

**MÁSTER PROPIO EN AGROECOLOGÍA, SOBERANÍA ALIMENTARIA,
ECOLOGÍA URBANA Y COOPERACIÓN AL DESARROLLO RURAL**

Curso 2020-2021

**Complemento al Trabajo de Fin de
Máster:
Compostaje comunitario en la
Mancomunidad del Alto Mijares**

Saúl Nebot Martínez

Tutora académica: Susana Cháfer

Tutor externo: Gerardo Chiva

Cirat, Castellón, Octubre de 2021

Índice

1.	Introducción	2
2.	Marco normativo.....	3
2.1.	Europeo	3
2.2.	Estatal.....	3
2.3.	Autonómico.....	4
5-	Antecedentes	6
6-	Ámbito de estudio	9
7-	Gestión de residuos.....	10
8-	Tipos de residuos.....	14
9-	Propuesta de prueba piloto.....	16
9.1.	Características de la zona de compostaje.....	17
9.2.	Dimensionamiento	19
10-	Conclusiones	22
11-	Bibliografía	25

1. Introducción

Durante últimos años se están acelerando nuevos modelos de recogida de residuos centrados en la separación en origen. Los residuos recogidos en masa son destinados a su gestión centralizada mediante un tratamiento finalista (vertido o incineración), mientras que una gestión con separación en origen se facilita la gestión para el reciclado.

El compostaje doméstico también llamado “autocompostaje”, es aquel realizado a nivel individual o de hogar, y comunitario, por un grupo de vecinos que comparten instalaciones. Este tipo de gestión no necesita operaciones de recogida y transporte de residuos ya que todo se gestiona donde se genera, y el compost resultante, se utiliza directamente por los usuarios.

El compostaje es un proceso microbiológico, fácil de realizar y asequible económicamente, permite estabilizar los residuos orgánicos y transformarlos en compost un abono estable, de naturaleza orgánica, parcialmente humificada y que, además, es una fuente de nutrientes y de numerosos microorganismos beneficiosos para la agricultura. (Tortosa, G. 2020)

Sabemos que las prácticas de agricultura intensiva, basadas en el uso de variedades mejoradas y en la fertilización química, en detrimento de las aportaciones orgánicas, han provocado la pérdida de biodiversidad y la merma cuantitativa de importantes poblaciones de biota en el suelo, lo que ha originado que se hayan visto disminuidas muchas de las funciones que realizan. (Porcuna, J.L. 2020)

Por lo que el compostaje ofrece una vía para regenerar nuestros suelos y repensar nuestra agricultura. Pueden ser utilizados como acondicionador de los suelos cuando son susceptibles de mejorar alguna o algunas propiedades de los mismos, o como fertilizante, lo que implica como finalidad el aporte de nutrientes para el sostenimiento de la cubierta vegetal.

Además de estas dos opciones, que son las más importantes desde el punto de vista de la utilización de los residuos en suelos productivos, cabe la posibilidad de usarlos como *substratos* para el mantenimiento de los cultivos, entendiendo este término como el que corresponde a un material sólido, distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor en forma pura o mezclado, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando el papel de soporte de la planta (Abad, 1991)

2. Marco normativo

2.1. Europeo

La Directiva (UE 2018/851) Pretende mejorar y transformar la gestión de residuos en la Unión Europea para proteger, preservar y mejorar la calidad del medio ambiente, así como a proteger la salud humana, garantizar la utilización prudente, eficiente y racional de los recursos naturales, promover los principios de la economía circular, mejorar el uso de la energía renovable, aumentar la eficiencia energética, reducir la dependencia de la Unión de los recursos importados, crear nuevas oportunidades económicas y contribuir a la competitividad a largo plazo.

En el Artículo 22, se fija que los estados miembros garantizarán que, a más tardar el 31 de diciembre de 2023, los biorresiduos, bien se separen y reciclen en origen, o bien se recojan de forma separada y no se mezclen con otros tipos de residuos.

Según el Apartado 11 de esta misma directiva, para 2025 se debe alcanzar un mínimo del 55 % en reutilización y reciclado de residuos municipales.

Para alcanzar ambos objetivos europeos todo pasa por separar los bioresiduos. Y esta separación en zonas aisladas de montaña con un marcado carácter agrícola se debería enfocar en la realización de un compostaje doméstico para mitigar el impacto de la huella de carbono, ya que de esta manera el residuo orgánico no viaja.

2.2. Estatal

La ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, mediante la cual se traspone al ordenamiento jurídico español la Directiva 2008/98/CE y se establece la legislación estatal básica en materia de residuos.

Conforme dispone el art. 14, el Ministerio competente en materia de Medio Ambiente, previa consulta a las Comunidades Autónomas, a las Entidades Locales, a otros Ministerios afectados y cuando proceda en colaboración con otros Estados miembros, elaborará, de conformidad con la citada Ley, el Plan estatal marco de gestión de residuos. Dicho plan, contendrá 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. La determinación de dichos objetivos será coherente con la estrategia de reducción de gases de efecto invernadero y los compromisos internacionales asumidos en materia de cambio climático.

En este sentido, por Acuerdo del Consejo de Ministros de fecha 6 de noviembre de 2015, se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022 (en adelante PEMAR) mediante el cual se establecen los objetivos operativos de cumplimiento de la Ley 22/2011 y

se establece la estructura de los planes autonómicos en materia de residuos y la contribución de las comunidades autónomas al logro de los objetivos estatales en materia de residuos.

El Real decreto 646/2020, de 7 de julio, sobre la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, que traspone la Directiva 2018/850.) Establece un marco jurídico y técnico adecuado para las actividades de eliminación de residuos mediante depósito en vertederos de conformidad con la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados al tiempo que regula las características de los vertederos y su correcta gestión y explotación.

El objetivo es garantizar una reducción progresiva de los residuos depositados en vertedero, especialmente de aquellos que son aptos para su preparación para la reutilización, reciclado como es el caso de los biorresiduos.

La Nueva Estrategia Española de Economía Circular, España Circular 2030, aprobada en junio de 2020, sienta las bases para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, en la que se reduzcan al mínimo la generación de residuos y se aprovechen con el mayor alcance posible los que no se pueden evitar.

La Estrategia España circular 2030, tiene una visión a largo plazo, que será alcanzada a través de sucesivos planes de acción trienales por desarrollar, que permitirán incorporar los ajustes necesarios para culminar la transición en 2030. Entre las diversas estrategias se incluyen:

- Reducir la generación de residuos un 15% respecto de lo generado en 2010.
- Reducir la generación residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50% de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20% en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020.
- Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización hasta llegar al 10% de los residuos municipales generados.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO2 equivalente.

2.3. Autonómico

A nivel autonómico, la ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos y suelos contaminados de la Comunitat Valenciana, establece el marco regulador de la política autonómica de residuos y sus instrumentos de planificación autonómica en materia de residuos.

En el ámbito del compostaje comunitario, la orden 18/2018, de 15 de mayo, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio climático y Desarrollo Rural, por la que se regulan las instalaciones de compostaje comunitario en el ámbito de la Comunitat Valenciana.

No todas las comunidades autónomas disponen de una regulación para las instalaciones de compostaje comunitario, y en este sentido la comunidad valenciana, según el informe

Asociación Fértil Auro de 2019, es junto a la normativa del País vasco, la que más parámetros fija para llevar a cabo estas instalaciones.

En el marco del PEAR, el PIRCV se erige en el instrumento director y coordinador de todas las actuaciones que se realicen en la Comunitat Valenciana en materia de gestión de residuos. Y es el Decreto 55/2019, de 5 de abril, del Consell, por el cual se aprueba la revisión del Plan integral de residuos de la Comunitat Valenciana

La presente modificación del Plan, se basa en una transición hacia un nuevo modelo de gestión de residuos, de acuerdo con las opciones de gestión jerárquicamente prevalentes según las Directivas Europeas:

- 1- Prevención en la generación.
- 2- Reducción en origen.
- 3- Preparación para la reutilización
- 4- Reciclado de calidad.

Y en el artículo 21 del Plan se establece los objetivos mínimos a nivel autonómico, de recogida selectiva de biorresiduos, dentro del horizonte temporal del presente Plan 2016-2022, con el objetivo de dar cumplimiento a lo previsto en la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados:

- 31 de diciembre de 2020: 25 % de la totalidad de biorresiduos producidos.
- 31 de diciembre de 2021: 30 % de la totalidad de biorresiduos producidos.
- 31 de diciembre de 2022: 50 % de la totalidad de biorresiduos producidos.

Además, actualmente se encuentra en trámite de aprobación, la proposición de Ley para la prevención de residuos, transición ecológica y fomento de la economía circular en la Comunitat Valenciana.

Tal y como se recoge en su preámbulo, esta ley, nace de la necesidad de garantizar un elevado grado de protección del medio ambiente y de adaptar nuestro modelo económico al contexto de lucha contra el cambio climático para garantizar un uso más racional y eficiente de los recursos naturales y los ecosistemas, así como la necesidad de adaptar el marco jurídico valenciano para dar cumplimiento a la legislación y los objetivos estratégicos tanto europeos como estatales en materia de residuos y economía circular, es oportuno y necesario adoptar una nueva legislación autonómica en materia de residuos y economía circular que adapte y complete la Ley 10/2000, actualmente superada por el marco jurídico estatal y europeo vigente y la realidad socioeconómica y ambiental, al tiempo que garantice la seguridad jurídica de todos los agentes, públicos y privados, implicados y potencie la eficacia de las políticas públicas en estas materias.

En este sentido, en su art. 18 dispone que las entidades locales, en coordinación con los consorcios y entes supramunicipales competentes según los planes zonales de residuos y las diputaciones provinciales, son las administraciones competentes en materia de recogida selectiva obligatoria establecida en la planificación autonómica de gestión integral de residuos de la Comunitat Valenciana a través del Decreto 55/2019, del 5 de abril, del Consell, o la norma que lo sustituya.

Y, si bien se trata del texto inicial de la proposición de ley que todavía no ha sido aprobado, apunta que:

- *A partir del 1 de enero de 2022* la recogida selectiva de la fracción orgánica de los residuos domésticos y comerciales, así como los restos de podas y los restos de paja de arroz, es obligatoria en todo el territorio de la Comunitat Valenciana.
- *Antes del 1 de enero de 2023*, los entes locales responsables de la recogida selectiva municipal de residuos deben notificar a la dirección general competente en materia de residuos el sistema de recogida selectiva de la fracción orgánica de los residuos domésticos y comerciales que han implantado.

Así pues, el trabajo que se propone parte de la base de la inminente obligatoriedad impuesta a los municipios, diputaciones provinciales y consorcios.

5- Antecedentes

La situación de la recogida de bioresiduos se presenta con muchas diferencias en el territorio estatal. En Cataluña por ejemplo, se recoge la materia orgánica desde hace más de 10 años y existen más de 70 plantas de compostaje, pero también Euskadi y Navarra destacan como zonas que ya integran la recogida y el tratamiento diferenciado de los biorresiduos como parte de su modelo de gestión de residuos.

En cambio, hay muchas zonas del territorio donde aún no se hace una gestión de la materia orgánica. Estudios más recientes como el realizado por la asociación Fertile Auro en 2019, definen las principales dificultades que se presentan a la hora de gestionar los bioresiduos:

- **Escala de tratamiento:** los modelos de gestión existentes se basan en la centralización del tratamiento y la economía de escala, lo que condiciona el diseño de nuevos modelos adaptados a la prevención y gestión diferenciada de bioresiduos.
- **Carencia de instalaciones específicas:** Las actuales instalaciones de tratamiento de la fracción resto son difíciles de adaptar a los tratamientos biológicos de los biorresiduos. Lo que crea la necesidad de diseñar y construir nuevas instalaciones.
- **Tarifas y costes de gestión** (recogida y tratamiento) más económicas frente a otras opciones: en muchos territorios las alternativas inferiores en la jerarquía de gestión de residuos no tienen imputados todos los costes reales de su actividad como el impacto ambiental de estas actividades.
- **Crisis económica:** el contexto socioeconómico actual y la notable reducción de fondos europeos al desarrollo.

La difusión del compostaje comunitario en el estado español ha sido ligeramente más tardía respecto al compostaje doméstico. Según el informe de Composta en Red, en 2012 existían en España 115 municipios con proyectos activos de compostaje comunitario. No obstante, en

varios casos se trataba de experiencias aisladas con mero carácter demostrativo, más que un verdadero instrumento para la reducción en origen de la generación de residuos

Para el año 2012, 19 provincias contaban con proyectos de compostaje comunitario, pero actualmente las iniciativas han finalizado mayoritariamente por no existir continuidad presupuestaria de las administraciones. (Storino, F. 2017).

Esta falta de continuidad en los proyectos antes del 201 hizo que se tuvieran que replantear en muchos casos, sobretudo el núcleos urbanos aislados donde el presupuesto municipal es bastante limitado. Y para ello es necesario que la administración local tenga la complicidad de la sociedad civil, pudiendo involucrar en este proceso a los/las agricultores/as y las asociaciones del territorio para hacerlas partícipes del proceso de compostaje y del disfrute del compost.

En los últimos diez años el compostaje descentralizado a pequeña escala se ha ido abriendo paso. Se ha implantado como un modelo, que en ciertas zonas, se ha convertido en la alternativa eficiente a la recogida y gestión centralizada de los biorresiduos. (Fertile Auro, 2019)

A nivel mancomunado, se encuentra el ejemplo de la Mancomunidad de la comarca de Pamplona, con 50 municipios y 369.727 habitantes. Un proyecto que empezó en el año 2006 con 80 familias voluntarias y que a día de hoy ha conseguido implantar el compostaje comunitario tanto en las zonas rurales como urbanas, siendo en las zonas rurales el compostaje comunitario el único sistema de gestión de residuos orgánicos, y en las zonas urbanas un sistema que convive con un quinto contenedor con acceso limitado.

Otro caso se presenta en la Diputación de Pontevedra que ha conseguido involucrar a 47 de sus 61 municipios para realizar una gestión descentralizada a través del programa Revitaliza. Un plan iniciado en 2015, con líneas de ayudas económicas para subvencionar la compra de composteros individuales y comunitarios así como para la contratación de personal para dar servicio a los centros de compostaje.

En la comunidad valenciana, existen proyectos con cierta continuidad. El suscrito entre la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural y la Universidad Miguel Hernández de Elche, ha facilitado la puesta en marcha de proyectos de compostaje a escala local.

Un buen ejemplo lo encontramos en la Estrategia de Biorresiduos del consorcio de V5. Uno de los trece consorcios para la gestión de residuos de la Comunidad Valenciana, con 93 municipios, es la zona de la comunidad donde el compostaje descentralizado se encuentra en un estado más avanzado mediante el proyecto Islas de compostaje.

El proyecto Islas de compostaje, se trata de una acción cofinanciada por el Consorcio de Residuos, Diputación de Valencia y la Generalitat Valenciana, que consta en una primera fase de dieciséis islas de compostaje para llevar a cabo un compostaje comunitario en municipios de menos de 250 habitantes y núcleos poblacionales (barrios, pedanías, etc) que no superan los 350.

Estas islas de compostaje comunitario se van dotando de instalaciones y equipamientos (biotrituradora, volteadora, tamizador, furgoneta) que permiten su explotación de forma consorciada para abaratar costes. El tipo de recogida por su parte varía dependiendo del municipio encontrando ejemplos de puerta a puerta, 5 contenedor o autogestión con vecinos implicados en el proceso.

Al tratarse de una operación de prevención de residuos y no una actividad de gestión de residuos, la titularidad de las islas de compostaje será de ámbito municipal; sin embargo, su gestión será consorciada.

Carrícola es uno de los municipios donde se elabora compostaje doméstico dentro del proyecto de Islas de compostaje, toda su población, 99 personas censadas, están involucradas en este proceso. Es un municipio pionero en la implantación de la agricultura ecológica en la década de los ochenta y en los últimos años ha realizado una apuesta integral por proyectos sostenibles como el compostaje comunitario, depuradora ecológica de aguas residuales, generación de itinerarios artísticos integrados en el entorno...

Durante el año 2020 se recogieron en Carrícola alrededor de 12.862 kg de fracción orgánica, unos 129,9 kg por persona/año. Esta se mezcla con la poda de jardinería urbana que esta alrededor de los 2.386 kg¹.



Imagen 1. Contenedor de orgánica en Carrícola

Fuente: Consorcio de Residuos V5 <https://www.consorcioresidus.org/es/carricola-modelo-de-sostenibilidad/>

El porcentaje de FORM se encuentra alrededor de 37 % respecto el total de RSU doméstico. A pesar de las buenas cifras de orgánico, la fracción resto sigue siendo alrededor del 36 % por lo que aún gran parte de los residuos que pueden ser reciclados acaban en el contenedor resto.

En la provincia de Castellón encontramos otro ejemplo de compostaje comunitario en Vistabella del Maestrat. A diferencia del caso de Carrícola, Vistabella realiza una recogida de

¹ Datos de la Estrategia de Biorresiduos Consorcio COR-V5

los residuos puerta a puerta. Esta recogida puerta a puerta se puso en marcha en 2019 con la adhesión voluntaria de varias familias.

En total se calcula que se gestionan anualmente entre 144.217 y 163.747 kg de residuos orgánicos urbanos. Que teniendo en cuenta la fracción estructurante se obtiene un 30 % de compost, entre 43.265 y 49.124 kg anuales.

Actualmente, la recogida de la orgánica se realiza puerta a puerta por los operarios del ayuntamiento, que llevan los residuos orgánicos hasta la zona de compostaje donde los mezclan con el estructurante que proviene de los restos de poda.



Imagen 2. Zona de compostaje en Vistabella del Maestrazgo

Fuente: Elaboración propia

De misma forma que sucede en Carrícola que la iniciativa de compostaje comunitario se ha ido extendiendo en los pueblos vecinos, pasa lo mismo en Vistabella, donde por ejemplo el municipio vecino Adzaneta del Maestrazgo ya ha empezado a realizar también una recogida de la materia orgánica de forma voluntaria.

6- Ámbito de estudio

Durante el TFM al que hace de complemento este estudio se ha realizado un estudio agroecológico de toda la comarca del Alto Mijares, del cual se ha extraído la siguiente división en mancomunidades:

- La mancomunidad Mancomunidad Alto Mijares, constituida en Julio de 2021: formada por 7 municipios – Cirat, Montanejos, Cortes de Arenoso, Puebla de Arenoso, Montán y Arañuel.

- La mancomunidad Espadán-Mijares, integrada por 15 municipios; 10 de los cuales son de la comarca del Alto Mijares: Argelita, Ayódar, Espadilla, Fanzara, Fuentes de Ayódar, Toga, Torralba del Pinar, Torrechiva, Vallat y Villamalur
- Otros 4 municipios: Castillo de Villamalefa, Ludiente, Zucaina, Villahermosa del río, se encuentran en proceso de crear una mancomunidad junto con los municipios de la comarca del Alcatén Lucena del Cid, Figueroles y Costur.
- Y por último se encuentra el caso de Fuente la Reina que pertenece a la mancomunidad del Alto Palancia.

Desde la mancomunidad Espadán Mijares se realiza la recogida de los residuos actualmente con un modelo de contenedores y 4 fracciones. Se quiere promocionar un proyecto de compostaje comunitario a nivel mancomunado pero de momento no se ha obtenido financiamiento para llevarlo a cabo, además, durante el año 2021 se están realizando formaciones para una futura bolsa de empleo en compostaje comunitario.

El resto de municipios de la comarca, realizan la recogida de residuos de forma conjunta a través de Diputación de Castellón. Debido a la existencia un proyecto en marcha por parte de la Mancomunidad Espadán-Mijares, y la voluntad por parte de la mancomunidad integrada por Castillo de Villamalefa, Ludiente, Zucaina y Villahermosa del Río de realizar una recogida de la orgánica próximamente, este estudio se enfocará en los municipios que pertenecen a la mancomunidad del Alto Mijares.

Estos municipios son Arañuel, Cirat, Cortes de Arenoso, Montán, Montanejos y Puebla de Arenoso. Un total de 6 municipios, que contando sus pedanías se trata de 13 núcleos urbanos. Donde la población residente esta censada en alrededor de 1.603 habitantes.

7- Gestión de residuos

Los municipios estudiados realizan su recogida de residuos de forma mancomunada a través de Diputación de Castellón, y actualmente no se recoge la fracción orgánica, los residuos orgánicos se depositan en el contenedor de R.S.U, Residuos Sólidos Urbanos y se llevan a una planta de tratamiento situada en Onda, donde acaban convirtiéndose en bioestabilizante y depositados en vertederos.

El bioestabilizante o bioestabilizado es el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados.

Según el informe de Ecologistas en Acción, *Observaciones y sugerencias de Ecologistas en Acción al Proyecto de modificación del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre* por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósitos en vertedero. La experiencia en el Estado español es que la mayor parte del material bioestabilizado tiene una salida hacia los mercados de los fertilizantes orgánicos mínima y acaba en los vertederos de forma mayoritaria, a veces como material estructural.

El vertido actual de residuos municipales en el Estado español es según los datos de Eurostat del 56,7% en 2016, con una tasa de reciclaje del 29,7%. Sin embargo en ese reciclaje se contabiliza la generación de material bioestabilizado que en enero de 2027 se debería dejar de contabilizar como reciclado, de acuerdo con el artículo 11.bis de la Directiva Marco de Residuos, modificada por la Directiva (UE) 2018/851, de 30 de mayo. El reciclaje real actualmente sería por tanto de solamente de la mitad de ese valor del 29,7%, y el vertido subiría hasta cerca del 70%.

En 2016 se generaron en la Comunitat Valenciana 260.000 toneladas de material bioestabilizado en las 13 plantas TMB, que procedieron de la fracción orgánica compostada de algo más de dos millones de toneladas de residuos domésticos mezclados. La Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunitat Valenciana, se ha modificado mediante la Ley de Acompañamiento de los Presupuestos de la Generalitat Valenciana de 2018 (Ley 21/2017), a través de una Disposición Adicional que regula el uso del material bioestabilizado y permite utilizarlo en la agricultura.

Esta autorización del uso de material bioestabilizado en la agricultura ha sido denunciado por organizaciones como Ecologistas en acción ya que tendrá impactos negativos, como la contaminación de tierras de cultivo por metales pesados e impropios (vidrio, plásticos, textiles...) e incluso se podría considerar como un vertido ilegal, además de un falseamiento de las estadísticas sobre residuos, ya que computaría como un residuo reciclado.

Actualmente no existe una planta de tratamiento de biorresiduos en el Consorcio de Residuos C2 al que pertenece la zona de estudio y el residuo orgánico se convierte en bioestabilizante.

En Noviembre de este año se acaba la concesión que tienen y están diseñando un proyecto para implantar una recogida puerta a puerta donde cada municipio dispondrá de una zona de aportación y un vehículo eléctrico. Pero como la gestión de residuos es una competencia municipal, a día de hoy se desconoce que municipios se acogerán a esta recogida

Según datos de Ecoembes y Ecovidrio para el año 2020. La tasa de reciclaje en estos municipios se encuentra en: 7,8 % en Montán, 8,5% en Cortes de Arenoso, 9,4% en Montanejos, 9 % en Arañuel, 11,5 % en Cirat y 13,4% en la Puebla de Arenoso.

Tabla 1. Comparación de residuos por municipios

MUNICIPIO	POBLACIÓN	MO 2020 (Kg)	RESTO 2020 (Kg)	ENVASES LIGEROS 2020 (Kg)	PAPEL Y CARTÓN 2020 (Kg)	VIDRIO 2020 (Kg)	TOTAL DE RESIDUOS 5 FRACCIONES (Kg)	RESIDUOS TOTALES (Kg/hab./año)	MO (Kg/hab./año)	RESTO (Kg/hab./año)	ENVASES LIGEROS (Kg/hab./año)	PAPEL Y CARTÓN (Kg/hab./año)	VIDRIO (Kg/hab./año)
Arañuel	146		80.810	1.110	1.540	5.332	88.792	588		535,2	7,40	10,2	35,3
Cirat	206		108.290	1.829	4.241	8.059	122.419	594,3		525,7	8,90	20,6	39,1
Cortes de Arenoso	317		171.320	2.360	3.270	10.230	187.180	623,9		571,1	7,90	10,9	34,1
Montán	359		199.330	2.775	6.734	7.416	216.255	587,6		541,7	7,50	18,3	20,2
Montanejos	548		308.160	2.574	10.296	19.153	340.183	603,2		546,4	4,60	18,3	34
Puebla de Arenoso	144		85.120	2.006	3.697	7.462	98.285	646,6		560	13,20	24,3	4,1
Media Mancomunidad			158.838	2.109	4.963	9.609	175.519	607,27		546,68	8,25	17,1	27,8
Vistabella del Maestrazgo	333	12.000	68.740	13.960	8.325	16.226	107.251	322,1	36	206,4	41,90	25	48,7
Carrícola	99	12.862	16.987	3.140	2.995	4.399	23.396	407,9	129,9	171,59	31,72	30,25	44,43

Fuente: Datos municipales y portal Ecoembes y Ecovidrio

En la tabla anterior podemos comparar la generación de residuos de los municipios de la Mancomunidad del Alto Mijares con dos ejemplos en el territorio valenciano donde se están llevando a cabo proyectos de compostaje comunitario de formas diversas:

- Vistabella del Maestrat ha optado por un sistema puerta a puerta. Este método busca la corresponsabilidad de los habitantes y permite identificar al generador de residuos para conseguir mejorar el reciclaje. El proyecto aún se encuentra en fase inicial, pero en solo dos años han conseguido disminuir en alrededor de un 60% la fracción resto, pasando de 163.800 kg en 2018 a 68.700 kg en el 2020.
- En Carrícola, tienen un sistema de contenedores y el proyecto de compostaje comunitario está más asentado. Los datos temporales de recogida de la fracción orgánica muestran como la implicación en el proyecto de compostaje comunitario aumenta con el tiempo y casi multiplican por 4 los kg/habitantes que se recogen en Vistabella que se encuentra en un estado inicial. Aun así, un sistema puerta a puerta en Carrícola conseguiría aumentar el reciclaje de la fracción de envases, que queda en 10 kg por debajo de la recogida en Vistabella

Tabla 2. Porcentaje de recogida de residuos por municipio

MUNICIPIO	% MO 2020	% RSU	% ENVASES LIGEROS	% PAPEL Y CARTÓN	% VIDRIO	TASA RECICLAJE (en %)
Arañuel		91	1,3	1,7	6	9
Cirat		88,5	1,5	3,5	6,6	11,5
Cortes de Arenoso		91,5	1,3	1,7	5,5	8,5
Montán		92,2	1,3	3,1	3,4	7,8
Montanejos		90,6	0,8	3	5,6	9,4
Puebla de Arenoso		86,6	2	3,8	7,6	13,4
Media Mancomunidad		90,07	1,37	2,80	5,78	9,93
Vistabella del Maestrazgo	10,05	57,66	11,70	6,98	13,60	42,33
Carrícola	31,85	42,07	7,78	7,42	10,89	68,15

Fuente: Datos municipales y portal Ecoembes y Ecovidrio

Se puede observar como los municipios de la mancomunidad del Alto Mijares se encuentran distantes de las cifras de reciclaje de los municipios comparados con proyectos de compostaje comunitario en activo. Y lejos de cumplir los objetivos de reciclaje del 50% que marca la Directiva (UE 2018/851) para 2025, ya que no llegan a un 10% de los residuos reciclados con los datos del año 2020.

Los objetivos mínimos a nivel autonómico, de recogida selectiva de biorresiduos, dentro del horizonte temporal del presente Plan 2016-2022, con el objetivo de cumplir la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados fijan: para 31 de diciembre de 2020, conseguir 25 % de reciclaje de la totalidad de biorresiduos producidos, mientras que la Directiva (UE 2018/851) indica que se debe alcanzar un mínimo del 55 % en reutilización y reciclado de residuos municipales para 2025. Una cifra por ahora, solo superada por Carrícola.

8- Tipos de residuos

El compostaje ofrece la oportunidad de combinar la fracción de residuos orgánica con agentes estructurantes del territorio. Además de dar solución a un problema ambiental, resulta una herramienta de fomento de economías locales hacia oportunidades basadas en la economía circular.

Algunos ejemplos de material estructurante pueden ser aquellos procedentes de los restos de poda de parques y jardines públicos, paja, restos agrícolas o de la siega agrícola y similares.

En el conjunto de la mancomunidad del Alto Mijares, se presentan varias oportunidades de aprovechamiento de residuos agrícolas, forestales y ganaderos para realizar compostaje que se han analizado a continuación:

- **Derivados del pino:** subproductos derivados de la extracción de piñones como la piñota o la corteza de pino. Tienen muy buenas características para ser utilizado como sustrato o bien mezclado con otras sustancias. Presentan una baja densidad aparente, capacidad para contener o permitir el intercambio gaseoso, retención hídrica y estabilidad en el tiempo. (Navarro, P et al. 1995), Varios estudios relacionados con el compostaje de corteza de pino concluyen que se presenta como una alternativa viable. (Di Carlo, G et al. 2000), los compost de corteza de pino podrían ser componentes que aportarían aireación pudiéndose mezclar con otros materiales de alta capacidad de retención de agua. (Bárbaro, L. 2019).

Los pinos crecen sin control en esta zona del Alto Mijares, hace décadas se realizaba un aprovechamiento del mismo para los hornos de las fábricas situados en la plana. Pero estos hornos realizaron un cambio de combustible optando por el gasoil, dejando un paisaje abandonado, donde los pinos han estado creciendo sin control, y dada su alta inflamabilidad en la actualidad se subvencionan programas de prevención de incendios para crear franjas de protección y frenar el crecimiento de los pinares en los alrededores de los núcleos urbanos.

Se podría aprovechar el material de las talas de pino que las brigadas forestales municipales realizan o incluso fomentar el uso de la extracción de piñones para autoconsumo o comercialización para así sacar provecho de estos subproductos.

La piel de almendra: La piel de almendra como enmienda agrícola no difiere de otros abonos orgánicos aunque predomina un carácter potásico. En algunos exprímenes se obtuvo compost y vermicompost con éxito a partir de una mezcla de residuos de cultivo de tomate (triturado) y cascara de almendra (molida) en proporción 3:1. (Mendoza Hernández, R.)

Existen muchos cultivos de almendros en la zona, en concreto en Puebla de Arenoso. Donde además existe la Asociación Agrícolaris, que con 146 personas asociadas, tienen el objetivo de recuperar los cultivos de almendros. Para 2020, calcularon su cosecha en

1.118 kg de olivas que produjeron 208 litros de aceite, 2.053 kg de Almendra y 5.600 kg de leña de almendro. Debido a que es necesario complemento nitrogenado para su transformación ya que tiene una elevada relación C/N. estos restos se pueden incluso mezclar con estiércoles de las granjas presentes en la zona, como por ejemplo la gallinaza de la granja de gallinas presente en Arañuel.

- **Residuos de almazara:** Las sustancias solidas formadas por piel, pulpa y hueso de aceituna pueden en ocasiones actuar como activadores biológicos en el suelo (azúcares, celulosa), aportando energía y nutrientes a los microorganismos (Navarro, P et al. 1995), la cantidad de potasio es elevada pero no tanto como en el caso de la piel de almendra, el problema se presenta con el residuo líquido denominado alpechín que resulta negativo para la actividad microbiana.

Encontramos ejemplos de estudios donde el uso de compost de alperujo como enmiendas en los suelos de cultivo constituye una alternativa interesante a la hora de valorizar los residuos procedentes del sector oleícola. Ya que en los estudios realizados todos los tratamientos con compost incrementaron la productividad (García de la Fuente, R. et al. 2009). La enmienda con compost de alperujo aporta al suelo P y K de forma directa. Las plantas crecen en función de la capacidad nutricional de los suelos enmendados, más crecimiento a mayor dosis de compost de alperujo aplicada. (Jaramillo, C. X. et al.)

También se encuentran ejemplos estudios realizados en la Comunidad Valenciana que proponen el diseño de una unidad de compostaje, tratando los residuos generados por la almazara de aceituna La Alquería de Muro, transformando estos residuos (alperujo y hojas de olivo) en un producto capaz de mejorar los suelos utilizados en la agricultura. (Pérez Fernandez, 2008)

Actualmente los residuos de la Almazara de la cooperativa de Montán, que da servicio a toda la comarca, se llevan hasta Jaén donde son reaprovechados, si este residuo quedará en el territorio para realizar compostaje se conseguiría reducir el impacto del transporte y mejorar la economía circular. Los residuos de la almazara de Montán suelen estar entre los 300.000 y los 400.000 kg por campaña incluyendo residuos sólidos y líquidos.

- **Caña “Arundo donax”:** El producto resultante del compostaje de la caña, “*Arundo donax*”, presenta un buen balance de nutrientes y un buen grado de maduración, lo cual indica la viabilidad del proceso de compostaje como método de estabilización de estos residuos orgánicos (Pelegri, M. et al. 2018).

El carácter invasivo de la caña se presenta como uno de los retos en materia de gestión del territorio en los municipios ubicados cerca del cauce del río Mijares. En el pasado se utilizaba para la construcción de tejados, pero en la actualidad ya no se realiza ese aprovechamiento y se extiende a lo largo del cauce del río invadiendo zonas de huerto ahora abandonadas. Esta especie está catalogada como una especie

invasora por el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras, puede causar interferencia con el control de inundaciones e incrementar la intensidad de los incendios debido a su poder inflamable.

9- Propuesta de prueba piloto

Así como se ha realizado en Carrícola y Vistabella del Maestrazgo, el primer paso para llevar a cabo un proyecto de Compostaje comunitario a nivel municipal, es iniciar con una prueba piloto de forma voluntaria, y de este modo, conseguir la complicidad y la implicación de la población.

La realización de esta prueba piloto de compostaje comunitario en la zona podría ir acompañada de un seguimiento de los parámetros químicos del compost resultante, en este caso los municipios se pueden acoger al convenio de colaboración entre la Generalitat, a través de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural y la Universidad Miguel Hernández de Elche, para la ejecución de un proyecto de investigación y experimentación en Compostaje.

Para incentivar la participación, las administraciones locales podrán redactar una ordenanza municipal donde los usuarios de los compostadores se puedan acoger a un régimen fiscal especial para reducir la tasa municipal por la recogida de los residuos sólidos. Esta prueba piloto se ha focaliza en la población residente, que se aproxima a los datos del censo y es aquella que puede tener una implicación a lo largo del año y dar continuidad al proceso de compostaje.

En estudios previos al TFM, realizados durante el Máster Propio en Agroecología, soberanía alimentaria, ecología urbana y cooperación al desarrollo rural, una Guía de Compostaje Comunitario para colectivos, asociaciones y administraciones locales de la Comunidad Valenciana. En esta guía se encuestó en uno de los municipios estudiados, Círat.

Se encuestaron a un total de 20 personas. Los resultados arrojaron que un 55 % tienen huerto o jardín y aplican fertilizantes orgánicos. El 100 % de los encuestados estaría dispuesto a implicarse en un proceso de compostaje comunitario, la mitad de ellos si no les supone un esfuerzo extra, tres personas si tienen descuento en la tasa de residuos y 5 personas estarían dispuestas a trasladarse para compostar.

Esta encuesta se podría extrapolar al resto de los municipios ya que es fundamental la complicidad ciudadana y un compromiso para poner en marcha procesos de compostaje comunitario.

9.1. Características de la zona de compostaje

La ORDEN 18/2018, de 15 de mayo, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, regula las instalaciones de compostaje comunitario en el ámbito territorial de la Comunitat Valenciana.

En ella se marcan como debe ser la ubicación y la capacidad máxima de las instalaciones, que no superaran los 20 m³. En estos 20 m³ se computará el volumen de los compostadores, así como el volumen de compost, pero no el material estructurante, que podrá disponer, como máximo, de otros 10 m³ para su almacenamiento.

El compostaje comunitario se considera una operación de prevención de residuos en sentido amplio y no una actividad de gestión de residuos, siempre y cuando se cumplan, por parte de las personas promotoras, los umbrales y condiciones determinados en la presente orden y que garantizan una mínima afección de las instalaciones al medio ambiente y a las personas.

Las administraciones locales deberían buscar en primer lugar una zona o zonas adecuadas para ubicar la compostera. Para ello se sugiere que este ubicada preferiblemente bajo un árbol de hoja caduca para reducir las altas temperaturas en verano y tener sol directo en invierno. Por otra parte debería estar en contacto directo con el suelo para que los lixiviados producidos puedan ser absorbidos con facilidad.

Los puntos de compostaje comunitario se podrán implantar, por tanto, en suelo público o en suelo privado, con las autorizaciones municipales que procedan en aplicación de la legislación urbanística vigente en el municipio y cumpliendo con los requerimientos de salubridad y de mínima afección al medio ambiente y a las personas. En los casos en que se implante en suelo privado, se requerirá una consulta previa al ente local para verificar su adecuación

La ubicación puede ser tanto en los entornos cercanos a huerta donde se facilitaría la extracción y transporte del compost, como en el núcleo urbano donde la deposición de los residuos sería más fácil.

Se pueden comprar composteras por parte de la Mancomunidad o a nivel municipal, pero otra opción muy interesante es involucrar a la población (brigadas, asociaciones, sociedad civil...) en la construcción de las composteras que se pueden realizar con materiales de la zona: mimbre, ramas de poda, caña... O bien con materiales residuales: pallets, alambres, bidones. Teniendo en cuenta que las medidas de la compostera deben ser de 1000 L, es decir 1 m³, 1 metro x 1 metro x 1 metro, para que el dimensionamiento encaje con el estudio realizado a continuación.



Imagen 3. Ejemplo de Compostera con material reutilizado

Fuente: Flickr <https://www.flickr.com/photos/grabadonut/5268691633>

Los puntos de compostaje deberán disponer como mínimo de las siguientes partes:

- Zona de depósito y descomposición de residuos, composteras.
- Zona para dejar el estructurante a utilizar en el punto de compostaje.
- Zona para el almacenamiento del compost.

La entrada a los puntos de compostaje estará diseñada para que los bomberos y servicios de emergencias puedan intervenir fácilmente. El camino de entrada se mantendrá limpio y libre de cualquier objeto que pueda impedir el acceso.

Estos puntos de compostaje deben además estar instalados prioritariamente en espacios verdes, nunca en las aceras y en zonas peatonales, ni en zonas de protección de la naturaleza o perímetros de protección de captaciones de agua.

9.2. Dimensionamiento

Para dimensionar las instalaciones de compostaje comunitario utilizaremos la siguiente fórmula extraída del “Protocolo para la puesta en marcha, diseño y dimensionamiento de una zona de compostaje comunitario, Junta de Castilla y León”:

$$Volumen = \frac{Np \cdot (Kg\ FORM + Kg\ FV) \cdot R \cdot Fc}{D}$$

Np: Número de participantes

kg FORM y FV: Cantidad de material de aporte (Orgánica y Vegetal)

D: Densidad

R: Índice de reducción

FC: Factores de corrección

C/N

Aireado diferenciado

Tipo de gestión

Tipo de compost

Tamaño de la partícula

Tipología en captación de la FORM

Número de participantes:

Hay que tener en cuenta que el ámbito de estudio que se trabaja tiene una población muy variable, que en época estival puede llegar a incrementarse multiplicándose por 10. En este caso el dimensionamiento se realizará únicamente para la población censada, la población estable que puede implicarse en el proyecto durante todo el año.

Otra característica a tener en cuenta es que muchos municipios tienen más de un núcleo urbano. Por lo que a la hora de diseñar las zonas de compostaje sería ideal que cada núcleo dispusiera de su zona de compostaje con el objetivo de evitar transportes y utilizar producto resultante en el mismo núcleo.

Cantidad de material de aporte:

Actualmente en la zona del Alto Mijares no se hace recogida de la materia orgánica selectivamente.

Según el Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana (PIRCV), la composición media de la bolsa gris contiene un 41% de materia orgánica, y el 83% de nuestros residuos se encuentra en la bolsa gris. Por ello la fracción orgánica de residuos estaría alrededor del 34 %. La media de generación de residuos para la provincia de Castellón es de 1,58 kg/ hab x día.

Teniendo en cuenta los datos anteriores podríamos estimar la generación de residuos orgánicos en 0,54 kg/ persona x día.

Densidad:

La densidad media teniendo en cuenta la fracción vegetal (FV) y la fracción de bioresiduos (FORM) es de alrededor de 0,7 tn/m³.

Índice de reducción:

La materia orgánica durante el proceso de descomposición va reduciendo su volumen y peso por la pérdida principalmente de agua.

- La pérdida de masa y volumen en cada ciclo de compostaje (desde que empieza hasta que se hace compost, es del 70 %.
- La proporción ideal de FORM: FV es de 1:1.
- La degradación de estructurante en un ciclo de compostado es del 50 %.
- Sin aire, riego y volteos, el proceso de compostaje también es más lento.

Debido a estos datos anteriores se establece un índice de reducción de 0,5 unidades porcentuales.

Factores de correlación:

Se determina un factor de correlación en torno a 0,8 unidades porcentuales pero este podría cambiar dependiendo de los factores anteriormente mencionados para casos específicos. Existen varios factores que pueden distorsionar el dimensionamiento de una zona de compostaje comunitario, parámetros que varían de una zona a otra y que aumentan o disminuyen el volumen de material compostado:

- Proporción C/N: debe tener una relación de alrededor de 35/1.
- Aireado diferenciado: la cantidad de veces semanales que se airea un compostador tiene una influencia directa en la cantidad de oxígeno disponible en la mezcla, y por tanto en la velocidad de descomposición.
- Tipo de gestión: depende del tipo de gestión que hagan los encargados el proceso puede variar en tiempo.

- Tipo de compostador: el tipo de compostador (material, volumen, facilidad de manejo y tapa). El volumen adecuado para un compostaje comunitario es de 1000L 1m³.
- Tipología captación de la FORM: el modo en que se recoge FORM puede también influir, si la materia orgánica se deposita en un cubo cerrado la materia orgánica habrá iniciado el proceso de descomposición antes de llegar al compostador y el proceso será más rápido.

Siguiendo el cálculo de dimensionamiento del “Protocolo para la puesta en marcha, diseño y dimensionamiento de una zona de compostaje comunitario, Junta de Castilla y León”, se ha elaborado la Tabla 3.

Se ha calculado el volumen de residuos que se genera diariamente y los días necesarios para llenar un compostador de 1m³. Teniendo en cuenta un ciclo de 4 meses (122 días), se ha estimado el volumen de compostadores necesarios para cada municipio.

Por último se ha estimado el compostaje anual obtenido en toneladas, teniendo en cuenta que se trata de aproximadamente un 30% del volumen de residuos anual (FV + FORM).

Tabla 3. Dimensionamiento compostaje comunitario por municipio

Municipio	Población	Volumen compostador (m3/día)	Llenado de los compostadores (días)	Volumen compostadores	Kg FORM /persona y día	kg FORM/ día	Tn FORM/año	Compostaje anual (Tn)
Arañuel (2)	185	0,11	9,27	13,16	0,54	99,9	36,46	10,94
Cirat (2)	233	0,14	7,36	16,57	0,54	126	45,92	13,78
Cortes de Arenoso (2)	327	0,19	5,25	23,25	0,54	177	64,45	19,34
Montán	404	0,24	4,25	28,73	0,54	218	79,63	23,89
Montanejos (2)	607	0,35	2,83	43,16	0,54	328	119,64	35,89
Puebla de Arenoso (4)	174	0,10	9,86	12,37	0,54	94	34,30	10,29

Fuente: Elaboración propia

Según la ORDEN 18/2018, de 15 de mayo, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, por la que se regulan las instalaciones de compostaje comunitario en el ámbito territorial de la Comunitat Valenciana (DOGV 22/5/2018), la capacidad máxima de las instalaciones no superaran los 20 m³. A los efectos de determinar la capacidad máxima de la instalación se computará el volumen de los compostadores, así como el volumen de compost, pero no el material estructurante, que podrá disponer, como máximo, de otros 10 m³ para su almacenamiento.

Conforme la anterior orden y en función de la tipología municipal, se ha realizado una propuesta para dividir las zonas de compostaje en función de la población de cada núcleo como se puede ver en la tabla 4.

Para realizar esta clasificación se ha tenido en cuenta que dado que el material estructurante se obtiene en momentos puntuales y se debe almacenar, se puede estimar su volumen en aproximadamente $\frac{1}{4}$ del número de compostadores sin superar el límite de 10 m³ fijado por la Orden 18/2018 antes mencionada.

Tabla 4. Propuesta de zonas de compostaje y compostadores

Municipio	Numero de zonas de compostaje y de compostadoras de 1m3	Cajones estructurantes
Arañuel (2)	1 zonas con 11 compostadoras en Arañuel 1 zona con 3 compostadoras en la Artejuela	3 Arañuel 1 Artejuela
Cirat (2)	1 zona con 12 compostadoras en Cirat 1 zona con 5 compostadoras en el Tormo	3 Cirat 2 El Tormo
Cortes de Arenoso (2)	1 zona con 11 compostadoras en San Vicente 1 zona con 13 compostadoras en Cortes	3 San Vicente 4 Cortes
Montán	2 zonas con 14 y 15 compostadoras	4 en cada zona
Montanejos (2)	2 zonas con 20 y 20 compostadoras 1 zona con 3 Alquería compostadoras	5 en cada zona 1 Alqueria
Puebla de Arenoso (4)	1 zona con 4 compostadoras en Puebla 1 zona con 4 compostadoras en Los Calpes 1 zonas con 2 compostadoras en Los Cantos 1 zona con 2 compostadoras en La Monzona	1 en cada zona

Fuente: Elaboración propia

10- Conclusiones

La mancomunidad del Alto Mijares ofrece una gran oportunidad para impulsar la economía circular a través de procesos de compostaje comunitario, ya que se dan muchos factores para ello:

- Se trata de una zona de montaña con cierto aislamiento debido a las infraestructuras viarias presentes que dificulta el traslado y recolección de la materia orgánica.
- La planta de tratamiento más cercana se encuentra en el municipio de Onda, a más de 30 km, a través de la carretera CV-20.
- Los núcleos poblacionales tienen menos de 1.000 habitantes, por lo que se pueden instalar plantas de compostaje en una o dos zonas de compostaje por municipio según marca la orden 18/2018, de 15 de mayo, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio climático y Desarrollo Rural, por la que se regulan las instalaciones de compostaje comunitario en el ámbito de la Comunitat Valenciana.

- La existencia del proyecto de islas de compostaje en el Consorcio de residuos V5 para llevar a cabo compostaje comunitario en municipios en núcleos poblacionales que no superen los 350 habitantes, es extrapolable a la zona del Alto Mijares.
- Se trata de una zona con un fuerte carácter agrícola. Existen huertas de autoconsumo activas en todos los municipios con necesidad de utilizar un abono orgánico de calidad y un sistema de acequias que facilita la continuidad de las mismas.
- Presencia de un importante núcleo turístico como Montanejos: donde se le puede dar salida económica a los productos elaborados en otros municipios tanto en comercios como en restauración.
- Existencia de iniciativas agroecológicas interesantes como el cultivo de olivas y la Cooperativa agrícola de Montán, la Asociación Agrícolaris y la recuperación de cultivos de almendra, el cultivo de la trufa las cotas más altas como en Cortes de Arenoso, el Biohuerto en Puebla de Arenoso o el grupo de consumo agroecológico dinamizado por el Refugio Dharma en Montanejos.
- Posibilidad de aprovechamiento de residuos agrícolas, ganaderos y forestales:
 - o La presencia de la almazara en la cooperativa agrícola de Montán y el aprovechamiento de sus residuos.
 - o El cultivo de los almendros en Puebla de Arenoso y la presencia de la Asociación Agrícolaris que potencia la recuperación de estos cultivos.
 - o La abundancia de pinos en los bosques y el posible aprovechamiento forestal de los mismos.
 - o Existencia de algunas granjas por ejemplo la granja de gallinas en Arañuel.
 - o Abundancia de cañas alrededor del río Mijares y voluntad de las administraciones para mantenerlas fuera de las zonas de baño.

En el cálculo realizado se han estimado un total de 16 zonas de compostaje con 39 cajones para estructurante de 1m³ y 140 compostadoras de 1m³ y repartidas entre los diversos núcleos de población de la siguiente manera:

- 1 zonas con 11 compostadoras y 3 cajones en Arañuel.
- 1 zona con 3 compostadoras y 1 cajón en la Artejuela.
- 1 zona con 12 compostadoras y 3 cajones en Cirat.
- 1 zona con 5 compostadoras y 1 cajón en el Tormo.
- 1 zona con 11 compostadoras en 3 cajones en San Vicente de Piedrahita.
- 1 zona con 13 compostadoras en 4 cajones en Cortes de Arenoso.
- 2 zonas con 14 y 15 compostadoras y 2cajones en cada zona en Montán.
- 2 zonas con 20 compostadoras y 5 cajones en cada zona en Montanejos.
- 1 zona con 3 compostadoras y 1 cajón en la Alquería de Montanejos.
- 1 zona con 4 compostadoras y 1 cajón en Puebla de Arenoso.
- 1 zona con 4 compostadoras y 1 cajón en Los Calpes.
- 1 zonas con 2 compostadoras y 1 cajón en Los Cantos.
- 1 zona con 2 compostadoras y 1 cajón en La Monzona.

Una de las debilidades que se presenta en el estudio realizado es la gran cantidad de población estacional que acude a estos municipios, en especial a Montanejos, durante fines de semana y festivos, sobre todo en los meses de verano. Por ello este estudio se ha centrado en implicar

en primer lugar a la población residente durante la primera prueba piloto, ya que es aquella que puede tener una implicación a lo largo del año y dar continuidad al proceso de compostaje.

Se deberían realizar estudios sobre cómo tratar esta variabilidad en la cantidad de residuos generados por la población estacional. Para ello se propone un aumento del servicio de recogida y control del compostaje por las administraciones locales durante los fines de semana y los meses de verano, de esta manera se genera además empleo local y verde. Dirigiendo la estrategia de residuos de la mancomunidad hacia un compostaje comunitario ya sea con un sistema puerta a puerta o bien con un sistema de contenerización.

Además del aumento de servicio, sería necesario aumentar el dimensionamiento realizado con algunas composteras anexas o nuevas zonas de compostaje que pudieran albergar la crecida de residuos en momentos puntuales.

Como se ha visto, actualmente en la zona estudiada, la materia orgánica se mezcla con el resto de residuos en los contenedores de R.S.U. y con su tratamiento se obtiene bioestabilizante.

El bioestabilizante no solo genera problemas en su gestión, que acaba mayoritariamente en vertedro, sino que además maquilla los datos de reciclaje, ya que se cuenta como un material reciclado cuando a efectos prácticos va dirigido a vertido. En Enero de 2027 se debería dejar de contabilizar como reciclado, de acuerdo con el artículo 11.bis de la Directiva Marco de Residuos, modificada por la Directiva (UE) 2018/851, de 30 de mayo. El reciclaje real en el estado español sería por tanto de solamente de la mitad de ese valor del 29,7%, y el vertido subiría hasta cerca del 70%.

En noviembre de 2021 el contrato actual de recogida de residuos finaliza y por el momento no hay diseñado un sistema de compostaje descentralizado ni tampoco una alternativa para tratar los bioresiduos en una planta de tratamiento que no sea la misma que gestiona actualmente los Residuos Sólidos Urbanos.

Los objetivos europeos fijan en la Directiva (UE 2018/851) el 31 de Diciembre de 2023 como fecha límite para que los estados miembros hagan una separación selectiva de los Bioresiduos. Y en el Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana (PIRCV), se establece los objetivos mínimos a nivel autonómico, de recogida selectiva de biorresiduos con el objetivo de dar cumplimiento a lo previsto en la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, donde antes del 1 de Enero de 2023, los entes locales responsables de la recogida selectiva municipal de residuos deben notificar a la dirección general competente en materia de residuos el sistema de recogida selectiva de la fracción orgánica de los residuos domésticos y comerciales que han implantado.

El porcentaje de materia orgánica reciclada es en los municipios comparados de 31,85% Carrícola y 10,05 % en Vistabella del Maestrat. Y el total de residuos reciclados se encuentra en 68,15% y 42,33% respectivamente. Con dos modelos de recogida diversos, puerta a puerta en el caso de Vistabella y contenedores en el caso de Carrícola se puede observar como ambos casos están trabajando en alcanzar los objetivos europeos de reciclaje, con un mínimo del 55 % para 2025.

La zona de estudio se encuentra lejos de alcanzar un 55% en 2025, las cifras arrojan un reciclaje medio del 9,93 %. Un sistema puerta a puerta como podría ayudar a aumentar el porcentaje de reciclaje. Como ha sucedido en Vistabella que ha conseguido reducir en alrededor de un 60% la fracción resto, pasando de 163.800 kg en 2018 a 68.700 kg en el 2020 con la aplicación del sistema puerta a puerta.

Dado que los municipios estudiados se encuentran a más de 30 km de la actual planta de residuos de R.S.U situada en el municipio de Onda, y en base a los resultados de municipios como Carrícola y Vistabella del Maestrazgo que realizan procesos de compostaje comunitario. Este sistema se presenta como la mejor opción para alcanzar los objetivos europeos y cumplir la obligatoriedad de separar los biorresiduos de una forma sostenible.

Además con ello se obtiene un producto de calidad que revierte sobre la población, el residuo no viaja por lo que se fomenta la economía circular, el empleo verde y local y la sostenibilidad tanto en gestión de residuos como en producción agrícola.

11- Bibliografía

Asociación Fértil Auro. 2019. *Guía práctica para la implementación del compostaje comunitario como alternativa para la gestión local de los biorresiduos.*

Barbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., & Riera, N. 2019. *Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos.* Chilean journal of agricultural & animal sciences, 35(2), 126-136.

Consorcio para la Gestión de Residuos COR-V5. 2019. *Estrategia de Bioresiduos. Construyendo un modelo resiliente en la gestión de residuos.*

Di Carlo Villar, G., & Penengo Salisbury, C. 2000. *Compostaje de corteza de pino. Caracterización y algunos aspectos económicos.*

Ecologistas en Acción. 2019. *Observaciones y sugerencias de Ecologistas en Acción al Proyecto de modificación del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósitos en vertedero, y se traspone la Directiva (UE) 2108/850, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.*

Storino, F. 2017. *Compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliarios a pequeña escala: estudio del proceso y del producto obtenido.*

García de la Fuente, R. Mendoza-Hernández, D. Fornes, F. Girbent, J. y Abad, M. 2009. *Caracterización y uso de dos composts a base de "alperujo" como enmiendas orgánicas de un suelo cultivado.* Departamento de Producción Vegetal e Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia. Apda 22010, E46071 Valencia (España)

Jaramillo, C.X., García de la Fuente, R. ,Lidón, A. Fornes, F., Belda, R.M. Bautista, I., & Abad, M. *Aplicación de compost de alperujo como enmienda orgánica a un suelo calizo: Potencial Nutricional y efecto sobre un cultivo de alfalfa.*

Mendoza-Hernandez, D. Garcia de la Fuente, R. Hurtado, J. Fornes, F. Belda, R.M. y Abad, M. *Uso de vermicomposts y compost de residuos agrícolas como sustratos para la producción de planta ornamental.* Departamento de Producción Vegetal e Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia. Apda 22010, E46071 Valencia (España)

Pedreño, J. N., Herrero, J. M., Lucas, I. G., & Beneyto, J. M. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura.* Universidad de Alicante.

Pelegrián, M., Sáez-Tovar, J.A., Andreu-Rodríguez, I., Pérez-Murcia, M.D., Martínez-Sabater, E., Marhuenda-Egea, F.C., Pérez-Espinosa, A., Bustamante, M.A., Agulló, E., Vico, A., Paredes, C. & Moral, R. 2018.*Composting of the invasive species Arundo donax with sewage and agri-food sludge: Agronomic, economic and environmental aspects.Waste Management, Volume 78.* Pages 730-740. ISSN 0956-053X,

Pérez Fernández, A. 2018. *Diseño de una unidad de compostaje para la almazara de aceituna La Alquería de Muro* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Porcuna, Jose Luis. 2020. *El Suelo como “Ente Vivo”. Una interpretación antropomórfica. Vivificar el Suelo. Conocimientos y prácticas agroecológicas.*

Rodríguez Martín, A., Palomo Zurdo, R. J., & González Sánchez, F. 2020. *Transparencia y economía circular: análisis y valoración de la gestión municipal de los residuos sólidos urbanos.*

Tortosa Muñoz, German. 2020. *Vivificar el suelo con el compost. Vivificar el Suelo. Conocimientos y prácticas agroecológicas.*

Vermicán Soluciones de Compostaje, S.L. *Protocolo para la puesta en marcha, diseño y dimensionamiento de una zona de compostaje comunitario*