



# Cuantificación de cultivos energéticos



**PSE PROBIOGAS.**

Desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás agroindustrial en España.

PS-120000-2007-6



## Cuantificación de cultivos energéticos

**Autores:**

IIE-UPV: Alfonso, David ; Brines, Natalia ; Peñalvo, Elisa ;  
Vargas, Carlos A. ; Pérez-Navarro, Ángel

AINIA: Gómez, Paz ; Pascual, Andrés ; Ruiz, Begoña

**Fecha de publicación:**

24-03-2010

***Los datos publicados en este documento son estimaciones realizadas en base a indicadores estadísticos y no suponen una encuesta de generación de residuos. Estos datos están siendo utilizados en el marco del proyecto PROBIOGAS con el objetivo de analizar el potencial y la viabilidad de producción de biogás por co-digestión a partir de mezclas de sustratos representativas a nivel nacional.***



## ÍNDICE

<b>1 Resumen ejecutivo .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Informe de coeficientes y caracterización básica de cultivos energéticos. ....</b>	<b>5</b>
2.1 Potencial accesible.....	6
2.2 Potencial disponible .....	7
<b>3 Cuantificación de cultivos energéticos. ....</b>	<b>8</b>
<b>4 Cuantificación de cultivos energéticos a nivel provincial.....</b>	<b>9</b>
<b>5 Mapas por comarcas de potencial accesible.....</b>	<b>14</b>



## 1 Resumen ejecutivo

El proyecto singular y estratégico PROBIOGAS, cofinanciado por el MICINN y los fondos FEDER (2007-2011), integra un conjunto de actividades de carácter científico tecnológico que están interrelacionadas entre sí y que tienen como objetivo común "el desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás en entornos agroindustriales, así como la demostración de su viabilidad y promoción en España". El proyecto está formado por 14 subproyectos e incluye estudios de viabilidad, acciones de investigación y desarrollo, proyectos de demostración a escala industrial, y acciones complementarias para la coordinación y difusión del proyecto.

En el subproyecto 1 "MATERIAS PRIMAS" se aborda, entre otros estudios, las características, cantidad, disponibilidad y distribución geográfica de aquellos materiales que puedan ser valorizados mediante la producción de biogás. Entre los resultados previstos destaca la elaboración de mapas de materias primas y potencial de biogás en España.

Fruto de estos estudios, se han elaborado cinco informes de cuantificación de materias primas, en los cuales se describen la metodología y resultados obtenidos para la cuantificación y ubicación geográfica de las distintas categorías de materias primas tipificadas en PROBIOGAS: ganaderas, animales, vegetales, industrias bioenergéticas y cultivos energéticos.

El presente informe corresponde a los datos para los cultivos energéticos en España. A continuación se describe brevemente el contenido del informe:

- En el punto 2 se describe la metodología y los coeficientes utilizados para la cuantificación de los distintos cultivos energéticos. Se definen los conceptos de cantidad teórica total, potencial accesible y potencial disponible. Las cantidades incluidas en tablas y mapas corresponden al **potencial accesible**.
- En el punto 3 se incluye la cuantificación a nivel nacional para cada subcategoría según la metodología desarrollada.
- En el punto 4 se incluye la cuantificación a nivel provincial para cada subcategoría según la metodología desarrollada.
- En el punto 5 se encuentran los mapas de distribución comarcal de los cultivos energéticos por subcategorías.



NOTA: Los datos publicados en este documento son estimaciones realizadas en base a indicadores estadísticos y no suponen una encuesta de generación de residuos.

*El presente estudio ha sido realizado con fines experimentales. Aun cuando en su elaboración los autores han procurado el máximo rigor en el tratamiento de los datos e informaciones contenidas en el mismo, no se acepta responsabilidad alguna por la utilización que de los mismos pueda realizarse. Cualquier uso posterior deberá contrastarse adecuadamente.*

*Es propiedad, (c) Instituto de Ingeniería Energética y Centro Tecnológico / Consorcio PROBIOGAS 2009. Todos los derechos reservados.*

## 2 Informe de coeficientes y caracterización básica de cultivos energéticos.

El informe de coeficientes presenta en detalle la metodología seguida para la estimación de los coeficientes de generación de cultivos energéticos utilizados en la cuantificación, ordenados por subcategorías, y algunas de sus características básicas (ST<sup>1</sup>, SV<sup>2</sup>).

Los cultivos energéticos están referidos a cultivos agrícolas cuyo objetivo es utilizar el fruto como sustrato de co-digestión.

Dado que en este momento no hay producción de cultivos energéticos destinada a la generación de biogás, se ha considerado que un porcentaje de la cosecha de las variedades seleccionadas se dedicará a ello. Se ha fijado el 1% como valor unitario, de manera que el cálculo de la cantidad de sustrato para cualquier escenario de utilización de estos cultivos (5%, 10%, 20%,...) es directo.

La caracterización del subproducto (sólidos totales, sólidos volátiles) es de elaboración propia dentro del proyecto PROBIOGAS.

*Tabla 1. Agrupación Ce1\_A – Cultivos energéticos. Coeficientes y caracterización básica.*

Subcategoría	Coef. Directo (t/t producción)	ST (%)	SV (% ST)
Ce1.01 Maíz	0,01	[53,76 – 80,64 %]	95,83 %
Ce1.02 Colza	0,01	[31,76 – 47,64 %]	91,44 %
Ce1.03 Remolacha	0,01	[11,20 – 16,80 %]	87,60 %
Ce1.04 Girasol	0,01	[71,04 – 100 %]	86,82 %

<sup>1</sup> Sólidos Totales (ST).- Consisten en la cantidad de materia que queda como residuo después del secado o evaporación a 105°C.

<sup>2</sup> Sólidos Volátiles (SV).- Los sólidos totales sometidos a combustión (a una temperatura de 550° C aprox.), transforman la materia orgánica a CO<sub>2</sub> Y H<sub>2</sub>O. Esta pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica o volátil (SV),



## 2.1 Potencial accesible

**Potencial accesible:** es la cantidad de residuo que potencialmente podría utilizarse para la generación de biogás sin tener en cuenta otros usos alternativos. En esta cantidad potencial de residuos ya se han sustraído las cantidades de residuo que por limitaciones impuestas por legislación, proceso productivo u otras motivaciones pudiesen restringir el acceso a estos residuos.

El potencial accesible se calcula a partir de la cantidad teórica total:

$$\text{➤ } \text{POTENCIAL ACCESIBLE} = \text{CANTIDAD TEÓRICA} \cdot C_A$$

Siendo  $C_A$  el porcentaje de accesibilidad.

Las consideraciones de mayor importancia en cuanto al potencial accesible han sido las siguientes:

TIPO	CATEGORÍA		$C_A$
Cultivos energéticos (Ce)	Ce1	Cultivos energéticos	1
	No se han considerado limitaciones de accesibilidad		



## 2.2 Potencial disponible

**Potencial disponible:** para obtener este potencial se realiza, respecto al potencial accesible, una minoración teniendo en cuenta otros potenciales usos de estos residuos, como la producción de compost, alimentación para ganado o su utilización en otros procesos productivos.

El potencial disponible puede calcularse a partir de la cantidad teórica total o del potencial accesible:

- **POTENCIAL DISPONIBLE = CANTIDAD TEÓRICA · C<sub>A</sub> · C<sub>D</sub>**
- **POTENCIAL DISPONIBLE = POTENCIAL ACCESIBLE · C<sub>D</sub>**

Siendo C<sub>A</sub> el porcentaje de accesibilidad y C<sub>D</sub> el porcentaje de disponibilidad.

En el caso de los cultivos energéticos, se considera que estas materias primas serán producidas con el fin de ser utilizadas para la generación de biogás, por lo que su disponibilidad se considera del 100%.

TIPO	CATEGORÍA		C <sub>D</sub> (¹)
Cultivos energéticos (Ce)	Ce1	Cultivos energéticos	1
	Cultivos dedicados específicamente a la producción de biogás.		

<sup>1</sup> *Rango de valores orientativo. Los valores definitivos pueden ser fijados en base a un conocimiento exhaustivo de la gestión y uso actual de los distintos subproductos en la zona de interés*

En este apartado cabe resaltar que, ante la escasa información disponible en la actualidad a nivel provincial y comarcal, la evaluación de la disponibilidad requiere análisis posterior y detallado que ha sido incluido dentro de las actividades del subproyecto 13 de PROBIOGAS.



### 3 Cuantificación de cultivos energéticos.

La cuantificación se ha realizado mediante estimaciones basadas en datos estadísticos disponibles para todo el territorio nacional, indicando la cantidad total de materias primas producidas por subcategoría (referida a potencial accesible que, en el caso de cultivos energéticos, coincide con el potencial teórico).

Las fuentes de información consultadas han sido:

[1] Anuario de Estadística Agroalimentaria 2007. Capítulo 6: Cereales en grano - Tabla 6.32: Maíz. Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción; Capítulo 9: Cultivos industriales – Tablas de análisis provincial de superficie, rendimiento y producción: 9.6 (remolacha), 9.21 (girasol) y 9.27 (colza).

[2] Censo Agrario 1999. Instituto Nacional de Estadística. Capítulo 8: Resultados comarcales. Tabla 8.13: Cultivos herbáceos y barbechos.

Tabla 2. Cultivos energéticos (Tipo Ce). Cuantificación nacional.

Agrupación	Producción (t/año)
Ce1_A Cultivos energéticos	104.731

Tabla 3. Agrupación Ce1\_A – Cultivos energéticos. Cuantificación nacional.

Subcategoría	Producción (t/año)
Ce1.01 Maíz	39.774
Ce1.02 Colza	66
Ce1.03 Remolacha	58.276
Ce1.04 Girasol	6.615



#### **4 Cuantificación de cultivos energéticos a nivel provincial.**

A continuación se presentan las tablas de cuantificación a nivel provincial, desglosando las cantidades correspondientes del indicador de cada subcategoría y la cantidad de materias primas producidas en cada provincia.

Tabla 4. Ce1 – Cultivos energéticos. Ce1.01 – Maíz. Cuantificación provincial.

Provincia	Indicador: t prod/año	Producción (t/año)	Provincia	Indicador: t prod/año	Producción (t/año)
Álava	95	1	Lugo	12.575	125
Albacete	266.771	2.667	Madrid	91.472	913
Alicante	1.521	15	Málaga	3.465	34
Almería	87	-	Murcia	2.381	23
Ávila	11.895	119	Navarra	106.252	1.061
Badajoz	366.433	3.665	Ourense	13.085	131
Balears (Illes)	2.127	22	Asturias	-	-
Barcelona	10.193	101	Palencia	46.413	464
Burgos	11.548	116	Palmas (Las)	664	7
Cáceres	184.301	1.843	Pontevedra	36.105	361
Cádiz	39.597	396	Salamanca	132.749	1.327
Castellón	503	5	Sta. C. Tenerife	854	8
Ciudad Real	98.993	989	Cantabria	750	8
Córdoba	133.267	1.333	Segovia	602	6
Coruña (A)	51.060	510	Sevilla	254.052	2.540
Cuenca	16.483	164	Soria	5.389	54
Girona	96.037	960	Tarragona	1.185	12
Granada	25.732	259	Teruel	53.188	531
Guadalajara	65.079	651	Toledo	149.665	1.497
Guipúzcoa	-	-	Valencia	4.002	40
Huelva	2.070	20	Valladolid	135.879	1.359
Huesca	308.847	3.087	Vizcaya	-	-
Jaén	16.035	162	Zamora	183.463	1.835
León	574.750	5.747	Zaragoza	212.502	2.125
Lleida	234.879	2.349	Ceuta	N.D.	N.D.
Rioja (La)	13.206	132	Melilla	N.D.	N.D.
			<b>Total España</b>		39.774

Tabla 5. Ce1 – Cultivos energéticos. Ce1.02 – Colza. Cuantificación provincial.

Provincia	Indicador: t prod/año	Producción (t/año)	Provincia	Indicador: t prod/año	Producción (t/año)
Álava	222	1	Lugo	-	-
Albacete	221	2	Madrid	114	1
Alicante	-	-	Málaga	18	-
Almería	-	-	Murcia	-	-
Ávila	56	1	Navarra	845	8
Badajoz	210	-	Ourense	-	-
Balears (Illes)	-	-	Asturias	-	-
Barcelona	1.573	15	Palencia	252	2
Burgos	840	8	Palmas (Las)	-	-
Cáceres	6	-	Pontevedra	-	-
Cádiz	-	-	Salamanca	69	-
Castellón	-	-	Sta. C. Tenerife	-	-
Ciudad Real	142	1	Cantabria	-	-
Córdoba	164	1	Segovia	58	-
Coruña (A)	-	-	Sevilla	31	-
Cuenca	150	1	Soria	136	-
Girona	680	6	Tarragona	125	1
Granada	-	-	Teruel	-	-
Guadalajara	83	-	Toledo	-	-
Guipúzcoa	-	-	Valencia	-	-
Huelva	-	-	Valladolid	373	5
Huesca	278	2	Vizcaya	-	-
Jaén	-	-	Zamora	10	-
León	300	2	Zaragoza	27	-
Lleida	944	9	Ceuta	N.D.	N.D.
Rioja (La)	-	-	Melilla	N.D.	N.D.
				<b>Total España</b>	<b>66</b>

Tabla 6. Ce1 – Cultivos energéticos. Ce1.03 – Remolacha. Cuantificación provincial.

Provincia	Indicador: t prod/año	Producción (t/año)	Provincia	Indicador: t prod/año	Producción (t/año)
Álava	190.120	1.902	Lugo	-	-
Albacete	4.549	45	Madrid	-	-
Alicante	-	-	Málaga	-	-
Almería	-	-	Murcia	-	-
Ávila	249.762	2.497	Navarra	3.819	38
Badajoz	7.278	75	Ourense	-	-
Balears (Illes)	-	-	Asturias	-	-
Barcelona	-	-	Palencia	401.097	4.010
Burgos	327.997	3.281	Palmas (Las)	-	-
Cáceres	-	-	Pontevedra	-	-
Cádiz	580.446	5.804	Salamanca	305.996	3.060
Castellón	-	-	Sta. C. Tenerife	-	-
Ciudad Real	-	-	Cantabria	-	-
Córdoba	90.026	901	Segovia	206.080	2.061
Coruña (A)	-	-	Sevilla	1.124.836	11.249
Cuenca	-	-	Soria	67.000	670
Girona	-	-	Tarragona	-	-
Granada	-	-	Teruel	-	-
Guadalajara	-	-	Toledo	7.759	78
Guipúzcoa	-	-	Valencia	-	-
Huelva	27.685	276	Valladolid	1.064.002	10.640
Huesca	-	-	Vizcaya	-	-
Jaén	39.228	394	Zamora	360.999	3.611
León	650.003	6.502	Zaragoza	-	-
Lleida	-	-	Ceuta	N.D.	N.D.
Rioja (La)	118.348	1.182	Melilla	N.D.	N.D.
			<b>Total España</b>		58.276

Tabla 7. Ce1 – Cultivos energéticos. Ce1.04 – Girasol. Cuantificación provincial.

Provincia	Indicador: t prod/año	Producción (t/año)	Provincia	Indicador: t prod/año	Producción (t/año)
Álava	2.809	28	Lugo	-	-
Albacete	5.375	55	Madrid	479	5
Alicante	304	3	Málaga	5.047	50
Almería	-	-	Murcia	80	-
Ávila	6.581	66	Navarra	5.223	53
Badajoz	8.623	86	Ourense	-	-
Balears (Illes)	108	1	Asturias	-	-
Barcelona	235	2	Palencia	18.980	189
Burgos	58.907	588	Palmas (Las)	-	-
Cáceres	91	-	Pontevedra	-	-
Cádiz	56.454	565	Salamanca	9.768	96
Castellón	-	-	Sta. C. Tenerife	-	-
Ciudad Real	890	9	Cantabria	34	-
Córdoba	52.330	523	Segovia	12.531	125
Coruña (A)	-	-	Sevilla	174.470	1.744
Cuenca	74.045	740	Soria	39.633	396
Girona	8.088	82	Tarragona	-	-
Granada	1.115	10	Teruel	1.022	10
Guadalajara	16.575	165	Toledo	1.402	14
Guipúzcoa	-	-	Valencia	320	3
Huelva	20.043	200	Valladolid	35.610	356
Huesca	5.970	61	Vizcaya	-	-
Jaén	2.166	22	Zamora	24.594	246
León	4.716	47	Zaragoza	5.005	51
Lleida	898	9	Ceuta	N.D.	N.D.
Rioja (La)	1.563	15	Melilla	N.D.	N.D.
			<b>Total España</b>		6.615

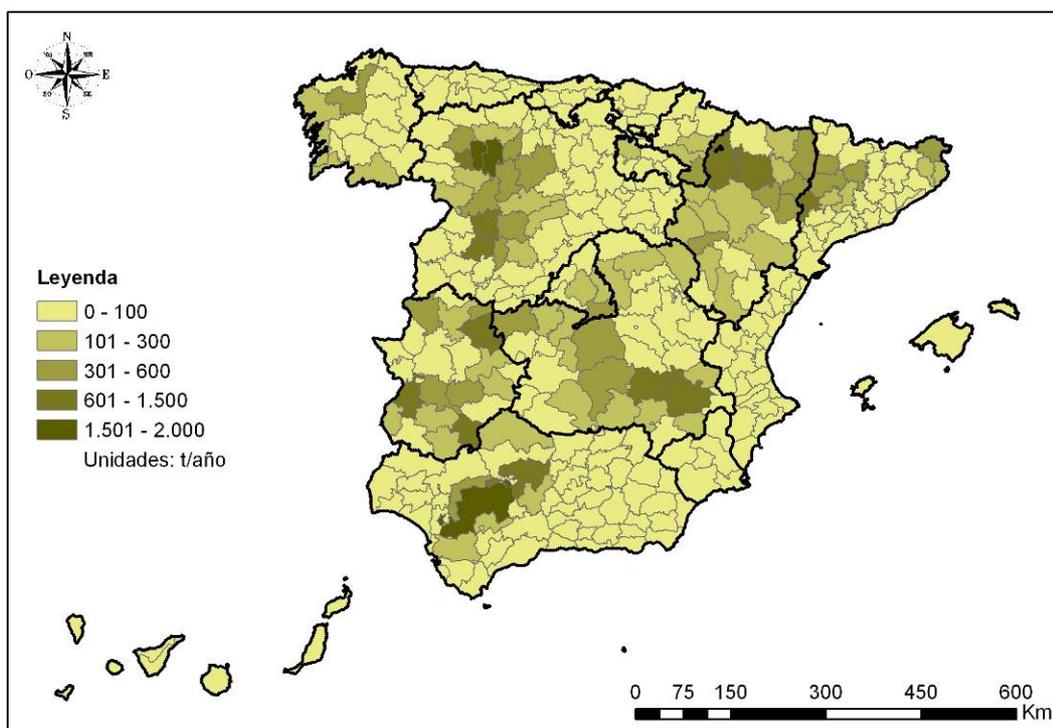


## **5 Mapas por comarcas de potencial accesible.**

La cuantificación provincial de cultivos energéticos expuesta en las tablas del capítulo anterior se ha representado de forma gráfica mediante mapas por comarcas de potencial accesible de producción de dichas materias primas para cada subcategoría.

La información cartográfica utilizada pertenece a la base BCN200 del Instituto Geográfico Nacional.

Tipo: Ce Cultivos energéticos	Agrupación: Ce1_A Cultivos energéticos	Subcategoría: Ce1.01 Maíz
----------------------------------	---	------------------------------



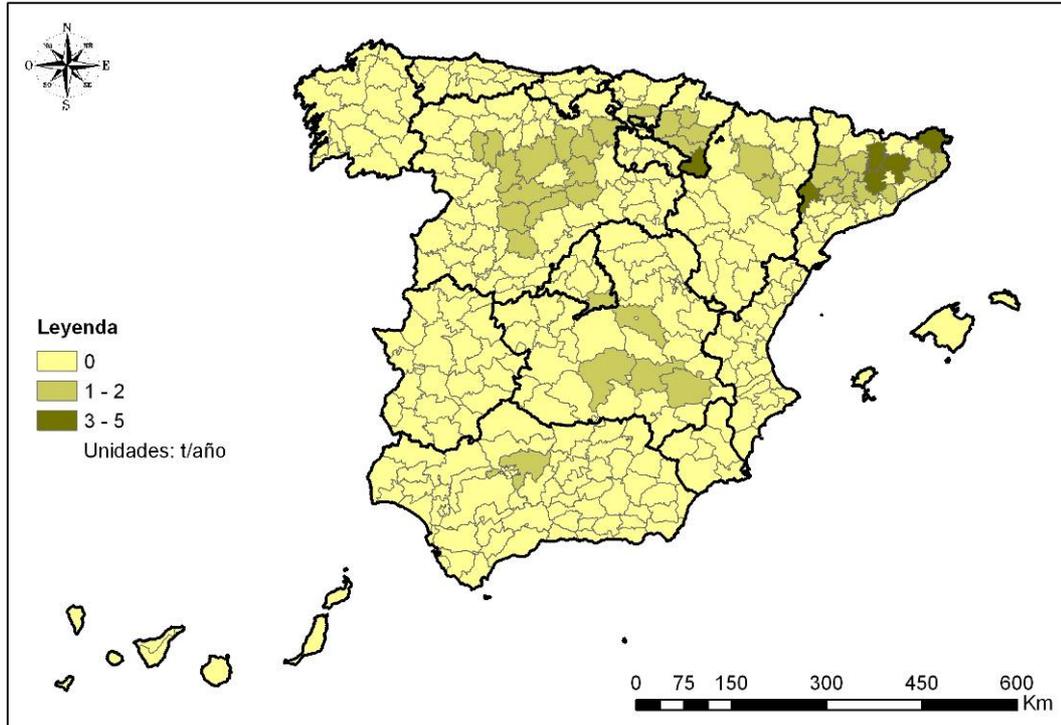
Id	Provincia	Ce1.01 (t/año)
01	Álava	1
02	Albacete	2.667
03	Alicante	15
04	Almería	-
05	Ávila	119
06	Badajoz	3.665
07	Balears (Illes)	22
08	Barcelona	101
09	Burgos	116
10	Cáceres	1.843
11	Cádiz	396
12	Castellón	5
13	Ciudad Real	989
14	Córdoba	1.333
15	Coruña (A)	510
16	Cuenca	164
17	Girona	960
18	Granada	259

Id	Provincia	Ce1.01 (t/año)
19	Guadalajara	651
20	Guipúzcoa	-
21	Huelva	20
22	Huesca	3.087
23	Jaén	162
24	León	5.747
25	Lleida	2.349
26	Rioja (La)	132
27	Lugo	125
28	Madrid	913
29	Málaga	34
30	Murcia	23
31	Navarra	1.061
32	Ourense	131
33	Asturias	-
34	Palencia	464
35	Palmas (Las)	7

Id	Provincia	Ce1.01 (t/año)
36	Pontevedra	361
37	Salamanca	1.327
38	S. C. Tenerife	8
39	Cantabria	8
40	Segovia	6
41	Sevilla	2.540
42	Soria	54
43	Tarragona	12
44	Teruel	531
45	Toledo	1.497
46	Valencia	40
47	Valladolid	1.359
48	Vizcaya	-
49	Zamora	1.835
50	Zaragoza	2.125
51	Ceuta	N.D.
52	Melilla	N.D.
<b>Total España</b>		<b>39.774</b>

Figura 1. Subcategoría Ce1.01 - Maíz. Mapa de distribución.

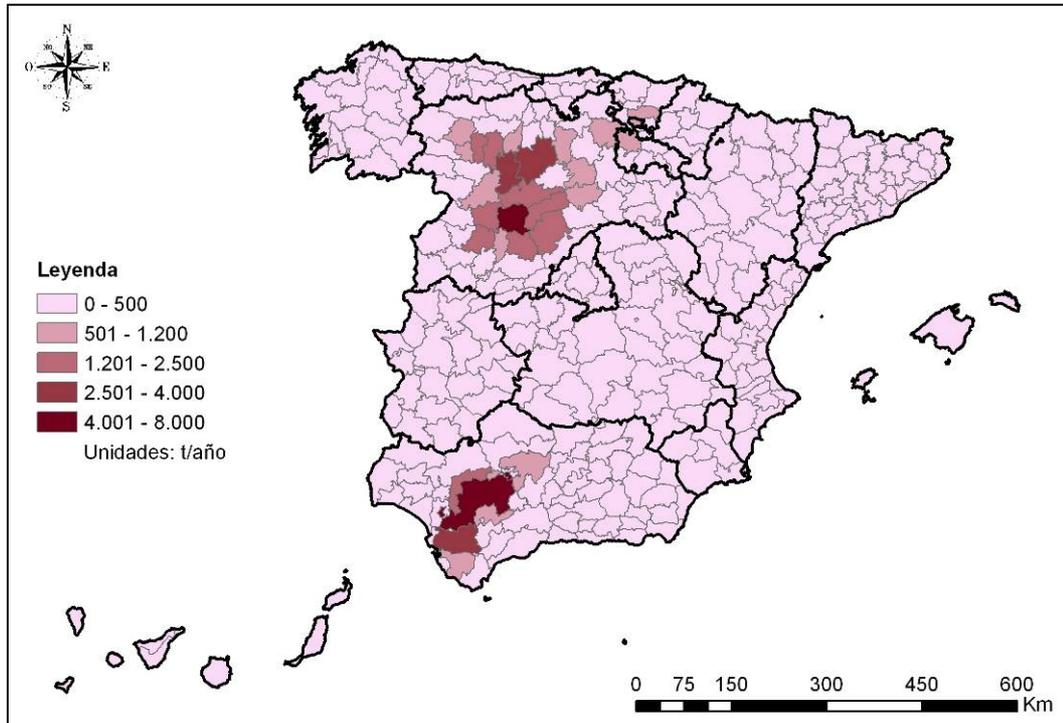
Tipo: Ce Cultivos energéticos	Agrupación: Ce1_A Cultivos energéticos	Subcategoría: Ce1.02 Colza
----------------------------------	---	-------------------------------



Id	Provincia	Ce1.02 (t/año)	Id	Provincia	Ce1.02 (t/año)	Id	Provincia	Ce1.02 (t/año)
01	Álava	1	19	Guadalajara	-	36	Pontevedra	-
02	Albacete	2	20	Guipúzcoa	-	37	Salamanca	-
03	Alicante	-	21	Huelva	-	38	S. C. Tenerife	-
04	Almería	-	22	Huesca	2	39	Cantabria	-
05	Ávila	1	23	Jaén	-	40	Segovia	-
06	Badajoz	-	24	León	2	41	Sevilla	-
07	Balears (Illes)	-	25	Lleida	9	42	Soria	-
08	Barcelona	15	26	Rioja (La)	-	43	Tarragona	1
09	Burgos	8	27	Lugo	-	44	Teruel	-
10	Cáceres	-	28	Madrid	1	45	Toledo	-
11	Cádiz	-	29	Málaga	-	46	Valencia	-
12	Castellón	-	30	Murcia	-	47	Valladolid	5
13	Ciudad Real	1	31	Navarra	8	48	Vizcaya	-
14	Córdoba	1	32	Ourense	-	49	Zamora	-
15	Coruña (A)	-	33	Asturias	-	50	Zaragoza	-
16	Cuenca	1	34	Palencia	2	51	Ceuta	N.D.
17	Girona	6	35	Palmas (Las)	-	52	Melilla	N.D.
18	Granada	-						
							<b>Total España</b>	<b>66</b>

Figura 2. Subcategoría Ce1.02 - Colza. Mapa de distribución.

Tipo: Ce Cultivos energéticos	Agrupación: Ce1_A Cultivos energéticos	Subcategoría: Ce1.03 Remolacha
----------------------------------	---	-----------------------------------



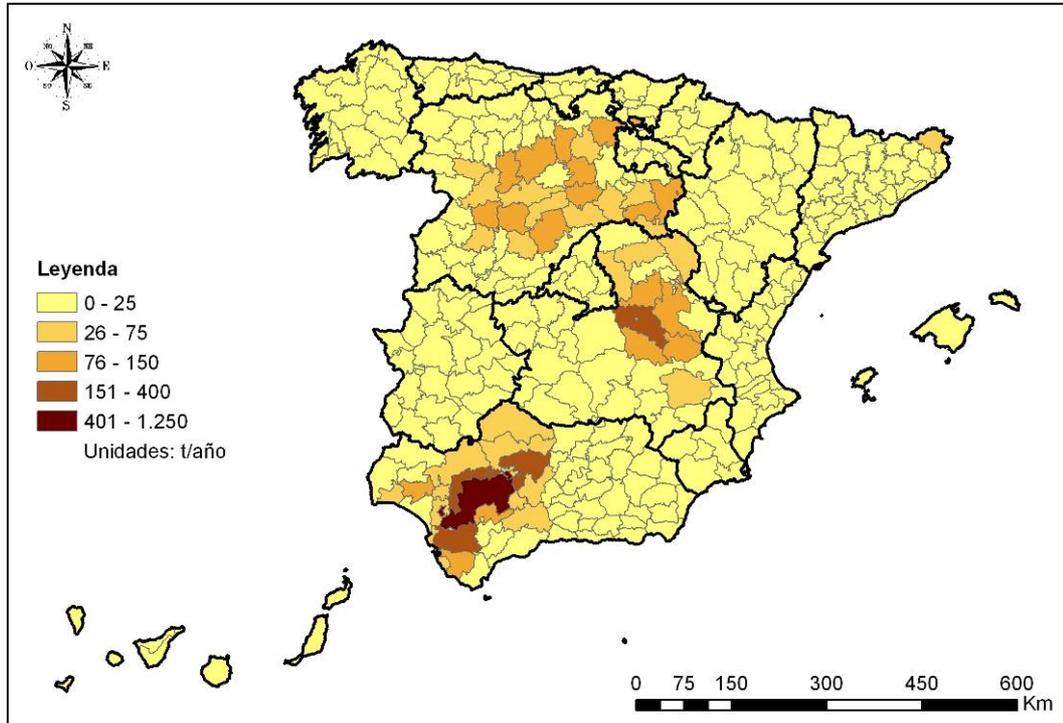
Id	Provincia	Ce1.03 (t/año)
01	Álava	1.902
02	Albacete	45
03	Alicante	-
04	Almería	-
05	Ávila	2.497
06	Badajoz	75
07	Balears (Illes)	-
08	Barcelona	-
09	Burgos	3.281
10	Cáceres	-
11	Cádiz	5.804
12	Castellón	-
13	Ciudad Real	-
14	Córdoba	901
15	Coruña (A)	-
16	Cuenca	-
17	Girona	-
18	Granada	-

Id	Provincia	Ce1.03 (t/año)
19	Guadalajara	-
20	Guipúzcoa	-
21	Huelva	276
22	Huesca	-
23	Jaén	394
24	León	6.502
25	Lleida	-
26	Rioja (La)	1.182
27	Lugo	-
28	Madrid	-
29	Málaga	-
30	Murcia	-
31	Navarra	38
32	Ourense	-
33	Asturias	-
34	Palencia	4.010
35	Palmas (Las)	-

Id	Provincia	Ce1.03 (t/año)
36	Pontevedra	-
37	Salamanca	3.060
38	S. C. Tenerife	-
39	Cantabria	-
40	Segovia	2.061
41	Sevilla	11.249
42	Soria	670
43	Tarragona	-
44	Teruel	-
45	Toledo	78
46	Valencia	-
47	Valladolid	10.640
48	Vizcaya	-
49	Zamora	3.611
50	Zaragoza	-
51	Ceuta	N.D.
52	Melilla	N.D.
<b>Total España</b>		<b>58.276</b>

Figura 3. Subcategoría Ce1.03 - Remolacha. Mapa de distribución.

Tipo: Ce Cultivos energéticos	Agrupación: Ce1_A Cultivos energéticos	Subcategoría: Ce1.04 Girasol
----------------------------------	---	---------------------------------



Id	Provincia	Ce1.04 (t/año)
01	Álava	28
02	Albacete	55
03	Alicante	3
04	Almería	-
05	Ávila	66
06	Badajoz	86
07	Balears (Illes)	1
08	Barcelona	2
09	Burgos	588
10	Cáceres	-
11	Cádiz	565
12	Castellón	-
13	Ciudad Real	9
14	Córdoba	523
15	Coruña (A)	-
16	Cuenca	740
17	Girona	82
18	Granada	10

Id	Provincia	Ce1.04 (t/año)
19	Guadalajara	165
20	Guipúzcoa	-
21	Huelva	200
22	Huesca	61
23	Jaén	22
24	León	47
25	Lleida	9
26	Rioja (La)	15
27	Lugo	-
28	Madrid	5
29	Málaga	50
30	Murcia	-
31	Navarra	53
32	Ourense	-
33	Asturias	-
34	Palencia	189
35	Palmas (Las)	-

Id	Provincia	Ce1.04 (t/año)
36	Pontevedra	-
37	Salamanca	96
38	S. C. Tenerife	-
39	Cantabria	-
40	Segovia	125
41	Sevilla	1.744
42	Soria	396
43	Tarragona	-
44	Teruel	10
45	Toledo	14
46	Valencia	3
47	Valladolid	356
48	Vizcaya	-
49	Zamora	246
50	Zaragoza	51
51	Ceuta	N.D.
52	Melilla	N.D.
<b>Total España</b>		<b>6.615</b>

Figura 4. Subcategoría Ce1.04 - Girasol. Mapa de distribución.