

**“Producción de bioplásticos en el ámbito de la economía circular: aplicación al sector agrícola (BIOPLAST)”**  
**POCTEFA 2014/2020 (EFA253/16), 2018-2020**

**Primer entregable**

**Informe de la evaluación y estudio de las distintas corrientes de residuos del sector agrícola (Acción 3.1)**

**Centro DBA - Universidad de Lleida**

**Lleida, España**

**Julio de 2018**

## 1. Objetivo.

El principal objetivo de este informe es analizar los resultados obtenidos en el estudio de las distintas fuentes de residuos agroalimentarios (agrarios e industriales), en la zona POCTEFA de España (Comunidad Autónoma (CCAA) del País Vasco y Cataluña), que pueden ser empleados en la fabricación de polyhydroxylalkanoates (PHAs) (Acción 3.1).

## 2. Metodología.

Se realizó una recopilación de información sobre los focos de producción, volúmenes, localización y características fisicoquímicas de subproductos agrícolas (contenido de azúcares, fibras y ácidos grasos (C6-C18)) susceptibles de ser utilizados en la elaboración de PHAs. De este modo, en el Centro DBA-UdL se realizó la recopilación de la información recogida, tanto por el Centre DBA-UdL, como la suministrada por los otros miembros españoles del proyecto (Fundación Gaiker (País Vasco) y Universidad de Girona). En este sentido, en este estudio se analizaron diferentes yacimientos de residuos agrícolas, tales como:

- SANDACH (subproductos animales no destinados al consumo humano producido en explotaciones ganaderas y generados en mataderos).
- Residuos agrarios
- Residuos Industriales
- Residuos municipales
- Estiércol animal (producido en explotaciones ganaderas)
- Lodos

Los datos recopilados se obtuvieron de diferentes fuentes, tanto estatales (públicas y privadas) como autonómicas (Comunidad autónoma de Cataluña y del País Vasco).

### Fuentes estatales (datos a nivel nacional y autonómico):

- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA)<sup>1</sup>.
- Sistema Integral de Trazabilidad Animal (SITRAN-MAPAMA)<sup>2</sup>.
- Asociación Nacional de Gestores de Residuos de Aceites y Grasas Comestibles<sup>3</sup>.
- Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, AEAS<sup>4</sup>.

### Fuentes autonómicas:

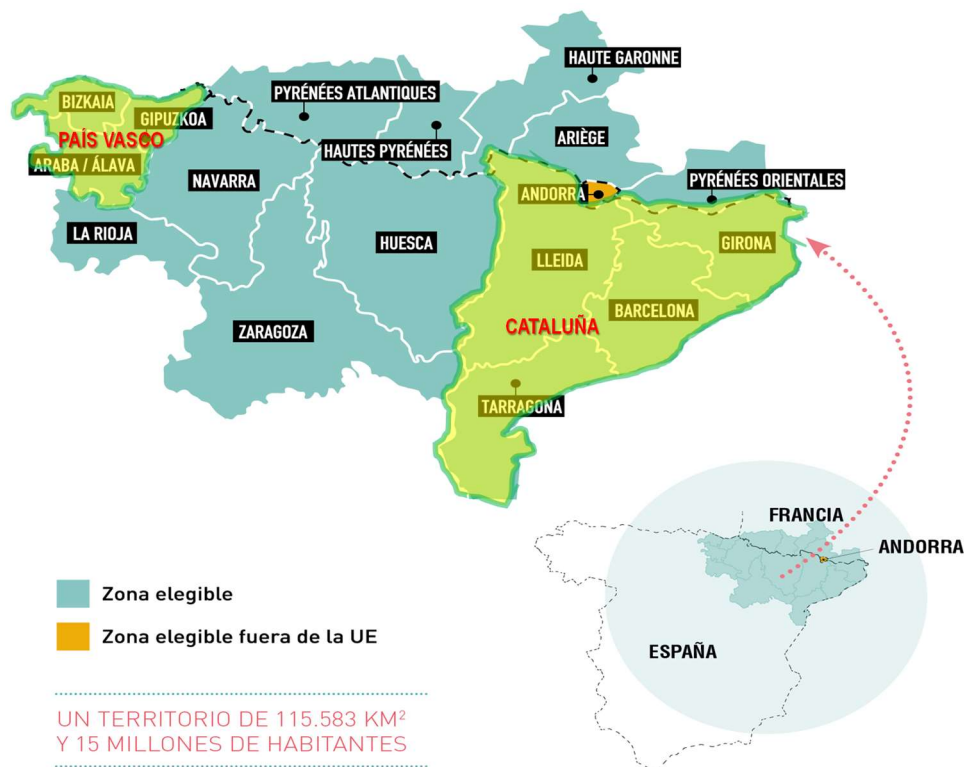
- Agencia de Residuos de Cataluña (Comunidad autónoma de Cataluña)<sup>5</sup>.
- Agencia Catalana del Agua (Comunidad autónoma de Cataluña)<sup>6</sup>.
- Instituto Vasco de estadísticas-EUSTAT (Comunidad autónoma del País Vasco)<sup>7</sup>.

Además, algunos datos más concretos referentes a residuos agrarios (podas) generados en la provincia de Lleida se obtuvieron de un estudio realizado en 2013, por un estudiante de la Universidad Autónoma de Barcelona, denominado “Estudi de viabilitat econòmica i ambiental per a l’aprofitament del residu de poda de l’olivera als municipis del Segrià sud”<sup>8</sup>.

Finalmente, los datos obtenidos en este estudio se organizarán en una base de datos, junto con los datos procedentes de la zona POCTEFA de Francia, para la posterior evaluación económica, social y ambiental de la producción de los productos objetivo de este proyecto.

### 3. Resultados.

Se recopilaban datos de los residuos agrarios de las CCAA del País Vasco y Cataluña, pertenecientes a la zona POCTEFA (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de zona POCTEFA, en color amarillo se resaltan las zonas donde se recopilaban datos de residuos agrarios (CCAA del País Vasco y Cataluña). **Fuente:** Programa operativo de cooperación territorial España-Francia-Andorra<sup>9</sup>.

#### 3.1. Producción de carne por especies en 2016.

Los volúmenes de producción de carne en España y específicamente en las CCAA de Cataluña y el País Vasco que se muestra en la tabla 1. Si tenemos en cuenta estos datos de producción del sector cárnico en la CCAA de Cataluña, se puede observar que la producción cárnica representó aproximadamente el 35% de la producción total en España en el 2016 y además Cataluña es el mayor productor de carne porcina del país con un 43% del

total producido. Estos datos nos permiten darnos una idea de los posibles volúmenes de residuos tipo SANDACH generados en el sector cárnico.

**Tabla 1.** Encuesta anual censal de sacrificio de ganado en mataderos 2016. Resultados de la producción de carne, por especies (en Tm.)<sup>10</sup>.

PROVINCIAS Y CCAA	BOVINO	OVINO	CAPRINO	PORCINO	EQUINO	AVES	CONEJOS	TOTAL PRODUCCIÓN CARNE
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>637.013</b>	<b>117.054</b>	<b>9.904</b>	<b>4.181.091</b>	<b>13.088</b>	<b>1.526.631</b>	<b>59.589</b>	<b>6.544.369</b>
BARCELONA	80.862	9.740	511	848.586	DC (3)	82.379	DC (2)	1.022.078
GERONA	35.625	2.720	72	706.643	114	21.857	DC (2)	767.032
LERIDA	DC (2)	2.762	31	237.877	83	154.709	2.423	397.884
TARRAGONA	DC (1)	1.659	36	726	DC (1)	109.960	6.627	119.008
<b>CATALUNA</b>	<b>132.504</b>	<b>16.882</b>	<b>650</b>	<b>1.793.833</b>	<b>1.558</b>	<b>368.905</b>	<b>12.894</b>	<b>2.327.225</b>
ALAVA	DC (1)	DC (1)	DC (1)	0	DC (1)	DC (1)	0	0
GUIPUZCOA	11.459	DC (1)	DC (1)	DC (1)	DC (1)	DC (1)	0	11.459
VIZCAYA	DC (1)	0	0	0	0	0	DC (2)	0
<b>PAIS VASCO</b>	<b>12.498</b>	<b>449</b>	<b>DC (1)</b>	<b>DC (1)</b>	<b>57</b>	<b>DC (1)</b>	<b>DC (2)</b>	<b>13.004</b>

DC (1): Dato Confidencial cuya cifra representa < 2% del volumen de carne sacrificado en España por categoría.

DC (2): Dato Confidencial cuya cifra representa 2-5 % del volumen de carne sacrificado en España por categoría.

DC (3): Dato Confidencial cuya cifra representa >5-10% del volumen de carne sacrificado en España por categoría.

DC (4): Dato Confidencial cuya cifra representa >10 -25 % del volumen de carne sacrificado en España por categoría.

### 3.2. Subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH).

Los subproductos de origen animal (SANDACH) son aquellos materiales que se generan en la producción primaria ganadera (explotaciones ganaderas) y en las industrias de transformación de los alimentos de origen animal (mataderos) y que, por motivos comerciales o sanitarios, no entran dentro de la cadena alimentaria y, por lo tanto, necesitan ser gestionados adecuadamente. Los productos SANDACH se clasifican en tres categorías (C1, C2 y C3) dependiendo de su riesgo para la salud humana y animal, siendo la C1, la de mayor riesgo y la C3 la de menor.

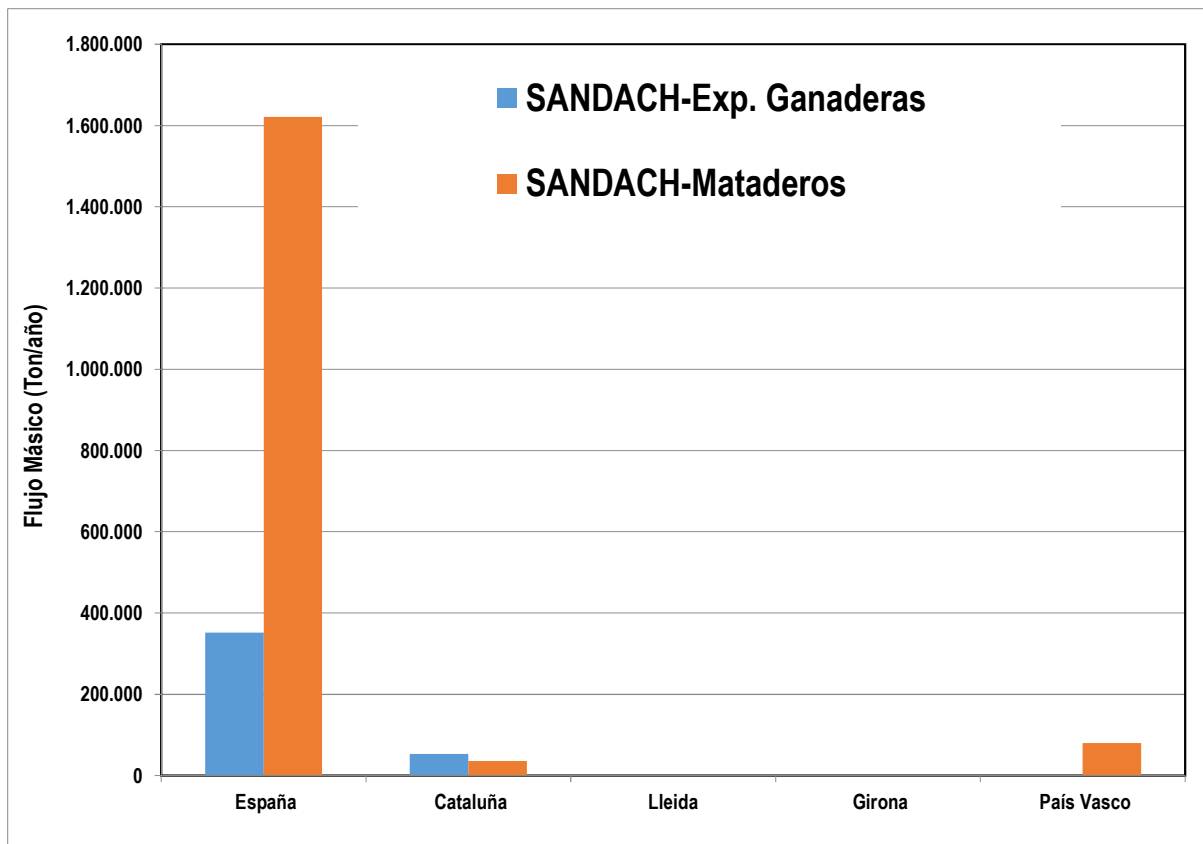
Dentro de los subproductos SANDACH en general podemos encontrar:

- Los cadáveres de animales.
- Los decomisos de mataderos y salas de despiece.
- Los Materiales Especificados de Riesgo (MER).
- Los alimentos que se retiran de los circuitos comerciales.
- Los productos utilizados para fines técnicos, como gelatinas, cueros, pieles.
- Los cebos de pesca.
- Los trofeos de caza.
- Las grasas animales y otros derivados de las mismas.
- Las harinas de carne, hueso, pescado.

En este sentido, se recopilaron datos sobre los SANDACH producidos en España, tanto en explotaciones ganaderas (351.779 Ton/año en 2013), como en mataderos (1.621.806 Ton/año en 2013). Para la CCAA de Cataluña se encontraron datos de SANDACH (C1 y C2) gestionados en las plantas de tratamiento que incluyen animales muertos en granjas, MER y cadáveres de animales de compañía (119.036 Ton/año en 2013). Los datos encontrados de mataderos (incluyen principalmente C3, es decir, partes de animales que son aptas para el consumo humano pero que no son comercializadas) para Cataluña (36.036 Ton/año en 2013) fueron mucho menores que los encontrados de explotaciones ganaderas. En relación a los datos recopilados de la CCAA del País Vasco solo se encontraron datos de mataderos (80.302 Ton/año). Por otra parte, desafortunadamente no se encontraron datos de las provincias de Lleida y Girona sobre este tipo de subproductos (Figura 2). Si se comparan

los volúmenes de producción del sector cárnico en Cataluña con los volúmenes de SANDACH generados en los mataderos no se observa una correlación, esto se debe a que no fue posible encontrar información más detallada y concisa de los subproductos generados en mataderos.

De acuerdo a la composición química de los SANDACH, estos residuos son ricos en ácidos grasos de cadena larga (C16-C18) y en proteínas. En el centro DBA-UdL se han analizado y caracterizado grasas procedentes de subproductos animales<sup>11</sup> encontrándose un 55% de ácidos grasos insaturados de los cuales el más abundante fue el ácido oleico (37% del total de ácidos grasos analizados). Cabe mencionar que el ácido oleico es uno de los principales ácidos grasos en la producción de PHAs. En relación a los ácidos grasos saturados se encontró un 44%, donde el ácido graso más abundante fue el ácido palmítico seguido por el ácido esteárico.

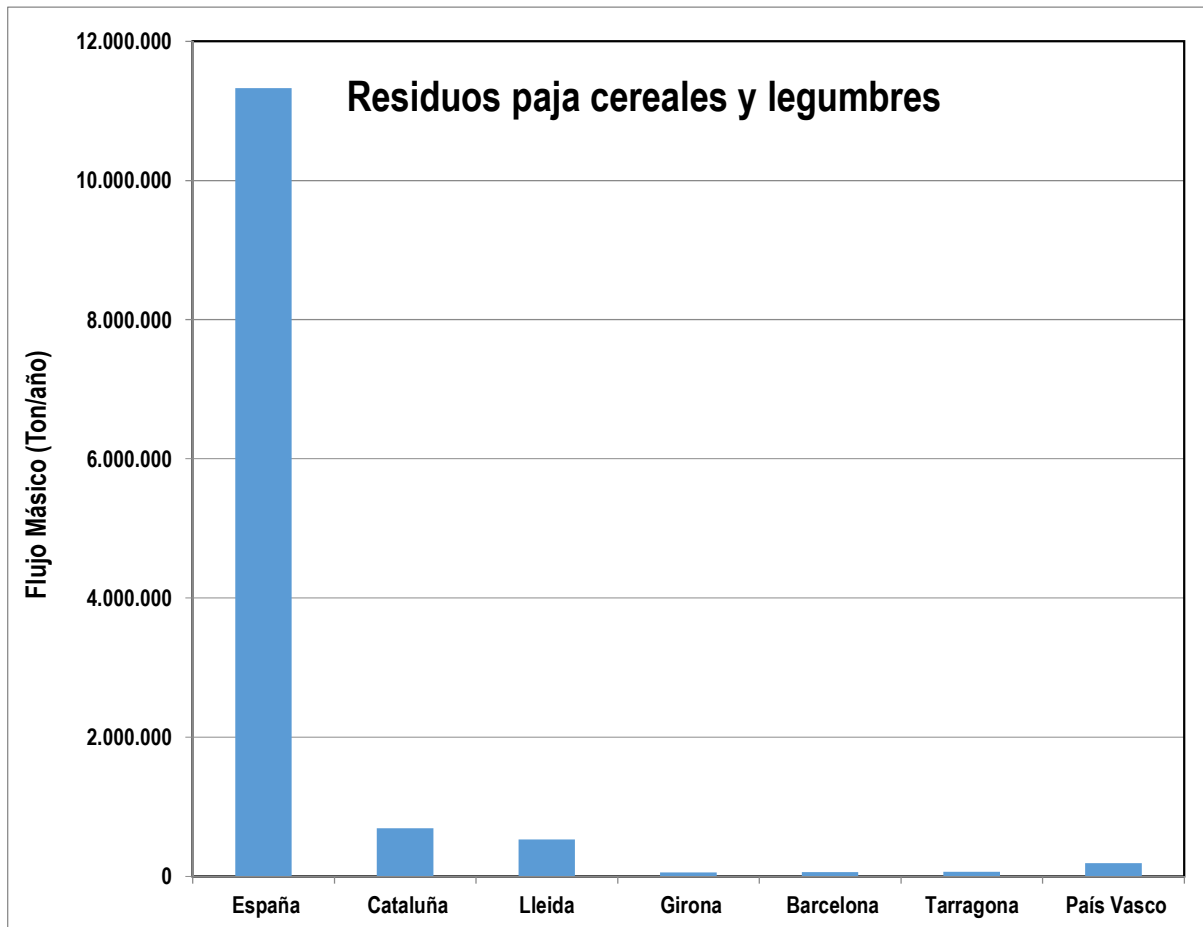


**Figura 2.** Volúmenes de producción de subproductos SANDACH en España, CCAA del País Vasco y Cataluña (Lleida y Girona) clasificados en producidos en explotaciones ganaderas y producidos en mataderos.

### 3.3. Residuos agrarios.

Los datos que se lograron recopilar en relación a los residuos agrarios son en su mayoría datos de producción de paja de cereales y legumbres y residuos de poda de árboles frutales (almendros, cerezos, nectarinas, peras, manzanas, melocotoneros y viña). También se recopilaron datos de residuos del procesamiento de las aceitunas (orujo de oliva) en la producción de aceite y datos de orujo de uva<sup>12</sup>. Las cantidades de residuos agrarios recopilados son de 737.175 Ton/año en la CCAA de Cataluña y 219.118 Ton/año para la CCAA del País Vasco. Según los datos que se lograron recopilar sobre la distribución por provincias, sobre residuos de paja de cereales y legumbres, Lleida es la provincia que más residuos de este tipo genera en Cataluña (76,6%).. Los datos recopilados de volúmenes de este tipo de residuos se representan en la figura 3. En cuanto a su composición

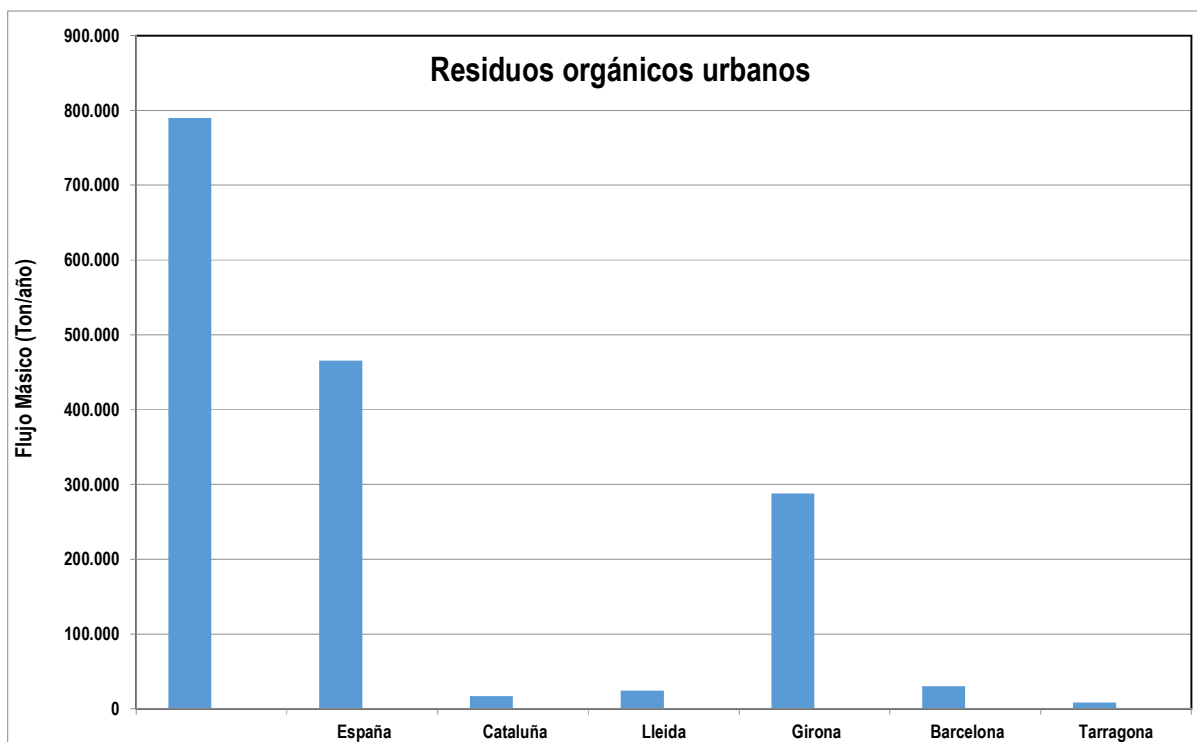
química, estos residuos tienen alto contenido de fibra que puede ser usada como fuente de carbono renovable para la producción de biopolímeros. Desafortunadamente no se encontraron datos estadísticos específicos para residuos del procesamiento de frutas y verduras.



**Figura 3.** Volúmenes de residuos de paja de cereales y legumbres en España, CCAA del País Vasco y Cataluña (Lleida, Girona, Barcelona y Tarragona).

### 3.4. Residuos orgánicos urbanos.

Los datos recopilados de residuos orgánicos urbanos o municipales son específicamente residuos recogidos selectivamente (restos de comida, restos de vegetales de pequeño tamaño y restos de poda de parques y jardines)<sup>5,12</sup>. La información recopilada muestra que los volúmenes de recogida de residuos orgánicos urbanos en la CCAA de Cataluña (465.382 Ton/año) en el 2016 representó el 58,9% del total de residuos orgánicos recogidos selectivamente en España. En la CCAA del País Vasco se recogieron 8.510 Ton/año que representan 1,08% del total recogido en España (Figura 4). Este tipo de residuos pueden ser fuente de diversos compuestos, tales como: azúcares, fibras y grasas que se podrían utilizar como fuente de carbono en la producción de los PHAs.

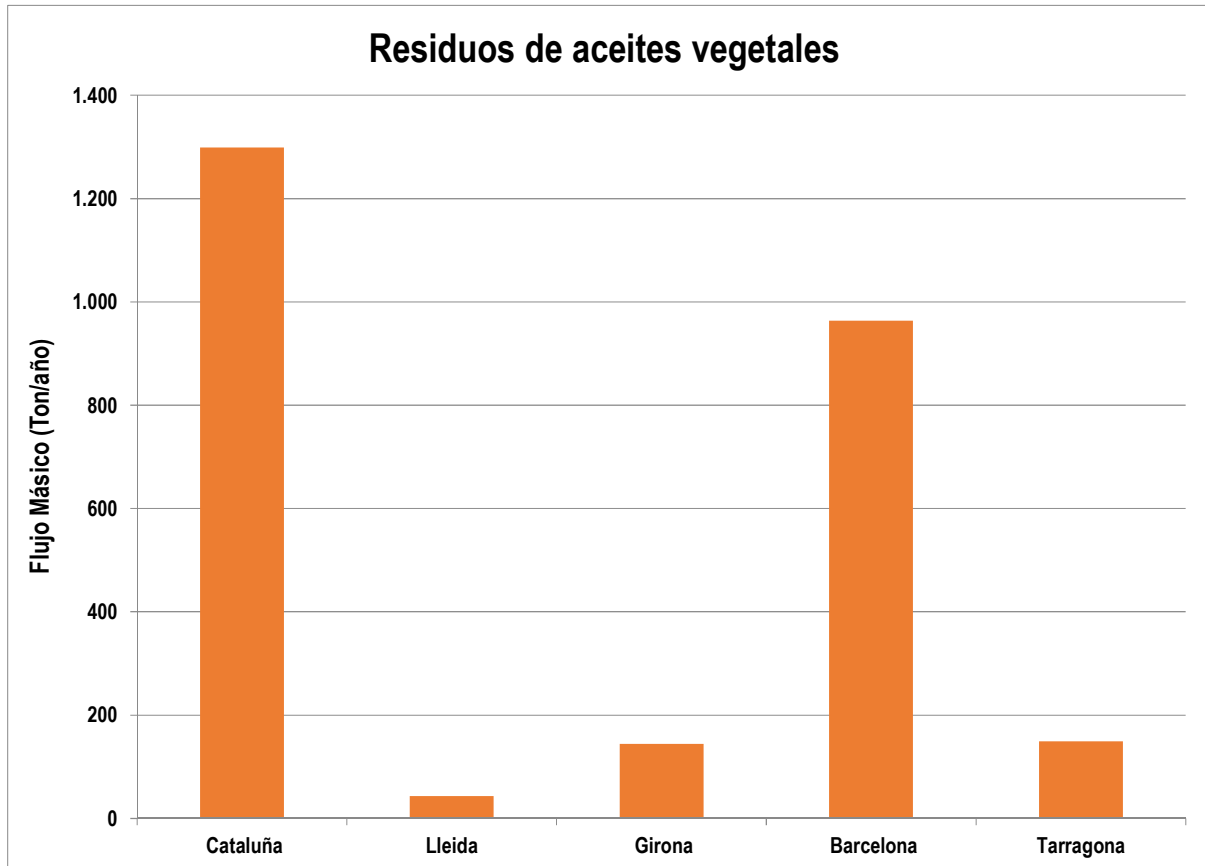


**Figura 4.** Volúmenes de residuos orgánicos urbanos en España, CCAA del País Vasco y Cataluña (Lleida, Girona, Barcelona y Tarragona).

### 3.5. Residuos de aceite vegetal usado.

Otro de los residuos orgánicos municipales son los aceites de cocina usados que en España representan 178.000 Ton/año. Esos residuos son importantes en la producción de los PHAs ya que se pueden utilizar como fuente de carbono para el crecimiento de los microorganismos productores. En la figura 5, se muestran los volúmenes de aceites vegetales recogidos en las zonas urbanas en 2016, estos residuos representan 1.300 Ton/año en la CCAA de Cataluña<sup>3,13</sup>, de los cuales 1206 Ton/año provienen de uso doméstico y 94 Ton/año de uso comercial Respecto a la CCAA del País Vasco no se encontró información sobre este tipo de residuos.

En la literatura se describe que, en promedio, los aceites de cocina residuales están compuestos por aproximadamente un 75% de ácidos graso insaturados y 25% de ácidos grasos saturados<sup>1</sup>. Por otra parte, según un informe de González y González de 2013<sup>15</sup>, el 64% del aceite residual generado en España no es recogido y tratado adecuadamente. Además, el 75% de éste es de origen doméstico y el otro 25% de la industria. Por lo tanto, estos residuos son una fuente potencial para la producción de los biopolímeros objeto de este proyecto.



**Figura 5.** Volúmenes de aceites de vegetales residuales en la Cataluña (Lleida, Girona, Barcelona y Tarragona).

En la tabla 2 se muestra la composición química de los diferentes residuos que consideramos como potenciales materias primas para la producción de PHAs. En concreto, creemos que los residuos ricos en grasas y aceites (SANDACH y residuos de aceites vegetales) con alto contenido de ácidos grasos insaturados y los residuos ricos en fibras (residuos de paja de cereales y legumbres), que se producen en la zona POCTEFA de España, son los más indicados para la producción de los biopolímeros.



**Tabla 2.** Composición química de los principales residuos aptos para ser usados como materia prima para la producción de PHAs.

Residuo	Residuos específicos	Composición química (valores promedio, porcentajes en base seca)															
		Materia seca (%)	Materia mineral (%)	Materia orgánica total (%)	Materia orgánica oxidable (%)	Proteínas (%)	Carbohidratos (%)	Fibras (%)					Lípidos (%)				
								Fibra bruta (%)	Celulosa	Hémicelulosa	Soluble	Lignina	Grasa (%)	Saturados	Insaturados		
<b>SANDACH (subproductos animales no destinados al consumo humano)</b>	Porcino	57				8									47	34	63
		18				7									5		
	Pequeños Ruminantes (Corderos, chivos)	13.36	11.6			14.2									1.7		
		90.5				12.8											
	Bovinos	89				2									76	45	50
	Conejos	91.8	8.11			11.38				24					6.1		
	Aves	92.4	9.25			15.21				41.84					7.81	29	70
	Equinos	34				17									17	36	61
	Restos de pescado - País Vasco, año 2010	28	2			20								7			
<b>Residuos agrarios</b>	Paja de cebada	90	15			3				41					1		
		69	3			2				24					3		
	Paja de avena	69	3			2				8					4		
	Paja de trigo	89	5			17											
	Caña de maíz										43	79		23			
	Paja de arroz	91	17			4	43			51	32	36		22	1		
	Paja judías secas	15	2			15				17					1		
	Paja habas secas	90	11			8				37					1		
	Paja lentejas	92	9			7				36					2		
	Paja guisantes	24	2	97	58	29	64			20			8		3		
	Almendros		1	51							51	29		20			
	Cerezos																
	Nectarinas																
	Pereras	18	1	97	58	2	94			13					1		
	Manzano	15	1	96	61	6	91			12			2		2		
	Melocotonero	17	1	96	55	6	89			13					1		
	Viña	20	1			1											
	Olivera	35	2	95	52	6	56			45					34		
	Orujo oliva sin desengrasar	30	6	85	61	7	18			18			6		63		
	Orujo de uva																
<b>Residuos Industriales</b>	Residuos de la industria de productos lácteos	0	0	0	0	0,00091									0		
<b>Residuos municipales</b>	Restos de comida, de vegetales de pequeño tamaño, poda parques y jardines.	70	1	85	74	1											
	Aceites vegetales			15											85	25	75

#### 4. Conclusiones

A pesar de que todos los miembros españoles del proyecto realizamos una búsqueda exhaustiva de información sobre los yacimientos de residuos en España, y específicamente en la CCAA de Cataluña y el País Vasco, los datos de volúmenes de residuos que pueden ser utilizados en la producción de PHAs recopilados fueron limitados.

Si bien la información sobre los residuos recopilada fue limitada, consideramos que residuos tales como SANDACH, residuos agrarios o residuos de aceites vegetales, gracias a su composición química y disponibilidad, son buenos candidatos para ser usados en la producción de biopolímeros.

#### 5. Referencias

1. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Subproductos Animales No Destinados al Consumo Humano (SANDACH) y Residuos. <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/sandach/>
2. Sandach producidos en explotaciones ganaderas (cadáveres animales). Sistema Integral de Trazabilidad Animal (SITRAN), 2012. [http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/sandachenexplot\\_mataderos\\_estiercol\\_tcm30-110592.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/sandachenexplot_mataderos_estiercol_tcm30-110592.pdf)
3. Asociación Nacional de Gestores de Residuos de Aceites y Grasas Comestibles. <http://www.geregras.es/>
4. Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento. <http://www.aeas.es/servlet/mqc>
5. Agencia de Residuos de Cataluña. [http://estadistiques.arc.cat/ARC/#\\_ga=2.198085099.578000658.1530608888-1699241130.1528284220](http://estadistiques.arc.cat/ARC/#_ga=2.198085099.578000658.1530608888-1699241130.1528284220)
6. Agencia Catalana del Agua. <http://aca.gencat.cat/ca/laca/publicacions/estudis-i-informes-tecnics/>
7. Instituto Vasco de estadísticas-EUSTAT. <http://www.eustat.eus/indice.html>
8. Míriam Jové Planes, Estudi de viabilitat econòmica i ambiental per a l'aprofitament del residu de poda de l'olivera als municipis del Segrià sud. 2013. Universitat Autònoma de Barcelona, Facultat de Ciències, Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental. <https://ddd.uab.cat/record/114899>
9. Programa operativo de cooperación territorial España-Francia-Andorra. <https://www.poctefa.eu/poctefa0713/arboll/index.jsp?id=beabcccc-919c-48eb-8bf4-90ddab3190e5>
10. Encuesta de sacrificio de ganado. <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-sacrificio-ganado/default.aspx>
11. Pau Gallart-Sirvent, Edinson Yara, Gemma Villorbina, Mercè Balcells, Núria Sala, Ramon Canela-Garayoa. Recycling *Rhizopus oryzae* resting cells as biocatalyst to prepare near eutectic palmitic-stearic acid mixtures from non-edible fat. *J. Mol. Catal. B: Enzym.* 2016, 134, 172-177.

12. Avance anuario de estadística ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente, 2017.  
<http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>
13. Neteja viària i recollida de residus, Ajuntament de Girona. MEMÒRIA 2014.  
[http://www2.girona.cat/documents/11622/669667/memoria\\_residus\\_2014.pdf](http://www2.girona.cat/documents/11622/669667/memoria_residus_2014.pdf)
14. Veymar Guadalupe Tacias pascacio, Arnulfo Rosales Quintero y Beatriz Torrestiana Sánchez. Evaluación y caracterización de grasas y aceites residuales de cocina para la producción de biodiésel: un caso de estudio. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 2016, 32 303-313.
15. Iñigo González Canal y José Antonio González Ubierna. Aceites usados de cocina. Problemática ambiental, incidencias en redes de tratamiento y costes del tratamiento en depuradoras. 2013.  
<http://residusrecursos.cat/uploads/activitats/docs/20170427092548.pdf>