

La experiencia de recogida Puerta a Puerta en el País Vasco: hacia la correcta gestión de los residuos orgánicos

Miren Artaraz Miñón

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

La reducción de residuos es una de las claves en el camino hacia una sociedad sostenible. Las autoridades comunitarias proponen¹ la aplicación de una jerarquía de gestión que se concreta en priorizar la prevención y valorización (Figura 1). Esta idea también es conocida como la *regla de las tres erres*: Reducir, Reutilizar y Reciclar². Según dicha jerarquía, la primera prioridad es poner en marcha las medidas necesarias para evitar que el residuo sea generado, lo que se conoce como prevención o minimización. Si el residuo es finalmente generado, se tratará de reintegrarlo en el ciclo de vida del producto para que deje de ser un residuo. Este proceso se conoce como valorización y puede lograrse reutilizando o reciclando los materiales. Reutilizar implica alargar la vida útil de los productos –utilizando de nuevo un producto para otro fin diferente para el que se adquirió– y reciclar consiste en obtener un producto a partir de un residuo mediante un

proceso de transformación. Se trata de cerrar el círculo del ciclo de vida de los productos, y se produce cuando un residuo bien gestionado se convierte en un recurso. Esta propuesta queda reflejada en el paquete de nuevas medidas sobre *economía circular* planteado por la Comisión Europea en diciembre de 2015. Este concepto de economía circular incide, entre otros aspectos, en la necesidad de reducir la pérdida de material y los residuos generados durante la producción y el consumo, pérdida que se produce cuando el modelo económico es lineal y se basa en extraer, producir, consumir y eliminar.

Figura 1. Jerarquía de gestión de residuos sostenible



Fuente: Elaboración propia.

¹ Mediante la Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos, Diario Oficial L312 de 22/11/2008, pp. 3-30.

² Distintos agentes sociales proponen planteamientos más ambiciosos con el cumplimiento de otras *erres*, como *Reestructurar* el modelo económico para que incluya los costes ambientales en el precio final de los productos y servicios o *Repensar* nuestro modo de vida.



El principal objetivo de esta jerarquía es minimizar la cantidad de residuos depositados en vertedero (European Commission, 2003). El vertido es el método de tratamiento menos deseable, tanto por los daños irreparables que producen los gases de efecto invernadero y las emisiones de lixiviados a las aguas de los vertederos, como porque los residuos depositados en vertedero representan una pérdida de recursos naturales. Se plantea así gestionar los residuos como recursos y que el reciclaje y la reutilización sean opciones económicamente atractivas para los gestores públicos y privados, fruto de que la recogida selectiva sea una opción muy extendida y se hayan desarrollado mercados para las materias primas secundarias (European Commission, 2011a). En resumen, garantizar el reciclaje de alta calidad y tender hacia el *vertido cero*. Para el horizonte 2030 se

plantea el objetivo de reciclado del 65% de los residuos municipales, mediante el ya mencionado paquete de medidas en el camino a la *economía circular*.

En el reciclaje de las distintas fracciones que componen los residuos municipales, los residuos biodegradables requieren especial atención por su cantidad –suponen más de la mitad de los residuos domésticos–, sus efectos secundarios si son depositados en vertedero y su potencial como fuente de energía renovable. Las autoridades medioambientales (European Commission, 2008; European Environmental Bureau, 2012) reconocen la necesidad de una directiva específica para este tipo de residuos que incluya la obligatoriedad de un sistema de recogida selectiva para poder reciclar esta fracción. Esta recogida diferenciada permite, ade-

Los costes de gestión dependen de forma muy significativa de las características particulares de cada municipio. Antzuola. Foto: Ayuntamiento de Antzuola.

El concepto de economía circular incide, entre otros aspectos, en la necesidad de reducir la pérdida de material y los residuos generados durante la producción y el consumo, pérdida que se produce cuando el modelo económico es lineal y se basa en extraer, producir, consumir y eliminar

más de reducir su vertido, tanto la recuperación energética de biogás, como el aprovechamiento del potencial de los residuos biodegradables en materia de mejora del suelo por obtenerse compost con un nivel de *impropios* suficientemente bajo, algo más difícil de lograr si los residuos biodegradables se recogen mezclados con el resto de residuos y se separan mediante procedimientos biomecánicos. En las experiencias europeas con los residuos biodegradables las principales medidas aplicadas han sido la recogida selectiva obligatoria, los límites y tasas al depósito en vertedero, los estándares de compostaje y los sistemas de gestión de calidad (European Commission, 2011b; 2011c).

La separación de materiales en origen es una de las formas más eficaces de recuperación para la valorización posterior, dado que el grado de calidad de los materiales recuperados es mayor. Cuanto más precisa sea esta separación, mayor será la eficiencia de la gestión y la calidad del producto obtenido, ya que los materiales pueden ser utilizados como materias primas en mejores condiciones. Que la separación se haga correctamente es especialmente importante en el caso de los residuos biodegradables para reducir los costes de tratamiento (Puyuelo *et al.* 2013), ya que la presencia de *impropios* implica dificultades en el proceso de compostaje, una baja calidad del compost y un incremento de los costes de manejo, extracción y disposición del residuo así como de mantenimiento de los equipos (Pagans *et al.* 2004) y en algunos casos

invalida el uso posterior de la fracción orgánica recogida.

Hay una serie de factores básicos a tener en cuenta en el desarrollo de un sistema de recogida selectiva eficaz, con más razón si tenemos en cuenta que cada sistema de recogida lleva asociado diferentes ratios de recuperación (Tanskanen y Melanen, 1999). Es necesario conocer la composición de los residuos para determinar los porcentajes recuperables. Se precisa también definir la meta, que dependerá, entre otras cuestiones, de los objetivos establecidos por ley y la disponibilidad de mercados para los materiales recuperados. Efectivamente, resulta fundamental asegurarse de que existen salidas para los materiales recogidos selectivamente, es decir, que el vínculo entre la recogida selectiva, el tratamiento adecuado para asegurar la calidad del subproducto y las vías de comercialización del subproducto es fuerte (Ministerio de Medio Ambiente, 2003). También es primordial conocer los costes asociados con la recuperación de materiales y el tratamiento al que vayan a ser sometidos dichos residuos.

También es preciso tener presentes los obstáculos detectados para su implantación. Por un lado, los índices de captura de la fracción orgánica en las ciudades verticales (aquellas con viviendas de varias alturas y mayor densidad de población) son bajos y la calidad no es buena, ya que se recoge un porcentaje elevado de *impropios* que contaminan la fracción recogida selectivamente (Dahlén *et al.*, 2007). Por otro lado se detectan ciertas dificultades por parte de los individuos para gestionar esta fracción de residuos de forma diferenciada (Purcell y Magette, 2010). Asimismo, la frecuencia de recogida de la fracción orgánica debe ser suficientemente alta como para evitar la acumulación de esos residuos, algo particularmente importante en lugares de climas cálidos, ya que los residuos orgánicos se pueden descomponer y producir olores antes de ser recogidos. Por último, es recomendable la implementación de un sistema de seguimiento de la actitud de la población, dado que en ciertos casos se ha observado que la cantidad de residuos orgánicos recogidos dis-

minuye después de unos años desde que se implanta el sistema (Latasa *et al.*, 2013).

EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN ESPAÑA

En España, la responsabilidad sobre la gestión de los residuos se divide en niveles. En el primer nivel se encuentra el Estado, que tiene competencia exclusiva para elaborar y aprobar legislación básica de protección del medio ambiente, y por ende, de los residuos. Fruto de esta competencia, la administración estatal elabora los Planes Nacionales de Residuos³. En todos ellos se proponen aumentos paulatinos en la cantidad de la fracción biodegradable recogida selectivamente y se establecen objetivos de reducción de su depósito en vertedero. En cuanto a las medidas, se plantean el establecimiento de acuerdos y convenios de colaboración y la realización de proyectos piloto para implantar la recogida selectiva de la fracción orgánica y de residuos verdes de parques y jardines, la adopción de una norma española sobre recogida selectiva de fracción orgánica, el tratamiento biológico para producción de compost de calidad o la necesidad de campañas de información y sensibilización destinadas a que los consumidores separen en origen la fracción orgánica. En un segundo nivel competencial se encuentran las Comunidades Autónomas, que elaboran los planes autonómicos de gestión. En el último nivel, las autoridades locales son las encargadas de la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos urbanos. Los municipios pueden a su vez asociarse en entidades locales supramunicipales como mancomunidades, áreas metropolitanas y comarcas. En los últimos años, se han llevado a cabo numerosas experiencias de agregación supramunicipal en el ámbito de los residuos y se constata que una gestión desde este ámbito es notablemente más eficaz (Gómez y Berbel, 2003) y puede implicar economías de escala en el sector (Bel, 2006),

³ Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006 (Ministerio de Medio Ambiente, 2000), Plan Nacional de Residuos Urbanos 2008-2015 (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2009a; 2009b) y Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022 (Ministerio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Se plantea así gestionar los residuos como recursos y que el reciclaje y la reutilización sean opciones económicamente atractivas para los gestores públicos y privados, fruto de que la recogida selectiva sea una opción muy extendida y se hayan desarrollado mercados para las materias primas secundarias. En resumen, garantizar el reciclaje de alta calidad y tender hacia el *vertido cero*

sobre todo para los municipios pequeños y medianos. Las asociaciones, cooperación y alianzas de este tipo son fundamentales para la consecución de soluciones integradas cuyos objetivos son la minimización de costes y la maximización de beneficios medioambientales (Phillips *et al.*, 1998; Slater *et al.*, 2007).

Hasta la década de los 80 todos los residuos municipales eran depositados en vertedero en España. Entonces comienza a producirse de forma paulatina lo que podría denominarse una primera revolución en la gestión de los residuos, un cambio de enfoque. Desde esta nueva visión, se empieza a defender una gestión que priorizara la valorización de materiales frente a la eliminación hasta entonces predominante. La concienciación de que los residuos significan una pérdida de recursos naturales supone el comienzo de la recogida de diversas fracciones de residuos de forma selectiva para someterlas a métodos de tratamiento diferenciados, que se traduce en un aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos y posibilita que ciertas fracciones de residuos no terminen en vertedero.

A partir del año 2001, los municipios españoles de más de 5000 habitantes están obligados

a implantar sistemas de recogida selectiva de residuos urbanos que posibiliten su reciclado y otras formas de valorización, incluyendo la recogida selectiva de la materia orgánica. Las políticas de residuos desarrolladas por los municipios contemplan medidas como inversiones en equipamientos, actuaciones logísticas, cambios normativos, adopción de instrumentos económicos y programas de sensibilización ciudadana. Para su planificación y desarrollo, las autoridades locales deben basarse en una serie de parámetros, como las tendencias históricas en la gestión de residuos, la disponibilidad de espacio en vertederos, los costes de los diferentes métodos de tratamiento y la existencia de mercados para las materias secundarias.

A continuación se describen los sistemas de recogida más extendidos en España:

- *Depósitos Alternativos de Residuos, Puntos Limpios o Ecoparques*: están ubicados en lugares alejados del área de viviendas y permiten recoger diversas fracciones de residuos como los residuos voluminosos. En algunos lugares funcionan también los Puntos Limpios Móviles.
- *Áreas de Aportación o Islas verdes*: los puntos de depósito están situados en comunidades o vecindarios, a 100-400 metros de los domicilios. Son superficies restringidas para la ubicación de los diferentes contenedores próximos entre sí.
- *Puerta a Puerta*: los ciudadanos deben depositar los cubos en cada puerta o patio interior del edificio, cumpliendo un horario determinado preestablecido para cada una de las fracciones recogidas.
- *Recogida en acera*: los puntos de depósito están ubicados a unos 50-60 metros de las viviendas y se utilizan sobre todo para la recogida en masa.

Es habitual aplicar simultáneamente distintos sistemas de recogida según la fracción. El sistema cuya implantación está más extendida en

España es aquel que recoge papel/cartón, vidrio y envases ligeros en áreas de aportación y residuos resto mediante recogida en acera (Gallardo *et al.*, 2010; 2012). Algunos municipios recogen los residuos voluminosos en el punto limpio, los residuos peligrosos en el punto limpio móvil, el vidrio, papel/cartón y envases en las áreas de aportación y fracción orgánica y fracción resto mediante el sistema Puerta a Puerta. En otros municipios se recogen las fracciones reciclables por un lado y los residuos-resto por otro, y también funcionan en otro tipo de recogidas, como materia orgánica y residuos-resto, material inerte y material combustible, o materia orgánica, reciclables y residuos-resto. De forma novedosa, en algunas ciudades se recoge la fracción multiproducto (papel/cartón y envases ligeros) con el fin de optimizar la recogida de residuos. Cataluña es la Comunidad Autónoma en donde se recoge una mayor cantidad de residuos de forma diferenciada mediante sistemas que requieren separación en el domicilio, básicamente contenedores en acera o sistemas Puerta a Puerta (Agencia de Residus de Catalunya, 2006).

En la práctica, la gestión de residuos municipales en España es muy mejorable (Artaraz *et al.*, 2012). La separación en origen está todavía en estado embrionario (Puig-Ventosa, 2008). En lo referido a los residuos orgánicos, las experiencias de recogida selectiva son escasas, por lo que el vertido sigue siendo el método de tratamiento predominante y los objetivos de desvío establecidos para esta fracción de residuos están muy lejos de alcanzarse (en 2011, un 57,9% de los residuos municipales se depositan en vertedero). Además, la implantación de las medidas se produce de forma tardía y no siempre se traduce en el cumplimiento de los objetivos establecidos y la aplicación de muchos de los instrumentos de políticas públicas se encuentra aún en fase incipiente. Los medios materiales y humanos son insuficientes, las administraciones públicas de los diferentes niveles no son capaces de trabajar con la coordinación necesaria y no se dedican recursos económicos suficientes. Esta gestión inadecuada es especialmente preocupante, dado que los suelos productivos



españoles presentan un gravísimo problema de déficit crónico e histórico de materia orgánica. España deberá reaccionar a tiempo y hacer un esfuerzo extraordinario para evitar el incumplimiento y las sanciones (European Topic Centre on Resource and Waste Management, 2013; Observatorio Sostenibilidad España, 2012).

RECOGIDA PUERTA A PUERTA (PaP): UNA VÍA PARA OPTIMIZAR LA RECOGIDA SELECTIVA DE RESIDUOS ORGÁNICOS

1. Ventajas y limitaciones del PaP

El sistema de recogida Puerta a Puerta (*Kerbside system*) (en adelante PaP) se propone como una vía para optimizar la recogida selectiva de residuos orgánicos. Se fundamenta en la entrega

segregada de las distintas fracciones de residuos con un calendario previamente establecido en el lugar que son generadas (domicilios o comercios) y sobre las que se ejerce un control sobre la separación. Las principales ventajas de este sistema de recogida son las siguientes:

- Se ajusta a la jerarquía de gestión de la Directiva Marco de Residuos.
- Posibilita una recogida selectiva generalizada de todas las fracciones reciclables, incluida la fracción orgánica.
- Evita las actitudes poco participativas porque se ejerce un mayor control en la separación domiciliaria (Coll *et al.*, 2002).
- Provoca un aumento de la concienciación de los ciudadanos que permite la corresponsa-

Hernani es uno de los cuatro municipios guipuzcoanos pioneros en el sistema de recogida PaP. Foto: Ayuntamiento de Hernani.

bilización de la gestión de los residuos entre los ciudadanos y la administración (Colomer *et al.*, 2010).

- Puede mejorar la recogida de las fracciones que se recogen selectivamente (Dahlén *et al.*, 2007; Gallardo *et al.* 2020; 2012) e incrementar las ratios de reciclaje con bajos niveles de *improprios*.
- Implica disponer de datos de recogida y gestión más desagregados y hacer frente al problema de la insuficiencia de datos relacionados con la gestión de residuos que dificulta la aplicación de estrategias de reducción (Chowdhury, 2009).

Asimismo, el sistema PaP permite la adopción del pago en función de los residuos generados (PAYT, *Pay As You Throw*). Las experiencias con el sistema PAYT han tenido un impacto significativo en la reducción de residuos de los domicilios y en el incremento del reciclaje (Dahlén *et al.*, 2007; Eunomia, 2002; 2003; Gellynck y Verhelst, 2007; Hage y Söderholm, 2007; Puig-Ventosa, 2008; Reichenbach, 2008; Skumatz, 2008; Skumatz y Freeman, 2006; Sterner y Bartelings, 1999). El sistema permite además que la gestión de los residuos se realice persiguiendo la consecución de dos objetivos: (1) equidad social, ya que cada individuo o empresa que genera residuos debe asumir éstos como un coste más del proceso productivo o de consumo y (2) eficiencia económica, dado que si se incorporan los costes de gestión, se evitará que las decisiones se basen en costes marginales inferiores a los costes totales de gestión de residuos (Artaraz, 2012).

El sistema de recogida PaP tiene también limitaciones, como que se precisa una campaña de sensibilización efectiva, es necesario guardar cada fracción en casa hasta el momento de la recogida (y en el caso de no disponer en el domicilio de suficiente espacio esto puede ser una limitación importante) y supone más dependencia para la ciudadanía por tener que respetar un horario preestablecido para la recogida.

2. Claves para un buen funcionamiento del PaP

El sistema PaP tiene que “poder alcanzar los objetivos cuantitativos y cualitativos fijados, debe integrarse en la estructura urbanística y tiene que ser aceptado por la ciudadanía, debe ser coherente con las posibilidades efectivas de reciclaje disponibles en el territorio integrándose en el sistema general de gestión de residuos, tiene que tener el soporte de un plan de comunicación, y finalmente, debe ser económicamente compatible con los recursos de la administración” (*Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente & Osservatorio Nazionale sui Rifiuti*, 1999:53). Para el logro de estas condiciones, antes de implantar un sistema PaP es preciso considerar las múltiples variables que inciden en la cantidad y calidad de los residuos recogidos:

- Demográficas y socioeconómicas: número de habitantes, número de domicilios, número y distribución de grandes generadores, etc.
- Geográficas: distancia a las instalaciones de tratamiento, clima, superficie urbanizada, densidad de población, tipología urbanística, etc.
- Relacionadas con el sistema de gestión: estructura y frecuencia del servicio de recogida, ingresos y costes, impactos ambientales asociados, potencial de actuación en materia de prevención (reutilización de voluminosos, reutilización de envases o gestión de la poda), puntos fuertes y débiles, etc.
- Relacionadas con los residuos: generación, composición, estacionalidad en la producción, etc.
- Campañas informativas desarrolladas.

Una de las claves del sistema PaP es mantener la individualización del origen. Cuanto más se consiga esta individualización, más fácil será sostener la corresponsabilización y la percepción de obligatoriedad de realización de la recogida selectiva. Puede hacerse una entrega indi-

vidual, agregada en contenedores o individual en unidades de agregación. Para ello, puede utilizarse un espacio comunitario para el servicio de recogida. Por eso, aunque su aplicación está más extendida en municipios medianos y pequeños con bajas densidades de población (Coll *et al.*, 2002), también es factible en zonas con urbanismo de alta densidad de población. Las soluciones y estrategias son varias y cada municipio o cada comunidad pueden optar por alguna de ellas, adaptando la recogida, la campaña de comunicación, el control de calidad, etc. a sus propias necesidades.

El comportamiento individual de los domicilios es otro de los determinantes del éxito del sistema PaP, ya que como supone cambios importantes en los hábitos de la ciudadanía, no funcionará si los individuos no están dispuestos a hacer separación en origen. Fruto de esta estrecha relación, el conocimiento de cuáles son los factores que incentivan o desincentivan a los ciudadanos para participar es básico para el éxito de estos sistemas (Fenech, 2002). La frecuencia de recogida es uno de los factores que más inciden en la actitud recicladora de los ciudadanos, dado que cuanto menor sea esta frecuencia, mayor será el espacio necesario para almacenar los residuos generados en el domicilio. Se demuestra así una relación directa entre la frecuencia de recogida y las cantidades recogidas (Gallardo *et al.*, 2012; Platt *et al.*, 1991). No obstante, la disminución en la frecuencia de recogida no afecta sustancialmente al número de domicilios que reciclan sino al peso de los residuos recogidos, y no de forma muy significativa (Karim *et al.*, 2012; Tucker *et al.*, 2000). También se detecta una relación directa entre las cantidades recogidas y el día de la semana en el que se realiza la recogida (Folz, 1991). El tipo de sistema de recogida incide a su vez en el comportamiento ante el reciclaje de los individuos (Parfitt *et al.*, 2001), así como el número de años que lleva implantado el sistema, dado que los ciudadanos están más familiarizados con el método de recogida (Gallardo *et al.*, 2012).

Considerando la eficiencia de un sistema de recogida desde el punto de vista de las cantidades

El sistema de recogida Puerta a Puerta se propone como una vía para optimizar la recogida selectiva de residuos orgánicos. Se fundamenta en la entrega segregada de las distintas fracciones de residuos con un calendario previamente establecido en el lugar que son generadas y sobre las que se ejerce un control sobre la separación

recogidas, el mejor sistema es el que recoge residuos orgánicos, multiproducto y residuos-resto mediante PaP y vidrio en las áreas de recogida (Gallardo *et al.*, 2012). En cuanto a las preferencias declaradas de los ciudadanos, el 63% de la población prefiere el sistema PaP al resto de sistemas (Vaccari *et al.*, 2013). Si comparamos el PaP y el sistema de contenedor en acera para hacer recogida selectiva de fracción orgánica, la recogida PaP presenta ventajas frente al sistema de contenedor porque su sostenibilidad ambiental es superior (Punkkinen *et al.*, 2012) y porque el porcentaje de *impropios* suele ser menor (Álvarez *et al.*, 2008). Por otro lado, el contenedor puede presentar problemas de olores si no se recoge con la frecuencia suficiente. Por último, y debido a la obligatoriedad del PaP, las cantidades de fracción orgánica recogidas mediante dicho sistema son muy superiores a las recogidas a través del sistema del contenedor.

3. Costes e ingresos del PaP

La optimización de costes pasa por la reducción de la frecuencia de recogida de la fracción resto, el uso de camiones no compactadores para las fracciones que no lo requieran y la desaparición del mantenimiento, limpieza y reposición de los contenedores. Los sistemas PaP pueden implicar mayores costes de inversión

frente a sistemas en los que se recogen todos los residuos mezclados, debido sobre todo al incremento de los costes de recogida y personal necesario, pero también a los ajustes en las infraestructuras, las instalaciones de tratamiento mecánico-biológico y los programas formativos. (Dodis *et al.*, 2003; Lavee y Nardiya, 2013; Teerioja *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2011). Estos costes pueden variar en función de los municipios, ya que dependerán del tamaño y densidad de población, distancia a las instalaciones de tratamiento, características de los residuos, precio de los contenedores y costes de transporte. En el 58% de las experiencias PaP europeas, la recogida de residuos biodegradables ha supuesto un incremento del coste de 5-20% respecto a la recogida en masa (European Commission, 2011b). En el 42% restante, el coste es equivalente con y sin recogida selectiva. Esto significa que no puede generalizarse fácilmente una conclusión sobre los costes de la recogida selectiva de los residuos orgánicos mediante PaP, ya que dependen de condiciones locales como el grado de madurez de la infraestructura de gestión existente o los *improprios* presentes que encarecen los costes de tratamiento. Lavee y Nardiya (2013) plantean una herramienta de toma de decisiones para calcular cuándo es económicamente factible para una localidad pasar de un sistema de recogida en masa a otro de separación en origen.

En cuanto a los ingresos, con los sistemas PaP aumentan los ingresos derivados de la recuperación y venta del subproducto obtenido mediante la recogida selectiva (Rueda *et al.*, 2005). En la medida que las recogidas PaP consigan una mayor captación de fracción orgánica de alta calidad y otras fracciones valorizables, el ahorro económico puede ser muy notorio en relación a una recogida selectiva con resultados inferiores (Colomer *et al.*, 2010). Es decir, es preciso evaluar no sólo los costes unitarios por tonelada recogida sino también por tonelada recuperada. Se podría calcular a partir de qué porcentaje de recogida selectiva y de qué índices de recogida de fracciones por habitante es más beneficioso económicamente implantar un sistema de recogida PaP.

En todo caso, a la hora de analizar los costes e ingresos de cualquier sistema de gestión, es conveniente la aplicación de un enfoque integral que considere todos los niveles administrativos, porque mientras la recogida se financia mediante presupuesto municipal, el tratamiento puede ser competencia de niveles administrativos superiores. Así, a las ventajas en términos económicos del sistema PaP (se reducen los gastos de tratamiento de la fracción resto y aumentan los ingresos derivados de los materiales recuperados) hay que añadir los ahorros medioambientales derivados de no utilizar los vertederos y las incineradoras, ahorros que en muchos análisis no son considerados. Si el diseño y la implantación de la recogida PaP se realiza de forma adecuada, el balance económico derivado de costos e ingresos es favorable.

4. Experiencias PaP pioneras en España

Cataluña es la comunidad autónoma pionera en la implantación de la recogida selectiva de la fracción orgánica⁴. La primera vez que se implanta el sistema PaP de la fracción orgánica es en el año 2000 en los municipios catalanes de Tiana, Tona y Riudecanyes, como resultado de la necesidad de buscar un sistema realmente eficiente y eficaz que superara el estancamiento de la recogida tradicional en contenedores (Coll *et al.*, 2002). Esta experiencia se lleva a cabo a partir del ejemplo de Italia, donde a partir de finales de los noventa, municipios de más de 100 000 habitantes tienen el sistema implantado en mayor o menor medida, más de 1800 municipios han introducido la recogida diferenciada de la fracción orgánica y de ellos aproximadamente un 70% utilizan un sistema de recogida PaP (Favoio y Ricci, 2005). Fruto de los buenos resultados de las experiencias de los tres municipios catalanes en términos de reciclaje, en los que en promedio se reciclan más del 60% de los residuos sólidos municipales

⁴ Mediante la Ley 6/93 de Residuos catalana y el Programa de Gestión de Residuos Municipales de Cataluña 1995-2000. Para los casos en los que dicha recogida no se implante, la Ley 9/2008 de Residuos catalana establece un nuevo canon sobre la incineración y un incremento del canon del vertedero (de 10€/tonelada a 20 €/tonelada) y de la incineración (de 5€/tonelada a 15€/tonelada).

generados, actualmente más de 130 municipios catalanes tienen implantado este sistema de recogida que permite recoger de manera selectiva la fracción orgánica. Los porcentajes de recogida selectiva en algunos de estos municipios son muy elevados. Valga como ejemplo el municipio de Matadepera de la provincia de Barcelona, que en el año 2010 alcanzó el 92,6% (Pujol, 2012). En lo que respecta a la opinión de los usuarios, el 76,8% de los ciudadanos catalanes se desenvuelve bien o muy bien con este sistema de recogida (Colomer *et al.*, 2010).

LA EXPERIENCIA PAP DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL PAÍS VASCO

Las experiencias de PaP en el País Vasco –en donde cada territorio histórico implementa su propio modelo de gestión de residuos a través de sociedades públicas o subcontratación de empresas privadas– se han desarrollado en el territorio histórico de Gipuzkoa. Aquí los municipios están organizados en mancomunidades que se encargan de la recogida selectiva de las diversas fracciones excepto la fracción orgánica, que es gestionada por los ayuntamientos. La saturación de los vertederos en el año 2008 deriva en un importante debate social y es el principal motivo de búsqueda de sistemas de alternativos para recoger selectivamente la fracción orgánica con el fin de adaptarse a la normativa vigente (Diputación Foral Gipuzkoa, 2008). Se apuesta entonces por la recogida en contenedores con el sistema denominado “4 ½”, que incluye la recogida selectiva de materia orgánica procedente de grandes generadores y domicilios de áreas urbanas de baja densidad.

Los cuatro municipios guipuzcoanos pioneros en el sistema de recogida PaP son Usurbil, Hernani, Oiartzun y Antzuola, los tres primeros pertenecientes a la mancomunidad de Sanmarkos y el cuarto a la mancomunidad de Debagoiena⁵. Usurbil es el primero en el año

⁵ Posteriormente, se aplica el sistema PaP en muchos otros municipios guipuzcoanos: Legorreta, Itsasondo, Zaldibia, Legazpi, Segura, Ormaiztegui, Antzuola, Aretxabaleta, Arrasate, Bergara, Elgeta, Eskoriatza, Leintz-Gatzaga y Oñati, entre ellos.



2009. Todos ellos son municipios cuya tipología de edificación se compone de algunos barrios con urbanismo horizontal, otros con urbanismo vertical y una zona de caseríos.

A continuación procedemos a realizar un análisis de los resultados más inmediatos tras su implantación, concretamente para el periodo 2009-2012. Antes de implantar el sistema PaP, en los municipios se desarrollan procesos participativos con varias reuniones (por barrios, sectoriales, etc.), mediante los cual se decide el horario diurno de la recogida para abaratar costes, el calendario de recogida, los servicios

Recogida de fracción orgánica en el sistema Puerta a Puerta de Usurbil. Foto: Asociación Zero Zabor I.B.E.

Tabla 1. Fracciones y frecuencia de recogida PaP

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
OIARTZUN	Envases ligeros	Papel/cartón	Orgánicos	Envases ligeros	Orgánicos	Resto	Orgánicos
	Pañales y compresas						
USURBIL	Orgánicos	Envases ligeros	Papel/cartón	Orgánicos	Envases ligeros	Orgánicos	Resto
	Pañales y compresas						
HERNANI	Envases ligeros	Papel/cartón	Orgánicos	Envases ligeros	Orgánicos	Resto	Orgánicos
	Pañales y compresas						
ANTZUOLA	Envases ligeros	Papel/cartón	Orgánicos	Envases ligeros	Orgánicos	Resto	Orgánicos
	Pañales y compresas						

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por los Ayuntamientos de los municipios.

a prestar en cada zona, los principios aplicables a la tasa de residuos y las demostraciones prácticas sobre dónde depositar cada material. También se ofrecen cursos y material para el autocompostaje. En los cuatro municipios coincide la frecuencia de recogida de todas las fracciones, tal y como queda reflejado en la Tabla 1. La fracción resto se recoge únicamente un día a la semana porque sólo supone el 15% del total de residuos. La materia orgánica se entrega en cubos marrones, los envases en bolsas de plástico, el papel y cartón en bolsas de papel o atado con cordel y el rechazo en bolsas de plástico, todas ellas en colgadores ubicados en la calle, cada uno con su etiqueta

identificadora de la vivienda. El vidrio se deposita en contenedores en acera. Los residuos que no se generan a diario (aceites, pilas, etc.) deben depositarse en puntos limpios fijos y móviles. Se utilizan vehículos no compactadores para la fracción orgánica y vehículos sin grandes tolvas para las fracciones compactables. Existen unas zonas de emergencia para dar servicio a aquellos vecinos con problemas para adaptarse al calendario u horario establecidos, que suelen estar junto a una zona de aportación (para aprovechar las costumbres de la ciudadanía de depositar las fracciones reciclables) y en algunos casos es preciso solicitar la llave para poder hacer uso de ellas.

Tabla 2. Niveles de recogida de fracciones valorizables antes y después del PaP (kg/hab/año)

	OIARTZUN		USURBIL		HERNANI		ANTZUOLA	
	2009	2012	2009	2012	2009	2012	2009	2012
Orgánicos	0	76,9	87,3	134,8	0	78,5	0	88,6
Papel/cartón	42,2	39,4	45,2	60,6	45,4	33,2	26,9	34,4
Envases ligeros	19,3	27,8	27,2	35,6	16,3	27,8	25,5	34,5
Vidrio	43,0	41,1	48,1	37,5	28,0	36,4	29,8	35,7
Recogida selectiva	31,0%	72,0%	28,0%	82,6%	33,0%	78,3%	33,7%	85,7%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por los Ayuntamientos de los municipios.

Tabla 3. Balance económico antes y después de la implantación del sistema PaP (en €)

	GASTOS		INGRESOS		BALANCE		
	Antes del PaP	Después del PaP	Antes del PaP	Después del PaP	Antes del PaP	Después del PaP	Variación
OIARTZUN	673 000	873 586	399 060	551 899	-273 940	-321 686	17,4%
USURBIL	525 707	655 288	239 737	518 853	-285 970	-136 435	-52,2%
HERNANI	1 233 092	1 863 000	800 313	1 121 452	-432 779	-741 548	71,3%
ANTZUOLA	52 198	116 789	16 672	32 891	-35 526	-83 898	136,1%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por los Ayuntamientos de los municipios.

En las zonas rurales, los vecinos depositan sus residuos en los puntos de aportación.

La diferencia en las cantidades de recogida previas y posteriores a la implantación del sistema PaP es evidente, tal y como se muestra en la Tabla 2. El sistema PaP significa por un lado una mejora cuantitativa, dado que se produce un importante incremento de los niveles de recogida selectiva. Estos municipios llegan a unos niveles de recogida selectiva global entre el 60% y 85% sobre los residuos generados, considerando que parten de indicadores de recogida selectiva muy inferiores (30% en promedio). Por otro lado, se produce una mejora cualitativa, ya que disminuye la cantidad de *impropios*. A su vez, se produce un descenso en la recogida de residuos-resto, motivado por el incremento de la recogida selectiva y también por la reducción de productores que hacían un uso indebido de los contenedores mediante vertidos de residuos no domésticos de pequeños industriales, talleres, jardineros y que ahora gestionan sus residuos mediante gestores privados. Asimismo, desaparecen los residuos que cabían en los contenedores que se utilizaban antes de la implantación del sistema PaP pero no en las bolsas de dicho sistema.

En lo que respecta a la fracción orgánica, la diferencia existente es obvia, dado que antes de la implantación del sistema PaP esta fracción no se recogía de forma diferenciada. Con el sistema PaP se recogen 280, 215 y 241 grs/hab/día en Usurbil, Hernani y Antzuola respectivamente. En los cuatro municipios el porcentaje de

rechazo es inferior al 5% (en un 80% de los casos es inferior al 1,5%). Si comparamos los resultados de estas experiencias de recogida PaP con los del contenedor en acera para la fracción orgánica, en el sistema PaP son claramente mejores. En los barrios donostiarras de Amara y Gros en donde está implantado el sistema del contenedor en acera se recoge un 26% y 14% de la materia orgánica frente al más del 80% que se recoge en Usurbil mediante el sistema PaP. Si hacemos la comparativa entre este municipio (de aproximadamente 6000 habitantes) y todos los municipios de Gipuzkoa en donde funciona el sistema del contenedor (sumando todos ellos más de 87 000 habitantes), en Usurbil la recogida de la fracción orgánica es mayor⁶ (Latasa *et al.*, 2013).

En cuanto a los costes de recogida, son mayores que con el sistema de recogida tradicional, ya que aunque los gastos relacionados con los contenedores desaparecen y los camiones pueden ser más simples y baratos, el tiempo dedicado al servicio de recogida y el personal necesario es mayor, por lo que se incrementan los gastos destinados a la contrata para el servicio de recogida. Los costes de tratamiento, por el contrario, disminuyen porque se reducen drásticamente las toneladas de residuos-resto generadas y en consecuencia los costes de incineración o vertido.

Observando la Tabla 3 se puede concluir que la recogida PaP significa un incremento tan-

⁶ Datos de marzo de 2010.



En el caso de Usurbil, el balance es positivo: el déficit de la gestión de residuos ha disminuido de forma constante desde su implantación. Foto: Asociación Zero Zabor I.B.E.

to de gastos como de ingresos. En el caso de Usurbil, el balance es positivo: el déficit de la gestión de residuos ha disminuido de forma constante desde su implantación. Para el resto de municipios, sin embargo, los ingresos no cubren los gastos de tratamiento y la aplicación del sistema PaP ha significado un incremento del déficit de las arcas municipales, un incremento por cierto muy dispar entre municipios. La explicación de esta diferencia estriba en que los costes de gestión dependen de forma muy significativa de las características particulares de cada municipio. Por otro lado, no hay que olvidar la previamente mencionada conveniencia de aplicación de un enfoque

integral que considere todos los niveles administrativos, niveles que no han sido tenidos en cuenta en el presente estudio por quedar fuera de nuestro alcance.

CONCLUSIONES

En España, la transposición de las directivas comunitarias se ha demorado en exceso y los objetivos establecidos en dichas directivas no llegan al nivel de cumplimiento requerido. Así, en el año 2016 la proporción de residuos urbanos reciclados ha sido 27% y el 63% restante ha sido depositado en vertederos, casi el doble de la media comunitaria (Observatorio Sostenibilidad España, 2016). La legislación estatal no es suficientemente rotunda, dado que se establecen ciertos objetivos de vertido, recuperación y reciclaje pero no las medidas aplicables en el caso de incumplimiento de dichos objetivos, hecho que se produce con frecuencia. Y es que las entidades locales, en la mayoría de los casos, se enfrentan a importantes limitaciones de diversa índole, sobre todo económicas pero también técnicas y actitudinales, que impiden la consecución de los objetivos establecidos a nivel estatal. Por este motivo, “es necesario mejorar la aplicación de la legislación nacional de residuos, además de una definición más clara de los objetivos y obligaciones de los municipios” (Puig-Ventosa 2008: 2771).

En lo que respecta a los residuos orgánicos – de especial interés por su gran impacto ambiental –, el reconocimiento por parte de las autoridades medioambientales europeas de la necesidad de la obligatoriedad de un sistema de recogida selectiva de esta fracción de residuos no se ha materializado en la promulgación de ninguna directiva específica en España, en donde únicamente se sugiere la necesidad de hacerlo. El porcentaje de residuos biodegradables vertidos respecto de los generados en 1995 fue del 47%. Dado que en 2016 este porcentaje debe ser del 35%, es necesario reducir 12 puntos porcentuales el depósito en vertedero de este tipo de residuos.

(Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015). Resulta fundamental la puesta en marcha de medidas urgentes que inviertan las tendencias actualmente dominantes, dado que la actual gestión de residuos orgánicos no permite alcanzar los objetivos establecidos para dicha fracción. La elaboración y aplicación de instrumentos legislativos que establezcan objetivos de reducción es una condición imprescindible para la proliferación de sistemas PaP.

El sistema PaP permite recoger de forma diferenciada la fracción de residuos orgánicos y se propone como una alternativa preferible a la recogida en contenedores en acera que puede cumplir los objetivos de recuperación y reciclaje establecidos en la Directiva Marco de Residuos europea. El planteamiento inicial de este sistema es facilitar la separación en origen, recoger la fracción orgánica 3 o 4 veces por semana y limitar la recogida de residuos-resto a lo estrictamente necesario (1 o 2 veces por semana). Los resultados de las experiencias desarrolladas en algunos municipios del País Vasco demuestran que supone un importante incremento en los niveles de recogida de todas las fracciones valorizables, incluida la fracción orgánica, esta última con un grado de pureza que permite el uso de materiales producidos a partir de los residuos orgánicos recuperados. Los municipios podrían plantearse la implantación de estos sistemas como una vía para avanzar hacia la recogida selectiva de la fracción orgánica y cumplir los objetivos legales.

La implantación de la recogida PaP no garantiza su éxito. Las especificidades del territorio –clima, densidad urbana, tipología de residuos generados, presencia y peso de actividades comerciales, etc.–, la corresponsabilidad de todos los agentes implicados –administraciones, personal técnico y ciudadanía– y el conocimiento de las debilidades y dificultades del sistema son cuestiones clave para el éxito del sistema PaP. Allá donde estos aspectos no han sido considerados, el sistema ha fracasado.

La recogida selectiva PaP de residuos orgánicos no tiene que ser necesariamente más cara que cualquier otro sistema de recogida selectiva. Si bien las rutas de recogida se alargan, elevando los costes, también la reducción de la frecuencia de recogida de la fracción resto, el uso de vehículos no compactadores, la desaparición de los gastos de mantenimiento, limpieza y reposición de los contenedores y el aumento de los ingresos por reciclaje inciden en sentido inverso

Desde el punto de vista económico, no es posible concluir que la aplicación de este tipo de sistemas de recogida implique un balance económico positivo para el ayuntamiento. No obstante, conviene resaltar que las características del municipio son tan determinantes que la recogida selectiva PaP de residuos orgánicos no tiene que ser necesariamente más cara que cualquier otro sistema de recogida selectiva. Si bien las rutas de recogida se alargan, elevando los costes, también la reducción de la frecuencia de recogida de la fracción resto, el uso de vehículos no compactadores, la desaparición de los gastos de mantenimiento, limpieza y reposición de los contenedores y el aumento de los ingresos por reciclaje inciden en sentido inverso. Y si además, aplicando un enfoque integral, considerásemos por un lado la eficiencia ambiental, evaluando los costes unitarios por tonelada recuperada y no sólo por tonelada recogida y por otro lado posibles cambios en la fiscalidad ambiental (como la aplicación de impuestos sobre tratamientos finalistas), el balance económico de los sistemas de recogida PaP sería definitivamente mejor. ❀

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Residus de Catalunya, 2006. Programa de Gestió de Residus Municipals a Catalunya, PROGEMIC 2007-2012. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.
- Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente & Osservatorio Nazionale sui Rifiuti, 1999. La raccolta differenziata – aspetti progettuali e gestionali. Manuale ANPA. Ministero dell'Ambiente, Italia.
- Álvarez, M.D., Sans, R., Garrido, N., Torres, A., 2008. Factors that affect the quality of the bio-waste fraction of selectively collected solid waste in Catalonia. *Waste Management* 28 (2), 359-366.
- Artaraz, M. 2012. Políticas públicas para una gestión sostenible de los residuos municipales. Un análisis aplicado al municipio de Vitoria-Gasteiz. Editorial Académica Española, Berlín.
- Artaraz, M., Forcada, F.J., García-Alonso, O., 2012. La gestión de los residuos municipales en España: ¿vamos por el buen camino? *Revista Española de Control Externo* 40 (XIV), 79-104.
- Bel, G., 2006. Un análisis de los gastos municipales por el servicio de residuos sólidos urbanos, *Revista de Economía Aplicada* 41 (XIV), 5-32.
- Chowdhury, M., 2009. Searching quality data for municipal solid waste planning. *Waste Management* 29 (8), 2240-2247.
- Coll, E., Rieradevall, J., Doménech, X., 2002. La recogida selectiva puerta a puerta de la materia orgánica. Experiencia municipio Tiana (Cataluña). *Residuos* 67, 108-114.
- Colomer, J. (Coord), Álvarez, L., Aymemí, A., Codina, E., Coll, E., Gijón, R., Llopart, G.; Martín, P., Puig-Ventosa, I., Salvans, C. 2010. Manual de recogida selectiva puerta a puerta. Associació de Municipis Catalans per a la recollida selectiva porta a porta, Agencia de Residus de Catalunya.
- Dahlén, L., Vukicevic, S., Meijer, J.E., Lagekvist, A., 2007. Comparison of different collection systems for sorted household waste in Sweden. *Waste Management* 27 (10), 1298-1305.
- Diputación Foral Gipuzkoa, 2008. Documento de Progreso del Plan Integral de Gestión de Residuos Urbanos de Gipuzkoa 2002-2016. Departamento de Agricultura y Medio Ambiente, Diputación Foral de Gipuzkoa, Donostia-San Sebastián.
- Dodis, C., Kitis, K., Panagiotakopoulos, D., Aivaliotis, V., 2003. The impact of source separation on the cost of municipal solid waste management systems in: Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology Lemnos Island, Greece, Full paper Vol. A, pp. 162-169.
- European Topic Centre on Resource and Waste Management, 2013. Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries, Working Paper 2/2013. Denmark.
- Eunomia, 2002. Financing and incentive schemes for municipal waste management. Case studies, Final Report to Directorate General Environment, European Commission, Eunomia Research and Consulting Ltd., United Kingdom.
- Eunomia, 2003. Waste collection: to charge or not to charge? A Final Report to IWM (EB). Eunomia Research and Consulting Ltd., United Kingdom.
- European Commission, 2003. Towards a Thematic Strategy on the prevention and recycling of wastes. European Commission, Directorate General for the Environment, Brussels.
- European Commission, 2008. Green Paper on the Management of Bio-Waste in the European Union. European Commission, Directorate General for the Environment, Brussels.
- European Commission, 2011a. Resource efficient Europe. The flagship initiative of the EU 2020 Strategy. European Commission, Directorate General for the Environment, Brussels.
- European Commission, 2011b. Evolution of biowaste generation/prevention and biowaste prevention indicators. European Commission, Directorate General for the Environment, Brussels.
- European Commission, 2011c. Assessment of feasibility of setting bio-waste recycling targets in EU, including subsidiarity aspects. European Commission, Directorate General for the Environment, Brussels.
- European Environmental Bureau (2012): Throwing away the chance to improve waste policy? Product & Waste policy. An examination of the Waste Framework Directive. European Environmental Bureau, Brussels.
- Favoino, E., Ricci, M., 2005. La raccolta differenziata; rassegna, valutazione e comparazione dei risultati a livello nazionale. Una analisi comparata sulle diverse modalità di raccolta, Gruppo di studio sul compostaggio e la gestione integrata dei rifiuti della Scuola Agraria del Parco di Monza, Italia.
- Fenech, M., 2002. Understanding Public Participation in Source Separation of Waste. Implications for the implementation of waste management policies with particular focus on Malta and Sweden. Thesis for the fulfilment of the Master of Science in Environmental Management and Policy, Lund, Sweden.
- Folz, D.H., 1991. Recycling program design management and participation: a national survey of municipal experience. *Public Administration Review* 51 (3), 222-231.
- Gallardo, A., Bovea, M.D., Colomer, F.J., Prades, M., Carlos, M., 2010. Comparison of different collection systems for sorted household waste in Spain. *Waste Management* 30 (12), 2430-2439.
- Gallardo, A., Bovea, M.D., Colomer, F.J., Prades, M., Carlos, M., 2012. Analysis of different collection systems for sorted household waste in Spain. *Waste Management* 32 (9), 1623-1633.
- Gellynck, X., Verhelst, P., 2007. Assessing instruments for mixed household solid waste collection services in the Flemish region of Belgium. *Resources, Conservation and Recycling* 49 (4), 372-387.
- Gómez, M., Berbel, J., 2003. Análisis y protesta de estrategia de desarrollo para la gestión ambiental de los residuos urbanos en los municipios de Andalucía. *Revista de Estudios Regionales* 68, 61-88.

- Hage, O., Söderholm, P., 2007. An econometric analysis of regional differences in household waste collection: The case of plastic packaging waste in Sweden. *Waste Management* 28 (10), 1720-1731.
- Karim, W.A.W.A., Farizan, I., Awang, D.R., Idris, A., 2012. An application of the theory of planned behaviour to study the influencing factors of participation in source separation of food waste. *Waste Management* 33 (5), 1276-1281.
- Latasá, I., Lozano, P., Bueno, G., Bermejo, R., Hoyos, D., Lasagabaster, I., 2013. Estudio sobre los residuos urbanos y su gestión y tratamiento para el territorio guipuzcoano. Disponible en: <http://www.vitaminasanticrisis.com/ekopol/informe.pdf>
- Lavee, D., Nardiya, S., 2013. A cost evaluation method for transferring municipalities to solid waste source-separated system. *Waste Management* 33 (5): 2204-2208.
- Ministerio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015. Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022. Ministerio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.
- Ministerio Medio Ambiente, 2000. Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Ministerio Medio Ambiente, 2003. Gestión de residuos urbanos biodegradables en Europa. Informe Temático, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Ministerio Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2009a. Plan Nacional Integral de residuos 2008-2015. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Ministerio Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2009b. II Plan Nacional de Residuos Urbanos 2008-2015. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Observatorio Sostenibilidad España, 2012. Sostenibilidad en España 2012. Mundi-Prensa. Madrid.
- Observatorio Sostenibilidad España, 2016. Sostenibilidad en España 2016. Informe basado en los indicadores de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Disponible en: http://www.observatoriosostenibilidad.com/documentos/SOS16_v21.pdf
- Pagans, E., Barrena, R., Gea, M.T., Sánchez, A., 2004. La importancia de la caracterización de la fracción orgánica de los residuos municipales. *Residuos* 77, 100-104.
- Parfitt, J.P., Lovett, A.A., Sünnerberg, G., 2001. A classification of local authority waste collection and recycling strategies in England and Wales. *Resources, Conservation and Recycling* 32 (3-4), 239-257.
- Phillips, P.S., Gronow, B., Read, A.D., 1998. A regional perspective on waste minimisation: a case study of the East Midlands of England. *Resources, Conservation and Recycling* 23 (3), 127-161.
- Platt, B., Docherty, C., Broughton, A.C., Morris, D., 1991. Beyond 40 percent: record setting recycling and composting programs. Institute for Local Self Reliance, Washington DC.
- Puig-Ventosa, I., 2008. Charging systems and PAYT experiences for waste management in Spain. *Waste Management* 28 (12), 2767-2771.
- Pujol, J., 2012. La experiencia del Puerta a Puerta y la implantación del sistema de pago por generación de residuos en el municipio barcelonés de Argentona, in: Artaraz, M. (Coord.), ¿Cómo avanzar hacia la reducción y reciclaje de residuos urbanos? Una propuesta de instrumentos económicos, University of the Basque Country and City Council of Vitoria-Gasteiz, pp. 139-157.
- Punkkinen, H., Merta, E., Teerioja, N., Moliis, K., Kuvaja, E., 2012. Environmental sustainability comparison of a hypothetical pneumatic waste collection system and a door-to-door system. *Waste Management* 32 (10), 1775-1781.
- Purcell, M., Magette, W.L. (2009). Prediction of household and commercial BMW generation according to socio-economic and other factors for the Dublin region. *Waste Management* 29 (4): 1237-1250.
- Puyuelo, B., Colón, J., Martín, P., Sánchez, A. 2013. Comparison of compostable bags and aerated bins with conventional storage systems to collect the organic fraction of municipal solid waste from homes. A Catalonia case study. *Waste Management* 33 (6), 1381-1389.
- Reichenbach, J. 2008. Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe – A review of pilot research and implementation studies. *Waste Management* 28 (12), 2809-2814.
- Rueda, S., Vila, M., Nohales, G., 2005. Modelización de sistemas de gestión de residuos. *Residuos* 83, 26-42.
- Skumatz, L.A., 2008. Pay as you throw in the US: Implementation, impacts and experience. *Waste Management* 28 (12), 2778-2785.
- Skumatz, L.A., Freeman, D.J., 2006. Pay as You Throw (PAYT) in the US. Update and Analyses. Skumatz Economic Research Associates, Inc., Seattle, Washington.
- Slater, R., Frederickson, J., Thomas, C., Wield, D., Potter, S., 2007. A critical evaluation of partnerships in municipal waste management in England. *Resources, Conservation and Recycling* 51 (3), 643-664.
- Sterner, T., Bartelings, H., 1999. Household Waste Management in a Swedish Municipality: Determinants of Waste Disposal, Recycling and Composting. *Environmental and Resource Economics* 13 (4), 473-491.
- Tanskanen, J.H., Melanen, M., 1999: Modelling separation strategies of municipal solid waste in Finland. *Waste Management & Research* 17 (2), 80-92.
- Teerioja, N., Moliis, K., Kuvaja, E., Ollikainen, M., Punkkinen, H., Merta, E., 2012. Pneumatic vs. door-to-door waste collection systems in existing urban areas: a comparison of economic performance. *Waste Management* 32 (10), 1782-1791.
- Tucker, P., Speirs, D., Smith, D., 2000. The Impact of a Change in Collection Frequency on Kerbside Recycling Behaviours. *Journal of Environmental Planning and Management* 43 (3), 335-350.
- Vaccari, M., Di Bella, V., Vitali, F., Collivignarelli, C., 2013. From mixed to separate collection of solid waste: Benefits for the town of Zavidovici (Bosnia and Herzegovina)". *Waste Management* 33 (2), 277-286.
- Yang, L., Li, Z.S., Fu, H.Z., 2011. Model of municipal solid waste source separation activity: a case study of Beijing. *Journal of the Air & Waste Management Association* 61 (2), 157-163.