación y descomposición gobernada por microorganismos.

Estos procesos consiguen obtener, a partir de la materia orgánica de las biomásas, los siguientes compuestos: almidón, hemicelulosa, celulosa, lignina, aceites vegetales, proteínas o directamente energía termo-eléctrica. En base a los mismos pueden obtenerse diversos bioproductos (materiales, químicos, complementos alimentarios, piensos) además de biocombustibles (pélets, astillas, biocarburantes) y bioenergía (energía eléctrica, energía térmica).

De forma no exhaustiva, las principales tecnologías para convertir la materia orgánica en bioenergía y bioproductos se resumen esquemáticamente a continuación:

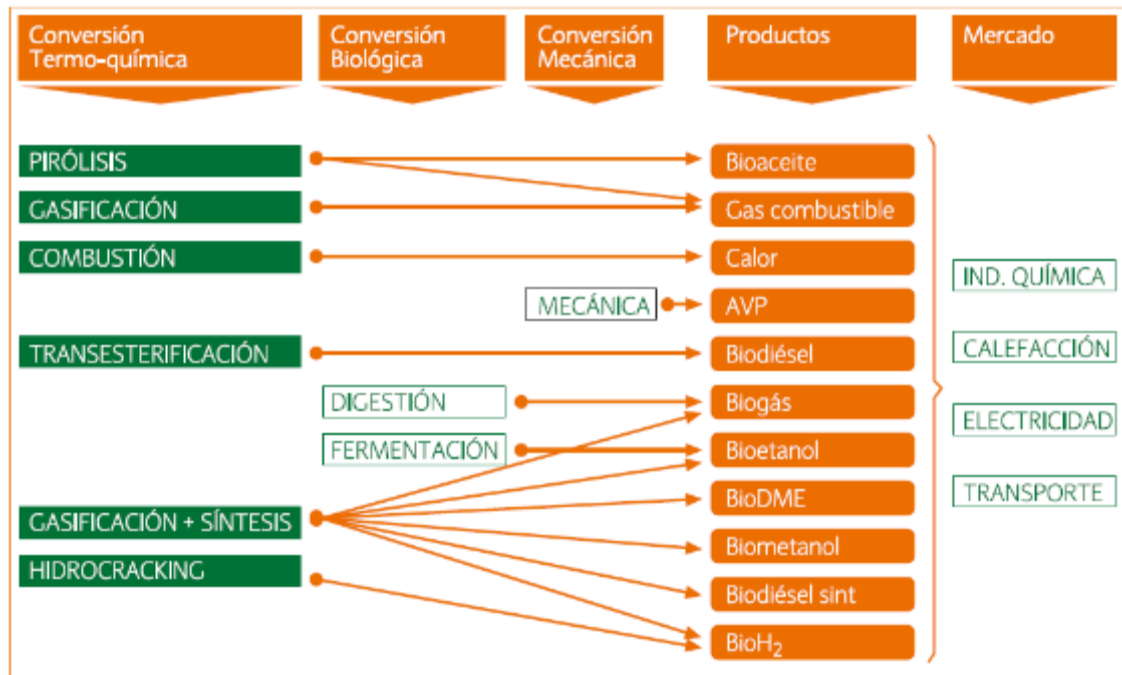


Figura 37: Tecnologías de conversión. Fuente: [45] . Fuente original: "Biomass: Green Energy for Europe" DG for Research-EC-2005.

A. La biomasa puede transformarse en calor y electricidad fundamentalmente mediante cuatro procesos básicos: combustión, gasificación, pirólisis y digestión anaerobia.

Los tres primeros, denominados genéricamente como procesos de conversión termoquímica, implican una descomposición térmica de los componentes de la biomasa, con oxidación de los mismos y liberación asociada de energía en forma de calor, en el caso de la combustión; o la obtención de biocombustibles intermedios, como ocurre en la gasificación o la pirólisis.

En el proceso de **combustión u oxidación completa** se genera dióxido de carbono, agua y cenizas como subproductos. La combustión se produce a temperaturas que normalmente oscilan entre los 600°C y los 1.300 °C, siendo el rendimiento global del proceso del 30% aproximadamente.

Al someter a la biomasa a temperaturas que pueden oscilar entre los 800°C y 1.500°C en ausencia de oxígeno, se originan productos gaseosos, con un poder calorífico de 1.000 kcal/m³ a 1.200 kcal/m³. Estos productos gaseosos constituyen una mezcla conocida como gas de síntesis, syngas o gas pobre, y está compuesta fundamentalmente por nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano e hidrógeno en proporciones variables. Este proceso se conoce como **gasificación** y se realiza en los denominados gasificadores. El gas puede utilizarse con fines térmicos, o eléctricos mediante motores. Los procesos de gasificación mayoritariamente empleados en la generación de electricidad utilizan sistemas de lecho fluidizado, obteniendo una alta eficiencia mediante ciclos combinados de turbina de gas y ciclo de vapor, para los cuales la obtención de gases limpios es muy importante.

La producción térmica y eléctrica mediante combustión directa de la biomasa sólida constituye unas de las aplicaciones energéticas más asentadas hoy en día, con tecnologías plenamente desarrolladas a escala comercial.

La producción térmica (calor para calefacción o procesos industriales y de agua caliente sanitaria) puede ser:

- **Doméstica**, a través de calderas o estufas individuales.
- **Edificación**, calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas.
- **Red de calefacción centralizada (*District-heating*)**, calderas con una capacidad de generación de calor y de agua caliente sanitaria aptas para abastecer a urbanizaciones, edificios públicos, etc.
- **Industrial**, calderas de biomasa que abastecen los consumos térmicos de determinadas industrias.

La aplicación eléctrica se lleva a cabo en centrales térmicas en las que hay una gran caldera en la que se genera el vapor de agua que empuja los álabes de la turbina de vapor, y esta turbina hará girar un alternador eléctrico que generará la corriente eléctrica que se exporte a la red.

En lo que se denominan “pequeñas plantas de biomasa”, que son las que cuentan con potencias instaladas menores de 2 MW, la valorización de biomasa mediante gasificación cuenta con mejores rendimientos que la combustión.

Por su parte, la **pirólisis** consiste en la descomposición de la biomasa por la acción del calor en ausencia de oxígeno, proceso en el que la naturaleza y la composición de los productos finales dependen de las propiedades de la biomasa tratada, de la temperatura y presión de operación y de los tiempos de permanencia del material en la unidad de pirólisis. Así, los productos obtenidos se pueden clasificar en tres grandes grupos: gases compuestos por hidrógeno, óxidos de carbono e hidrocarburos en los casos de las pirólisis rápidas (tiempos de residencia menores a 1s) a altas temperaturas (entre los 450 °C y los 900 °C), líquidos hidrocarbonados en el caso de la pirólisis lenta (tiempos de residencia entre los 5 m y los 30 m) a temperaturas entre los 400 °C y 600 °C, y residuos sólidos carbonosos, como el carbón vegetal en el caso del proceso de carbonización, con tiempos de residencia que pueden ser de incluso días, con temperaturas entre los 300 °C y los 500 °C.

La **digestión anaerobia** es un proceso microbiológico que se desarrolla en ausencia de oxígeno. Mediante la digestión de la biomasa se obtiene el llamado biogás, a razón de unos 300 l/kg de materia seca. Su composición es variable, pero sus componentes principales son metano (55-65%) y dióxido de carbono (35-45%). En menor proporción aparece nitrógeno (0-3%), hidrógeno (0-1%), oxígeno (0-1%) y sulfuro de hidrógeno (trazas). El biogás tiene un poder calórico de unas 5.500 kcal/m³. Este viene determinado por su concentración de metano, por lo que puede aumentarse eliminando todo o parte del dióxido de carbono que se produce durante la digestión.

El biogás también se produce en los vertederos de residuos sólidos urbanos, dada la concentración de materia orgánica en condiciones anaerobias. Este biogás puede extraerse mediante perforaciones durante la **desgasificación de los vertederos**, evitando su emisión como gas de efecto invernadero y reduciendo así el impacto negativo de los mismos. La digestión anaerobia es además, un proceso típico de depuración, por lo que también se emplea para el tratamiento de aguas residuales y

efluentes orgánicos de industrias agrarias o explotaciones ganaderas. El biogás obtenido en cada uno de los procesos suele utilizarse para la generación de electricidad.

B. Los procesos de transformación de biomasa en biocarburantes, se pueden clasificar a grandes rasgos en tecnologías bioquímicas y tecnologías termoquímicas.

En los **procesos bioquímicos** son microorganismos y enzimas los que llevan a cabo la transformación de las fracciones de biomasa en productos. El biocarburante producido de mayor trascendencia es el bioetanol. Este se obtiene a partir de los azúcares contenidos en la biomasa (principalmente glucosa) que son hidrolizados mediante el empleo de enzimas y posteriormente sometidos a un proceso de fermentación, llevado a cabo por levaduras o bacterias. En los procesos actualmente comerciales, el azúcar (de caña o de remolacha) o el almidón (de maíz o cereal), se transforman directamente a etanol tras una hidrólisis inicial. La tecnología para transformar la celulosa y hemicelulosa procedente de biomasa lignocelulósica (residuo agrícola, paja, biomasa forestal) en bioetanol, que debido a su compleja estructura, requiere la incorporación de etapas adicionales en el proceso productivo, se encuentra en fase de desarrollo. Para transformar las diferentes moléculas en azúcares simples fermentables, existe un amplio rango de procesos de pretratamiento, fraccionamiento, hidrólisis de carácter químico, térmico, enzimático, etc.

En los **procesos termoquímicos** el proceso se lleva a cabo a altas temperaturas en ausencia de microorganismos y en presencia o no de catalizadores químicos para hacer la transformación más eficiente. Estos procesos en general tienen en común la gasificación o transformación inicial de la biomasa en el gas de síntesis (syngas). El syngas puede ser transformado en metanol, diésel sintético, dimetiléter, hidrógeno, etanol y alcoholes mediante procesos catalíticos de conversión. Estos compuestos son carburantes aptos para automoción. De forma integrada a la conversión química se puede generar electricidad quemando parte del gas en ciclos de turbina de gas o de vapor.

Actualmente, el proceso químico empleado para la producción de biodiésel (metil ésteres de ácidos grasos) es la **transesterificación**. Este proceso consiste en combinar el aceite, normalmente aceite vegetal, con un alcohol ligero, normalmente metanol, obteniendo como principal subproducto la glicerina, que puede ser aprovechada en aplicaciones diversas.

La valorización material de la fracción orgánica de los residuos (FORSU) para la obtención de biodiésel consiste en un proceso termoquímico (gasificación) y un proceso químico (cracking). En la fase inicial la materia orgánica presente en la biomasa se seca y se peletiza. A continuación, se gasifica y se obtiene gas de síntesis que posteriormente se crakea mediante un proceso de Fischer-Tropsch para obtener el biocombustible líquido (oleofinas y parafinas) que, tras refinarlos, se utilizan para producir biodiésel y bioetanol (biogasolina).

C. Las unidades productivas clave en las que se articula la conversión de las biomásas en bioproductos son las biorrefinerías, cuyo desarrollo contribuye en la transición hacia una economía circular a la par que se evitaría la penalización asociada a la generación y/o vertido de residuos de origen biológico.

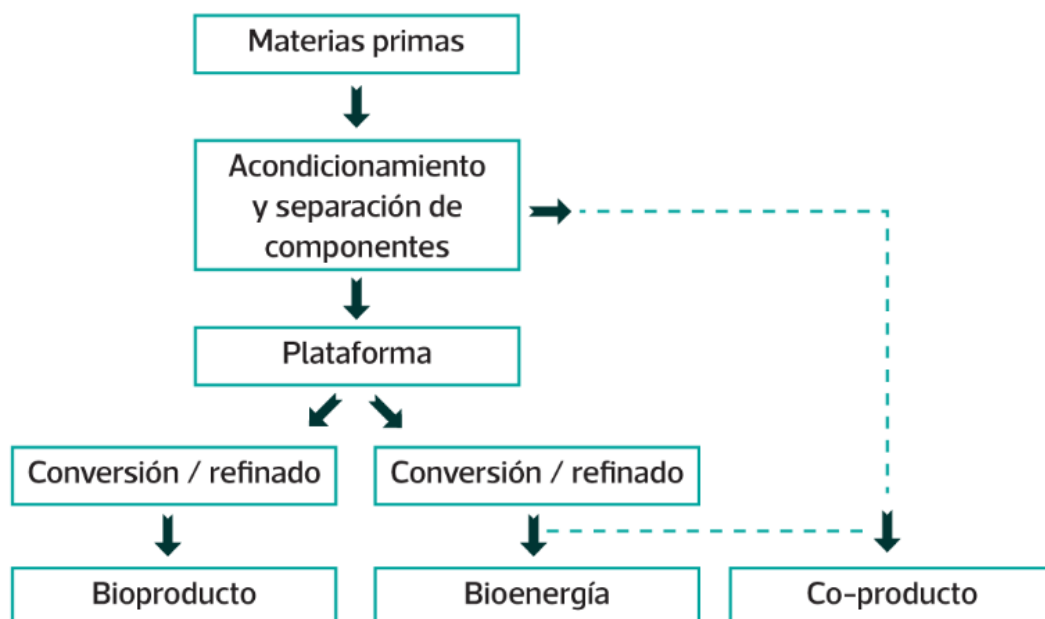
5.1.3. Las biorrefinerías

El concepto biorrefinería es análogo al concepto convencional de la refinería de petróleo, es decir, una instalación donde, mediante diversos procesos de transformación de la materia prima (biomasa), se genera bioenergía (calor, electricidad, biocombustibles) y un amplio espectro de bioproductos (materiales, productos químicos, alimentos y piensos). Pero para conseguir esta extensa gama de productos se requiere la integración de diferentes procesos y tecnologías en una misma instalación.

El concepto de biorrefinería parte de la combinación de los procesos termoquímicos y biológicos indicados antes así como nuevos procesos químicos, conformando un esquema que permite procesar un amplio rango de materias primas y producir diversos productos, no sólo biocarburantes, sino electricidad, calor y productos químicos de alto valor añadido. Las biorrefinerías no tienen por qué ser instalaciones creadas para tal fin, sino que cualquier industria que sea susceptible de valorizar sus residuos y/o subproductos orgánicos para producir bioproductos y bioenergía, podría considerarse una biorrefinería.

os procesos que tiene lugar en una biorrefinería variarán dependiendo de la biomasa utilizada como materia prima y de los productos que se pretende obtener, es por ello que existen distintos tipos de biorrefinería en base a estos dos conceptos.

De manera general, se puede decir que el proceso global de una biorrefinería consta esencialmente de las siguientes fases: acondicionamiento y preparación de la biomasa, separación de sus componentes (procesos primarios de biorrefinería) y los subsiguientes pasos de conversión y procesado (procesos secundarios de biorrefinería). Se muestra un esquema general a continuación.



FUENTE: CENER

Figura 38: Esquema del proceso global de una biorrefinería. Fuente: [46]. Fuente original: CENER.

En un proceso de biorrefinería, normalmente se conoce como **plataformas** a los productos intermedios que surgen a partir de los **procesos primarios** de conversión. Esta etapa de conversión primaria engloba el pretratamiento y acondicionamiento inicial de la biomasa, así como la separación de los componentes de ésta en productos intermedias (como celulosa, almidón, azúcar, lignina, aceite vegetal, biogás, fracciones proteicas, proteínas individuales, metabolitos vegetales y microbianos). Así, las plataformas actúan como materias primas para los sucesivos procesos **secundarios** de conversión /refinado que permiten la obtención de un gran número de productos a partir de las plataformas intermedias.

Por tanto, al servir como materia prima para los procesos secundarios, la plataforma adquiere un papel principal en el sistema global del concepto biorrefinería. Así, las plataformas suelen ser el principal elemento con el que se clasifican las biorrefinerías: plataforma de aceites, plataforma de azúcares, plataforma de lignocelulosa, plataforma de proteínas, plataforma de biogás, plataforma de gas de síntesis.

5.2. Operaciones de tratamiento de los biorresiduos

5.2.1. Compostaje

Tradicionalmente, el compostaje ha sido una técnica utilizada en agricultura mediante la cual se enriquecían los suelos al añadirles residuos orgánicos. Esta mezcla de residuos orgánicos, con un grado de descomposición variable, es lo que llamamos compost.

La descomposición de los residuos transmite al suelo sus nutrientes a través de un proceso de biotransformación y actúa sobre este como un abono orgánico, mejorando su fertilidad.

El compost es un material estable, parecido al humus, obtenido por la transformación biológica de la materia orgánica, bajo condiciones aeróbicas controladas. [3]

A partir de la Ley 22/2011 del 28 de Julio sobre Residuos y suelos contaminados, se redefine el concepto de compost, para diferenciarlo del de biorresiduos (que veremos en el apartado 7.2. de este documento) y se matiza el hecho de que el compost solo puede obtenerse a través del tratamiento de residuos biológicos que procedan de recogida separada.

Este cambio legislativo es de gran importancia, pues implica la necesidad de añadir un contenedor específico para materia orgánica en los municipios (sea cual sea su sistema de recogida separada) y la creación o adaptación de las infraestructuras de tratamiento de residuos para asumir esta nueva partida.

El uso del compost o del material bioestabilizado en el suelo agrícola, viene determinado por el Real Decreto 824/2005 de fertilizantes. Pero a pesar de que su uso está perfectamente definido y regularizado, no se puede considerar como un producto, puesto que la condición de fin de residuo no está aún normalizada.



Figura 39: Aspecto del compost de recogida selectiva de birresiduos (imagen izquierda) y del material bioestabilizado de recogida en masa (imagen derecha). Fuente: [47]. Fuente original: Javier Ansorena. XI Jornadas del Grupo de Sustratos de la SECH. Zizurkil, 2014.

Además, el uso del compost y sus características viene regulado por otras normativas, como son la de fertilizantes y la de sustratos.

- **Real Decreto 506/2013 sobre productos fertilizantes:** define el compost como un producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), bajo condiciones controladas, de materiales orgánicos biodegradables del Anexo IV, recogidos separadamente (Grupo 6: Enmiendas orgánicas). Dentro de la categoría de los fertilizantes, se diferencian enmiendas orgánicas y fertilizantes propiamente dichos. El compost como tal no tiene los nutrientes suficientes como para poder ser considerado un fertilizante, pero podría formar parte de fertilizantes orgánicos realizando las mezclas adecuadas.
- **Real Decreto 1039/2012, de 6 de julio,** por el que se modifica el Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo: define al compost como un producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), de materiales orgánicos biodegradables del Anexo V, bajo condiciones controladas.

Usos del compost a partir de la legislación vigente	
Sustratos o soportes de cultivo	Materiales distintos de los suelos, que permiten el crecimiento del sistema radicular de las plantas. Normalmente, los sustratos se emplean para el cultivo de plantas en macetas, jardineras o cualquier otro tipo de recipiente.
Enmiendas orgánicas	Materia orgánica procedente de materiales carbonados de origen vegetal o animal, utilizada fundamentalmente para mantener o aumentar el contenido en materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas y mejorar también sus propiedades o actividad química o biológica. Empleo de compost en mezclas con arena y tierra en jardines urbanos, en jardinería deportiva o en restauración paisajística.
Abonos orgánicos	Productos cuya función principal es aportar nutrientes para las plantas, los cuales proceden de materiales carbonados de origen animal o vegetal.

Empleo de compost en restauración paisajística o recuperación de suelos degradados.

Figura 40: Uso del compost a partir de la legislación vigente. Fuente: [47].

Los suelos agrícolas están compuestos por distintos tipos de nutrientes como minerales, que alimentan a los cultivos de forma directa a través de las raíces o de forma indirecta a través del agua. Conforme se van sucediendo distintos ciclos de cultivo sobre el suelo, este va perdiendo su concentración de materia orgánica con lo que disminuye su fertilidad. Para mantener el nivel agrícola de una explotación es fundamental conservar la cantidad de materia orgánica del suelo, por lo que añadir compost de calidad (procedente de residuos orgánicos) es una práctica muy recomendable y extendida. Sus principales beneficios son:

- Aportación de materia orgánica y nutrientes al suelo, proporcionando macro y micro nutrientes de liberación lenta, necesarios para el desarrollo de cultivos.
- Incremento de la fijación de CO₂.
- Mejora de las condiciones del suelo:
 - Mejor infiltración del agua: Mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.
 - Mejora de las condiciones de desarrollo de los cultivos: Reemplaza los nutrientes que los cultivos se llevan durante su crecimiento.
 - Mejora de las condiciones de trabajo del sustrato.
 - Modera la temperatura del suelo (aumenta la resistencia a las heladas) y reduce las malezas cuando se usa como mantillo.
- Incremento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Mejora de la capacidad de absorción de nutrientes y de la capacidad de retención de agua del suelo.
- Mayor capacidad de recuperación del suelo. Protege el suelo de la erosión, la sequía, contaminación y otras condiciones extremas.
- Reduce el uso de fertilizantes químicos: además es más económico que los aditivos químicos actuales utilizados para enriquecer el suelo.
- Incremento de la biodiversidad: Estimula la diversidad y actividad microbiana en el suelo.
- La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la de los microbios patógenos a las plantas como los nematodos.
- Da nueva vida a los residuos orgánicos, desde las sobras de comida hasta las hojas secas.
- Extiende la vida de los vertederos de residuos municipales y facilita su gestión, promoviendo la separación en origen y la eliminación de gran parte de la materia orgánica que acaba depositada.

La Comisión Europea ha señalado que la pérdida de suelo por erosión, y la consiguiente disminución de la fertilidad, son unas de las principales amenazas para el desarrollo sostenible de los terrenos agrícolas [48] y en este contexto, el compost procedente de los biorresiduos puede aportar mucho en cuanto a mejoras del suelo.

En el caso concreto de España, la desertificación del suelo es un problema muy grave, acrecentado por el clima semiárido o árido, que afecta a un 17'85% de la superficie del país en 2008 [49].

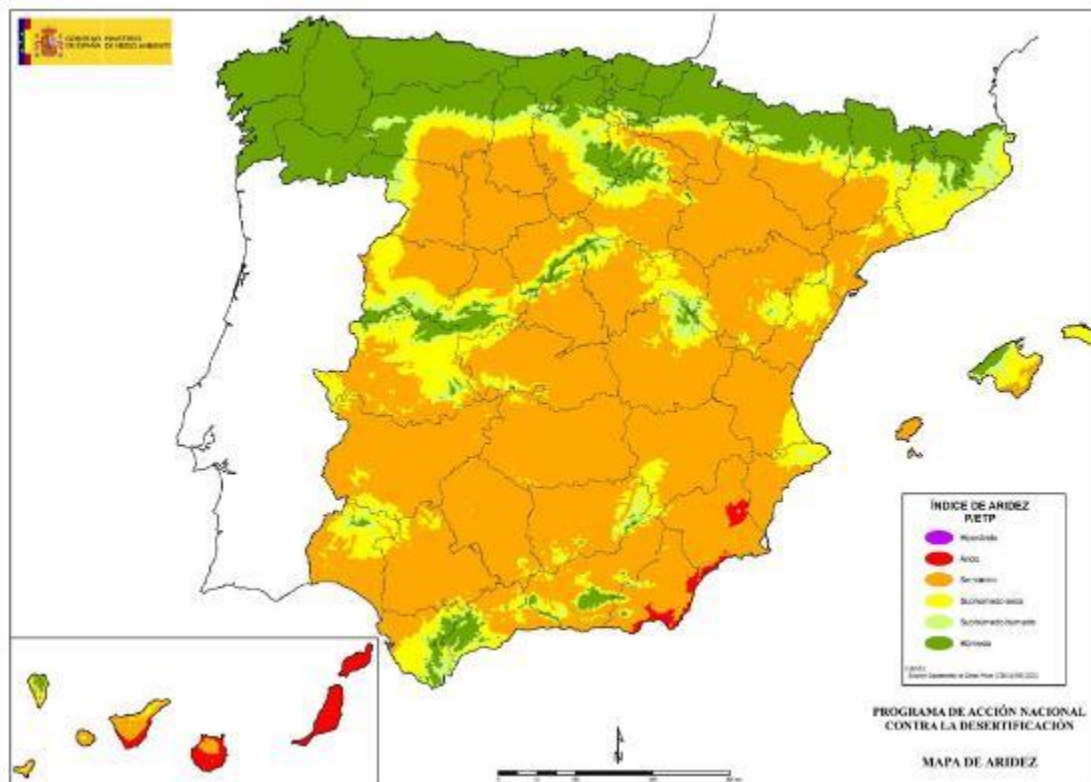


Figura 41: Mapa de aridez de España. Fuente: [49].

La restauración de los suelos agrarios áridos mediante la incorporación de compost podría ayudar a reducir la desertificación y mantener los cultivos en muchas zonas.

Uno de los problemas más citados en cuanto al uso del compost son las distancias a recorrer para su uso y la limitación de las mismas en base a los precios de mercado. Sin embargo, una parte importante de los fertilizantes minerales se importan, como es el caso de los fosfatos de Marruecos. Algo parecido sucede con uno de los componentes de los sustratos más utilizados habitualmente, las turbas, que se proceden principalmente de los países bálticos.

- **Usos habituales del compost.** El compost se puede utilizar en diversas aplicaciones en función de su grado de madurez, según el cual se puede clasificar en compost fresco y compost maduro:
 - **Compost fresco:** tiene todavía actividad biológica y no toda la materia orgánica ha llegado a descomponerse. Esto suele suceder con periodos de maduración de hasta 4 meses, pero depende de los materiales compostados y del tipo de proceso utilizado en el compostaje. Se suele utilizar en superficie, sin enterrar en el suelo.

- **Compost maduro:** Estable y además de poder utilizarse en superficie también se puede enterrar en el suelo en determinadas aplicaciones.

Además del sector agrícola, existen otros sectores demandantes de compost para usos diversos. Estos son:

AGRICULTURA:
Agricultura Convencional: Enmiendas y Abonos Orgánicos.
Agricultura Ecológica: Abonos y Enmiendas (sin fertilizantes de síntesis).
Viveros: Sustratos.

JARDINERÍA Y ESPACIOS VERDES: Abonos Orgánicos y Sustratos.
Construcción y Mantenimiento de Parques y Jardines (zonas verdes municipales).
Construcción y Mantenimiento de Espacios Deportivos
Centros de Jardinería y Paisajismo.
Jardinería doméstica: viviendas ajardinadas, pero también con terrazas y zonas comunitarias verdes.

OBRAS PÚBLICAS/RESTAURACIÓN DE SUELOS: Enmiendas para la creación de suelo vegetal márgenes de la red viaria, estabilización de taludes, regeneración de vertederos, recuperación de suelos degradados, etc.

SELLADO DE VERTEDEROS O RELLENO DE CAPAS: restringido a compost de calidad baja

Figura 42: Principales sectores demandantes de compost. Fuente: [3].

También parece interesante señalar la posibilidad de utilizar el compost en el sector forestal: en superficies forestales no naturales y en los planes de reforestación, tanto de superficies quemadas como en tierras de cultivo abandonadas. Esta aplicación puede quedar limitada ante orografías complejas.

A continuación se describen los usos más habituales que se le da al compost en la actualidad.

Usos potenciales del Compost	
Uso	Descripción
Mantillo o acolchado	Protección de las raíces contra heladas, contra la pérdida de humedad del suelo o contra la proliferación de hierbas no deseadas.
Abono verde	Fertilización del suelo, aportando nitrógeno y otros nutrientes al suelo.
Regenerador de suelos	Aumento de la porosidad de los sustratos, aumento de la retención de agua, aumento de almacenamiento de nutrientes, etc.
Restauración de rellenos	Aplicable a los rellenos de grandes obras lineales, por ejemplo.
Enmiendas orgánicas	Componente de enmiendas orgánicas comerciales.

Sustratos	Componente de sustratos, sustituyendo parcialmente a la turba o a otros productos.
Agricultura	Huertas y agricultura en general.
Abono en semillero	Fuente de nutrientes y medio de crecimiento de semillas.
Abono en macetas	Aporte de nutrientes asimilables para las plantas del hogar.
Abono para arbolado	Beneficios, creación de un buen medio de plantación o aporte de nutrientes al árbol.
Té de Compost	Líquido con alto valor fertilizante.

Figura 43: Usos potenciales del compost. Fuente: [47]. Fuente original: CIMAS, Innovación y Medio Ambiente.

El compost en usos agrícolas.

Los tipos de cultivo donde es posible la aplicación del compost son muy variados, dependiendo de la composición y granulometría del mismo, presencia de impurezas, etc. Los cultivos pueden ser tan distintos como hortícolas, cítricos, viñedos, forestales y arrozales. También se está utilizando compost en la remolacha azucarera, frutales no cítricos, en la mejora de suelos degradados, selvicultura y viveros.

Algunos ejemplos de cultivos donde se ha puesto de manifiesto un aumento de los rendimientos de la cosecha por el abonado con compost son los siguientes:

- **Cultivos de campo:** patatas, tabaco, fresón, maíz, remolacha, cebada, arroz.
- **Cultivos de invernadero:** tomates, cebolla, lechuga.
- **Cultivos forestales:** chopo, eucalipto, algarrobo, encina, alcornoque, pino piñonero.

En general, la aplicación de compost maduro a dosis moderadas provoca, tanto a nivel de campo como de invernadero, aumentos apreciables de los rendimientos de cosechas de diferentes cultivos.

La dosis correcta de compost a aplicar depende en todo momento de la especie vegetal y del suelo, quedando determinados por:

- La necesidad en nutrientes del cultivo.
- La distribución en el tiempo de las necesidades.
- El estado físico-químico-biológico del suelo.

La aplicación del compost procedente de residuos urbanos, de forma general, se realiza de 20 a 50 toneladas/ha cada 2 o 3 años, en otoño o primavera, enterrándolo superficialmente. Para cultivos con grandes necesidades de humus, la dosis puede llegar a ser entre 40 y 100 toneladas/ha, y siempre, dejando pasar un tiempo razonable de espera entre el abonado y la siembra.

Para los cultivos de uso frecuente existen varios sistemas de dosificación y aplicación del compost, pero a continuación se presentan los más usuales.

Aplicación del compost para los cultivos más frecuentes.	
<i>Viticultura</i>	
Dosis de aplicación:	Entre 20 y 40 toneladas/ha.
Granulometría aconsejable:	Gruesa.
Sistema de reparto:	En cepas consolidadas con marco de plantación estrecho abriendo un hoyo de unos 50 centímetros de profundidad entre 2 cepas que luego se entierra. Para nuevas plantaciones se realiza un reparto con pala cargadora y un volteo posterior para homogeneizar el sustrato.
Periodo de aplicación:	Después de la recolección y antes de la aparición de las primeras yemas o antes de la plantación.
<i>Praderas y cultivos forrajeros</i>	
Dosis de aplicación:	Entre 25 y 40 toneladas/ha.
Granulometría aconsejable:	Fina y libre de inertes.
Periodo de aplicación:	Después de la recolección y previo a la plantación.
<i>Cultivos frutales</i>	
Dosis de aplicación:	Entre 100 y 200 toneladas/ha cada dos o tres años.
Granulometría aconsejable:	Fina y libre de inertes.
Periodo de aplicación:	Después de la recolección y previo a la plantación.
<i>Cultivos del arroz</i>	
Dosis de aplicación:	Entre 15 y 50 toneladas/ha.
Granulometría aconsejable:	Fina y grueso.
Sistema de reparto:	Mediante remolque esparcidor sobre agua y, en seco, en función del grado de porosidad del suelo, un arado de vertedera ⁷ o gradeo ⁸ con profundidad de entre 25 y 30 centímetros.
Periodo de aplicación:	Sobre agua después de la siega e introduciéndose conjuntamente con el forraje en las labores posteriores de fango ⁹ . En seco, 1 o 2 meses antes de la siembra.

Figura 44: Aplicación del compost para los cultivos más frecuentes. Fuente [47].

⁷ Laboreo primario con volteo del suelo formando un canal que permite la aireación y la circulación del agua de lluvia hasta las capas profundas.

⁸ Desmenuzar y allanar con la grada la tierra después de arada.

⁹ Batido del lodo, con lo cual se destruyen los terrones y a la vez se favorece la nivelación del campo.

El compost fino, por su extremada riqueza y cuidada elaboración, puede utilizarse para cultivos más delicados, propios de la jardinería, invernaderos, plantaciones hortofrutícolas e incluso cultivos ornamentales:

- **Cultivos de invernaderos:** de 10 a 15 toneladas/ha, cada dos o cuatro años.
- **Cultivos hortofrutícolas de campo:** de 50 a 100 toneladas/ha, cada dos o tres años.
- **Viveros:** la cantidad de compost empleada será del 20-35 % del volumen del sustrato.
- **Plantas ornamentales:** de 100 a 250 toneladas/ha cada dos o cuatro años de compost afinado, exento de inertes.
- **Jardines:** para la implantación de césped, fijación y mejora del suelo, de 100 a 300 toneladas/ha antes o durante la plantación, aportando adecuadamente de 20 a 40 toneladas/ha cada dos años.

Nuevos usos para el compost.

Hoy en día, en España, la casi total oferta de compost y mezclas de residuos con destino a la agricultura, viveros, jardinería, y mejora y recuperación de suelos procede de las plantas de compostaje que procesan la fracción orgánica de los RU, y de las empresas que se dedican a compostar y a mezclar diferentes tipos de residuos. Una parte de los lodos de las depuradoras urbanas, de industrias agroalimentarias o de papeleras se aplica en el suelo directamente y, en otros casos, su utilización se realiza tras un compostaje previo.

En un período de tiempo relativamente corto, ha empezado a desarrollarse, por parte de algunas empresas del sector, la producción de mezclas de Compost + NPK, que son el resultado de combinar el producto orgánico y formulaciones inorgánicas con diferentes contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Otro de los usos que requiere de estudios previos es la elaboración de abonos orgánicos a partir de compost y purines (u otra materia orgánica). A este respecto, existe una experiencia en Andosilla (Navarra), donde se elaboran abonos orgánicos a partir de diferentes materias primas que se utilizan con éxito por parte de agricultores que cultivan distintas especies vegetales para marcas comerciales con elevados requisitos de calidad.¹⁰

También existen iniciativas para la creación de abonos órgano-minerales a partir de residuos orgánicos. El proyecto europeo WAAVALUE liderado por NEIKER Tecnalia tiene como objeto la fabricación de fertilizantes órgano-minerales en forma de microgránulos, que se obtienen a partir de materia orgánica y sustancias con NPK. Estos productos adquieren un elevado precio de venta en el mercado de los fertilizantes y pueden competir perfectamente con productos de importación. [50]

¹⁰ Más información de este proyecto en las fichas del anexo 3 de este documento.

5.2.2. Material bioestabilizado

Como se ha explicado en el apartado anterior, la Ley 22/2011 de Residuos y Suelos Contaminados matiza la diferencia entre compost y material bioestabilizado. Esta legislación define el material bioestabilizado como el resultado de los tratamientos mecánico-biológicos de la fracción resto de los residuos urbanos y asimilables a urbanos. Con lo cual, no se considera compost todo aquel residuo derivado (tampoco se puede considerar producto) que no proceda de la separación en origen de la materia orgánica.

La fracción resto se somete a una separación mecánica para obtener la materia orgánica, que posteriormente es conducida a un proceso de bioestabilización, generalmente mediante compostaje. Menos frecuentemente, la materia orgánica obtenida de la fracción resto se somete a digestión anaerobia, procedimiento que también da lugar a material bioestabilizado y a un biogás que se aprovecha energéticamente.

En todo caso, el objetivo del proceso, sea cual sea este, es obtener un material bioestabilizado de la mayor calidad posible, para lo que hay que tener en cuenta los siguientes parámetros principalmente:

- Estabilidad/madurez del material bioestabilizado.
- Presencia de metales pesados.
- Granulometría.
- Contenido en nutrientes esenciales para las plantas.
- Presencia de compuestos o sustancias que afecten negativamente a las propiedades del suelo.
- Presencia de otros materiales indeseables.
- Presencia de semillas con poder germinativo.
- Presencia de patógenos.

Usos habituales del material bioestabilizado.

Con el marco normativo vigente, el material bioestabilizado no se puede emplearse en usos agrícolas para fertilizar el suelo. Esto es debido a que la legislación solo permite el uso de compost para fines agrícolas, y veta el uso del material bioestabilizado por su origen (materia orgánica de recogida no separada) en vez de por su calidad final.

Aun así, el material bioestabilizado constituye un tipo de enmienda orgánica, que actúa positivamente sobre el sistema suelo-planta. Su aporte, contribuye directamente a la mejora de la fertilidad del mediante el aporte de nutrientes tales como el nitrógeno, fósforo o potasio (en mayores o menores proporciones) y contribuye a reducir los riesgos de erosión y pérdida de fertilidad a medio y largo plazo del suelo. La mejora de las propiedades físicas del suelo provocadas por la adición de material bioestabilizado, favorece el desarrollo de la cubierta vegetal, que es la principal precursora de la materia orgánica del suelo reactivando la actividad microbiana y los procesos biogeoquímicos del suelo.

Actualmente, –al excluirse la opción de utilizar el material bioestabilizado en suelo agrícola– el uso principal que se le da es el de restauración de suelos degradados. Los usos más comunes para el material bioestabilizado son:

- Restauración de canteras y minas.
- Restauración/construcción de carreteras y autopistas.
- En depósitos controlados:
 - Coberturas intermedias en depósitos en activo.
 - Coberturas finales en depósitos clausurados.
 - Restauración paisajística en depósitos clausurados.
- Uso para terrenos forestales [51]:
 - Sustrato para vivero forestal
 - Regeneración de zonas incendiadas
- Valorización energética.

En muchos casos, el destino final del material bioestabilizado es el depósito en vertedero a falta de una salida mejor, o para quemar en las mismas plantas de tratamiento de residuos (valorización energética). Para usos concretos, cada Comunidad Autónoma podrá determinar su idoneidad según establece la “Propuesta de decálogo para la utilización del material bioestabilizado en los suelos (operación R10)” del Grupo de trabajo de materia orgánica de la Comisión de Coordinación de Residuos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en 2013.

A su vez, la Comisión Europea ha publicado recientemente la propuesta de un nuevo Reglamento de Fertilizantes que llevarán el marcado CE y que será aplicable a partir del 1 de enero de 2018, sin necesidad de transposición previa.

- El objetivo principal de este futuro Reglamento es eliminar las barreras comerciales entre los estados miembros y permitir el intercambio y el uso de fertilizantes armonizados, sin obstáculos técnicos para el libre comercio. Asimismo, esta iniciativa constituye una de las propuestas legislativas clave del Plan de Acción para la Economía circular, a fin de incentivar en la UE la producción de fertilizantes a partir de la valorización de materias primas secundarias, biorresiduos, subproductos y digeridos producidos en la UE, favoreciendo el autoabastecimiento europeo en un escenario de agricultura sostenible.
- El Reglamento en cuestión establece normas comunes sobre la conversión de biorresiduos en materias primas que puedan utilizarse para fabricar fertilizantes. En él se definen los requisitos de seguridad, calidad y etiquetado que deben cumplir todos los productos fertilizantes para ser objeto de libre comercio en toda la UE, de manera que los productores tendrán que demostrar que sus productos cumplen dichos requisitos y se ajustan a los límites de contaminantes orgánicos, contaminantes microbianos e impurezas físicas antes de colocarlos en el mercado CE.

La Comisión Europea, en la presentación de este nuevo Reglamento, apuntaba lo siguiente: “Hoy en día solo el 5 % de los biorresiduos se reciclan. Según las estimaciones, si se reciclasen más biorresiduos, podrían sustituir hasta el 30 % de los abonos inorgánicos. Cada año, la UE importa alrededor de 6 millones de toneladas de fosfatos, cuando podría sustituir hasta el 30 % de este total por su extracción a partir de lodos de depuración, residuos biodegradables, harina de carne y huesos o estiércol.”

5.2.3. Digestión anaerobia.

En este apartado se proporcionan unas directrices generales sobre la digestión anaerobia (en adelante, AD) de los residuos orgánicos procedentes de la industria de alimentos y bebidas. Así mismo, se presenta un marco general para este tipo de residuos y para su tratamiento mediante DA, proporcionando información sobre qué fracciones podrían ser enviadas a AD en los distintos sectores de esta industria.

Digestión anaerobia de los residuos de alimentos y bebidas

La DA consiste en varios procesos que se desarrollan en ausencia de oxígeno mediante los que una serie de microorganismos degradan la materia biodegradable dando lugar a la producción de un biogás que contiene metano, así como un residuo sólido denominado digestato. La DA se usa comúnmente en Europa para tratar los residuos orgánicos, efluentes industriales o lodos residuales. Las plantas de DA pueden tener distintas configuraciones, entre ellas:

- En lotes o en continuo: la materia orgánica puede procesarse mediante un sistema en lotes (es introducida en un reactor que se sella durante todo el proceso) o mediante un sistema de digestión continua, en el que la materia se introduce de manera continua, dando lugar a una producción de biogás ininterrumpida.
- % de contenido sólido: los digestores pueden configurarse para procesar sustrato seco o húmedo, usando diferentes procesos para organizar la circulación de la materia orgánica.
- Temperatura: los digestores pueden operar o bien a temperatura mesofílica (20-45°C) o bien a temperatura termofílica (45-70°C), dando lugar a diferentes poblaciones de microorganismos. Esto tiene efecto en el ratio de producción de biogás, así como en el nivel de reducción de patógenos.
- Una sola etapa o múltiples etapas: la digestión puede organizarse en una sola etapa, donde se usa un solo digestor para todo el proceso, o en dos etapas, lo que permite tener un mejor control sobre las sucesivas reacciones que tienen lugar durante la digestión.

Estas diferentes configuraciones deben adaptarse a distintos parámetros tales como: la naturaleza de la materia prima de entrada, presencia de patógenos, producción de biogás, restricciones técnicas y económicas, etc.

La industria de alimentos y bebidas produce una importante variedad de residuos que ofrece un potencial significativo de producción de biogás mediante DA, con algunas fracciones específicas que presentan un potencial metanogénico muy interesante o que pueden aportar una contribución significativa a la producción de biogás de un

proceso de codigestión usando residuos agrícolas (como estiércol) como materia prima primaria.

Cualquier material orgánico puede ser digerido para producir biogás, pero el potencial metanogénico varía mucho en función del material y potencial de putrefacción. Una de las pocas excepciones es el residuo de madera, ya que los microorganismos anaeróbicos no son capaces de degradar la lignina.

La DA se enfrenta a la competencia de otras soluciones para el procesado de los residuos de la industria de alimentos y bebidas, entre las que se encuentra el uso como subproducto (por ejemplo para alimentación animal). Aunque en general es preferible el uso de residuos como subproductos, podría haber varios factores que pueden hacer de la DA una alternativa interesante, tales como una regulación estricta para el uso de subproductos en otras industrias, unos costes de transporte elevados en el caso de alto contenido en agua, que pondrían en peligro el equilibrio financiero del enviar el producto muy lejos, o una rápida degradación de los subproductos que no tendría efecto en la AD.

Marco legal aplicable

Existen dos legislaciones principales en Europa que regulan los residuos procedentes de la industria de alimentos y bebidas: la Directiva Marco de Residuos (Directiva 2008/98/CE) y el Reglamento (CE) N° 1069/2009 sobre subproductos animales. La primera no aborda de forma específica estos residuos, pero proporciona una definición general, unas directrices sobre residuos orgánicos, subproductos y sus principales obligaciones. La segunda establece obligaciones específicas para la manipulación de subproductos animales y de flujos de residuos que contengan parte de dichos subproductos.

Esta legislación y otras a nivel nacional pueden encontrarse en mayor detalle en los apartados 3.1 y anexo 2.1 de este mismo documento.

Categorías de la industria de alimentos y bebidas y su potencial de DA

Esta sección se centra en las principales categorías de la industria de alimentos y bebidas para analizar las fracciones adecuadas para enviar a DA, así como en las tecnologías disponibles y en los datos relacionados sobre su potencial metanogénico.

Existen varias categorías, produciendo cada una de ellas cantidades variables de residuos y subproductos. La siguiente tabla muestra algunos ejemplos del % de materias primas que termina en los productos finales, para obtener una indicación de la eficiencia y las pérdidas que se producen en el procesado [52].

Proceso de producción	% de materias primas en el producto final principal
Envasado de pescado	35 – 70
Fileteado, curado, salazón y ahumado de pescado	25 – 50
Procesado de crustáceos	40 – 50
Procesado de moluscos	50 – 80
Producción de leche, mantequilla y nata	~99

Producción de yogur	94-98
Producción de queso fresco, blando y duro	10-15
Producción vino tinto y blanco	70 – 80
Producción de zumo de frutas y verduras	50 –70
Procesado y conservación de frutas y verduras	70 – 95
Producción de aceites vegetales y grasas	30 – 60
Producción de almidón de maíz	62.5
Producción de almidón de maíz (incluyendo pienso para animales)	99
Producción de almidón de patata	20
Producción de almidón de patata (incluyendo pienso para animales)	30 – 35
Producción de almidón de trigo	50
Producción de almidón de trigo (incluyendo pienso para animales)	99
Producción de alimentos y piensos para animales a partir de la remolacha	25 – 50

Figura 45: % de materias primas que termina en el producto final en determinados procesos. Fuente: [52].

A diferencia de los residuos municipales, los residuos procedentes de la industria de alimentos y bebidas tienden a ser más homogéneos, con una gran cantidad de componentes similares. Por un lado, este hecho presenta a veces un reto para la DA, ya que las cantidades podrían tener que distribuirse entre las diferentes plantas y una composición estable de los sustratos es importante para mantener el equilibrio microbiológico. Además, puede ser más beneficioso una mezcla de sustratos que un solo sustrato – para residuos de pescado, por ejemplo, la codigestión con otros sustratos puede aumentar el rendimiento de biogás. Por otro lado, los residuos de alimentos y bebidas pueden usarse como potenciadores de metano debido a su alto potencial de metano y esto permite un mejor control de la entrada al digestor, permitiendo a los operadores de la planta de DA conocer con exactitud lo que entra y mezclar sustratos para obtener la combinación más eficiente. De hecho, la composición del sustrato tendrá influencia en la degradabilidad microbiana, así como su rendimiento de biogás y metano.

Es importante tener en cuenta que los datos presentados en las siguientes secciones corresponden simplemente a valores estimados y valores medios. Incluso los residuos procedentes del mismo tipo de procesos pueden presentar distintos parámetros según la unidad de procesado, la naturaleza de las materias primas, la estación y la manipulación de los residuos. Por tanto, podría ser interesante llevar a cabo análisis frecuentes del material de entrada para evaluar estos parámetros y asegurar que se cumplen los requisitos.

A) Industria de procesado y conservación de carne y elaboración de productos cárnicos.

Dependiendo de la categoría a la que pertenezcan, los subproductos animales puede ser o no enviados a la digestión anaerobia:

- C1 no pueden enviarse a digestión anaerobia, de acuerdo a la legislación europea;
- C2 de ciertas categorías (estiércol, aparato digestivo y su contenido, leche, productos lácteos, calostro, huevos y productos derivados) pueden ser enviados a digestión anaerobia. Para otros productos C2 se requiere de un proceso previo de esterilización a presión.
- C3 pueden enviarse a digestión anaerobia sin un pretratamiento previo.

La gran cantidad de grasas y proteínas que se generan en los mataderos y los residuos derivados de la transformación de la carne les otorga un alto potencial de producción de biogás, lo que los hace muy adecuados para la digestión anaerobia. Los intestinos y grasas tienen un muy buen rendimiento de metano, más que el contenido del estómago y el rumen, y las del ganado bovino tienen un mejor rendimiento que las del ganado porcino [53].

Sin embargo, algunos residuos, como los chicharrones y cortezas, pueden necesitar un tratamiento previo para acelerar la etapa de hidrólisis, y así facilitar la conversión de partículas materiales a metano [54].

Las deyecciones de los animales, no solo derivadas de la agricultura, sino también del transporte y la estabulación antes del sacrificio, son una importante fuente de biomasa para las plantas de digestión anaerobia. El estiércol tiene un buen rendimiento para la producción de biogás, aunque depende de la especie animal de la que se trate, del contenido en materia seca, y del buen estado. Además, estabiliza el proceso microbiológico. Los purines tienen un potencial de producción de metano menor. Sin embargo, los purines aportan importantes oligoelementos, que son útiles para la metanogénesis, y proporcionan un efecto diluyente y tampón al digestor. Sin embargo, tanto el estiércol como los purines tienen una baja densidad de energía debido al alto contenido de agua y bajo contenido de materia orgánica seca [55].

En el proyecto FABbiogás se han creado Hojas Informativas que recogen buenas prácticas para la DA de los residuos procedentes de la industria de alimentos y bebidas. Entre ellas se encuentra el caso de una planta de biogás en St. Martin, Alta Austria, que digiere los residuos procedentes del matadero de la Compañía Großfurtner. Es la primera planta de digestión anaerobia que utiliza exclusivamente los residuos de mataderos como sustrato: 10.000 toneladas de sangre, contenido de colon y rumen, y material de separación de grasa, produciendo 3,6 millones de kWh / año de electricidad y calor. Las Hojas Informativas pueden consultarse en el siguiente enlace: http://www.fabbiogás.eu/fileadmin/user_upload/14-D3.2_factsheet_St.Martin_AT.pdf.

B) Industria de procesado y conservación de pescados, crustáceos y moluscos

Los residuos de pescado son un buen sustrato potencial para la producción de biogás. Kafle et al. [56], por ejemplo, obtuvo los rendimientos de biogás y metano para los residuos de pescado ensilados: 671-763 m³/tVS y 441-482 m³/tVS, respectivamente. La literatura sobre la producción de metano a partir de residuos de pescado es escasa, pero todo muestra un gran potencial para la digestión anaerobia. Eiroa et al. [57] descubrió que la producción de metano es similar para el atún, sardina y residuos de peces aguja, pero mayor para los residuos de la caballa, posiblemente debido a un mayor contenido de grasa.

Además, varios estudios muestran que co-digestión de los residuos de pescado con otros sustratos mejora la producción de gas en comparación con la co-gestión solo con sustratos [56].

C) Industria de procesamiento y conservación de frutas y hortalizas.

La mitad de los residuos procedentes de la industria de procesamiento de frutas y hortalizas se utiliza como alimento para animales, por lo que no está disponible para la digestión anaerobia. En California, se estima que de 14 a 16 millones de toneladas de frutas y verduras se procesan cada año. Las operaciones de enlatado, congelación, secado y deshidratación generan alrededor de 1 tonelada de residuos de julio a septiembre. Krich et al. muestra que el 49% de estos residuos se utiliza como alimento, y el 49% como enmienda para el suelo [26]. Si los residuos (húmedo) utilizados como enmienda para el suelo fueran enviados a digestión anaerobia, se podría llegar a generar 10 millones de m³ de metano al año. De hecho, los residuos de fruta y hortalizas tienen un buen rendimiento de producción de biogás (200-800 m³/t, dependiendo del tipo de fruta y hortaliza), aunque su uso como un único sustrato para la producción de biogás es aún un reto y su composición tiene una gran influencia en el rendimiento general. Por tanto, es mejor usarlo en co-digestión, pero con otros sustratos [58].

El proyecto FABbiogás citó, entre otros, la planta Frisch & Frost como un caso de éxito de producción de biogás a partir de residuos derivados de la industria de procesamiento de frutas y hortalizas. La compañía es el mayor productor de elaborados de patata de Austria y produce 62 toneladas de puré de cáscara de patata, residuos de patata y lodos diariamente. Todo el flujo de residuos orgánicos se utiliza como sustrato para producir 2,740 m³ de biogás diariamente. Más detalles están disponibles en el siguiente enlace: http://www.fabbiogas.eu/fileadmin/user_upload/12-D3.2_factsheet_Hollabrunn_AT.pdf.

D) Industria de fabricación de productos lácteos.

En algunos casos, la gestión de los líquidos permeados y aclarados tiene un coste, lo que lleva a las industrias lácteas a dar un giro hacia la digestión anaerobia para combinar la obtención de permeado con la producción de energía. De hecho, esta opción puede ofrecer un mejor control sobre los ingresos generados que si se dependiese solo de las fluctuaciones de los precios mundiales del lactosuero en polvo.

El lactosuero tiene un alto contenido en materia orgánica y, por tanto, una gran demanda química de oxígeno (DQO), lo que puede causar problemas dependiendo del método de eliminación, pero también representa una fuente potencial de energía. Sin embargo, es mejor la co-digestión con estiércol, por ejemplo, que la digestión sola de suero, que es inestable. De hecho, como el lactosuero tiene poca o ninguna capacidad de amortiguación, si se digiere solo, el pH podría caer drásticamente, inhibiéndose la actividad de los metanógenos, lo que daría lugar a bajos rendimientos de biogás con un bajo contenido en metano. Sin embargo, es un excelente sustrato para la AD [59].

Un ejemplo de planta de digestión anaerobia de residuos lácteos es la planta de Savoie Lactée, dada por F. Decker durante la conferencia Bin2Grid, en París, el 15 de marzo de 2016. El video de su presentación, en francés, está disponible en el siguiente enlace: http://www.dailymotion.com/video/x407vxd_15mars2016-francois-decker-directeur-general-delegue-de-valbio_lifestyle

La unión de los productores de Beaufort puso en marcha un proyecto para la producción de biogás a partir de lactosuero permeado con la creación de la planta de

Savoie Lactée. Esta planta transforma 200 m³ de lactouero al día por día en mantequilla (305 t/año), ricotta (40 t/año), proteínas (500 t/año) y biogás. La planta de digestión anaerobia produce 3.000 MWh /año de electricidad y 3.500 MWh/año de calor.

El comunicado de prensa de la apertura de la planta está disponible en el siguiente enlace: http://www.fromage-beaufort.com/InfoliveDocuments/actualites/dp_upb_savoie-lactee_081015.pdf

E) Industria de productos de molinería, almidones y productos amiláceos.

Aunque la harina de trigo tiene un rendimiento de biogás de 540 m³/t (materia fresca), con un contenido de metano del 58%, las pequeñas cantidades de residuos disponibles para la digestión anaeróbica derivadas de esta industria presentan un potencial muy bajo de AD.

F) Industria de productos de panadería y pastas alimenticias.

Kot et al. estudió la posibilidad de utilizar los residuos derivados de la industria de productos de panadería y pastas alimenticias para la producción de biogás [60]. Estos residuos tienen un alto valor de energía por tonelada, pero la disponibilidad de estos residuos es bastante limitada, por lo que su potencial para la digestión anaerobia está restringido.

G) Industria de fabricación de bebidas.

De acuerdo con el proyecto europeo TherChem financiado por el programa FP7-SME, cada hectolitro de cerveza produce 24 kg de residuos orgánicos con un potencial de biogás de alrededor de 3,4 m³ (con 60% de metano). El bagazo de cerveza solo puede producir el 70% de este metano [61].

Las bodegas podrían cubrir hasta el 45% de sus necesidades energéticas a partir de la digestión anaerobia del orujo de uva que se genera durante los tres meses de elaboración del vino [62]. El orujo de uva agotado y lías de vino son fracciones adecuadas también para la digestión anaerobia - con un rendimiento de biogás para lías de 855,5 m³/t de sólidos volátiles ó 774,5 m³/t de sólidos totales. En las regiones o países vitivinícolas, como Francia, esto puede suponer un gran potencial para la producción de metano.

Un buen ejemplo de producción de biogás a partir de residuos procedentes de la destilería es el caso de St. Laurent de Cognac. La planta trata alrededor de 300.000 t/año de vinaza, produciendo 20.000 MWh de biogás. La Ficha Informativa de FABbiogás para esta planta está disponible en el siguiente enlace: http://www.fabbiogás.eu/fileadmin/user_upload/03-D3.3_factsheet_St.Laurent_FR.pdf

5.3. Utilización de Fangos.

Los lodos son el resultado de la depuración de las aguas residuales, desde la aparición de la Directiva 91/271 las instalaciones de depuración han aumentado de forma exponencial y aún queda una parte de la población importante por depurar. La cantidad de lodos a gestionar ha crecido de forma paralela a la construcción de las depuradoras situándose actualmente en el entorno de 1,5 millones de toneladas de materia seca, lo que en la práctica supone 7,5 millones de toneladas a gestionar de

lodos húmedos al 20% se sequedad. Por tanto en la actualidad los lodos suponen el segundo residuo orgánico en volumen de origen municipal tras los residuos sólidos urbanos. A pesar del volumen y la trascendencia de su gestión no se les ha prestado la atención que requieren desde el ámbito oficial y privado.

El progresivo aumento de la cantidad de lodos generados junto a la proliferación de normativas locales está colapsando la gestión de los mismos que fundamentalmente se focaliza a la aplicación agrícola.

Los lodos provienen de la separación de los sólidos y la materia orgánica que tiene el agua residual, en las depuradoras se realiza la concentración de los mismos hasta un 5% aproximadamente de materia seca y posteriormente se procede a los tratamientos que pueden ser en la propia depuradora o en instalaciones exteriores.

a) Tratamiento en las Depuradoras.

1. Digestión anaerobia se trata de una digestión mesófila a 36°C y 28 días de tiempo de retención, se trata de eliminar la materia orgánica más volátil y estabilizar el producto final.
2. Estabilización aerobia se realiza en instalaciones de menor tamaño y también su fin es la estabilización del producto final en este caso mediante oxidación por aire.
3. Incineración no es muy usada en España, pero contamos con algunas instalaciones de importancia.
4. Estabilización química se trata de una mezcla con óxido o hidróxido cálcico para detener la actividad biológica.
5. Secado al aire solo utilizado en instalaciones muy pequeñas mediante eras de secado al sol.

b) Tratamiento en otras instalaciones

1. Compostaje en sus distintas tecnologías trata de conseguir un producto estabilizado y sin riesgos para su disposición posterior.
2. Secado térmico consigue un producto muy seco y estabilizado pero a un coste elevado, fundamentalmente el producto final ha ido a cementeras como combustible, ha tenido un repunte en un momento determinado pero actualmente está en retroceso debido al coste energético.

Los lodos pueden tener distintos destinos. A continuación se describen los principales:

- **Agricultura.** Es el uso más universal para los lodos, suelen ir a agricultura lodos con distintos grado de tratamiento, ello ha originado la mayor controversia en el sector a utilizarse a veces lodos no aptos para la aplicación agrícola. En España los lodos con destino a agricultura superan el 80% de la producción total.
- **Energético.** Tanto los lodos incinerados como los secados térmicamente son utilizados como combustible en procesos térmicos, se consideró en un momento determinado una buena solución para los productores mayores pero

la política energética ha cambiado el marco y actualmente es una solución poco utilizada.

- **Industrial.** La incorporación a productos finales es una vía cada más investigada pero con poca presencia en la actualidad.
- **Vertedero.** En principio este uso debe estar reservado a los lodos no aptos para otras aplicaciones según las directrices marcadas tanto a nivel europeo como estatal, en la actualidad se encuentra en torno al 11% de la producción.

Actualmente el marco legal para la gestión de los lodos es el Real Decreto 1310/90 sobre utilización de lodos de depuradora en el sector agrario, que traspone la Directiva 86/278, y la orden de desarrollo AAA/1072/2013. Tanto la directiva como el decreto son muy antiguos y no responden a las necesidades de gestión actuales, las indefiniciones contenidas en los mismos han dado lugar a variedad de interpretaciones que en la práctica se han traducido en problemas en el sector de la aplicación.

Desde AEAS consideramos necesaria una nueva regulación adaptada a las condiciones de producción y gestión actuales, dado que desde Europa no parece que se publique una nueva directiva será necesario la modificación del decreto español, así se lo hemos manifestado al ministerio, de hecho el ministerio ya ha publicado una nueva orden de desarrollo del decreto como primer paso para la regulación del sector de los lodos.

Las indefiniciones mencionadas han dado lugar a la aparición de gran cantidad de normativa regional que complican el trabajo de los gestores y aumentan las desigualdades entre comunidades autónomas. Incluso los Ayuntamientos están regulando mediante Ordenanzas municipales a veces solo con fines prohibitivos más que regulatorios.

6. Propuestas para mejorar la gestión de los biorresiduos.

6.1. Propuestas en el ámbito de la producción primaria

El reto de los residuos orgánicos es convertirlos en recursos y para ello tienen que pasar por las siguientes fases:

- Reducción del residuo en origen.
- Aplicación de tratamientos con el fin de conseguir un nivel de calidad acorde con el destino final.
- Planificación y control del destino y uso del producto, teniendo en cuenta que el potencial de reciclado es muy elevado.

Asimismo sería conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los agricultores y ganaderos presentan dificultades para asumir la responsabilidad de la gestión de los residuos que genera su actividad, motivado por varias razones: falta de información, complejidad de la gestión en función del tipo de residuo, por la dificultad de convencer a gestores autorizados a recogerlos, por los altos costes de gestión.
- Las situaciones y circunstancias son variadas de un residuo a otro, tamaño de la explotación, la distancia con los gestores, el nivel de información, los contactos entre agricultores y ganaderos...
- Es necesario establecer planes de gestión adecuados: Estos planes de gestión deben establecerse, siempre que sea posible, con la finalidad de obtener un producto de calidad que pueda ser aplicado al suelo como enmienda o abono orgánico o que sea adecuado para la formulación de sustratos de cultivo (valorización agronómica). Cuando esta valorización no sea posible se planificará la viabilidad de su valorización energética (combustión/gasificación).
- En el caso de los residuos agrícolas, la valorización agronómica debe ser el objetivo prioritario, siempre y cuando se tenga en cuenta las características tanto geográficas, geopolíticas como económicas. Esta situación hará que existan diferentes niveles de implementación de las tecnologías para el tratamiento de los residuos de naturaleza orgánica, y estas a su vez, dependerán según las necesidades de cada región.
- No se utilizan adecuadamente las herramientas disponibles para cuantificar la cantidad de restos vegetales como residuos orgánicos.
- Hay que buscar fórmulas para gestión y tratamientos colectivos; la gestión individualizada de los residuos supone costes elevados, falta de información y fuerza para convencer a los gestores para recoger residuos. El problema reside en los pequeños volúmenes de restos generados a lo largo de los ciclos productivos que requieren traslados frecuentes. Los volúmenes pequeños también disminuyen la percepción sobre la importancia de la correcta gestión de los residuos.

- Es necesario desarrollar estrategias para el almacenamiento en las explotaciones de los residuos orgánicos, así como su correcta entrega, clasificación y almacenamiento intermedio y el transporte por parte de los agricultores a los lugares específicos de clasificación y almacenamiento.
- Además conviene definir cómo deben ser los puntos de clasificación y almacenamiento. Una vez convenientemente clasificados y almacenados estos residuos podrán ser objeto de una gestión similar a la de los residuos de otros sectores productivos. A este respecto, merece la pena destacar que con carácter general, los agricultores y ganaderos pueden transportar sus residuos hasta puntos de almacenaje o acopio designados desde donde podrían ser recogidos por transportistas profesionales registrados.
- Existen contradicciones entre las administraciones sobre determinadas cuestiones; por ejemplo: hay autoridades agrarias que promueven el compostaje, mientras que las autoridades ambientales exigen el cumplimiento de requisitos que no están acordes ni con la actividad ni con el dimensionamiento. El problema reside en la ausencia de un marco legal explícito para el compostaje provocando que las administraciones exijan las mismas condiciones a los agricultores que a la plantas especializadas
- El compostaje puede ser una herramienta útil hacia la sensibilización, siempre y cuando los compostadores estén directamente ligados a los productores. Pero hay numerosas trabas burocráticas y desconocimiento legislativo para el autocompostaje y esta situación frena muchas iniciativas.
- Los residuos de cosecha pueden presentar un mal estado fitosanitario como resultado de la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de procedencia que deben ser tenidos en cuenta en el momento de considerar su posible tratamiento y gestión y aplicación. Pasa lo mismo con el contenido de las deyecciones ganaderas. Asimismo, los residuos de cosecha pueden presentar contenidos variables de las materias activas utilizadas en los tratamientos fitosanitarios del cultivo. Estos residuos pueden llegar a ser altamente problemáticos, especialmente en los cultivos sometidos a tratamientos intensivos.
- Existe una gran la complejidad para la mayoría de los productores agrarios ante el hecho de que cada residuo que generan deba de tener unas normas específicas para cada tipo respecto a su almacenamiento, transporte y entrega a un gestor autorizado -que puede ser diferente según los residuos. Esta situación puede generar cargas excesivas y dificultar la gestión. La correcta gestión de estos residuos muy diversos, que se generan de forma muy dispersa, hace necesario un enfoque específico, evitando las interpretaciones confusas de la legislación.
- La implementación de tecnologías de transformación de residuos orgánicos dependa en gran medida de las condiciones del entorno como costes y precios de la energía, intensidad y densidad en la producción ganadera, que afecta a los costes de transporte, demanda de fertilizantes o enmiendas, manejo de granjas y alimentación de los animales, implantación de la recogida selectiva de materia orgánica en municipios, posibilidad de tratamiento colectivo y aceptación por parte de la población.

- El exceso de deyecciones y el problema ambiental que se crea en las zonas de alta concentración de ganadería, como es el caso del porcino, hacen necesario que se busque soluciones que combinen gestión, tecnología y realidad local, condiciones de transporte y medios disponibles para su aplicación. No siempre las soluciones tecnológicas y organizativas se pueden extender a otros lugares ya que los territorios presentan sus particularidades territoriales
- La desconexión entre la oferta y la demanda de las deyecciones está desmontando el binomio agricultura/ganadería, con consecuencias medioambientales y sociales.
- La normativa referente a las deyecciones ganaderas es de difícil interpretación, lo que dificulta la mejora de la gestión por parte de los productores de este residuo. Se debería de simplificar lo relativo al almacenamiento y a la aplicación, teniendo en cuenta las zonas y la dimensión de las explotaciones.

6.2. Aprovechamiento de subproductos en la industria de alimentación y bebidas.

A lo largo de toda la cadena de producción y distribución de alimentos, se generan, además del producto principal, una serie de subproductos que pueden servir como materia prima en otros procesos, como material para películas, fotografía, pinturas, instrumentos de cuerda, industria farmacéutica, cosmética, biodiesel, etc., aunque la mayor parte de los subproductos de la industria alimentaria se destinan a la alimentación animal.

Un subproducto es cualquier sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto, y cumpla las siguientes condiciones:

- Que se tenga la seguridad de que va a ser utilizada posteriormente.
- Que no necesite una transformación específica para su uso.
- Que el uso posterior cumpla todos los requisitos relativos a los productos y la protección de la salud humana y del medio ambiente.

Los subproductos de la Industria de alimentación y bebidas tienen las siguientes características:

- Poco evitables al ser parte de las materias primas.
- Estacionalidad, especialmente los de origen vegetal.
- Heterogeneidad.
- No peligrosos.
- Alto contenido en materia orgánica.
- Alto contenido en nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- Alto contenido en humedad (incluso residuos líquidos).

- Putrecibles. Necesidad de estabilización o conservación.
- Muy regulados por seguridad alimentaria especialmente los subproductos de origen animal.
- Generados cerca de explotaciones ganaderas y agrícolas donde se producen las materias primas.

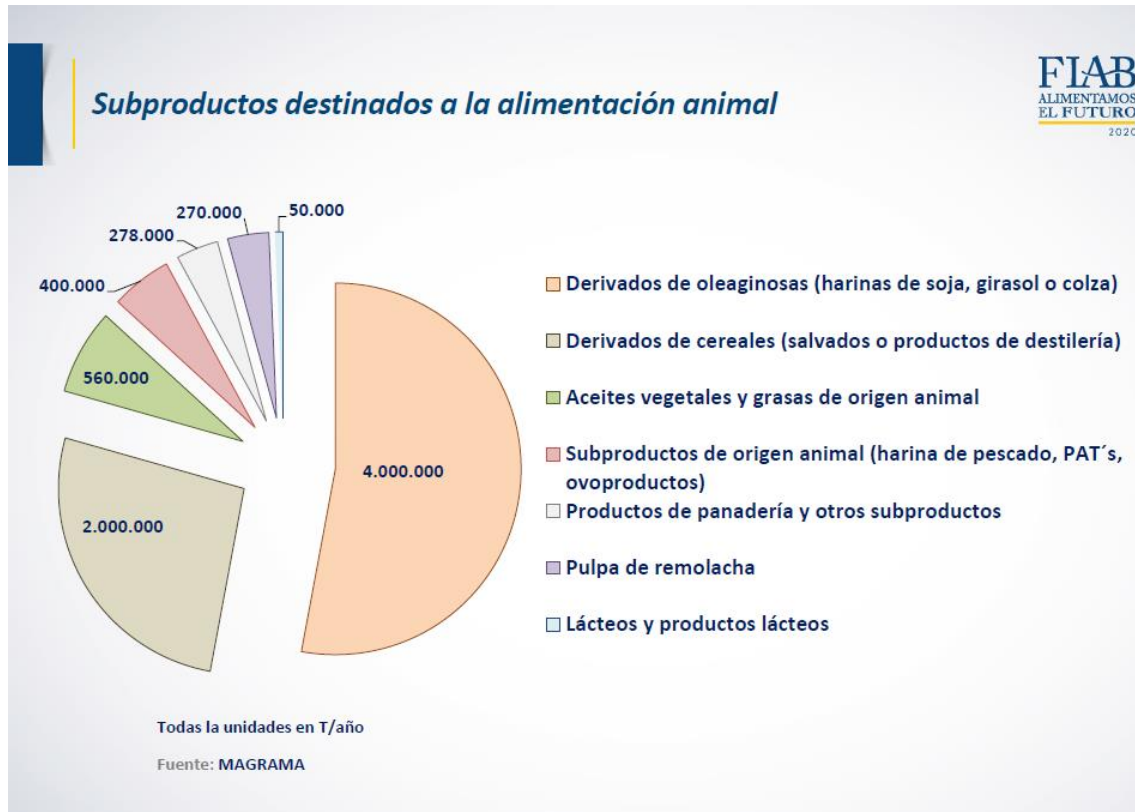


Figura 46: Subproductos destinados a la alimentación animal. Fuente: FIAB.

Los subproductos destinados a alimentación animal deben estar incluidos en uno de los tres listados comunitarios de sustancias autorizadas para alimentación animal que se citan a continuación y ajustarse a la definición o descripción del mismo que se haga en estos listados o, en el caso de los aditivos, en el reglamento específico de autorización:

- Reglamento (UE) nº 68/2013 por el que establece el catálogo comunitario de materias primas.
- Registro comunitario de materias primas para la alimentación animal (www.feedmaterialsregister.eu) al que hace referencia el artículo 24.6 del Reglamento (CE) nº 767/2009 sobre etiquetado y comercialización de piensos.
- El registro comunitario de aditivos para alimentación animal gestionado por la Comisión Europea al que hace referencia el artículo 17 del Reglamento (CE) nº 1831/2003.

Los subproductos destinados a alimentación animal se etiquetarán, transportarán, comercializarán y utilizarán de acuerdo a la legislación sobre alimentación animal y se mantendrán debidamente identificados y separados de otros productos o residuos que

no se destinen a consumo humano o alimentación animal (Anexo II, punto 8 de la sección producción del Reglamento (CE) nº 183/2005).

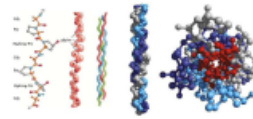
La clasificación de cualquiera de los residuos de producción incluido en los listados anteriores como un residuo o producto de uso técnico (no destinado a alimentación animal) es irreversible (Anexo II, Sección Producción, punto 8 del Reglamento (CE) nº 183/2005 de higiene de los piensos)

Ejemplos de aprovechamiento de subproductos:



VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

COLÁGENO



- Proteína fibrosa y componente principal de los tejidos conjuntivos fibrosos
- Constituye entre el 30 y el 60% del contenido de proteína total de los mamíferos y más del 30% del contenido total de materia orgánica
- Proporciona firmeza y elasticidad a órganos y tejidos

Aplicación

- Productos cosméticos para el tratamiento de pieles rugosas producidas por una pérdida de elasticidad debida al envejecimiento
- Apósitos para heridas
- Complementos alimenticios para la prevención y tratamiento de problemas osteoarticulares



VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

GELATINA



- Proteína coloidal soluble en agua, obtenida por hidrólisis de colágeno (Rotura de los enlaces de la triple hélice del colágeno).
- Las disoluciones de gelatina son capaces de producir geles termorreversibles, encontrándose en fase líquida a altas temperaturas y en fase gel a bajas temperaturas

Aplicación

- Estabilizante y emulsionante en la industria alimentaria, (mermeladas, postres, sopas, helados)
- Excipiente de encapsulación en la industria farmacéutica y de complementos alimentarios
- Fabricación de películas fotográficas, películas gráficas y películas de rayos X

Algunos ejemplos de subproductos de la IAB no destinados a alimentación animal



De la industria azucarera

Del proceso de extracción del azúcar también se obtiene la melaza, la principal materia prima para la fabricación de alcohol, ácido cítrico, levadura para panificación y pienso para ganado.



Extracción compuestos fenólicos de la uva de vino

extraer de la piel de la uva todos los polifenoles y antioxidantes que tiene para aprovechamiento de antioxidantes, polifenoles y otros productos naturales de alto valor a partir de orujo de uva



ALIMENTAMOS EL FUTURO



[14]

Figura 47: Ejemplos de aprovechamiento de subproductos. Fuente: FIAB.

6.3. Propuestas en el ámbito de la comercialización y distribución

Las principales medidas para reducir la generación de los biorresiduos en el sector de la distribución y el comercio son:

- Minimizar el impacto en el desperdicio alimentario del envase/embalaje.
- Óptima gestión de los lineales y del merchandising, el proceso de gestión de los pedidos a almacén central o plataforma, la manipulación de los productos en la reposición y la gestión de devoluciones.
- Implicar y colaborar con los productores / proveedores.
- Potenciar compras producto local.
- Acondicionamiento/mejoras logísticas.
- Estudio de vida útil de productos.
- Implementación rigurosa de cadena de frío.
- Valorización de residuos: energía.
- Formación interna. Acciones de concienciación.

- Facilitar información clara, transparente y pertinente a nuestros consumidores, que les permita tomar decisiones con información suficiente.

6.4. Sensibilización y educación ambiental.

La prevención en materia de residuos es clave para la protección ambiental [33].

Así comienza el Programa estatal de prevención de residuos 2014-2020, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente sobre esta materia. Uno de los muchos que se han escrito y que parecen no servir para mucho teniendo en cuenta el estado en el que tenemos nuestros cubos de las basuras, que se llenan anualmente con la nada envidiable cantidad (pese a su reducción) de 450 kg/hab/año. Y sin duda, uno de los factores imprescindibles para promover la prevención es la sensibilización previa de los usuarios, de los consumidores, de quienes cada día nos enfrentamos con tres, cinco o un solo cubo de la basura.

El mejor residuo es el que no se genera. El papel de las administraciones públicas es crucial. Las ventajas de la prevención frente a otras opciones de gestión de residuos son claras. Para las administraciones la prevención supone una magnífica oportunidad para integrar políticas de ámbitos muy diferentes (...).

Son muchas las frases muy acertadas que se recogen en este documento y en muchos otros, pero que a la hora de revisar lo que acaba en el vertedero, no parecen haber sido de gran ayuda:

Objetivos intermedios para los residuos que en el 2020 se haya reducido la generación per cápita de los residuos; que la recuperación de energía se limite a los materiales no reciclables; que se haya eliminado prácticamente el depósito de residuos en vertederos; que la legislación sobre residuos se aplique en su totalidad, etc.

Esta Directiva refuerza el principio de jerarquía en las opciones de gestión de residuos. Siguiendo esta jerarquía, la prevención es la mejor opción de gestión seguida y en este orden, de la preparación para la reutilización, del reciclado, de otras formas de valorización (incluida la energética) y por último de la eliminación (el depósito en vertedero entre otras).

Este documento [33] es de finales del 2013 y no parece que en estos casi tres años haya habido muchos cambios que hagan ver que vamos a conseguir cumplir esa hoja de ruta para el 2020. Seguramente haya infinidad de razones que expliquen la falta de éxito de las políticas, pues son diversas las barreras (institucionales, económicas, comerciales, tecnológica y también políticas, por supuesto) con las que se enfrenta este objetivo, pero sin duda una de las más relevantes son las BARRERAS SOCIALES, a las que nos enfrentamos individual y colectivamente y que abordamos en estas páginas. Los educadores ambientales están convencidos de que son esos instrumentos sociales -la información, la sensibilización, la educación, la capacitación, la participación, etc.- los que, utilizados en paralelo junto con el resto de ámbitos de intervención (tecnológico, político), pueden suponer el éxito o el fracaso de modelos alternativos de gestión de residuos. Pero lo que está claro es que para empezar, que hay que llevar a cabo campañas y, sobre todo, mantenerlas. Pero no sin una planificación previa, sin un análisis detallado del entorno social en el que se va a desarrollar; no sin reconocer y resolver las barreras sociales con las que chocamos al lanzar mensajes y propuestas como las del compostaje.

Las barreras sociales ante la gestión de los biorresiduos

Es cierto que son muchas esas barreras sociales que impiden que los biorresiduos dejen de ser considerados un residuo (quizá la primera sea su propia denominación), que no sea la basura de nuestros hogares, sino un magnífico abono con el que poder mejorar nuestras macetas y jardines sin dejar ningún rastro en vertederos tan costosos de gestionar. En este breve comentario no vamos a pretender sistematizar todas las existentes, sino apenas esbozar algunas de las que consideramos más relevantes a la hora de pergeñar los argumentos, los mensajes y recursos de los instrumentos sociales para la sostenibilidad.

Una de estas barreras para la gestión de los biorresiduos es que el de orgánico es el último contenedor que se ha incorporado- o que tiene que incorporarse- a los cubos de residuos que ya tenemos en nuestros hogares. Y a estas alturas, la mayoría de los consumidores pensamos que ya estamos haciendo suficiente trabajo en este tema de la separación, cada vez con más cubos que no nos caben en nuestras casas cada vez más pequeñas. Así que nos resistimos, nos oponemos y nos rebelamos ante este aumento que parece no tener fin y ocupar nuestro exiguo espacio. Son muy pocos los municipios en los que el contenedor de orgánico ha tenido prioridad ante el de envases, pero ni siquiera esta decisión ha sido clave para el éxito de esta gestión. Valladolid es uno de los municipios en los que en el 2002 se apostó por esta separación de residuos orgánicos en un cubo y el resto en otro, además del contenedor azul y del verde, pero a día de hoy no se ha logrado que este sistema funcione correctamente.

Otra barrera es que se trata de la fracción pobre: a diferencia de lo que ocurre con el papel, el vidrio o con el resto de envases, en el ámbito de la materia orgánica no hay actores económicos que generen negocio, ni que gestionen esa parte de nuestro cubo de la basura o que al menos se encarguen de que ese residuo tenga un valor y se pueda gestionar correctamente. Y desde luego no es un problema de que esta parte del cubo de la basura sea difícil de transformar y no tenga un valor. Es más, si al menos lográramos que esta fracción no la lleváramos de un lado a otro, gastando recursos económicos y contaminando en este transporte, ya sería un gran avance en la gestión de esta parte (casi la mitad) de nuestros residuos.

Mirando hacia fuera, no podemos dejar de hacer ver que los de la prevención y la reducción son mensajes contrahegemónicos: Como ciudadanos, a diario estamos sometidos (dice la literatura publicitaria) al impacto de más de 3000 mensajes publicitarios, mayoritariamente destinados a provocarnos el ansia del consumo como satisfactor de nuestras 'necesidades'. En este caldo, nuestros mensajes (que promueven la suficiencia, el ahorro, la austeridad, la responsabilidad...) son absolutamente anecdóticos y contrarios a la marea general de ese 'hedonismo consumista'.

Por último, tenemos que hacer referencia a las barreras que toda acción para conseguir retos colectivos tiene en nuestra sociedad. Son las mismas barreras a las que se enfrenta la separación de residuos en general y que a menudo oímos a los consumidores como justificación para no hacer dicha separación en sus hogares: la lejanía del contenedor, están siempre llenos, el resto de la gente no separa, el camión lo junta todo, ya pago la tasa de basuras, etc. El listado es muy largo, pero lo que está claro es que son las barreras clásicas de los retos colectivos en una sociedad cada vez más individualizada y que fomenta el bienestar individual frente al bien colectivo.

Estas barreras son comunes a casi todos los territorios pero ya hay algunos municipios o comunidades que han logrado salvarlas con mayor o menor éxito, así que siempre

es una buena idea mirar a quien nos lleva tiempo de ventaja en resolver los problemas que nosotros todavía tenemos, e intentar mejorar esa solución que ellos ya han puesto en marcha. E intentar, de esa manera, poder aprovecharnos de las claves de éxito de otras campañas. Vamos a detenernos en algunas de ellas.

Las claves de éxito en una buena gestión de los biorresiduos

Las claves de éxito son muchas: tantas como pequeños triunfos han cosechado los proyectos ya puestos en marcha. Quizá no se puede hablar de éxito rotundo en ninguno de ellos, o de una sola clave, pero lo que está claro es que hay que empezar con esos triunfos y claves que se pueden adaptar mejor a nuestra localidad, a nuestros vecinos e incluso a cada uno de los hogares de forma individualizada. Porque igual lo que nos viene bien a unos, no es tan fácil para otros.

Transmitir la importancia de nuestra responsabilidad con esta fracción como en el resto de las fracciones. Se ha hecho mucho esfuerzo en algunas campañas y algunas de las fracciones de nuestro cubo de la basura han tenido más éxito. El papel y cartón y el vidrio han conseguido en gran parte que muchos de nosotros nos sintamos “culpables” si los depositamos en otro contenedor que no es el azul o el verde, seguramente porque ya llevan muchos años con nosotros y el gesto de separar el papel o el vidrio lo hemos ya normalizado y asimilado a ‘gesto cívico’; apoyarnos en estas fracciones que nos preceden, será facilitar al ciudadano para que asuma la normalización de un gesto que ya le es cotidiano. Otro ejemplo de responsabilidad con la parte orgánica de su basura es la de 400 familias y tres centros escolares que participan, de forma voluntaria en la recogida selectiva de la fracción orgánica en la Mancomunidad de Valdizarbe, con la implantación del quinto contenedor. En este caso los participantes reciben charlas sobre cómo realizar esta separación en origen y una llave para ser los únicos que pueden acceder al contenedor y evitar que su buen hacer se vaya al traste por cualquier bolsa con impropios o con una bolsa que no sea compostable. Este modelo, que refuerza el sentido de responsabilidad de los participantes, se sigue en otras localidades y Mancomunidades, entre ellas también la de San Marcos en Guipúzcoa [63].

Dar valor al hecho de reciclar, poner en positivo este gesto. Sobre todo, evitar el catastrofismo que tan fácil y tan a menudo hemos utilizado los educadores ambientales. En O Grove (Pontevedra) [63] con el apoyo y trabajo de Amigos de la Tierra, y el reparto de 400 compostadores para otros tantos hogares, se ha reducido en un 40% los residuos no recuperables de los grovenses. Esta es una de las mejores formas de convencer a los usuarios de que lo que podría haber sido basura, se ha convertido en un abono estupendo para sus plantas con muy poco esfuerzo. Y en Galicia no se han quedado ahí, y son más de 6.000 compostadores los que se han repartido entre 134 concellos, 54 centros educativos y 9 colectivos sociales que se encuentran adscritos al programa de autocompostaje realizado por Sogama. También el Ayuntamiento de Madrid ha puesto en marcha un programa piloto de compostaje de materia orgánica doméstica que ha involucrado a 2.000 personas y al que ha llamado Agrocomposta, destinado a la recuperación de la materia orgánica del cubo de basura, y con el que se han compostado, en cinco meses, 17.500 kilos de restos de comida y plantas. En este caso se trata de una “donación” de los restos orgánicos: los hogares llevan sus restos orgánicos a los puntos de recogida, entre otros, los huertos urbanos de Madrid y esos restos se procesan en las huertas periurbanas de las que a su vez salen alimentos para la ciudad. Una buena forma de cerrar el ciclo.

La separación de la fracción orgánica es fácil, es intuitiva y es sencillo de comunicar qué es lo que compostar y que es lo que tarda demasiado tiempo en desaparecer, y

por tanto lo consideramos un impropio que no debemos depositar en ese cubo. Mostrar la factibilidad del proceso de compostaje es, al fin y al cabo, mostrar que este proceso de transformación es lo que muchos de nuestros abuelos hacían en sus propios corrales, haciendo desaparecer y transformando kilos y kilos de restos orgánicos. Ahora, en algunos hogares, estamos recuperando ese proceso que nos parece magia y que merece la pena compartir y promover.

El proceso de compostaje es fácilmente comprensible: es muy fácil entender como pasamos de un cubo lleno de restos orgánicos a un puñado de materia negra que huele a tierra recién mojada y que parece que acabamos de coger del bosque. Aunque seguiremos pensando que es magia esta transformación en unos pocos meses, en seguida nos aparecen figuras, imágenes, olores que nos hacen evocar sencillamente este proceso que, en otras fracciones, resulta más complejo, más invisible, más alejado mental y conceptualmente.

No es costoso ni física ni económicamente: es mucho menos de lo que podemos imaginar, y esto deberíamos de saber comunicarlo.

Sin duda la simultaneidad de las acciones sociales con la movilización de alguna de las otras dimensiones del cambio (estímulos económicos, cambios normativos, incorporaciones tecnológicas...) asegura mayores éxitos. Podríamos repasar algunos casos concretos en los que se ha hecho esfuerzos en uno de estos sentidos, o en una combinación de los mismos, para conseguir reducir nuestro consumo de determinados productos o cambio de hábitos y ver que, efectivamente, con unas buenas medidas y campañas eficaces, se puede conseguir muy buenos resultados. Un caso muy cercano y claro es el de las bolsas comerciales de un solo uso. A juzgar por todas las acciones realizadas por el Ministerio [64], el esfuerzo ha sido grande desde las administraciones, y hay una amplia documentación en la que se puede ver la repercusión que estas acciones han tenido en los medios; y somos conscientes de lo bien que funciona lo que nos repiten hasta la saciedad y en formatos muy atractivos, como son la publicidad o los medios de comunicación. Pero en esta campaña no tendríamos que olvidar que quizás también una de las claves ha sido la económica (unos pocos céntimos han servido para disuadirnos de que era mejor llevar nuestra propia bolsa de casa y hemos logrado una reducción per cápita del orden de 300 unidades anuales a la mitad en menos de 5 años). Estas mismas claves son las que llevan utilizando desde hace mucho tiempo otros países que nos llevan la delantera en la separación en origen de la fracción orgánica, como Suiza, donde reciclar es gratis, pero si tiras basura, tienes que pagar por esa bolsa que has tirado.

En Rivas Vaciamadrid (Madrid) llevan apostando mucho tiempo por ofrecer varias posibilidades a sus habitantes y hay más de mil familias que están inscritas en el programa compostaje y vermicompostaje que puso en marcha el centro de recursos ambientales Chico Mendes: otra clave para el éxito: ofrecer distintos modelos de gestión adaptados a cada municipio en incluso a cada individuo: a gran escala, a pequeña escala, de manera individualizada [63].

Hay muchos más ejemplos de buenas prácticas en este campo, y Composta en Red es un buen ejemplo de buen hacer y de fomento y promoción del compostaje. Llevan ya seis años realizando el seminario sobre compostaje doméstico y comunitario, muchos boletines y varias publicaciones¹¹.

¹¹ Para más información, consultar la página web: <http://www.compostaenred.org>

La necesaria investigación social

Pero todas estas propuestas pueden quedarse en ideas bienintencionadas si no se enmarcan en un proceso de planificación riguroso. Un proceso que ha de nacer en una investigación previa del contexto y del sustrato en el que se va a desenvolver el proceso de mejora en la gestión de residuos. Sin saber qué le pasa a la gente por la cabeza cuando habla de separación, sin conocer el grado de verosimilitud que tiene el sistema actual de recogida, sin atisbar cómo es esa relación que los vecinos y vecinas establecen con sus cubos de basura, todas las genialidades de creativos, educadores y técnicos juntos, etc. Pueden acabar en cualquier contenedor, como si fueran unos impropios cualquiera.

6.5. Consumo responsable.

Desde el consumo responsable también se puede influir en la generación de biorresiduos. En ese sentido, a continuación se expone un listado de las medidas que se pueden llevar a cabo por parte de los ciudadanos para reducir la producción de esta clase de residuos.

- Se puede optimizar el envase de los productos para evitar que se produzcan pérdidas de producto una vez abierto (debe garantizar la calidad del contenido si no se usa en un solo servicio).
- Lanzar o reforzar las campañas de información al consumidor para que sepa cómo mantener el producto en óptimas condiciones el máximo tiempo, o qué envase alternativo es mejor usar.
- En los productos donde sea posible por razones calidad y seguridad alimentaria, priorizar la venta a granel frente a los productos envasados, cuando sea posible. El propósito es que el consumidor pueda comprar la cantidad justa de alimento que necesita, con un formato de envase adecuado y que preserve sus propiedades y la seguridad alimentaria.
- Control de las ofertas promocionales de productos perecederos (p.e 2x1 en huevos, en verduras o frutas)
- Optimización en el tamaño de las raciones y/o dar alternativas para adecuarse a hogares de diferentes tamaños.
- Mejora de la indicación de fechas de consumo en los productos perecederos y campañas de información/sensibilización al consumidor sobre la correcta interpretación de las fechas de consumo preferente y fechas de caducidad.
- Mejorar la información sobre las porciones adecuadas a servir (tamaño de los platos o boles).
- Enseñar a los consumidores a aprovechar mejor las sobras.
- Educar a los consumidores a:
 - No elegir los productos solo con criterios estéticos. Para ello es necesario tener en los puntos de venta oferta de diferentes productos más o menos bonitos a diferentes precios y que el consumidor tenga la

capacidad real de decidir si su criterio es estético o es lo que se le ofrece.

- Almacenar los alimentos de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Para eso debe mejorarse la información que se da en muchas etiquetas y ayudarla.
- Aprender la correcta interpretación de las fechas de consumo preferente y fechas de caducidad.
- Planificar las comidas y hacer las compras en base a eso
- Pedir las sobras cuando comemos fuera de casa.
- No llenar los platos en exceso o pedir raciones excesivas. Es mejor repetir si nos quedamos con hambre ya que reutilizar lo sobrante en la fuente o en la olla es mucho más fácil que lo del plato, que puede estar contaminado y es menos higiénico.
- Congelar la comida que no vaya a usarse y/o cocinar con las sobras¹².
- Aprovechar las partes menos nobles para hacer caldos o purés.

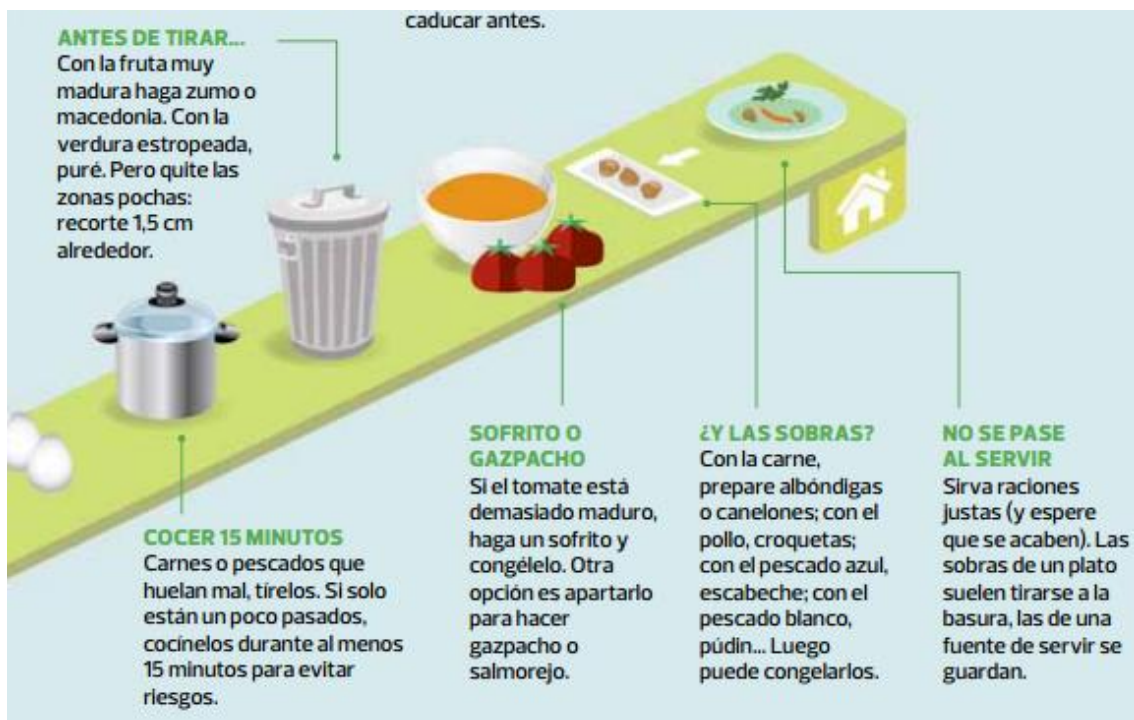


Figura 48: Consejos para reducir el despilfarro de alimentos “De usted depende”. Fuente: [34].

- Gestionar ~~residuos~~ de forma adecuada los residuos.

¹² Ver ideas en artículo “recetas con sobras”, folleto MAGRAMA donde se recopilan recetas para cocinar con sobras o productos a punto de estropearse (campaña MAGRAMA “Buen provecho”).
http://www.alimentacion.es/imagenes/es/Folleto%20recetario_tcm5-56230.pdf

6.6. I+D+i

A lo largo de este documento se ha podido ver como el tema de la gestión de la materia orgánica y los biorresiduos es extenso y complicado. En esta gestión intervienen numerosos agentes de muy distinta índole que trabajan conjuntamente o de forma individual en distintas etapas del proceso. Las capacidades técnicas y tecnológicas de cada uno de ellos afectan directamente a las posibilidades de gestión y transformación de la materia orgánica.

Conforme la ciencia y la tecnología avanzan, se pueden construir nuevas infraestructuras para la gestión de los biorresiduos. Continuamente nos llegan noticias de nuevos proyectos de investigación sobre como reciclar los biorresiduos para transformarlos en nuevos subproductos que cierren el ciclo de la materia orgánica. Estos proyectos, que se desarrollan en distintos lugares del mundo, pueden generar nuevas líneas de investigación que si llegan a buen puerto se convierten en nuevas soluciones para el reciclaje de los biorresiduos o en alternativas a la gestión de los mismos que venimos haciendo en los últimos años.

Por tanto, la investigación de I+D+i es fundamental en un campo como el de la gestión de residuos, donde los problemas planteados por los objetivos que el medioambiente y la sociedad exigen parecen inalcanzables al ritmo de reciclaje actual.

A continuación, hemos querido incluir algunas líneas de investigación o proyectos novedosos de los que este comité ha tenido conocimiento durante la redacción del presente documento.

- **Valorización química de residuos: de subproductos a materias primas.** En un estudio realizado en 2013 por la Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible [65], se analizó, entre otras, posibles soluciones y tecnologías o capacidades necesarias para el desarrollo de nuevas aplicaciones de los residuos. Asimismo, se realizó una estimación del marco temporal de desarrollo a medio y largo plazo (2015-2020). En concreto, en este estudio se analizan las posibilidades de valorización de los biorresiduos industriales, agroalimentarios, forestales y urbanos como materias primas en determinados bioprocesos, señalando que a medio plazo se pretende desarrollar una serie de tecnologías que permitan obtener, a partir de este tipo de residuos, materiales de alto valor añadido como bioproductos, nanomateriales o biopolímeros.
- **Compostaje local industrial.** Se trata de compostar in situ, mediante maquinaria (no compostadoras domésticas), los residuos orgánicos que producen determinadas industrias (alimentaria incluida), centros comerciales, parques de ocio, etc. Estos orígenes producen unos volúmenes no compostables mediante compostadores domésticos. Hoy por hoy, este residuo está yendo mayoritariamente a vertedero o a plantas de biorresiduos.

- **Procesamiento del digestato para la producción de fertilizantes N-P-K a medida.** El proyecto europeo WAVALUE¹³ está trabajando en convertir residuos orgánicos en fertilizantes capaces de competir con los productos de importación que hay actualmente en el mercado. En el anexo 3 del presente documento se encuentra una ficha informativa de este proyecto.
- **Lombricultura.** Es un proceso complementario a la producción de compost, con el que se puede obtener productos de mayor valor añadido y, además, ser una vía de salida ante una potencial saturación del mercado de compost, cuando la recogida selectiva orgánica se aplique masivamente.

¹³ Para más información, consultar la página web del proyecto: <http://www.wavalueproject.eu/>

7. Presentación del documento preliminar

Dentro del eje de residuos del Conama 16, el jueves día 1 de diciembre de 2016, tuvo lugar en la sala Madrid del Palacio Municipal de Congresos de Madrid, la presentación del documento preliminar elaborado por el Comité del grupo de trabajo de Conama (GT-15: “*El reto de la gestión de materia orgánica*”), que sirvió para contextualizar la celebración de un debate posterior en la cual participaron algunos de los miembros del Comité y el público asistente a dicha jornada.

La jornada se inició con la presentación del documento preliminar que previamente había sido publicado en la página web de la Fundación Conama para su consulta. En ella, se realizó una explicación del contexto general de la gestión de materia orgánica y los biorresiduos que sirvió de introducción a partir de la cual se realizó una breve descripción de las fases que constituyen la cadena de valor de la materia orgánica y de las distintas alternativas existentes para la gestión de los biorresiduos en cada una de ellas. Esta parte de la jornada fue realizada por las 3 personas responsables de la coordinación del grupo de trabajo: Javier Puig de la Bellacasa (Fundación Conama), Laura Ronquillo (Fundación Conama) y David Gimaré (Asociación de Ciencias Ambientales).



Figura 499: Sala Madrid durante la presentación del documento de trabajo del GT-15:

Como enlace entre la primera y la segunda parte de la sesión se proyectó el video “Residuos y salud” del proyecto Medio Ambiente y Salud de la Asociación de ciencias ambientales para CONAMA 2016¹⁴.

En la segunda parte de la jornada se conformó una mesa de debate sobre los temas más significativos abordados en el documento de trabajo por el Comité del grupo de trabajo. Dicho debate fue moderado por Luis Guijarro (periodista ambiental) y en él participaron:

- Miguel Ángel Magaña Loarte. Jefe de Servicio de Tratamiento y Eliminación de Residuos. Parque Tecnológico de Valdemingómez Ayuntamiento de Madrid.
- Carmen Redondo Borge (HISPACCOP).
- Isabel Tarín Egoscozabal (Urbaser).
- Paula Cinto Pardiñas (FIAB).
- Mikel Garay (Cimas Innovación Y Medio Ambiente)
- Margarita de Gregorio (BIOPLAT).
- Aurora García Cañaverl (IAT).

El debate fue planteado a través de varios bloques de discusión generados a partir de los aspectos expuestos en el documento preliminar. Como conclusión final dicho debate, se desatacaron los siguientes aspectos:

- Importancia de la separación en origen. Se hizo especial hincapié en la importancia del ciudadano dentro de la cadena de gestión de los biorresiduos generados en el ámbito domiciliario ya que la calidad de dichos residuos y sus posibilidades de tratamiento depende en gran medida de la eficacia en la segregación inicial. Y por tanto, se debería reforzar las campañas de comunicación y sensibilización ciudadana, así como aumentando la transparencia sobre los costes que suponen la gestión de esta clase de residuos.
- Otro de los aspectos que se abordaron en el debate fue lo determinante de tener unos criterios estandarizados para definir desperdicio alimentario y diferenciarlo

¹⁴ El video se puede visualizar en el canal de YouTube de ACA, en el siguiente enlace:
<https://www.youtube.com/watch?v=9rHVHk0oMk0&index=7&list=PLx2u4H8hPk5CxLgl-1c3yIlgNOq9n4AjTO>

de residuo alimentario para intentar maximizar el reaprovechamiento de la materia orgánica en toda la cadena de valor.

- Los ponentes subrayaron la importancia de tener más información sobre la rentabilidad del tratamiento de los diferentes tipos de biorresiduos para potenciar su adecuada gestión conforme a los criterios establecidos en la normativa aplicable.
- Al igual que ocurre con otros tipos de residuos, las metodologías para la obtención de datos sobre el tratamiento y gestión de los biorresiduos varían según el país de la Unión Europea que la realice, y eso dificulta la comparación y la determinación del cumplimiento con los objetivos definidos en la legislación.
- Durante el debate se propone modificaciones en la legislación sobre material bioestabilizado y compost, en el ámbito de los criterios para determinar si un biorresiduo es considerado de una manera u otra. Se considera adecuado calificar estas sustancias en base a la calidad del producto obtenido después de su tratamiento y no tanto por su origen. Acompañado por un control de calidad exhaustivo que garantice el cumplimiento de unos umbrales mínimos de calidad.
- Durante el debate se mencionó una práctica que se está extendiendo en instalaciones como los vertederos. Esta es la recuperación de residuos de alto valor (como los llamados metales preciosos o tierras raras) a través de procedimientos de minería de vertederos. Estas nuevas prácticas ponen en valor la necesidad de mejorar la información sobre los residuos que vertemos, pues muchos de estos residuos que ahora se pretenden recuperar para su reutilización por su elevado valor, no fueron considerados de ninguna utilidad en el momento de su deposición.



Figura 5050: Ponentes que conformaron la mesa de debate durante. De derecha a izquierda Isabel Tarín, Mikel Garay, Paula Cinto, Luis Guijarro, Aurora García, Carmen Redondo y Margarita de Gregorio:

Por último, desde la mesa de debate se lanzaron una serie de propuestas que serían interesantes abordar en futuros grupos de trabajo de Conama entre las que destacan:

- Obtener una cuantificación sobre la generación de biorresiduos cada una de las fases de la cadena de valor de la materia orgánica.
- Identificar de las barreras que impiden cerrar ciclos dentro de la cadena de valor, para buscar sinergias en su gestión por parte de los distintos agentes implicados, aplicar experiencias de éxito, optimizar su gestión y minimizar la generación de biorresiduos e incrementar la reutilización de los mismos.
- Se considera interesante la participación más activa dentro del Comité del grupo de trabajo de alguna entidad perteneciente al canal Horeca así como de la administración pública con competencias en la gestión de residuos.
- Determinar, en la medida de lo posible, las demandas concretas de los suelos del territorio nacional en materia de enmiendas orgánicas y compost para el suelo agrícola y forestal para determinar nuevos destinos esta clase de producto, atenuar la desertización y la pérdida de suelo productivo.

8. Bibliografía

Referencias principales.

- [1] J. Ansorena Miner, El compost de biorresiduos, Madrid: Mundi-Prensa Libros S.A., 2016.
- [2] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, «Plan Estatal marco de gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022,» Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 2015.
- [3] A. Rodríguez, M. Ruiz y S. Rueda, «Gestión de los residuos de competencia municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y gestión de biorresiduos de competencia municipal,» Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 2013.
- [4] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, «Memoria anual de generación y gestión de residuos de competencia municipal 2013,» Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 2013.
- [5] A. Galera, «Biorresiduos: gestión y alternativas de utilización.,» Fundación CONAMA, Madrid, 2014.
- [6] Applus Norcontrol S.L.U, «Plan piloto de caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario. Informe de resultados.,» Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012.
- [7] Instituto Nacional de Estadística, «Estadísticas de los residuos. Año 2013.,» INE-Notas de prensa, 2015.
- [8] M. Calaf Font, I. Puig Ventosa y M. Jofra Sora, Minería urbana: extracción de recursos de los vertederos., Fundación Mapfre, 2011.
- [9] Comisión Europea. Dirección general de Agricultura, «El sector cárnico en la UE,» Eugène LEGUEN DE LACROIX, Comisión Europea, Dirección General de Agricultura, Bruselas, 2004.
- [10] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, «Estrategia Española para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual,» Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 2010.
- [11] Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas (FIAB), «Alimentamos un futuro sostenible. Retos medioambientales de la industria alimentaria a 2020,» 2013.
- [12] K. Jayathilakan, K. Sultana, K. Radhakrishna y A. S. Bawa, «Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review,» *J Food Sci Technol*, vol. 49, nº 3, p. 278–293, 2012.
- [13] World Bank Group, «Environmental, Health and Safety Guidelines for Meat Processing,» International Finance Corporation - World Bank Group, 2007.

- [14] FAO, «Livestock Statistics - Concepts, Definitions and Classifications,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/economic/the-statistics-division-ess/methodology/methodology-systems/livestock-statistics-concepts-definitions-and-classifications/en/>. [Último acceso: January 2016].
- [15] I. S. Arvanitoyannis, *Waste Management for the Food Industries*, 1st ed., S. L. Taylor, Ed., Academic Press, 2008, p. 1071.
- [16] A. E. El-Beltagy, T. A. El-Adawy, E. H. Rahma y A. A. El-Bedawey, «Purification and characterisation of an alkaline protease from the viscera of boliti fish (*Tilapia nilotica*),» *Journal of Food Biochemistry*, vol. 29, p. 445–458, 2005.
- [17] I. S. Arvanitoyannis y P. Tserkezou, «Fish Waste Management,» de *Seafood Processing: Technology, Quality and Safety*, I. Boziaris, Ed., Chichester, John Wiley & Sons, Ltd, 2014, p. 263–310.
- [18] M. Archer, R. Watson y J. W. Denton, «Fish Waste Production in the United Kingdom - The Quantities Produced and Opportunities for Better Utilisation,» The Sea Fish Industry Authority, 2001.
- [19] D. Mack, T. Huntington, C. Curr y J. Joensen , «Evaluation of Fish Waste Management Techniques,» Scottish Environment Protection Agency SEPA, 2004.
- [20] I. S. Arvanitoyannis y A. Kassaveti, «Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses,» *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 43, p. 726–745, 2008.
- [21] F. Karadeniz y S.-K. Kim, «Trends in the Use of Seafood Processing By-products in Europe,» de *Seafood Processing By-Products*, S. Kim, Ed., Springer New York, 2014, pp. 11-19.
- [22] R. Sherman, «Chain management issues and good housekeeping procedures to minimise food processing waste,» de *Handbook of Waste Management and Co-Product Recovery in Food Processing*, K. Waldron, Ed., Woodhead Publishing Limited, 2007, p. 39–58.
- [23] World Bank Group, «Environmental, Health, and Safety Guidelines for Food and Beverage Processing,» International Finance Corporation - World Bank Group, 2007.
- [24] ANEA–IVAMER, «Etat des lieux des déchets et sous-produits organiques issus de l'industrie agro-alimentaire bas-normande,» 2010.
- [25] F. Decker, Interviewee, *Traitement et valorisation du lactosérum: usine Savoie Lactée à Albertville*. [Entrevista]. 15 03 2016.
- [26] K. Krich, D. Augenstein, J. Batmale, J. Benemann, B. Rutledge y D. Salour, «Biomethane from Dairy Waste,» Western United Dairymen, 2005.
- [27] W. Russ y M. Schnappinger, «Waste Related to the Food Industry: A Challenge in Material Loops,» de *Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry*, V. Oreopoulou y W. Russ,

- Edits., New York, Springer, 2007, p. 1–13.
- [28] W. Russ y R. Meyer-Pittroff, «Utilizing Waste Products from the Food Production and Processing Industries,» *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 44, nº 1, pp. 57-62, 2004.
- [29] European Flour Millers, «Food losses are close to zero in a flour mill,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.flourmillers.eu/page/waste/>. [Último acceso: 23 03 2016].
- [30] T. Rocha dos Santos Mathias, P. P. Moretzsohn de Mello y E. F. Camporese Sérvulo, «Solid wastes in brewing process: A review,» *Journal of Brewing and Distilling*, vol. 5, nº 1, pp. 1-9, 2014.
- [31] M. Oliveira y E. Duarte, «Integrated approach to winery waste: waste generation and data consolidation,» *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, vol. 10, nº 1, pp. 168-176, 2016.
- [32] D. Carro Lemos, A. Pinto Pernía y O. Portavella Cilveti, *És possible reduir els residus a les llars? Una recerca de prevenció*, Barcelona: Entitat del Medi Ambient i Agència de Residus de Catalunya, 2008.
- [33] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, *Programa Estatal de prevención de residuos 2014-2020*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013.
- [34] OCU, «Tiramos uno de cada tres alimentos,» *Compra maestra*, vol. Diciembre, nº 387, pp. 34-37, 2013.
- [35] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, *Primer Panel de cuantificación del desperdicio alimentario en hogares*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2016.
- [36] Confederación Española de Cooperativas de consumidores y usuarios. HISPACOOOP, *Estudio sobre el desperdicio de alimentos en los hogares*, Madrid: www.hispacoop.es, 2012.
- [37] Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente., «Estrategía "Más alimento, menos desperdicio",» Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente., Madrid, 2013.
- [38] Federación Española de Bancos de Alimentos (FESBAL), «Memoria anual 2015,» FESBAL, Madrid, 2015.
- [39] AECOC, «La alimentación no tiene desperdicio, aprovéchala,» [En línea]. Available: http://www.hornoelantequerano.com/archivos/DOSSIER_PRENSA_DESPERDICIO_ALIMENT.pdf. [Último acceso: 31 Octubre 2016].
- [40] OCU, «ocu.org,» 29 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.ocu.org/alimentacion/alimentos/noticias/el-desperdicio-alimentario-a-debate>. [Último acceso: 31 Octubre 2016].
- [41] M. Fernández, «El mal negocio de tirar alimentos,» *El País*, p. http://economia.elpais.com/economia/2016/04/01/actualidad/1459530888_550294.html, 16 Abril

2016.

- [42] FACUA. Consumidores en acción, «¿Qué hacen los supermercados con la comida que no venden?,» 30 Diciembre 2014. [En línea]. Available: http://www.facua.org/es/tablas/InformeFACUA_despilfarroalimentos.pdf. [Último acceso: 31 Octubre 2016].
- [43] D. García Bujarrabal, «Los supermercados tiran más de 50.000 toneladas de comida al año,» *Qué*, vol. versión online, pp. <http://www.que.es/ultimas-noticias/sociedad/201603010801-supermercados-tiran-50000-toneladas-comida.html>, 2016.
- [44] Á. Gómez Fuentes, ««Despilfarro cero»: Italia aprueba una ley que lucha contra el desperdicio de comida,» *ABC*, pp. <http://www.abc.es/sociedad/abci-despilfarro-cero-italiana-lucha-contra-desperdicio-comida->, 03 Agosto 2016.
- [45] Bioplat, "Vision for 2030".
- [46] I. del Campo Colmenar, «Proyecto FSE. Biorrefinerías: salvando brechas,» [En línea]. Available: <http://proyectofse.mx/2014/11/04/biorrefinerias-salvando-brechas/>. [Último acceso: 30 Octubre 2016].
- [47] J. Ozcariz y M. Garay, *Uso del compost y del material bioestabilizado*.
- [48] V. Castillo Sánchez, «La Estrategia Temática para la Protección del Suelo: un instrumento para el uso sostenible de los suelos en Europa,» *Ecosistemas*, vol. 13, nº 1, pp. 59-61, Enero 2004.
- [49] «Programa de acción nacional contra la desertificación,» Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación, Agosto 2008. Planificación del MARM aprobada por la orden ARM/2444/2008.
- [50] «Residuos Profesional,» 22 Enero 2015. [En línea]. Available: <http://www.residuosprofesional.com/wavalue-un-nuevo-proceso-para-producir-fertilizantes-comerciales-partir-de-digestato-de-plantas-de-biogas/>. [Último acceso: 22 Agosto 2016].
- [51] For Suelo, «For Suelo,» [En línea]. Available: <http://forsuelo.es/servicios-de-fertilizacion/usuarios-forestales/>. [Último acceso: 24 Agosto 2016].
- [52] European Commission, «Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries,» 2006.
- [53] AgTech Centre, «Energy Opportunities Anaerobic Digestion: Meat Processing,» Alberta Agriculture and Rural Development, 2013.
- [54] A. J. Cavaleiro, T. Ferreira, F. Pereira, G. Tommaso y M. M. Alves, «Biochemical methane potential of raw and pre-treated meat-processing,» *Bioresource Technology*, nº 129, p. 519–525, 2013.

- [55] Biogas3, *Biogas3 Handbook: a tool to promote sustainable production of renewable energy from small-scale biogas plants for pursuing self-sufficiency*, 2014.
- [56] G. K. Kafle, S. H. Kim y K. I. Sung, «Ensiling of fish industry waste for biogas production: A lab scale evaluation of biochemical methane potential (BMP) and kinetics,» *Bioresource Technology*, vol. 127, p. 326–336, 2013.
- [57] M. Eiroa, J. C. Costa, M. M. Alves, C. Kennes y M. C. Veiga, «Evaluation of the biomethane potential of solid fish waste,» *Waste Management*, vol. 32, p. 1347–1352, 2012.
- [58] E. A. Scano, C. Asquer, A. Pistis, L. Ortu, V. Demontis y D. Cocco, «Biogas from anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes: Experimental results on pilot-scale and preliminary performance evaluation of a full-scale power plant,» *Energy Conversion and Management*, vol. 77, p. 22–30, 2014.
- [59] G. Pesta, «Anaerobic Digestion of Organic Residues and Wastes,» de *Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry*, V. Oreopoulou y W. Russ, Edits., New York, Springer, 2007, p. 53–72.
- [60] W. Kot, M. Adamski y K. Durczak, «Usefulness of the bakery industry waste for biogas production,» *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 60, nº 2, pp. 43-45, 2015.
- [61] TherChem, «Residues from brewing industry,» 2014. [En línea]. Available: http://therchem.eu/content/background_information/brewing_technology/residues_from_brewery. [Último acceso: March 2016].
- [62] J. Jasko, E. Skripsts y V. Dubrovskis, «Biogas Production of Winemaking Waste in Anaerobic Fermentation Process,» *Engineering for Rural Development*, vol. 11, pp. 576-579, 2012.
- [63] J. Rico, «El País. "¿Sirve para algo el quinto contenedor?»,» 01 Septiembre 2016. [En línea]. Available: http://elpais.com/elpais/2016/08/29/ciencia/1472465394_990668.html. [Último acceso: 30 Octubre 2016].
- [64] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, «Informe final Campaña institucional para la reducción de bolsas comerciales de un solo uso 2010-2011,» 2010-2011. [En línea]. Available: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/campanas/Campa%C3%B1a_bolsas_comerciales_un_solo_uso_informe_final_tcm7-188394.pdf. [Último acceso: 25 10 2016].
- [65] Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible, SusChem-España, «El futuro de la Química Sostenible. Hoja de Ruta,» Ministerio de Economía y Competitividad, Madrid, 2013.
- [66] Urbaser, «Plantas de Digestión Anaerobia,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.urbaser.es/seccion-15/Plantas-de-Digestion-Anaerobia>. [Último acceso: December 2015].

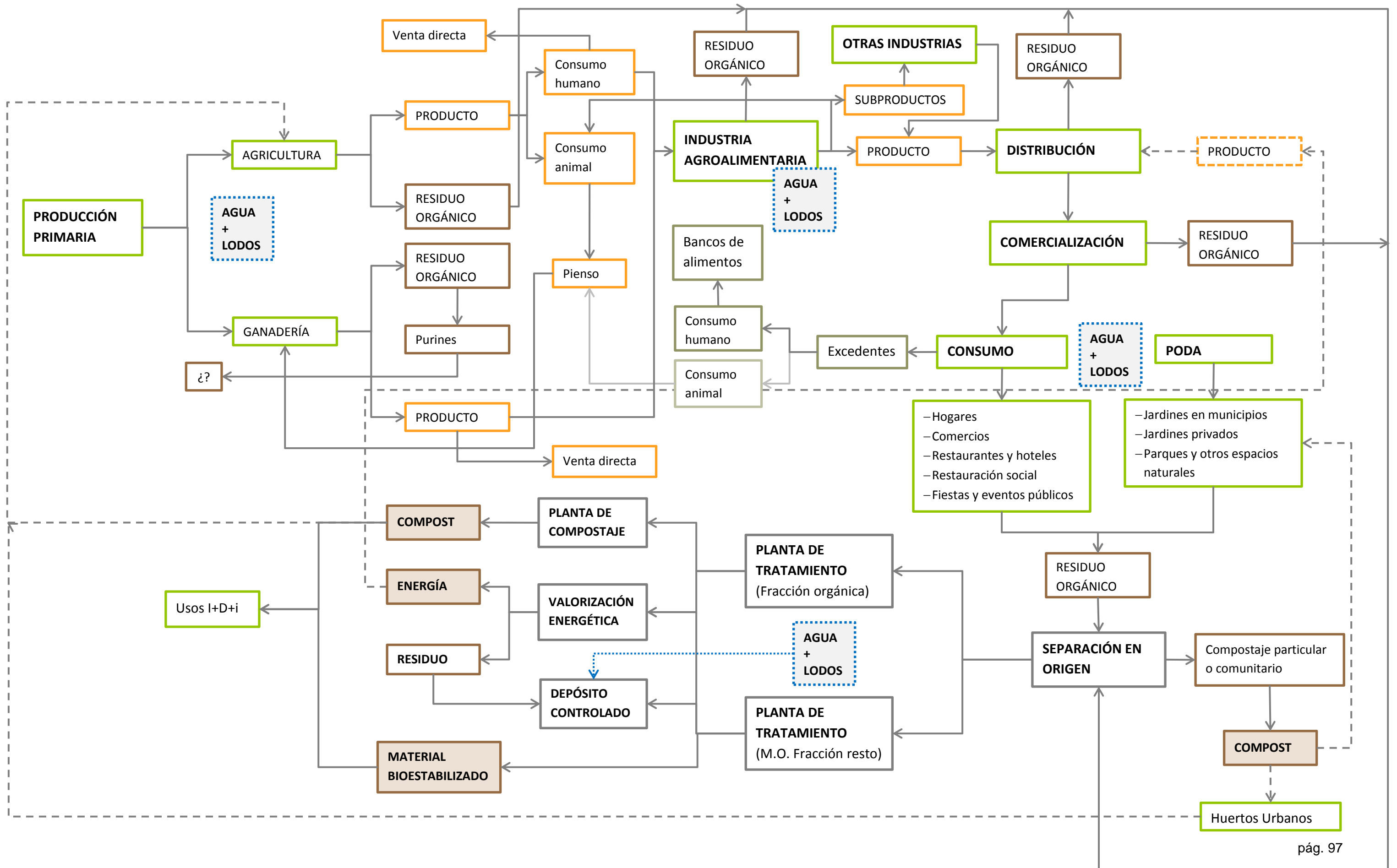
- [67] Gobierno de Navarra, «Alternativas de tratamiento de materia orgánica. Revisión 1,» de *Plan Integrado de Gestión de Residuos de Navarra 2025*, Gobierno de Navarra – Departamento Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, 2015.
- [68] Agencia Andaluza de la Energía, «Estudio básico del biogás,» Agencia Andaluza de la Energía – Conserjería de Economía, Innovación y Ciencia, 2011.
- [69] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, «Introducción a los modelos de gestión de residuos,» [En línea]. Available: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/modelo_gestion/. [Último acceso: 25 Septiembre 2016].
- [70] EC, «Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries,» European Commission, 2006.

Referencias secundarias.

- Composta en red. <http://www.compostaenred.org>
- Documento de Visión a 2013. BIOPLAT. http://www.bioplat.org/setup/upload/modules_docs/content_cont_URI_625.pdf
- El sector de la bioenergía en España. BIOPLAT. http://www.bioplat.org/setup/upload/modules_docs/content_cont_URI_3886.pdf
- Energía de la biomasa. IDAE. http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Energia_de_la_biomasa_A2007.pdf
- Evaluación de Potencial de Energía de la Biomasa. IDAE. http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_11227_e14_biomasa_e4b7527a.pdf
- Loveland, P., Webb, J. <<Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. >> *Revista Soil and Tillage Research* volumen 70, páginas 1-18. Marzo 2003.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <<Sandach: subproductos de origen animal no destinados a consumo humano.>> Madrid, 2013.
- Navarro Pedreño, J., Moral Herrero, R., Gómez Lucas, I., Mataix Beneyto, J. <<Residuos Orgánicos y Agricultura. Universidad de Alicante. Secretariado de Publicaciones.>> Universidad de Alicante, 1995.
- Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020. <http://www.idae.es/index.php/id.670/mod.pags/mem.detalle>

- Plan de Implementación a 2015. BIOPLAT.
http://www.bioplat.org/setup/upload/modules_docs/content_cont_URI_2853.pdf
- Proyecto europeo WAVALUE. <http://www.wavalueproject.eu/>
- Situación y potencial de valorización energética directa de residuos. IDAE.
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e15_residuos_c3_ead071.pdf
- Unión por la biomasa. www.unionporlabiomasa.org
- Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentile, A.R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C. y Selvaradjou, S.K., 2004. <<Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection.>> EUR 21319 EN/3, 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

ANEXO 1. Diagrama flujo materia orgánica y biorresiduos



Leyenda

M.O. Materia Orgánica



Recuadro general



Producto



Excedente



Residuo
Recuadro general Gestión de residuos



Punto clave de la gestión de residuos



Dirección y sentido inicial del flujo de M.O.



Dirección y sentido de retorno del flujo de M.O.

ANEXO 2. Documentación de ampliación

Anexo 2.1. Marco legal de los residuos y subproductos procedentes de la industria de alimentos y bebidas

A nivel europeo

Existen dos legislaciones principales en Europa que regulan los residuos procedentes de la industria de alimentos y bebidas: la Directiva Marco de Residuos (Directiva 2008/98/CE) y el Reglamento (CE) N° 1069/2009 sobre subproductos animales. La primera no aborda de forma específica estos residuos, pero proporciona una definición general, unas directrices sobre residuos orgánicos, subproductos y sus principales obligaciones. La segunda establece obligaciones específicas para la manipulación de subproductos animales y de flujos de residuos que contengan parte de dichos subproductos.

La **Directiva 2008/98/CE** (conocida como Directiva Marco de Residuos, en adelante, DMR) define de una serie de conceptos relacionados con los residuos y establece los principios generales para la organización de la gestión de los mismos. Esta DMR define como residuo “*cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse*”. Su artículo 5 proporciona una definición de subproducto, término comúnmente aplicado a las salidas orgánicas de los procesos de la industria de alimentos y bebidas. El término subproducto se define como

“una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto, que puede ser considerada como subproducto y no como residuo con arreglo al artículo 3, punto 1, únicamente si se cumplen las condiciones establecidas en este mismo artículo”.

El uso más común como subproducto de los residuos procedentes de la industria de alimentos y bebidas es el uso como alimento animal (p.ej. en el caso de verduras o pieles de frutas). Las salidas orgánicas de las empresas alimentarias pueden ser considerarse como residuo o subproducto en función de su uso. Los subproductos animales están excluidos de la DMR ya que se abordan en un Reglamento específico que se detalla más adelante.

Entre los principios establecidos por la DMR, el más importante es la jerarquía de residuos, que establece un orden de prioridad respecto a la gestión de residuos. Esta jerarquía se muestra en la siguiente tabla, junto con algunos ejemplos de aplicaciones para los residuos de alimentos y algunos comentarios:

Nivel jerárquico	Ejemplos para residuos alimentarios	Comentarios
Prevención	Evitación directa (modificación de los procesos...) Redistribución de los productos no conformes a bancos de alimentos	Es un reto proporcionar una lista exhaustiva con acciones preventivas para las industrias de alimentos y bebidas. FoodDrinkEurope ha publicado una serie de herramientas para el Desperdicio de Alimentos (2015) y un informe dedicado a dicho aspecto (2014).
Preparación para la reutilización	Esto concierne principalmente a los subproductos usados como alimento animal.	Hay muchos ejemplos de usos industriales de los subproductos animales (cosmética, medicina, etc.). El uso como alimentación animal depende de varios factores,

		principalmente del valor nutricional del subproducto, la legislación aplicable, la cantidad generada y la demanda local.
Reciclado	Compostaje Digestión Anaerobia Desacondicionamiento Esparcimiento	El reciclado es la opción más adecuada para los residuos orgánicos separados. Sin embargo, los productos envasados no conformes o caducados también pueden enviarse para ser reciclados a través de plantas de desacondicionamiento, en las que se separa la fracción orgánica de los envases. Las dos fracciones resultantes se envían para recuperación orgánica y de material. Las fracciones orgánicas separadas también pueden ser enviadas a plantas de pre-tratamiento (esterilización, etc.) antes del reciclado.
Otro tipo de valorización	Incineración con recuperación de energía Coincineración	La recuperación de energía concierne a los productos lignocelulósicos y a otros productos con alto potencial calorífico como la grasa.
Eliminación	Incineración sin recuperación de energía Vertido	

Figura 51: Jerarquía de residuos y opciones de gestión de los residuos orgánicos de la industria de la alimentación y la bebida.

La Directiva también establece que los Estados Miembros deben promover la recogida separada de residuos orgánicos para compostaje o para la DA de los mismos y asegurar “el uso de materiales ambientalmente seguros producidos a partir de residuos orgánicos”. La DMR no señala requisitos específicos sobre los residuos de alimentos y bebidas.

El paquete sobre la **Economía Circular** adoptado por la Comisión Europea en diciembre de 2015 incluye revisiones a algunas propuestas legislativas sobre residuos, entre las que se encuentra la DMR. Entre los principales elementos de la legislación europea sobre residuos propuestas para revisión se encuentran:

- La limitación gradual del depósito de residuos municipales en vertederos hasta un máximo del 10% en 2030;
- Una mayor armonización y simplificación del marco legal sobre los estados de los subproductos y de fin de la condición de residuo;
- Nuevas medidas para promover la prevención, incluso para los residuos de alimentos, y la reutilización.

Por otra parte, la **Directiva 1999/31/CE** sobre vertidos de residuos establece los objetivos para la reducción del vertido de los residuos biodegradables con la siguiente meta: “los residuos municipales biodegradables destinados a vertederos deberán haberse reducido hasta un 35% de la cantidad total (en peso) de los residuos municipales biodegradables generados en 1995”. Es probable que las futuras

Directivas prohíban progresivamente el vertido de residuos biodegradables en vertederos.

Por último, los **Reglamentos (CE) 1069/2009 y (UE) 142/2011** establecen las reglas para la gestión de los subproductos de origen animal no destinados al consumo humano (SANDACH). En particular establecen las reglas para la utilización o eliminación de los subproductos animales. Algunos subproductos animales presentan importantes riesgos sanitarios y se define el tratamiento apropiado para limitar dichos riesgos. Se regula la gestión de los subproductos animales desde su generación hasta su uso final, recuperación o destrucción para asegurar que no generan ningún riesgo para la salud pública, la salud animal o el medio ambiente, y especialmente para asegurar la seguridad de la cadena alimentaria. Los subproductos animales se definen como *“cuerpos enteros o partes de animales o productos de origen animal no destinados al consumo humano”* y se clasifican en tres categorías que se presentan en la siguiente tabla:

Cat.	Materiales	Posibles usos y tratamientos
1	Se consideran como materiales de muy alto riesgo e incluyen animales sospechosos de estar infectados o afectados por una encefalopatía espongiforme transmisible (EET), los animales de compañía, de zoológico y de circo, los animales utilizados para experimentación y los animales salvajes si están infectados con enfermedades transmisibles.	Eliminación como desechos mediante coincineración (previo procesamiento mediante esterilización a presión si es requerido por la autoridad competente); Para subproductos animales afectados por EET: esterilización a presión, marcado permanente y enterramiento en un vertedero autorizado; Utilización como subproducto. No es posible la digestión anaerobia.
2	Estos materiales presentan un riesgo e incluyen estiércol, contenido del aparato digestivo, productos que contengan contaminantes cuya concentración supere determinados niveles, productos importados de terceros países y que no cumplan con la legislación Comunitaria, y cualquier subproducto animal que no estén incluidos en la categoría 1 ó 3.	Incineración y coincineración; Disposición en vertedero tras esterilización; Utilización para la fabricación de abonos orgánicos o enmiendas del suelo; Compostaje o envío a DA tras esterilización a presión (que puede ser opcional para algunos subproductos animales tales como estiércol, leche y productos lácteos, calostro, huevos y ovoproductos); Aplicación sobre tierras sin procesamiento para los subproductos animales mencionados en el punto anterior; Utilización como subproducto.

3	<p>Categoría de bajo riesgo. Incluye canales o partes de animales sacrificados aptas para el consumo humano o que no sean aptas para dicho consumo, pero que no presentan signo alguno de enfermedad transmisible. El Reglamento proporciona una lista precisa de partes de animales y productos derivados de animales que pertenecen a esta categoría (incluyendo residuos de cocina, cáscaras de huevo, sangre, plumas, piel... de animales sanos).</p>	<p>Incineración y co-incineración; Disposición en vertedero tras procesado; Utilización para la producción de alimentos de animales domésticos; Compostaje o digestión; Utilización como subproductos; Aplicación sobre las tierras sin procesamiento para la leche cruda, calostro y productos derivados.</p>
----------	---	--

Figura 52: Categorías de subproductos animales.

Si algún material de una categoría se mezcla con materiales de una categoría superior, se considera perteneciente a la categoría superior (p.ej.: material C3 mezclado con material C1 se considera material C1).

Los operadores que almacenen o traten subproductos de origen animal requieren de una autorización específica y deben cumplir con los correspondientes requisitos. Los requisitos específicos para la transformación de subproductos animales en biogás se encuentran detallados en el Anexo V del Reglamento 142/2011:

- Las plantas de biogás estarán equipadas con una unidad de pasteurización/higienización de paso obligatorio para los subproductos animales o productos derivados introducidos con una dimensión granulométrica máxima antes de entrar en la unidad de 12 mm, alcanzando una temperatura de 70°C durante una hora. Deben tener dispositivos que registren de forma continua los resultados de las mediciones de control anteriores y un sistema adecuado para evitar un calentamiento insuficiente. Esta unidad no es obligatoria en ciertos casos (productos de las categorías C2 y C3 que hayan sido pre-procesados consecuentemente en otra planta y fracciones específicas de subproducto animal si es autorizado por la autoridad competente);
- Si la planta de biogás se encuentra cerca o dentro de las instalaciones en las que se mantienen animales de granja y no usa exclusivamente estiércol, leche o calostro procedente de dichos animales, la planta estará ubicada a cierta distancia de la zona en la que se mantienen animales de ese tipo;
- Cada planta de biogás deberá disponer de su propio laboratorio o recurrir a un laboratorio externo.

Deben aplicarse asimismo otros requisitos de higiene: los subproductos animales deben transformarse tan pronto como sea posible, los contenedores y los vehículos deben limpiarse y desinfectarse, deben tomarse medidas contra los parásitos y deben documentarse los procedimientos para la limpieza y el control. Por otra parte, pueden usarse otros parámetros distintos a los anteriores si el solicitante puede demostrar que dichos parámetros aseguran una reducción adecuada del riesgo biológico y para diferentes productos (que pueden estar mezclados): residuos de catering, estiércol, contenido del aparato digestivo, productos lácteos, calostro y huevos.

El digestato producido puede ser comercializado si se cumplen los requisitos y se cumple con los estándares específicos sobre contenido microbiológico.

De manera menos directa, la **Directiva Europea 2010/75/EU** sobre Emisiones Industriales regula las emisiones contaminantes de instalaciones industriales. Su objetivo general es limitar las emisiones industriales estableciendo límites y sistemas de control, y promoviendo la aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD). Su aplicación se lleva a cabo mediante permisos que son concedidos por las autoridades competentes de los Estados Miembros y el establecimiento de objetivos de comportamiento medioambiental basados en dichas MTD.

Esta Directiva se aplica a diversas actividades del sector de alimentos y bebidas, tal y como se describe en su Anexo I, en la categoría 6. "Otras actividades":

- a) Mataderos con una capacidad de producción de canales superior a 50 toneladas al día
- b) Tratamiento y transformación, distintos del mero envasado, de las siguientes materias primas, tratadas o no previamente, destinados a la producción alimentos o piensos procedentes de:
 1. solo materia prima animal (que no sea exclusivamente la leche), con una capacidad de producción de productos acabados superior a 75 toneladas al día;
 2. solo materia prima vegetal, con una capacidad de producción de productos acabados superior a 300 toneladas al día o 600 toneladas al día en caso de que la instalación funcione;
 3. materias primas animales y vegetales, tanto en productos combinados como por separado, con una capacidad de producción de productos acabados en toneladas al día superior a: 75 si A es igual o superior a 10, o $[300 - (22,5 \times A)]$ en cualquier otro caso; donde «A» es la porción de materia animal (en porcentaje del peso) de la capacidad de producción de productos acabados.
- c) Tratamiento y transformación de leche solamente, cuando la cantidad de leche recibida sea superior a 200 toneladas al día (valor medio anual).

Hay dos documentos de referencia sobre MTD disponibles para estas categorías:

- Uno sobre mataderos e industrias de subproductos animales, que cubre la categoría (a);
- Otro sobre las industrias de alimentos, bebidas y lácteas, que cubre las categorías (b) y (c).

Estas MTD presentan, entre otros, los elementos de las salidas sólidas de varios subsectores de la industria de alimentos y bebidas, por ejemplo: ratios de producción de residuos y posibles usos como subproductos. También presentan diversas buenas prácticas para reducir el impacto medioambiental de los procesos.

A nivel nacional

En España, la **Ley 22/2011**, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, establece que las autoridades ambientales deben promover medidas para impulsar la recogida separada de residuos orgánicos para destinarlos al compostaje o a la

digestión anaerobia, los residuos orgánicos de grandes productores y los residuos orgánicos generados en los hogares.

Respecto a los productores:

1. El productor u otro poseedor inicial de residuos, para asegurar el tratamiento adecuado de sus residuos, estará obligado a:
 - a. Realizar el tratamiento de los residuos por sí mismo, o
 - b. Encargar el tratamiento de sus residuos a un negociante, o a una entidad o empresa, todos ellos registrados conforme a lo establecido en esta Ley, o
 - c. Entregar los residuos a una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento.

Dichas operaciones deberán acreditarse documentalmente.

2. En relación con el almacenamiento, la mezcla y el etiquetado de residuos en el lugar de producción, el productor u otro poseedor inicial de residuos está obligado a mantener los residuos almacenados en condiciones adecuadas de higiene y seguridad mientras se encuentren en su poder.

Por otra parte, hay 4 Estrategias principales a nivel estatal:

- **Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020.** Este programa establece una política de prevención de residuos para reducir los residuos generados en 2020 en un 10% respecto del peso de los residuos generados en 2010. La puesta en práctica de las medidas depende de acciones múltiples en distintos ámbitos en las que están implicados los agentes siguientes: los fabricantes, el sector de la distribución y el sector servicios, los consumidores y usuarios finales, y las Administraciones Públicas.
- **Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022.** El Plan Estatal Marco consta de 25 capítulos, 15 de ellos dedicados a flujos de residuos con normativa específica. Para todos los flujos de residuos incluidos se describe la normativa y objetivos aplicables, la evolución de la gestión en los últimos años y la situación actual de la gestión de residuos y se establecen los objetivos y las orientaciones y líneas estratégicas para conseguirlos.
- **Plan Nacional Integral de Residuos de España.** Este plan incluye los residuos domésticos y similares, los residuos con legislación específica, los suelos contaminados, además de algunos residuos agrarios e industriales no peligrosos que aunque no disponen de regulación específica, son relevantes por su cuantía y su incidencia sobre el entorno. Incluye además la “Estrategia de Reducción de Vertido de Residuos Biodegradables”, que cumpliendo con una obligación legal, contribuye a alargar la vida de los vertederos, a disminuir su impacto sobre el entorno y de forma especial a la reducción de gases de efecto invernadero.

En cuanto a los subproductos animales, España traspuso en 2012 ambos Reglamentos Europeos (1069/2009 y 142/2011) a su legislación nacional mediante el

Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen las normas aplicables a los subproductos de origen animal y los productos derivados no destinados al consumo humano. Este Decreto define la distribución de responsabilidades entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas con relación a los subproductos animales. Adicionalmente, la Comisión Nacional de Subproductos de origen Animal No Destinados a Consumo Humano fue creada para controlar y coordinar la aplicación de la legislación sobre subproductos animales.

Entre otros, este Real Decreto establece que las industrias que generan menos de 20 kg a la semana de subproducto animal de categoría 3 están sujetas a la Ley 22/2011 en cuanto a la recogida, transporte y eliminación de residuos de origen animal.

La **Orden PRE/468/2008** establece el Plan Nacional Integral de subproductos de origen animal no destinados al consumo humano. Este plan tiene como objetivo tener una herramienta de gestión de subproductos de origen animal. Está basado en el Libro Blanco de los Subproductos de Origen Animal No Destinados al Consumo Humano (2007).

La legislación y los planes nacionales que marcan el camino a seguir en la producción de biogás son los siguientes:

- Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020;
- Plan Nacional Integral de Residuos de España (PNIR) 2014-2020;
- Planificación de los sectores de electricidad y gas 2012-2020;
- Real Decreto 661/2007, de 25 Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Determina el régimen retributivo de las instalaciones de energía renovable. En particular, las instalaciones de generación eléctrica a partir de la producción de biogás se incluyen en dos apartados de este Real Decreto.

En España la producción de electricidad se clasifica en 2 grupos: el régimen ordinario y el régimen especial. Se considera que las instalaciones de producción de energía eléctrica que utilizan residuos urbanos con una potencia instalada inferior a 50 MW son de régimen especial. Las instalaciones de régimen especial pueden ceder su energía excedentaria a la empresa distribuidora más próxima, que tiene la obligación de adquirirla si es técnicamente viable. El precio de venta de esta energía se establece en base a las tarifas eléctricas, en función de la capacidad instalada y el tipo de instalación.

El régimen especial se regula en España desde 1980 a través de la Ley 82/1980 de conservación de la energía. Esta Ley establece los objetivos para la mejora de la eficiencia energética en la industria y reducir la dependencia de las importaciones. En este contexto, la Ley 40/94 consolidó el concepto de régimen especial tal y como se conoce actualmente. El Real Decreto 2366/1994 se publicó en base a los principios de esta Ley.

La siguiente tabla muestra la evolución de las tarifas eléctricas de 1994 a 2010. Desde 2007 hay una compensación distinta en función de si la planta tiene una capacidad superior o inferior a 500 kW. La tabla solamente muestra la tarifa para los primeros 15 años de las plantas que exceden los 500kW.

Año	Legislación aplicable	Precio (pts/ kWh)	Precio (€/kWh)	Aumento relativo (%)	Aumento absoluto desde 1995 (%)	Aumento absoluto desde 2007 (%)
1995	Decreto 2366/1994	10.11	6.07			
1999	Decreto 2818/1998	10.46	6.28	3.3	3.3	
2005	Decreto 436/2004	10.96	6.59	4.7	7.9	
Jun-Sep 2007	Decreto 661/2007		13.07	49.6	53.6	0
Oct-Dic 2007	Decreto 222/2008					
2008	Orden ITC/3680/2007		13.51	3.2	55.1	3.2
2009	Orden ITC/3801/2008		13.95	3.2	56.5	6.3
2010	Orden ITC/3519/2009		13.83	-0.9	56.1	5.5

Figura 53: Evolución de las tarifas eléctricas de 1994 a 2010.

No hay un registro oficial de las instalaciones de DA en España, por lo que la información obtenida a este respecto no es exhaustiva. Algunos ejemplos se muestran a continuación:

Instalación	Residuos orgánicos en RSU (t/año)	Residuos orgánicos de recogida selectiva (t/año)	Año de comienzo o operación	Tecnología utilizada
Parque de tecnologías ambientales de Mallorca (Islas Baleares)	0	32,000	2000	Envital / Ros Roca
Ecoparc 1 (Barcelona)	20,000	60,000	2002	Linde-KCA BTA
Ávila Norte (Urraca Miguel, Ávila)	20,000	0	2003	Envital / Ros Roca
Ecoparc 2 (Montcada i Reixach, Barcelona)	30,000	60,000	2004	Valorga
Madrid Sur (Pinto, Madrid)	40,000	0	2004	Linde -KCA

Ecoparc 3 (Sant Adrià del Besós, Barcelona)	20,000	0	2005	Envital / Ros Roca
Nostián (A Coruña)	20,000	40,000	2005	Valorga
León (San Román de la Vega, León)	30,000	0	2005	Haase
Sierra Sur (Jaén)	30,000	0	2006	
Palencia	15,000	0	2008	
La Paloma (Madrid)	100,000	0	2008	Valorga
Zaragoza	80,000	0	2009	

Figura 54: Instalaciones propiedad de Urbaser en España. Fuente: [66].

Instalación	Residuos orgánicos en RSU (t/año)	Residuos orgánicos de recogida selectiva (t/año)	Tecnología usada
Las Dehesas (Madrid)	161,000		Valorga
Terrasa (instalación de Digestión Anaerobia desde 2006)		18,000	Dranco
Ecoparque (La Rioja – 2005)	75,000		Kompogas
Botarell (Tarragona)	54,000		Kompogas
Valladolid (2002)	15,000 (separados de la fracción residual)		Linde BRV
Lanzarote	20,000		Envital / Ros Roca
Tudela (2006)	28,000		Envital / Ros Roca
Burgos	100,000		Linde-KCA
Granollers (Cataluña)			BTA
Mataró (Cataluña)	Sin datos	Sin datos	BTA

Figura 55: Listado de instalaciones proporcionado por el Gobierno de Navarra. Fuente: [67].

Según la Agencia Andaluza de la Energía, en Andalucía existen las siguientes instalaciones de digestión anaerobia [68]:

- Planta de tratamiento de aguas residuales con utilización de biogás: 9 instalaciones con una potencia estimada de 6,428MW;
- Vertederos con recuperación de biogás: 10 instalaciones, con una potencia estimada de 13.5MW en 7 de ellas.
- Digestores industriales: solo se tiene conocimiento de la existencia de 12 instalaciones en Andalucía.

Anexo 2.2. Residuos derivados de la producción agrícola

A continuación se amplía la información sobre algunos de los principales residuos derivados de la producción agrícola según el cultivo o producto del que proceden.

- **Residuos de cereales.**
 - Residuo Principal: paja y rastrojos.
 - Características: baja humedad, alto contenido en celulosa y alrededor de un 10% de lignina. La relación C/N es muy elevada, entre 80 y 100. Destino: Alimentación y cama de ganado.
 - Otros usos: obtención de papel paja, fabricación de tableros, aislante y material de relleno en materiales de construcción, cultivo del champiñón, empleo como combustible, agente de aireación y/o fuente de carbono para el compostaje de residuos pastosos o excesivamente ricos en nitrógeno.

La incorporación al suelo a través del enterrado de paja aporta materia orgánica al suelo, mejorando el balance de humus. Antes de su incorporación al suelo la paja debe ser picada o troceada mecánicamente, con lo que se favorecerá su posterior ataque microbiano y se facilitaran las labores del siguiente cultivo.

- **Residuos de especies verdes.**
 - Residuos Principal: cultivos que se cosechan antes de la senescencia vegetal como los forrajeros y raíces o tubérculos extensivos. Cultivos hortícolas y de las producciones de flor cortada.
 - Características: Alto contenido en humedad y fácilmente degradables. Baja relación C/N (15 a 30) promueve una descomposición bastante rápida.
 - Destino: Los residuos forrajeros se destinan a alimentación del ganado. Los residuos de la horticultura pueden ser incorporados en el suelo para facilitar su posterior descomposición si existe tiempo suficiente antes de iniciar el próximo cultivo.

En las explotaciones muy intensivas, y especialmente en cultivo protegido, los residuos de la cosecha de la horticultura comestible y también de la floricultura deben ser retirados del suelo o de los sustratos de cultivo antes de iniciar el cultivo siguiente, al no existir tiempo suficiente y/o para evitar los riesgos fitosanitarios. En estos casos los residuos vegetales se amontonan al aire libre para facilitar su desecación, disminuyendo así su volumen. Posteriormente estos residuos pueden tener cuatro destinos principales: transporte e incorporación al suelo de otras fincas menos intensivas; quema “in situ”; deposición en vertederos; o traslado a plantas de compostaje para la fabricación de compost. Este último destino se muestra de especial interés puesto que permite una importante reducción del volumen (minimización del residuo) y su valorización mediante la estabilización de la materia orgánica y la higienización del producto, eliminando o disminuyendo drásticamente la posible existencia de patógenos y parásitos en el residuo inicial. El compost obtenido puede ser utilizado para su aplicación al suelo como enmienda o abono orgánicos o como sustrato o componente de un sustrato en cultivo sin suelo.

- **Residuos de leñosos: poda de viña y frutales.**

- Residuos Principales: madera de árboles frutales y de la poda de la vid y sarmientos
- Características: Contenido medio-bajo de humedad y un alto contenido en celulosa y lignina. La relación C/N de estos materiales es muy elevada, entre 150 y 250.
- Destino: Quema tras la retirada y en ocasiones se utiliza como combustible (troncos o ramas gruesas de frutales). Pueden ser aplicados al suelo para su posterior descomposición y humificación con un tratamiento previo de picado y troceado, pero necesitan un aporte de fuente nitrogenada que aceleren la descomposición.

- **Olivar**

- Residuos principales: Madera de olivo, restos de poda de pequeño tamaño, hojas, orujos (la aceituna después de extraído todo su aceite, quedaba reducida a una pasta formada por el resto de pulpa y el hueso).
- Destino: La madera del olivo, por su poder calorífico, pero generalmente aprovechando las ramas gruesas de la poda y respetando al árbol. Con ellas se ha obtenido también carbón, con las ramas más gruesas, y picón con las ramas de menor tamaño, para el empleo doméstico en braseros. La madera del tronco y de la cepa del Olivo es valiosa para la artesanía debido a su veteado, su dureza y su color. Los restos de poda de pequeño tamaño puede usarse como combustible o para la alimentación animal. Las hojas tienen efectos terapéuticos puesto que contienen calcio, fósforo, magnesio, sílice, potasio, sodio, hierro, tanino, azúcar, resinas, ácidos málico, tartárico y láctico, aceites esenciales y saponina.

- **Deyecciones ganaderas: estiércoles y purines.**

- Residuos principales. El estiércol como los purines son una mezcla de las heces de los animales con los orines y la cama. El estiércol es aquel material que puede ser manejado y almacenado como sólido, mientras que los purines lo son como líquidos.

El estiércol además de contener heces y orines puede estar compuesto por otros muchos elementos, como son las camas, generalmente paja, pero también a veces contiene serrín, virutas de madera, papel de periódico o productos químicos, también suele incluir restos de los alimentos del ganado, así como agua procedente de los bebederos, de la limpieza de los establos, y todo tipo de materiales que puedan entrar en el recinto.

- Características: la composición es muy dispar dependiendo de la especie, la raza, la alimentación, edad de los animales y características del alojamiento
- Destino: Aporte de materia orgánica al suelo y supone una mejora de la estructura del suelo, así como aumenta la capacidad de retención de agua. También pueden ser aplicados para la obtención de energía. Es necesario tener en cuenta los riesgos asociados a la presencia de metales y componentes farmacéuticos en las deyecciones.

Tradicionalmente la aplicación de estiércoles y purines se complementaban con otras técnicas para la aplicación en la fertilización como barbechos o cubiertas, de forma que había un equilibrio en agricultura y ganadería. Pero con la utilización de otros fertilizantes y técnicas este equilibrio se ha invertido, de forma que hay menos superficie para aplicar estas sustancias y más carga ganadera que los genera.

Las problemáticas de la gestión de las deyecciones, el manejo, la aplicación en la finca y la demanda varían según las especies, siendo más fáciles de manejar las que están en estado sólido. La gallinácea y los purines de cerdo son las que más dificultad tienen para encontrar salida, por su contenido en nitrógeno y por los olores persistentes.

Una vez almacenada las deyecciones ganaderas, estas pueden tener varias vías: Aplicación como fertilizante sin tratamiento previo, como vertido o sufrir un tratamiento. En esta última etapa las deyecciones tendrán una valorización o irán para destrucción.

Las principales técnicas de tratamiento y eliminación de las deyecciones ganaderas pasan por compostajes en sistemas abiertos y cerrados, digestión anaerobia, biogás, biometanización, incineración con recuperación de energía, peletización, etc.

ANEXO 3. Experiencias, proyectos y casos de éxito.

FICHA RESUMEN 1: Wavalue

NOMBRE DEL PROYECTO: WAVALUE

MUNICIPIO DONDE SE DESARROLLA: Vitoria

FECHAS DEL PROYECTO: 2012-2014

OBJETIVOS:

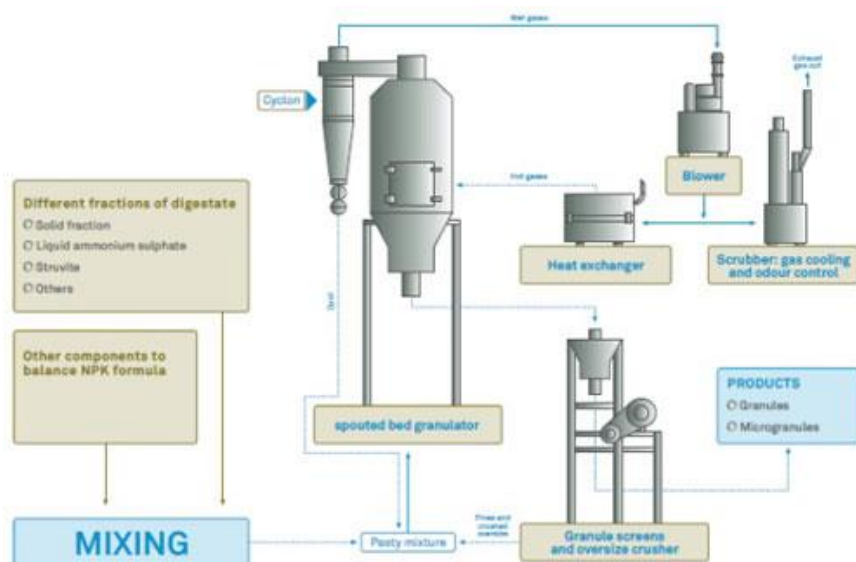
Desarrollar abonos orgánicos y órgano-minerales en un formato comercial, granulados y microgranulados, a partir de compost y de lodos digeridos de plantas de biogás.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, ACTUACIONES DESARROLLADAS:

Entre los años 2012 y 2014 el proyecto contó con la financiación de la Unión Europea y permitió construir en NEIKER, sociedad de investigación agraria dependiente del Gobierno Vasco, una instalación piloto a escala semi-industrial con 100 kW de potencia y una capacidad de producción de 40 kg/h.

En el último año y medio se han desarrollado varias pruebas en esta instalación para confirmar la obtención económicamente rentable de distintos tipos de fertilizantes de alto valor añadido a partir de diferentes subproductos.

El esquema de principio de la instalación es el siguiente:



El proceso permite ajustar a medida la composición química del fertilizante deseado, primando en su composición las fuentes disponibles de subproductos o residuos y completándolas con fuentes minerales en función de las necesidades.

RESULTADOS:

En las pruebas de producto realizadas se han obtenido formulaciones que van desde valores NPK de 9-2-2 con 90% de materia orgánica, hasta 11-15-11 y 30% de materia orgánica, con mayor aportación de fuentes minerales, o del tipo 13-13-0 y 31% también de materia orgánica.

El análisis de ciclo de vida ha permitido calcular que un abono granulado de este tipo, con un NPK triple 12 y un 17% de materia orgánica, tiene la mitad de huella ambiental que el fertilizante mineral comercial equivalente.

COSTES:

Obviamente el resultado de un proyecto de producción de fertilizantes granulados a partir de fuentes residuales de materia orgánica y otros nutrientes, depende en gran medida del precio de venta del producto final obtenido. En el proyecto WAVALUE el estudio de las vías de comercialización de los productos ha sido una de las tareas clave y permite concluir que el fertilizante puede comercializarse entre los 100 y los 500 euros por tonelada, según el producto concreto. Esto posibilita plazos de retorno atractivos de la inversión.

WEB:

www.wavalueproject.eu

DATOS DE CONTACTO:

EKONEK Valorización de Subproductos, S.L.
(www.ekonek.eu).

FICHA RESUMEN 2: Tecnosuelos Gardelegi

NOMBRE DEL PROYECTO: TECNOSUELOS GARDELEGI

MUNICIPIO DONDE SE DESARROLLA: Vitoria-Gasteiz.

FECHAS DEL PROYECTO: 2013.

OBJETIVOS:

Aprovechamiento de material bioestabilizado para la obtención de un sustrato, similar a la tierra de cultivo, que tenga la capacidad de albergar una cobertura vegetal durante un espacio prolongado de tiempo, sin perder su estructura y sin tener incidencias negativas en el medio ambiente y/o en el ser humano.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, ACTUACIONES DESARROLLADAS:

Este proyecto, iniciado en 2013, ha sido impulsado por el Centro de Estudios Ambientales del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz y consiste en la preparación de terrenos (creación de tecnosuelos) en una zona controlada del vertedero de Gardelegi con materiales procedentes de distintas plantas municipales de tratamiento de residuos para, posteriormente, realizar diferentes plantaciones y estudiar la adaptación de cada cobertura vegetal a cada tipo de tecnosuelo.

El Programa de Actuaciones que se están llevando a cabo es el siguiente:

	2013				2014								2015		2016	
	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	OCT	DIC	JUN	DIC	DIC
FASE I - EJECUCIÓN DE PARCELAS DE TECNOSUELOS																
Acopio ingredientes (Ing)	Ing															
Ejecución mezclas (Mez)	Mez															
Maduración		Mez														
Formación celdas																
Relleno celdas (Cel)			Cel													
FASE II – EJECUCIÓN DE SIEMBRAS Y PLANTACIONES																
Plantaciones																
Siembras																
Siegas																
FASE III - SEGUIMIENTO Y CONTROL																
Muestreos	Ing	Mez		Cel		Cel	Cel		Cel		Cel	Cel	Cel	Cel	Cel	Cel
Lixiviados naturales																
Tratamiento pulgón colza																
Medición cosecha colza																
Medición bosque																
Medición pradera																
Medición sauces																
Corta sauces																

Tabla 1. Cronograma de las tres fases del proyecto.



Figura 56: Imágenes del proyecto “Tecnosuelos Gardelegi”. Fuente: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

Siguiendo el cronograma descrito, en una primera fase los materiales o ingredientes se acopian en la zona de obra para su mezclado y posterior maduración. La composición de cada tipo de mezcla se resume en la siguiente tabla.

COMPOSICION DE TECNOSUELOS					
	Tierras RCDs	Material Bioestabilizado + Poda Triturada	Bentonita	Tierras de Vitoria	TOTAL
M1.1	85%	10% + 5%	0%	0%	100%
M1.2	70%	20% + 10%	0%	0%	100%
M2.1	65%	10% + 5%	0%	20%	100%
M2.2	50%	20% + 10%	0%	20%	100%
M3.1	70%	10% + 5%	15%	0%	100%
M3.2	55%	20% + 10%	15%	0%	100%

Tabla 2. Composición de las mezclas en % de volumen de cada ingrediente

En la segunda fase del proyecto, una vez instalados los tecnosuelos, se realizan plantaciones y siembras para comprobar su capacidad de sostener cobertura vegetal y determinar cuál es el cultivo que se adapta mejor a cada tipo de mezcla. Para ello, se divide cada parcela en cuatro cuadrantes sobre los que se instalan los cuatro tipos de cobertura vegetal: pradera, bosque, biomasa y cultivo energético.

La última fase, que tiene prevista su finalización en diciembre de 2016, consiste en el control analítico y seguimiento del experimento. Por un lado, se realizan una serie de muestreos periódicos sobre el suelo y los lixiviados de las parcelas, que se contrastan con la legislación vigente (Ley 1/2005, Decreto 49/2009 y Real Decreto 849/1986, ver

bibliografía) comprobando que los tecnosuelos no tengan ningún efecto de contaminación sobre el medioambiente. Por otro, se realizan mediciones dasocráticas y de producción sobre los cuatro tipos de cubierta vegetal para evaluar su capacidad productiva y sus propiedades energéticas.

RESULTADOS:

En cuanto al muestreo de ingredientes, al comparar los valores obtenidos con los límites de contaminación de la legislación autonómica, destacan algunos valores elevados obtenidos sobre los eluatos (ensayos de lixiviación según Ley 49/2009, coloreados en el cuadro superior de la tabla) que se resumen a continuación:

En el análisis del ingrediente “Tierras RCD” se observaron valores ligeramente elevados en los metales Sb y Se al superarse el límite establecido para “inertes”. También fue así con los niveles de fluoruros.

El material bioestabilizado presenta valores ligeramente altos (“no peligroso”) en algunos metales como Cu, Ni, Sb y Zn. Resultó muy elevado el valor de COD (Carbono Orgánico Disuelto) superando el límite de “no peligroso”.

En el caso de poda triturada un metal sobrepasa el límite de “inerte”, el Sb, y al igual que ocurría con el material bioestabilizado, los niveles de COD son muy elevados.

La bentonita reciclada sólo presenta valores elevados en el caso de los fluoruros.

Los valores para Tierras de Vitoria están todos dentro del límite de “inerte”, es decir, los resultados no presentan ningún tipo de contaminación.

En cuanto al muestreo de las mezclas, los resultados han sido muy positivos:

En cuanto a metales pesados los datos están todos dentro del límite admisible por la legislación aplicable (rango de “inertes”) evidenciando que la combinación empleada en la mezcla elimina los niveles de contaminación detectados para los ingredientes.

Los valores de Carbono Orgánico Disuelto (COD) y Carbono Orgánico Total (COT) continúan siendo elevados, debiéndose al aporte de materia orgánica que se ha recibido del material bioestabilizado y de la poda triturada (mayores valores en parcelas con subíndice 2, con doble porcentaje de estos ingredientes). Dado que los niveles de la legislación aplicada se refieren a depósito en vertedero y ejecución de rellenos, se consulta al órgano ambiental sobre estos parámetros. El órgano ambiental concluye que dichos valores no suponen un inconveniente: el valor del parámetro no es considerado problemático por los técnicos dado que el uso al que se quieren destinar estos tecnosuelos (plantaciones y siembras) requiere que los suelos contengan una concentración suficiente de materia orgánica similar a la aquí obtenida (3-6 %) y que se relaciona directamente con el valor de COD.

WEB: http://www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?aplicacion=wb021&tabla=contenido&idioma=es&uid=u_684bbe23_14ddbae27c8_7f4e

DATOS DE CONTACTO: Centro de Estudios Ambientales (Ayto. de Vitoria-Gasteiz). C/ Pintor Teodoro Dublang, 25, 01008 Vitoria-Gasteiz, Álava.

FICHA RESUMEN 3: Recogida selectiva materia orgánica-PaP

NOMBRE DEL PROYECTO: Recogida selectiva materia orgánica-PaP

MUNICIPIO DONDE SE DESARROLLA: Esporles- Mallorca

FECHAS DEL PROYECTO: 2009-Actualidad

OBJETIVOS:

Recogida selectiva de la fracción orgánica de los residuos mediante modelo Puerta a Puerta con el objetivo de compostar y biometanizar los residuos recogidos.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, ACTUACIONES DESARROLLADAS:

Durante el año 2015 se recogieron 385.540 kg de biorresiduos, que equivale a 77,8 kg por habitante y año (213 g/día) con un contenido en impropios del 1 %. En esta experiencia, además también se recogió y contabilizó la poda urbana recogida, que para ese mismo período ascendió a 72.360 kg.

La recogida selectiva está implantada desde 2009 y la población se ha adaptado con facilidad. La recogida se realiza en bolsas compostables que distribuye el propio ayuntamiento de forma gratuita y los residuos son llevados a la planta de TIRME en el polígono Son Reus, de Palma de Mallorca. La cantidad recogida desde la implantación de la recogida selectiva ha fluctuado levemente.

RESULTADOS:

La información recogida indica que en 2015 se trataron 33.773 t de biorresiduos, incluyendo la fracción orgánica y los restos de poda, un valor muy superior a la recogida ya que incluye otros municipios. El coste generado por el tratamiento está íntegramente subvencionado. La planta de tratamiento produce 11.694 t de compost de clase B que se vende al precio marcado por el Consell Insular de Mallorca, que es de 3 €/m³.

COSTES:

El coste total de la recogida de biorresiduo asciende a 116.700 €, que supone un ratio de 303 €/t o de 255 €/t incluyendo la poda.

WEB: <http://www.ajesporles.net/>

DATOS DE CONTACTO: residuos@tierra.org

FICHA RESUMEN 4: Recogida selectiva materia orgánica

NOMBRE DEL PROYECTO:	Recogida selectiva materia orgánica – Compostaje comunitario
MUNICIPIO DONDE SE DESARROLLA:	Hernani
FECHAS DEL PROYECTO:	2012-Actualidad
OBJETIVOS:	

La experiencia en Hernani de compostaje comunitario se despliega para 700 hogares y 700 más en modo de compostaje doméstico, dentro de una población total de 19.700 habitantes. Dentro del municipio, el resto de la población que no participa en la experiencia se incluye dentro de la recogida habitual a través del sistema puerta a puerta.

La recogida selectiva se implantó en el año 2012, ubicando un compostador comunitario, y actualmente, para dar más servicio a la población, ya se dispone de 35 unidades.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, ACTUACIONES DESARROLLADAS:

En la experiencia se recogen anualmente 30,8 t, que en relación a los participantes en compostaje comunitario supone (30 kg/hab y año (80 g/día) y con un porcentaje de impuros inferior al 2 %, cosa que se puede esperar porque corresponde a la recogida de fracción orgánica prácticamente pura, añadido a que no se utiliza bolsa de ningún para recoger la fracción orgánica, sino que esta es aportada directamente al contenedor de compostaje. Dado que son los propios usuarios los que depositan los residuos en el contenedor de compostaje, no existe transporte de éstos y por tanto tampoco coste asociado a su recogida. Ello ha supuesto un ahorro respecto el anterior sistema de gestión suministrado por la Mancomunidad, que se valora como cara. No obstante, los ciudadanos participan con una tasa anual de 90,3 €, que se subvenciona al 40 % si participan en compostaje doméstico o comunitario. Los ciudadanos parecen valorar positivamente el sistema de recogida implantado.



RESULTADOS:

A través de este proceso se consiguen producir entre 220 m³ y 240 m³ de compost anuales de calidad A de acuerdo con el RD506/2013 en cuanto a contenido en metales pesado, que es distribuido gratuitamente entre los ciudadanos participantes así como utilizado en jardinería pública en el municipio.

Este nuevo sistema de recogida y tratamiento implantado ha contribuido con la creación de 15 puestos de trabajo directos implicados en la recogida, la formación y el mantenimiento y 2 en el proceso de compostaje.

COSTES:

No se dispone de la información concreta, pero se conoce que al repercusión a los hogares es de 90,3€, menos un 40% de subvención por participar en el proceso de compostaje.

WEB:

<http://www.hernani.eus/es/html/index.shtml>

DATOS DE CONTACTO:

residuos@tierra.org

FICHA RESUMEN 5: Bin2Grid

NOMBRE DEL PROYECTO:

Bin2Grid “Valorización de los residuos de alimentos para la producción de biometano y su uso en estaciones de servicios locales”

MUNICIPIO DONDE SE DESARROLLA:

Málaga (España), París (Francia), Zagreb (Croacia) y Skopje (República de Macedonia)

FECHAS DEL PROYECTO:

01.01.2015 - 31.12.2017 (36 meses)

OBJETIVOS:

Promover la recogida selectiva de los residuos de alimentos procedentes de la industria de alimentos y bebidas y de los hogares y servicios de catering (restaurantes, hoteles, cantinas, etc.) como fuente de energía, su conversión a biogás (biometano) y la utilización del mismo en redes de estaciones de servicio.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, ACTUACIONES DESARROLLADAS:

El proyecto Bin2Grid persigue convertir los residuos de alimentos actualmente “no explotados” en una fuente de energía renovable y por tanto introducirlos en el mercado de combustibles. Para ello, el programa de trabajo del proyecto engloba actividades que van desde la gestión de residuos (especialmente de los residuos de alimentos) hasta la producción de biometano y su utilización como biofuel. La siguiente figura muestra la cadena de valor de residuos a biocombustibles que se promueve en el proyecto Bin2Grid (concepto WtB, Waste-to-Biofuel en inglés):

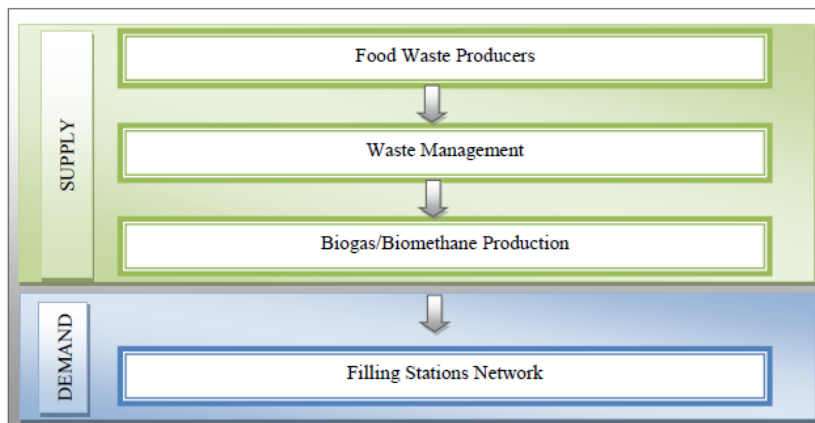
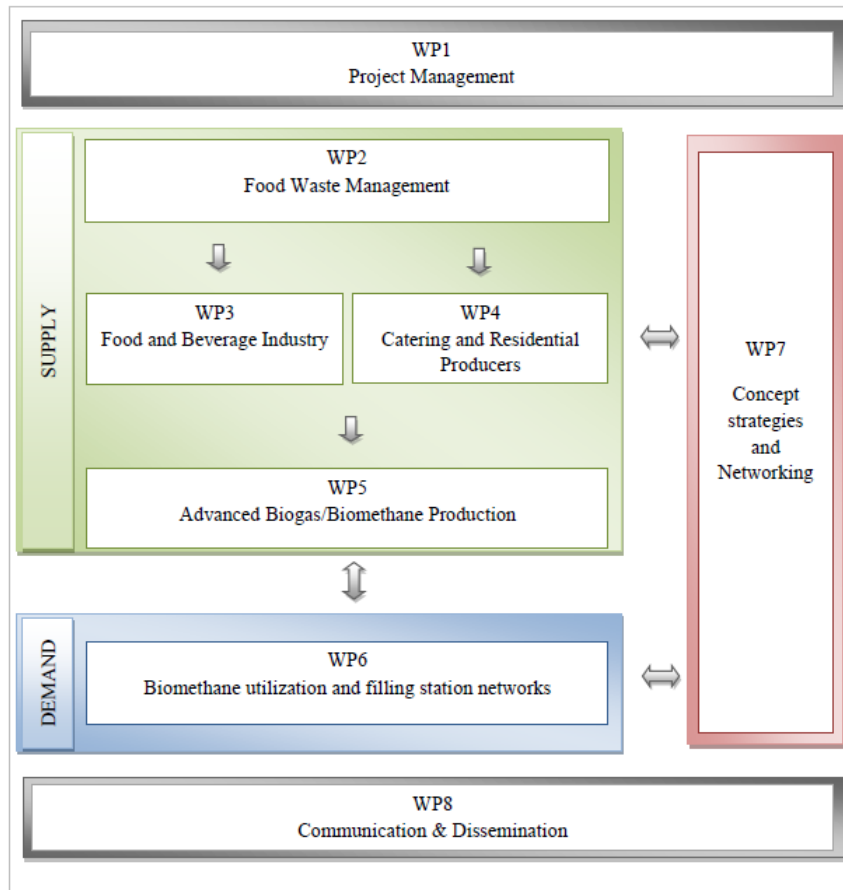


Figure 3.1 Waste-to-Biofuel value chain of Bin2Grid project

Las actividades se han definido de tal manera que se permita alcanzar el objetivo final del proyecto: el uso de los residuos de alimentos para la producción de energía renovable y su uso como biocombustible. De esta manera, se abarca toda la cadena de valor: desde la producción y gestión sostenible de los residuos hasta la producción del biometano y su utilización como combustible para el transporte.

El siguiente figura muestra una visión general del programa completo de trabajo, mostrando el concepto integral y sostenible de la gestión de residuos con utilización de energía renovable, concepto que forma parte de una de las prioridades de las futuras políticas de la UE.



RESULTADOS:

El principal resultado esperado del proyecto Bin2Grid es aumentar la producción de energía renovable (biometano) a través de la gestión sostenible de los residuos de alimentos procedentes de las industrias de alimentos, hogares y servicios de catering de las 4 ciudades objeto de estudio.

El proyecto persigue combinar las experiencias de todos los actores participantes e investigar el potencial de producción de biogás a partir de los residuos de alimentos procedentes de países con diferentes prácticas en el tratamiento de este tipo de residuos (desde la recogida selectiva hasta el depósito en vertedero).

Todos modelos propuestos estarán orientados a incrementar la producción de biogás mediante la digestión anaerobia y, por tanto, a reducir las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de combustibles fósiles para la producción de alimentos y su distribución.

Así mismo, se persigue promover el uso de tecnologías ambientales para el

tratamiento de los residuos de alimentos que hagan posible la producción de biogás y aumentar la concienciación y confianza en el uso de este tipo de tecnologías y en el uso del biometano como fuente fiable de energía.

COSTES:

Bin2Grid es un proyecto cofinanciado por el programa Horizonte 2020.

WEB (más información del proyecto):

www.bin2grid.eu

DATOS DE CONTACTO:

Instituto Andaluz de Tecnología (IAT)
Aurora García Cañaverál
Coordinadora Técnica
(+34) 954 468 010
agarcia@iat.es

ANEXO 4. Glosario.

El siguiente glosario de términos se ha extraído de la Guía para la implantación de la recogida separada y gestión de biorresiduos de competencia municipal [3] y se ha modificado para adaptarla a los términos usados en el presente documento.

A

- Abono o fertilizante: producto cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas (RD 824/2005, productos fertilizantes).
- Abono orgánico: producto cuya función principal es aportar nutrientes para las plantas, los cuales proceden de materiales carbonados de origen animal o vegetal, cuya relación se incluye en el grupo 2 del anexo del REAL DECRETO 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes. (RD 824/2005, productos fertilizantes)
- Agente: toda persona física o jurídica que organiza la valorización o la eliminación de residuos por encargo de terceros, incluidos los agentes que no tomen posesión física de los residuos. (Ley 22/2011)
- Almacenamiento: el depósito, temporal y previo a la valorización o eliminación, de residuos distintos de los peligrosos por tiempo inferior a un año cuando su destino final sea la eliminación o a dos años cuando su destino final sea la valorización, así como el depósito temporal de residuos peligrosos durante menos de seis meses. No se incluye en este concepto el depósito de residuos en las instalaciones de producción con los mismos fines y por períodos de tiempo inferiores a los señalados en el párrafo anterior. (RD 1481/2001, depósito en vertedero)
- Área de aportación / Área de acera: espacio en la vía pública dónde se disponen sistemática y conjuntamente contenedores de la recogida de residuos de competencia municipal. La diferencia entre área de acera y área de aportación se debe a la proximidad de los contenedores al usuario, siendo menor en el área de acera que en el área de aportación.
- Autocompostaje: ver compostaje doméstico y comunitario.

B

- Biodegradabilidad: capacidad de una sustancia para ser descompuesta por microorganismos.
- Biodegradable: que es susceptible de biodegradación.
- Biodegradación: proceso de descomposición de la materia orgánica como resultado de la actividad microbiana.
- Bioestabilización: ver estabilización biológica.
- Biogás: Gas combustible constituido por una mezcla de metano y dióxido de carbono en proporción aproximada del 60/40, que se produce como consecuencia de la digestión anaeróbica de la materia orgánica biodegradable.
- Biometanización: ver digestión anaerobia o metanización.

- Biotratamiento: ver tratamiento biológico.
- Biorresiduo: 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; también, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos. (Ley 22/2011)
- Biosecado: evaporación de parte de la humedad contenida en los residuos y en su estabilización mediante la circulación de una corriente de aire forzada, a través de las pilas formadas con los residuos triturados.
- Bolsa tipo: ver Composición de los residuos.

C

- Caracterización de residuos: determinación del tipo, composición, peso y/o volumen y proporción de los diferentes componentes de una muestra de residuos.
- Centros autorizados de tratamiento (CAT) (vehículos fuera uso): instalaciones, públicas o privadas, autorizadas para realizar cualquiera de las operaciones de tratamiento de los vehículos al final de su vida útil. Dichos centros garantizarán la reutilización, reciclado y valorización del vehículo, bien por sí mismos o a través de otros centros de tratamiento. (RD 1383/2002, vehículos)
- Centro de recepción: cualquier punto controlado donde se pueda producir la descarga de los residuos de competencia municipal. Puede coincidir con las propias instalaciones de tratamiento o de trasvase.
- Centro de transferencia: centro de recepción dónde se realiza la descarga de las recogidas de residuos como paso previo a su envío hacia una instalación de tratamiento.
- Combustible derivado de los residuos (CDR, en inglés RDF: Refuse Derived Fuel): combustibles preparados a partir de residuos peligrosos o no peligrosos que pueden presentar un estado físico líquido o sólido. Los CDR sólidos producidos a partir de residuos no peligrosos no están sometidos a la especificación técnica CEN/TS 15359 del Comité Europeo de Normalización.
- Combustible sólido Recuperado (CSR): combustible sólido preparado a partir de residuos no peligrosos para ser valorizados energéticamente en instalaciones de incineración o coincineración, que cumplen la clasificación y especificaciones establecidas en la Especificación Técnica CEN/TS 15359 del Comité Europeo de Normalización.
- Compost: enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, que se denominará material bioestabilizado. (Ley 22/2011)

- Composición de los residuos: cantidades relativas, en peso o en volumen, de las fracciones que integran la totalidad de los residuos producidos, o bien, determinados flujos o fracciones recogidas de forma separada o diferenciada.
- Compostable: dicho del material susceptible a compostar.
- Compostador: recipiente de pequeñas dimensiones dónde se deposita la materia orgánica para obtener enmiendas orgánicas.
- Compostaje: proceso de transformación microbiológica aeróbica, bajo condiciones controladas, de residuos orgánicos en enmiendas orgánicas
- Compostaje acelerado o forzado: sistema de compostaje que reduce la duración del proceso.
- Compostaje comunitario: uso de la técnica del compostaje en origen para los residuos orgánicos del jardín y restos de comida en un lugar común para varios hogares.
- Compostaje doméstico: uso de la técnica del compostaje en origen para los residuos orgánicos del jardín y restos de comida en los hogares.
- Compostaje en pilas: sistema de compostaje en que el material compostable se dispone en pilas de altura limitada, de forma triangular o trapezoidal. Las pilas pueden ser volteadas y ventiladas para favorecer el proceso.
- Compostaje estático/dinámico: sistema de compostaje que depende del nivel de intervención mecánica que influye en varias propiedades físicas (homogeneización, estructuración, reducción de la medida de partícula, etc.)
- Compostaje intensivo: proceso de compostaje tecnificado para lograr una aceleración del proceso natural.
- Compostaje abierto/cerrado: en función del grado de confinamiento en relación al entorno próximo. El confinamiento puede lograrse utilizando reactores (túneles, boxes, tambores rotativos, reactores verticales) en naves cerradas o mediante el uso de cubiertas textiles.
- Compostaje ventilado/no ventilado: en función de si se aporta aire de forma artificial (sistemas ventilados), o bien la aportación de aire es totalmente natural por difusión y convección (sistemas no ventilados).
- Contenedor: recipiente de capacidad y formas diversas, abierto o cerrado, destinado a contener o a transportar diferentes tipos de residuos.
- Contenedor de recogida separada: contenedor destinado a recibir exclusivamente una parte separada en origen de los residuos de competencia municipal, como por ejemplo Vidrio, Papel, Plástico, Materia Orgánica, Pilas, Envases Ligeros, Ropa, etc.

D

- Digestato: material parcialmente estabilizado, resultado de un proceso de digestión anaerobia.

- Digestión anaerobia: proceso biológico anaeróbico en el cual sustancias o materias orgánicas e inorgánicas se descomponen en otros compuestos más sencillos en ausencia de oxígeno y por la acción de los microorganismos, y en el que se genera biogás.
- Digestor: reactor que se usa para efectuar la digestión.
- Depósito controlado: ver vertedero.

E

- Eliminación: cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía. En el anexo I se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación. (Ley 22/2011)
- Embalaje del rechazo: Envoltorio del rechazo, generalmente con plástico, tras su bioestabilización y prensado con el objetivo de permitir el almacenamiento, el transporte y la deposición.
- Emisión: la expulsión a la atmósfera, al agua o al suelo de sustancias, vibraciones, calor o ruido, procedentes de forma directa o indirecta de fuentes puntuales o difusas de la instalación. (RD 653/2003, incineración)
- Enmienda orgánica: enmienda procedente de materiales carbonados de origen vegetal o animal, utilizada fundamentalmente para mantener o aumentar el contenido en materia orgánica del suelo, mejorar sus propiedades físicas y mejorar también sus propiedades o actividad química o biológica, cuyos tipos se incluyen en el grupo 6 del anexo I del REAL DECRETO 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes. (RD 824/2005, productos fertilizantes)
- Envase: todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo. Se consideran también envases todos los artículos desechables utilizados con este mismo fin. Dentro de este concepto se incluyen únicamente los envases de venta o primarios, los envases colectivos o secundarios y los envases de transporte o terciarios. Se considerarán envases los artículos que se ajusten a la definición mencionada anteriormente sin perjuicio de otras funciones que el envase también pueda desempeñar, salvo que el artículo forme parte integrante de un producto y sea necesario para contener, sustentar o preservar dicho producto durante toda su vida útil, y todos sus elementos estén destinados a ser usados, consumidos o eliminados conjuntamente.

Se considerarán envases los artículos diseñados y destinados a ser llenados en el punto de venta y los artículos desechables vendidos llenos o diseñados y destinados al llenado en el punto de venta, a condición de que desempeñen la función de envase.

Los elementos del envase y elementos auxiliares integrados en él se considerarán parte del envase al que van unidos; los elementos auxiliares directamente colgados del producto o atados a él y que desempeñen la función

de envase se considerarán envases, salvo que formen parte integrante del producto y todos sus elementos estén destinados a ser consumidos o eliminados conjuntamente.

Se consideran envases industriales o comerciales aquellos que sean de uso y consumo exclusivo en las industrias, comercios, servicios o explotaciones agrícolas y ganaderas y que, por tanto, no sean susceptibles de uso y consumo ordinario en los domicilios particulares. (Ley 11/1997, envases)

- Envases Ligeros: Fracción de envases que se caracteriza por tener una baja relación peso/volumen. Fundamentalmente está constituida por botellas y botes de plástico, plástico film, latas y brics o cartón para bebidas.
- Envasadores: los agentes económicos dedicados tanto al envasado de productos como a la importación o adquisición en otros Estados miembros de la Unión Europea de productos envasados, para su puesta en el mercado. (Ley 11/1997, envases)
- Estabilización biológica o bioestabilización: proceso biológico controlado de descomposición aerobia de los residuos fermentables para obtener un material biológicamente estable.
- Establecimientos especializados: actividades económicas o equipamientos públicos que habilitan sistemas de recogida separada de determinadas fracciones en sus locales o instalaciones.

F

- Fermentable: que puede sufrir fermentación, especialmente cuando hay degradación.
- Fermentación: proceso de transformación de un sustrato orgánico producido por las enzimas de levaduras, bacterias u hongos.
- Fracción: parte del total de residuos de características parecidas.
- Fracción Envases: fracción de residuos de competencia municipal constituida por los envases. Incluye Papel-cartón envase, Vidrio envase y los denominados Envases Ligeros.
- Fracción Inorgánica (FI): terminología que se usa al referirse a la fracción seca de los residuos.
- Fracción Orgánica (FO): cuando se recoge de forma separada se utiliza el término FORS (fracción orgánica de recogida separada o fracción orgánica recogida separadamente). Está constituida por:
 - Restos de la preparación de la comida o manipulación y elaboración de los productos alimentarios, restos sobrantes de comida, alimentos en mal estado y excedentes alimentarios que no se han comercializados o consumido (separados de su envase o embalaje),
 - Fracción Vegetal en forma de restos vegetales de pequeño tamaño y de tipo no leñoso procedentes de jardinería y poda (ramos de flores

mustios, malas hierbas, césped, pequeñas ramas de poda, hojarasca, etc.).

- Fracción Papel-cartón: fracción de los residuos de competencia municipal constituida por papel y cartón.
- Fracción Resto: fracción de los residuos que queda una vez efectuadas la separación en origen de fracciones recogidas separadamente y que todavía puede contener materiales valorizables (también denominada Residuos Mezclados, Fracción Indiferenciada, etc.). Cabe apuntar que en algunos casos se diferencia la terminología utilizada para la fracción no recogida separadamente en los modelos con FORS (llamándola Fracción Resto) y en modelos sin FORS (Fracción Indiferenciada o Residuos mezclados).
- Fracción Vegetal (FV): fracción de los residuos de competencia municipal constituida por restos vegetales de jardinería y poda, susceptible de degradarse biológicamente mediante compostaje.
- Fracción Vidrio: fracción de los residuos de competencia municipal constituida por envases de vidrio.
- Fracción seca: ver fracción inorgánica.

G

- Gasificación (de residuos): proceso térmico que permite la conversión de un combustible sólido, como la biomasa, en un combustible gaseoso mediante un proceso de oxidación parcial que emplea como oxidante el vapor, el oxígeno o el aire. El gas resultante puede ser utilizado en turbinas de gas o en motores de combustión interna. El proceso de gasificación consta de tres etapas básicas: el secado, la pirolisis y la gasificación.
- Generación de residuos: ver producción de residuos.
- Generador singular: actividad productora de una o más fracciones de residuos que por sus características, localización, cantidad y calidad de sus residuos puede ser susceptible a una gestión específica que mejore las posibilidades de valorización.
- Gran productor: empresa o institución que por sus características constituye un punto intensivo de aportación de residuos de una determinada fracción al sistema, lo cual justifica la adopción de medidas expresamente orientadas a su recogida específica.
- Gestión de residuos: la recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente. (Ley22/2011)
- Gestor de residuos: la persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. (Ley 22/2011)

H

- **Higienización:** proceso de inactivación o de destrucción de agentes patógenos, parásitos, semillas germinativas indeseables y partes vegetales regenerativas en el compost o el digesto, que se produce durante la fase termófila del compostaje o de la digestión anaerobia.

I

- **Impacto ambiental:** alteración de las características iniciales del medio ambiente provocada por la actividad humana.
- **Impropios:** elementos extraños al contenido básico de una determinada fracción de los residuos de competencia municipal recogidos separadamente.
- **Impureza:** material que se encuentra en pequeñas proporciones en los materiales recuperados, como por ejemplo en el compost, y que reduce la calidad.
- **Incineradora:** ver instalación de incineración.
- **Instalación de compostaje:** instalación de tratamiento de residuos orgánicos mediante un proceso de compostaje.
- **Instalación de incineración:** cualquier unidad técnica o equipo, fijo o móvil, dedicado al tratamiento térmico de residuos mediante las operaciones de valorización energética o eliminación, tal como se definen en los apartados R1 y D10 del anexo 1 de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, con o sin recuperación del calor. A estos efectos, en el concepto de tratamiento térmico se incluye la incineración por oxidación de residuos, así como la pirólisis, la gasificación u otros procesos de tratamiento térmico, como el proceso de plasma, en la medida en que todas o parte de las sustancias resultantes del tratamiento se destinen a la combustión posterior en las mismas instalaciones (RD 653/2003, incineración).
- **Instalación de biometanización:** instalación de tratamiento de residuos orgánicos mediante un proceso de digestión anaerobia.
- **Instalación de reciclado:** instalación donde se desarrollan procesos de reciclado. Ver reciclado.
- **Instalación de selección y clasificación:** instalación donde se desarrollan operaciones de acondicionamiento de los residuos como clasificación, extracción de impropios y procesos de preparación para su posterior valorización.
- **Instalación de tratamiento de residuos:** infraestructura o emplazamiento dónde se lleva a cabo el tratamiento de residuos.
- **Instalación de tratamiento de Resto:** instalación dedicada a recuperar materiales contenidos en la fracción resto y/o a la estabilización de la materia orgánica contenida en esta fracción.

- Instalación de trasvase o transferencia: instalación que permite la mejora logística de la gestión de los residuos mediante almacenamiento temporal, prensado, etc.

J

K

L

- Lixiviación: proceso de pérdida de líquido de un material.
- Lixiviado: líquido resultante de un proceso de lixiviación. En el caso concreto de los residuos, el proceso de degradación biológica, puede resultar en un líquido con contaminantes orgánicos, minerales y metálicos por extracción de compuestos solubles de la materia. Aplicado al depósito en vertedero, cualquier líquido que percole a través de los residuos depositados y que rezume desde o esté contenido en un vertedero (RD 1481/2001, depósito en vertedero).
- Lodos de depuración: Los lodos residuales salidos de todo tipo de estaciones depuradoras de aguas residuales domésticas, urbanas o de aguas residuales de composición similar a las anteriormente citadas, así como los procedentes de fosas sépticas y de otras instalaciones de depuración similares utilizadas para el tratamiento de aguas residuales. (RD 1310/1990, lodos)
- Lodos tratados: Son los lodos de depuración tratados por una vía biológica, química i térmica, mediante almacenamiento a largo plazo por cualquier otro procedimiento apropiado, de manera que se reduzca de forma significativa su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización (RD 1310/1990, lodos).

M

- Maduración: Estabilización biológica que conduce a la obtención de un compuesto maduro.
- Materia Orgánica: materia formada por estructuras y tejidos procedentes de organismos animales o vegetales que requieren la intervención de microorganismos para su descomposición.
- Materia Orgánica de la Fracción Resto (MOFR): materia orgánica presente en la fracción resto.
- Materiales valorizables: residuos que se pueden volver a utilizar total o parcialmente como materiales para distintos procesos o como fuente de energía y que, por lo tanto, tienen un valor comercial o industrial.
- Mejores técnicas disponibles (MTD): las mejores técnicas disponibles tal y como se definen en el artículo 3, apartado ñ), de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. (Ley 22/2011)

- Metano: hidrocarburo saturado, gas incoloro, de fórmula CH₄, inodoro e inflamable, que se forma principalmente durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica.
- Metanización: Proceso anaeróbico de transformación de materias orgánicas en biogás. Ver digestión anaerobia.
- Modelo de gestión: se conforma a partir de las distintas fracciones de residuos recogidas de forma separada, de la combinación de sistemas de recogida y de los tratamientos posteriores, que han de ser acordes a estas fracciones garantizando la aplicación del principio de jerarquía, aplicados en un ámbito territorial determinado.

N
O
P

- Pirólisis: degradación térmica de los compuestos orgánicos a temperaturas alrededor de los 400 °C con ausencia de oxígeno u otros agentes gasificantes para producir un gas combustible o gas de síntesis, aceites pirolíticos y un residuo sólido carbonoso. Las proporciones relativas de estos subproductos dependerán de la composición de los residuos de entrada, la temperatura y el tiempo.
- Punto Limpio (ecocentro, punto verde, deixalleria, garbigune, etc.): centro de aportación y almacenamiento, de forma separada de residuos de competencia municipal que no son objeto de recogida domiciliaria, con el objetivo de facilitar la valorización o gestión correcta. Estas instalaciones son para uso de particulares y pequeños comercios de acuerdo con las ordenanzas municipales.
- Poda: la Fracción Vegetal en forma de restos vegetales de jardinería y poda de mayor tamaño y de tipo leñoso. Por sus características requiere una gestión específica por cuestiones relacionadas con logística de recogida, el tratamiento y la temporalidad de generación (frecuencia y periodo).
- Poseedor de residuos: el productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos. (Ley 22/2011)
- Preparación para la reutilización: la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa. (Ley 22/2011)
- Prevención: conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:
 - 1.º La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.

- 2.º Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
- 3.º El contenido de sustancias nocivas en materiales y productos. (Ley 22/2011)
- Productor de residuos: cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas se considerará productor de residuos al representante de la mercancía, o bien al importador o exportador de la misma. (Ley 22/2011).

Q

R

- Rechazo: flujo residual procedente del tratamiento de residuos cuyo destino más habitual es una instalación de incineración o un vertedero.
- Rechazo en balas: rechazo sometido a un proceso de prensado y envuelto con plástico antes de su vertido.
- Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno. (Ley 22/2011)
- Recogida: operación consistente en el acopio de residuos, incluida la clasificación y almacenamiento iniciales para su transporte a una instalación de tratamiento. (Ley 22/2011)
- Recogida en masa de residuos: recogida de residuos que no han sufrido separación en origen.
- Recogida de competencia municipal: recogida de los residuos o de alguna de sus fracciones, realizada por los entes locales conforme a las competencias establecidas para éstos en la Ley 22/2011
- Recogida ordinaria de residuos: operación de recogida de las principales fracciones de residuos de competencia municipal: Orgánica, Vidrio, Papel-cartón, Envases Ligeros y Resto.
- Recogida selectiva: ver recogida separada.
- Recogida separada: la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico (Ley 22/2011).

- Recogida separada bruta: incluye todos aquellos residuos recogidos mediante los sistemas dispuestos por los municipios para la recogida separada. Incluye, por lo tanto, los impropios, es decir, aquellos residuos que se encuentran en cada uno de los sistemas de recogida pero que no corresponden a la fracción principal solicitada.
- Recogida separada neta: incluye aquellas fracciones incluidas en la recogida separada bruta exceptuando los impropios.
- Reducción de residuos: Ver prevención.
- Reducción en origen: disminución del volumen o la peligrosidad de los residuos generados en un proceso productivo mediante prácticas adecuadas y/o la modificación de procesos que impliquen el uso de tecnologías más limpias o de equipos más eficientes, la sustitución de materias primas o la modificación de la composición de los productos, la mejora de los sistemas de distribución, etc.
- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar (Ley 22/2011).
- Residuo biodegradable: residuos susceptibles a experimentar biodegradación (Materia Orgánica, Papel-cartón, Madera, etc.). Aplicado al depósito en vertedero, todos los residuos que, en condiciones de vertido, pueden descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de alimentos y de jardín, el Papel y el Cartón. (RD 1481/2001, depósito en vertedero)
- Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios (Ley 22/2011).
- Residuo de envase: todo envase o material de envase del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones en vigor (Ley 11/1997, envases).
- Residuo de pila o acumulador: pila, acumulador o batería que sea un residuo, según lo establecido en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, (RD 106/2008, pilas).
- Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias. Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria. Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados (Ley 22/2011).
- Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento

generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre. (Ley 22/2011)

- Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas. (RD 105/2008, construcción)
- Residuo voluminoso de competencia municipal (RVOL): residuos que por su tamaño distorsionan la gestión ordinaria de los residuos de competencia municipal.
- Residuo orgánico: acepción aplicada en la gestión de residuos de competencia municipal a la fracción orgánica y la fracción vegetal.
- Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. (Ley 22/2011)
- Residuos de competencia municipal: Residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios para los cuales los entes locales, o las diputaciones forales cuando proceda, tienen que prestar como servicio obligatorio, la recogida, el transporte y el tratamiento. Además los EELL podrán gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias. Estas tareas se desarrollan en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas en el marco jurídico de lo establecido en esta Ley 22/2011, de las que en su caso dicten las Comunidades Autónomas y de la normativa sectorial en materia de responsabilidad ampliada del productor.
- Residuo verde o vegetal (RV): residuos de origen vegetal, procedentes de jardinería, poda de parques y jardines urbanos, limpieza de bosques, etc.
- Resto: ver fracción resto.
- Reutilización: cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos. (Ley 22/2011)

S

- SANDACH¹⁵: Los cuerpos enteros o partes de animales o productos de origen animal de las tres categorías en la que se clasifican no destinados a consumo humano, incluidos óvulos, embriones y esperma. Algunos ejemplos de SANDACH son: cadáveres de animales; decomisos de mataderos y salas de despiece; Materiales Específicos de Riesgo (MER), alimentos que se retiran de los circuitos comerciales; gelatinas, cueros, pieles; cebos de pesca; trofeos de caza; harinas de carne, hueso o pescado; etc. En definitiva, son aquellos materiales que se generan en la producción primaria ganadera y en las industrias de transformación de los alimentos de origen animal y que, por motivos comerciales o sanitarios, no entran dentro de la cadena alimentaria y, por lo tanto, necesitan ser gestionados adecuadamente.
- Selección y clasificación: separación y agrupación según tipos de materiales o elementos y/o condicionamiento de residuos que no han sido separados en el mismo lugar dónde se han generado, que tiene por objetivo facilitar la valorización posterior.
- Separación en origen: separación de las diferentes fracciones de residuos en recipientes diferenciados, en el mismo lugar y momento en que se generan, con objetivo de facilitar la recogida y valorización posterior.
- Sistema de Depósito, Devolución y Retorno: modelo de gestión en que el productor del producto, para asegurarse la devolución de este producto o su residuo, cobra un importe en concepto de depósito al cliente, importe que es devuelto en el momento de hacer efectiva la devolución del producto/residuo. Este proceso se produce en toda la cadena de distribución y comercialización, hasta el consumidor final.
- Sistema integrado de gestión: ver apartado de Sistemas colectivos de responsabilidad ampliada del productor de la Ley 22/2011.
- Sistema de recogida: Conjunto de mecanismos que facilitan la recogida de los residuos de competencia municipal. Encontramos, por ejemplo:
 - Contenedores en superficie (carga posterior, lateral, pluma, etc.)
 - Contenedores soterrados (también existen de diferentes tipos: plataforma abatible, alzada, con pluma, etc.)
 - Recogida en cubos o bolsas individuales
 - Recogida neumática (estática o móvil)
- Subproductos: una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto, puede ser considerada como subproducto y no como residuo definido en el artículo 3 de la Ley 22/2011, apartado, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

¹⁵ Esta definición está extraída del Reglamento (CE) 1774/2002 y de documentación de MAGRAMA.

- Que se tenga la seguridad de que la sustancia u objeto va a ser utilizado ulteriormente,
 - que la sustancia u objeto se pueda utilizar directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial habitual,
 - que la sustancia u objeto se produzca como parte integrante de un proceso de producción, y
 - que el uso ulterior cumpla todos los requisitos pertinentes relativos a los productos así como a la protección de la salud humana y del medio ambiente, sin que produzca impactos generales adversos para la salud humana o el medio ambiente. (Ley 22/2011)
- Suelo contaminado: aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno, y así se haya declarado mediante resolución expresa (Ley 22/2011).
 - Sustancia: un elemento químico y sus compuestos naturales o los obtenidos por algún proceso industrial, incluidos los aditivos necesarios para conservar su estabilidad y las impurezas que inevitablemente produzca el proceso, con exclusión de todos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición. (RD 1802/2008, peligrosos)

T

- Tratamiento: las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación (Ley 22/2011).
- Tratamiento biológico: tratamiento por biodegradación aerobia o anaerobia de la materia orgánica contenida en los residuos.
- Tratamiento térmico de los residuos: cualquier proceso destinado a la transformación de los residuos en el que intervenga la energía calorífica (incineración, secado, etc.).
- Tratamiento de lixiviados: conjunto de operaciones que tienen por objeto reducir el potencial contaminante de los lixiviados.
- Tratamiento mecánico/biológico (o biológico/mecánico) (TMB/TBM): combinación de procesos físicos y biológicos para el tratamiento de la fracción resto.

U

- Utilización de lodos: cualquier sistema de aplicación de los lodos al suelo, tanto en superficie como en su interior realizada con fines agrarios. (RD 1310/1990, lodos)

V

- Valorización: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización. (Ley 22/2011)
- Valorización energética: utilización principal de residuos como combustible u otro modo de producir energía. Se incluye la incineración de residuos domésticos siempre que supere el valor umbral establecido en el anexo II de la Ley 22/2011.
- Valorización material: aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos.
- Vertedero: instalación de eliminación de residuos mediante su depósito subterráneo o en la superficie, por períodos de tiempo superiores a los recogidos en el párrafo j) anterior. Se incluyen en este concepto las instalaciones internas de eliminación de residuos, es decir, los vertederos en que un productor elimina sus residuos en el lugar donde se producen. No se incluyen las instalaciones en las cuales se descargan los residuos para su preparación con vistas a su transporte posterior a otro lugar para su valorización, tratamiento o eliminación (RD 1481/2001, depósito en vertedero).

W

X

Y

Z