



Región de Murcia
Consejería de Agricultura y Agua
Dirección General de Planificación, Evaluación
y Control Ambiental.

Fomento del Medio Ambiente y
Cambio Climático.
C/Catedrático Eugenio Úbeda
Romero,3,30008 Murcia

T. 968 22 88 52
F. 968 22 89 86

INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

FICHA DE I+D+ i en TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

1. TEMÁTICA

Clasificación: AGROENERGÉTICA

Tema: Producción de biomasa para usos energéticos (calor, electricidad y biocarburantes) a partir de especies no alimentarias productoras de biomasa lignocelulósica.

Subtema: Cultivos energéticos.

Objetivo: Selección de especies autóctonas con elevada productividad y velocidad de crecimiento en condiciones de sequía y/o frío, para producir biomasa en secanos marginales.

2. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. (Introducción, objetivos, descripción y aplicaciones)

La agroenergética es una nueva actividad agraria cuyo objetivo es producir biomasa vegetal para usos energéticos (calor, electricidad y biocarburantes). Actualmente, ya se vienen utilizando subproductos agrícolas (paja de cereales, orujillo de la aceituna) y forestales (leña de podas y limpiezas), pero problemas de coste, escasez, o logística limitan su uso. Por ello, se están impulsando los cultivos energéticos de segunda generación, que son especies no-alimentarias destinadas específicamente a usos energéticos.

El objetivo del proyecto es la selección de especies autóctonas con elevada capacidad para producir biomasa rica en energía bajo las condiciones de los secanos marginales.

En el proyecto se han previsto las siguientes etapas:

- a) Preseleccionar especies autóctonas con potencial agroenergético.
- b) Evaluar “escenarios” en donde las especies con mayor potencial agroenergético podrán cultivarse, así como estimar producciones “in situ” de material espontáneo.
- c) Evaluar las especies bajo cultivo junto a especies “control” ya investigadas en otras regiones.



INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN (continuación)

d) Evaluar producciones en los principales escenarios, de las especies con mayor potencial agroenergético.

e) Estudiar la variabilidad poblacional de las especies de mayor interés (diferencias genéticas y fisiológicas que puedan afectar a su producción y adaptación en condiciones de estrés ambiental) e iniciar su mejora genética.

Preselección de especies de la flora de Murcia:

a) Especies con elevada eficiencia en el uso del agua y bajos requerimientos hídricos relativos.

b) Elevada producción de biomasa en secanos marginales.

c) Facilidad de propagación (buena producción de semillas con alta capacidad germinativa).

d) Posibilidad de mecanización de su cultivo y recolección con maquinaria agrícola convencional.

e) Elevada persistencia en el medio (especies perennes leñosas o herbáceas).

f) Bajo coste unitario de producción.

g) Balance energético positivo (que la energía neta contenida en el biocombustible producido sea superior a la gastada en el cultivo y en la obtención de los biocombustibles).

h) Que la biomasa producida tenga atributos favorables (elevado contenido en materia seca y lignocelulosa con elevado poder calórico; elevado contenido en azúcares/almidón en tallos o semillas; elevado contenido en aceites/ácidos grasos en semillas).

Escenarios para los cultivos energéticos:

Los escenarios en los que se prevé su desarrollo son las tierras de cultivo marginales, donde los cultivos tradicionales no se sostienen económicamente (secanos marginales, tierras retiradas de la producción de alimentos, o tierras agrícolas marginalizadas por falta de mercado para los productos tradicionalmente cultivados). En el caso de Murcia, si un 10-30% de dichas tierras dejaran de cultivarse, liberarían entre 33.000-100.000 ha (48% procedentes de cereales/barbechos, 40% de almendros y 12% de viñedos).

Ensayos previstos para la evaluación de las especies:

a) Plantación del material preseleccionado en Purias (Lorca):

El diseño previsto es de dos parcelas de 100 m x 20 m (2.000 m²), en cada una de las cuales se instalarán unas 30 especies, 20 preseleccionadas de la flora nativa de Murcia, y 10



INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN (continuación)

especies “control”. En una de las parcelas de 1000 m², las plantas solo recibirán el agua de lluvia, mientras que en la segunda parcela de 1000 m², las plantas recibirán un suplemento de agua de riego para evaluar su potencial productivo en años de lluvia máxima. La superficie prevista para las 10 especies con mayor potencial es de 100 m²/especie (50 m² en seco, y otros 50 m² con apoyo de riego), mientras que para las restantes especies se ha previsto una superficie de 30 m² (15 m² en seco, y 15 m² con apoyo de riego).

b) Plantaciones a escala real de algunas especies en escenarios regionales, (secanos cerealistas del término de Lorca, secanos cerealistas en las tierras altas del NO) para estimar su producción *in situ* y poder hacer previsiones y cálculos de la biomasa con las que se podría contar para su transformación en calefacción/refrigeración o energía eléctrica.

Especies preseleccionadas y especies “control”:

Se ha partido de un catálogo de flora autóctona de la Región de Murcia de unos 1.500 taxones, excluyendo las especies por los siguientes criterios restrictivos: 991 especies acuáticas, demandantes de altas precipitaciones, rupícolas, de hábitats singulares, o de pequeño tamaño; 379 especies con bajo índice de biomasa y velocidad de crecimiento; y 31 especies con baja tolerancia a sequía.

De las especies restantes, se seleccionaron las de mayor productividad y resistencia a sequía, llegando finalmente a una veintena de especies capaces de producir mucha biomasa en poco tiempo, con buena adaptación a sequía y frío. Las especies pertenecen a las siguientes familias y géneros: Asteráceas (*Onopordum*, *Carthamus*, *Scolymus*, *Dittrichia*, *Chrysanthemum*), Quenopodiáceas (*Atriplex*, *Bassia*, *Chenopodium*, *Salsola*), Crucíferas (*Hirsfeldia*), Gramíneas (*Hyparrhenia*, *Piptatherum*) y otras (*Lavatera*, *Zygophyllum*). Adicionalmente, para la realización de los primeros ensayos se han seleccionado especies “control” potencialmente interesantes, ya investigadas en otras áreas mediterráneas, como *Cynara cardunculus*, *Silybum marianum*, *Brassica carinata* y *Arundo donax*, así como otras especies no mediterráneas (*Jatropha curcas*, *Paulownia sp.*) que están adquiriendo gran notoriedad internacional, aunque con escasas o nulas posibilidades para los secanos regionales.



INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN (continuación)

Áreas objetivo:

Las áreas objetivo se encuentran dentro de los cultivos cerealistas de secano, almendro, viñedo de baja cualificación y olivar.

Tabla 1.- Superficie (ha) de las áreas objetivo por comarcas

COMARCA	Cereales	Olivo	Viñedo	Almendro	TOTAL
Altiplano	42.177	7.873	32.203	21.268	103.521
Campo Cartagena	6.119	41	82	21.875	28.117
Noroeste	53.259	2.065	905	14.397	70.626
Río Mula	12.492	301	429	23.622	36.844
Valle Guadalentín	31.348	1.699	4.010	33.051	70.108
Vega del Segura	14.232	2.640	2.895	21.333	41.100
TOTAL	159.627	14.619	40.524	135.546	350.316

La mayor parte de las áreas objetivo corresponden a los cultivos cerealistas (45,6%), seguidas de cerca por los cultivos de almendro (38,7%). Bastante más alejado queda el viñedo (11,5%) y el olivar (4,2%). Por comarcas, la que aporta mayor superficie de áreas objetivo es el Altiplano (29,6%), seguida a cierta distancia por las comarcas del Noroeste (20,2%) y Valle del Guadalentín (20,0%). Muy alejadas se encuentran las comarcas de Vega del Segura (11,7%), Río Mula (10,5%) y Campo de Cartagena (8,0%).

De forma sintética (Figura 1), las principales áreas con posibilidades de cultivos energéticos serían las siguientes:

- Altiplano: incluiría prácticamente toda la comarca, exceptuando las zonas más bajas donde dominan los cultivos de frutales en regadío. En esta área existe un intrincado mosaico de cereal con viñedo y almendro.
- Campo de Cartagena-Valle del Guadalentín: abarcaría todo el municipio de Fuente Álamo, Noroeste de Cartagena y Norte de Mazarrón, con irradiaciones hacia Alhama de Murcia, Totana y Lorca. En ella domina el almendro, con algo de cereal marginal.
- Río Mula: área dominada por almendro, que abarca toda la comarca, incluyendo también áreas limítrofes de Bullas, Alhama de Murcia y Librilla fundamentalmente.
- Oeste de Lorca: se trata de un área de pequeñas dimensiones que incluye parte de los municipios de Lorca y Puerto Lumbreras, caracterizada por la abundancia de sustratos silicatados y el cultivo de almendro.



INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN (continuación)

- Noroeste: abarca la mayor parte de la comarca, exceptuando las áreas más montañosas. Domina el cereal de secano, abarcando el Norte de Lorca, Caravaca de la Cruz, Cehegín, parte de Moratalla y algunos otros municipios colindantes.

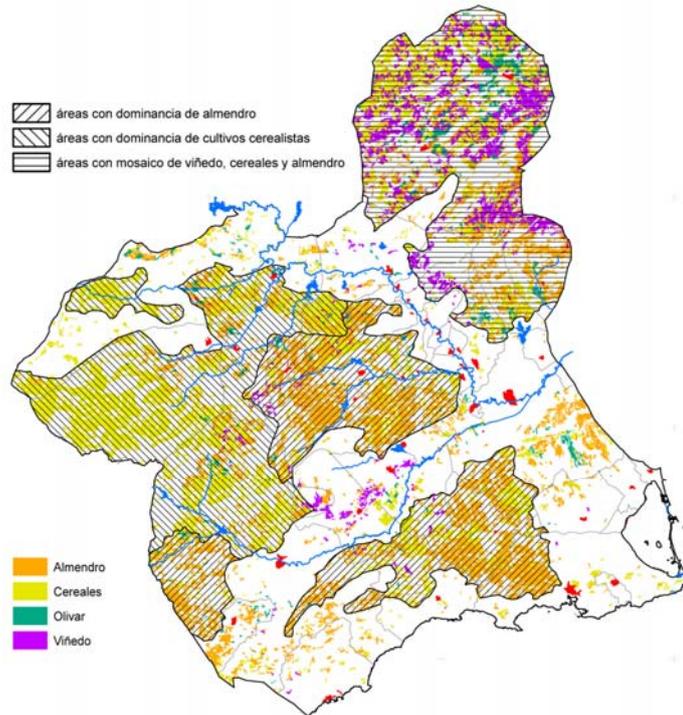


Figura 1.- Áreas y cultivos objetivo

Zonas homogéneas:

Para la distribución de las especies seleccionadas en el contexto de la Región de Murcia, se ha dividido la misma en zonas homogéneas desde el punto de vista de las precipitaciones y las temperaturas (Tabla 2).

Tabla 2.- Zonas homogéneas para la Región de Murcia

Área	Superficie (ha)	%
Zonas cálidas semiáridas	448.542	39,7
Zonas templadas semiáridas	347.489	30,7
Zonas frescas semiáridas	124.553	11,0
Zonas frescas secas	155.032	13,7
Zonas frías secas	55.396	4,9



INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN (continuación)

El 81,5% del territorio regional se encuentra bajo un régimen de precipitaciones de tipo semiárido, hecho que condiciona la tipología y productividad de las potenciales especies. De las zonas semiáridas, una alta proporción poseen unas temperaturas cálidas (70,4%), lo que acentúa las condiciones de aridez. Las zonas con régimen de lluvias de tipo al menos seco suponen sólo el 18,6% de la Región, aunque aquí las temperaturas son un factor determinante para la presencia de muchas especies.

Si se traduce en porcentaje la superficie de cada una de estas zonas homogéneas y se compara con los cultivos-objetivo que existen en cada una de ellas, se observan varios aspectos interesantes. Las zonas cálidas semiáridas son las que más superficie ocupan en la Región de Murcia, pero son las que proporcionalmente disponen de menos superficie susceptible de albergar cultivos energéticos. Esto es debido a la gran importancia que adquieren en esta zona los cultivos agrícolas intensivos (hortícolas, cítricos), así como a las actividades residenciales, industriales y otras. Las zonas templadas semiáridas, que incluyen una gran parte del centro regional, son las que potencialmente aportan mayor superficie para su transformación (116.431 ha), lo que supone un tercio de su superficie.

Tabla 3.- Cultivos objetivo según áreas homogéneas

Área	Cereal	Almendra	Olivo	Viñedo	Total
Zonas cálidas semiáridas	28.022,1	55.760,9	3.428,6	2.967,0	90.178,6
Zonas templadas semiáridas	43.614,4	58.575,1	3.031,0	11.210,2	116.430,7
Zonas frescas semiáridas	33.771,6	7.016,7	6.592,1	25.197,4	72.577,8
Zonas frescas secas	42.655,0	12.740,6	1.157,0	1.180,0	57.732,6
Zonas frías secas	11.595,9	1.470,8	415,4	8,4	13.490,5
TOTAL	159.659,0	135.564,1	14.624,1	40.563,0	350.410,2

Las zonas frescas semiáridas abarcan el Noroeste regional, siendo la que proporcionalmente posee mayor superficie de cultivos-objetivo (58,3%), destacando en este caso la gran superficie de cereal y viñedo. Las zonas frescas secas, aunque disponen de grandes áreas de secano dedicado a cereal, también incluyen muchas áreas montañosas, que quedan fuera de las áreas objetivo.



INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN (continuación)

Algo parecido ocurre con las zonas frías secas, con amplias formaciones forestales a conservar. En conjunto, la superficie de cultivos objetivo en la Región de Murcia ronda las 350.000 ha, lo que supone casi el 31% de la misma.

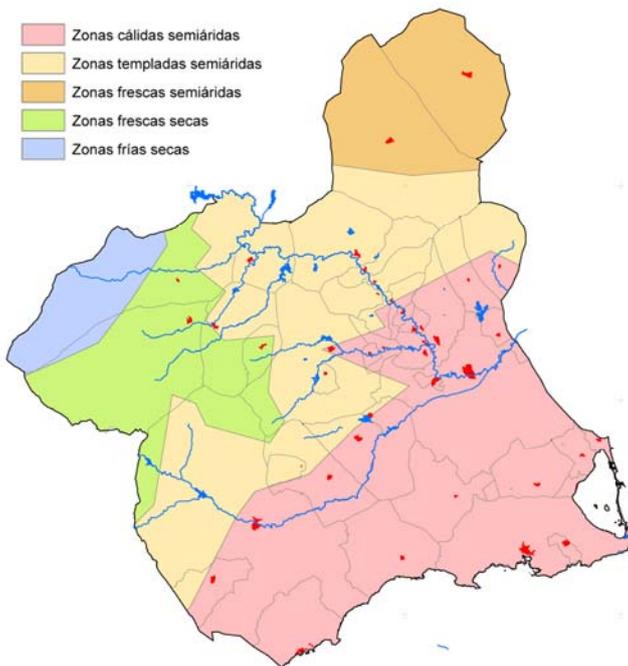


Figura 2.- Zonas homogéneas

Escenarios de cultivo:

La potencialidad de cultivo de estas especies puede estimarse en base a diferentes escenarios de marginalidad, abandono de los cultivos actuales o el cambio de cultivo, que como se ha mencionado anteriormente son cereales, almendro, olivo y viñedo. Para ello, se han considerado tres tipos de escenarios, con tasas de abandono del 10%, 20% y 30% (Tabla 4).

Tabla 4.- Escenarios de abandono

Área	Cultivos- objetivo (ha)	Tasas de abandono		
		10%	20%	30%
Zonas cálidas semiáridas	90.179	9.018	18.036	27.054
Zonas templadas semiáridas	116.431	11.643	23.286	34.929
Zonas frescas semiáridas	72.578	7.258	14.516	21.773
Zonas frescas secas	57.733	5.773	11.547	17.320
Zonas frías secas	13.491	1.349	2.698	4.047
TOTAL	350.410	35.041	70.082	105.123



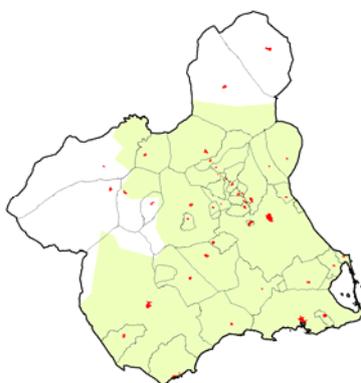
INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

DESCRIPCIÓN (continuación)

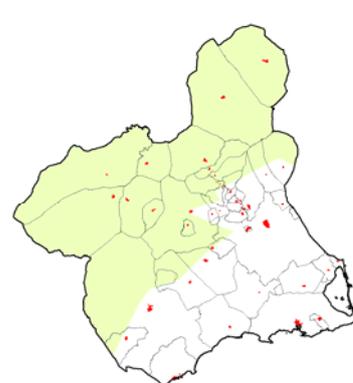
La superficie potencial de cultivo es muy variable para cada especie, siendo especialmente baja para las más exigentes en temperatura (ver algunos ejemplos de cardos en Figura 3). En el mejor de los casos, la potencialidad de cultivo, para un escenario del 30% de abandono de los cultivos objetivo, es de unas 105.000 ha, correspondiendo a las especies que se distribuyen por toda la Región.



Cynara cardunculus



Onopordum macracanthum



Onopordum nervosum

Figura 3. – Ejemplos de superficie potencial de cultivo de algunas especies

Hasta ahora, se ha realizado la selección de las especies con mayores posibilidades, habiéndose analizado las áreas potenciales de cultivo y los escenarios para su implantación. Se ha recogido germoplasma de estas especies y se han iniciado los primeros ensayos de cultivo en la Estación Experimental de Purias (Lorca), esperando obtener en 2010 los primeros resultados.

Los cultivos energéticos de segunda generación, además de perseguir una rentabilidad económica, pueden cubrir objetivos sociales de desarrollo rural (nuevos cultivos y proximidad entre producción y consumo) y objetivos ambientales (reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera; mejora del balance energético).



Región de Murcia
Consejería de Agricultura y Agua
Dirección General de Planificación, Evaluación
y Control Ambiental.

Fomento del Medio Ambiente y
Cambio Climático.
C/Catedrático Eugenio Úbeda
Romero,3,30008 Murcia

T. 968 22 88 52
F. 968 22 89 86

INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

3. TECNOLOGÍAS RELACIONADAS

4. EMPRESA U ORGANIZACIÓN RESPONSABLE

IMIDA, Finca Sericícola 30150 La Alberca (Murcia) (enrique.correal@carm.es);

ISLAYA Consultoría Ambiental SL , C/ Galatea 3-bajo, 30008 Murcia

5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA. (Publicaciones científicas, videos demostrativos/divulgativos, fotografías, etc.)

6. FUENTES DE INFORMACIÓN:

- Fernández, J. (2003). Agua y agricultura sostenible. Programa de energía y desarrollo sostenible de la Fundación Iberdrola. “Agua y desarrollo sostenible: vida, medio ambiente y sociedad”. Madrid, 12 Diciembre 2003.
- Fernández, J. (2005). El ingeniero agrónomo ante la crisis energética y el medio ambiente. Congreso del 150 Aniversario de la creación de la carrera de Ingeniero Agrónomo. Madrid, 22 Octubre 2005.
- Fernández, J., Curt, M.D., Aguado, P.L. (2005). Industrial applications of *Cynara cardunculus* for energy and other uses. pp.153-177 En: Industrial Crops and Rural Development. Proceedings Annual Meeting of the AAIC. Editors: Pascual-Villalobos *et al.* IMIDA, AAIC
- II Plan de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia 2007-10. Cluster de Sostenibilidad.