

**Ciemat**  
 Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**EL REGADÍO Y LOS CULTIVOS ALIMENTARIOS Y ENERGÉTICOS EN ESPAÑA**

**Presente y futuro de los cultivos energéticos en regadío**

**5 Enero 2008**

**M<sup>a</sup> Pilar Ciria Ciria**

**CEDER-CIEMAT (Soria)**

**ceder**

**Ciemat**  
 Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**EL REGADÍO Y LOS CULTIVOS ALIMENTARIOS Y ENERGÉTICOS EN ESPAÑA**

**Presente y futuro de los cultivos energéticos en regadío**

**CULTIVOS PRODUCTORES DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA**

**ceder**

**Ciemat**  
 Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**CULTIVOS PRODUCTORES DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA**

•Calor

•Electricidad

•Calor y electricidad

•Biocarburantes de segunda generación Investigación

Tecnologías nivel comercial

**ceder**

**Ciemat**  
 Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**CULTIVOS PRODUCTORES DE BIOMASA LIGNOCELULÓSICA**

**CULTIVOS CON NECESIDAD DE RIEGO**

Cultivos herbáceos:

•Sorgo (tradicional)

Cultivos leñosos:

•Chopo (tratamiento específicos)

**ceder**

**Ciemat**  
 Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**Interés**

**General (biomasa)**

- ✓ Disminuir dependencia energética exterior (energía autóctona y renovable)
- ✓ Reducir emisiones

**Específico (cultivo energético)**

- ✓ Concentración de biomasa por unidad de superficie
- ✓ Uso alternativo para tierras de cultivo
- ✓ Desarrollo rural regional

45 Mtep (10 Mha): 27 biocombustibles sólidos  
 18 biocombustibles líquidos

(Libro Blanco ER, 1995-2010)

**ceder**

**Ciemat**  
 Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**Interés**

**Específico (cultivo leñoso)**

- ✓ Evitar déficit de productos forestales para la industria proporcionando madera de pequeñas dimensiones

- Industria de trituración
- Industria de desarrollo

**ceder**

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón


**Factores de interés:**

- Productividad
- Balance económico
- Balance energético
- Balance de emisiones

**ceder**

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**SORGO: (*Sorghum bicolor* L. Moench)**



Posibilidad de producción:  
15-25 t ms/ha  
PCI (Hu 0%): 17MJ/kg

Balance energético positivo

Ouput/input: próx. 10


J. Fernández & M.D. Curt. ETSIA-UPM

**ceder**

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**SORGO: (*Sorghum bicolor* L. Moench)**

**Balance energético**



Operaciones de cultivo 30%


Riego 44%

Fitosanitarios 0%

Semillas 0%

Fertilizantes 26%

Semillas y fitosanitarios: < 1 %  
F. nitrogenada: > 20 %  
Riego considerado: aspersión



J. Fernández & M.D. Curt. ETSIA-UPM

**ceder**

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**SORGO: (*Sorghum bicolor* L. Moench)**



Ventajas:

- Operaciones y necesidades de cultivo conocidas.
- Maquinaria disponible en el mercado.

Inconvenientes:

- Recolección:
- Humedad
- Época
- Manejo posterior



Expobioenergía-2007. Valladolid

**ceder**

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**LEÑOSAS**




Chopo  
Sauce  
Eucalipto  
Robinia  
Paulownia  
etc.

**ceder**

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**Chopo: (*Populus* spp)**



- Se conoce como cultivo tradicional en numerosas zonas con distintas condiciones edafoclimáticas y con buenos resultados.
- Con fines energéticos, es la leñosa de la que mas información existente.

Experimental (1º resultados principio años 80).  
Actualmente: Inicio de demostración.  
Sigue la necesidad de investigación.

**ceder**

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**Chopo: (*Populus spp*)**



**Elección en base a:**

Características fisiológicas:

- Rapidez de crecimiento
- Amplia base genética
- Ciclos de mejora cortos
- Facilidad para la multiplicación vegetativa
- Capacidad de rebrote tras la corta

Buena respuesta a tratamiento selvícola intensivo:

- Alta densidad (>10000 plantas/ha)
- Turno corto (2-5 años)

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**Chopo: (*Populus spp*)**



**Elección en base a:**

Posibilidad de producción:

- Mayor que con cultivos herbáceos

Características químico-energéticas de la biomasa:

- N < 1%
- S < 0,1%
- Bajo contenido en cenizas (un 2%)
- No presenta problemas de fusibilidad de cenizas
- PCS y PCI: 20-18 MJ/kg ms

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**Chopo: (*Populus spp*)**

**Experimentación realizada**


CEDER-CIEMAT (Soria):

- ✓ Densidades de plantación: 1666-40000 pltas/ha
- ✓ Turno de corta: 2-5 años
- ✓ Clones
- ✓ Fertilización
- ✓ Control de malas hierbas
- ✓ Recepe
- ✓ Se está iniciando: dosis de agua





**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**Chopo: (*Populus spp*)**




40000 plantas/ha





33333 plantas/ha

CEDER-CIEMAT (Soria)




**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**Chopo: (*Populus spp*)**

CEDER-CIEMAT (Soria)



**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

**Chopo: (*Populus spp*)**




CEDER-CIEMAT (Soria)



**Chopo: (*Populus spp*)**




Cultivo tradicional




Cultivo alta densidad

CEDER-CIEMAT (Soria)

**Chopo: (*Populus spp*)**



Rebotes




CEDER-CIEMAT (Soria)

**Chopo: (*Populus spp*)**

**ALGUNOS RESULTADOS:**

CEDER-CIEMAT (Soria):

- ✓ A mayor densidad, mayor productividad.
- ✓ A partir de densidad de 20000 plantas/ha, no se observó aumento significativo de la productividad (40000 plantas/ha).
- ✓ A mayor turno, mayor productividad.
- **IMPORTANTE:** Gran influencia en el manejo.
- ✓ Clara diferencia entre clones.
- ✓ Clara diferencia entre clones procedentes de distintos híbridos de chopo.
- ✓ Producciones máximas, próximas a 20 tms/ha y año, en clima continental extremo.




**Chopo: (*Populus spp*)**

**VALORES ESTIMADOS**

CEDER-CIEMAT (Soria): datos estimados

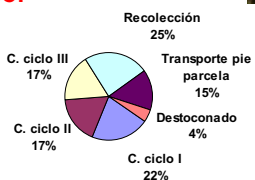
70-80 t ms/ha y corta

- ✓ 2-4 c€/kgms (func tipo y necesidad de riego).  
Recolección+transporte pie parcela: 50-60% (tres cortas).
- ✓ Balance energético positivo  
Energía producida/Energía consumida: >40



**Chopo: (*Populus spp*)**

**Balance energético:**



Recolección 25%

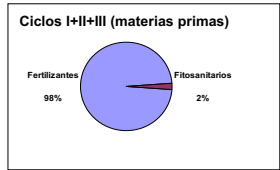
Transporte pie parcela 15%

Destoconado 4%

C. ciclo I 22%

C. ciclo II 17%

C. ciclo III 17%



Ciclos I+II+III (cultivo)


Operaciones de cultivo 10%

Materias Primas 90%

Ciclos I+II+III (materias primas)

Fertilizantes 98%


Fitosanitarios 2%



**Chopo: (*Populus spp*)**

**Investigación: necesario continuar**

- Selección clonal
  - Producción en turno corto.
  - Utilización de input (opt. agua y nutrientes).
  - Características morfológicas (manejo).
  - Resistencia a plagas y enfermedades.
  - Calidad de biomasa.
- Selvicultura del tipo de plantación
  - Densidad óptima.
  - Fertilización.
  - Control de plagas y enfermedades.
  - Control de malas hierbas.
  - Aporte de agua (dosis y frecuencia).





**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**Chopo: (*Populus spp*)**

**Investigación: necesario continuar**

- Manejo del cultivo
  - Desarrollar y/o adaptar equipos y maquinaria especializada sobre todo en la plantación y la recolección de la biomasa.
  - Estudiar la recogida y logística de aprovisionamiento.

**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**Chopo: (*Populus spp*)**

**Maquinaria (plantación)**

- ✓ Específica
- ✓ Convencional adaptada






**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**Chopo: (*Populus spp*)**

**Maquinaria (recolección)**

- ✓ Específica
- ✓ Convencional adaptada






Viveros ALASIA, Italia

SIMA-07




**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**CONSIDERACIONES:**

Competencia de los cultivos energéticos lignocelulósicos, con los alimentarios actuales, en zonas de regadío.

A considerar:


- Superficie disponible
- Disponibilidad de agua
- Rentabilidad económica



**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**CONSIDERACIONES:**


- Necesidad de mejora y nuevas especies, con bajos input de agua.
- Cultivos herbáceos de verano, alto potencial pero gran consumo de agua.
- Especies en cada zona, lo más compatible con el clima.
- Posibilidad de riego barato.
- Desarrollo tecnológico de sistemas de riego.



**Ciemat**  
Centro de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**CONSIDERACIONES:**

- No considerar estos cultivos como actividad marginal, sino con la visión del interés que tienen en el sector energético y desarrollo rural.
- Buscar rentabilidad suficiente en sí mismo y en comparación con los cultivos para usos alimentarios tradicionales.
- Otros cultivos energéticos herbáceos (anuales) productores de biomasa lignocelulósica como oportunidad para diversificar el campo español. (triticale, *B. carinata*, *B. napus*, etc.).



**MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

**M<sup>a</sup> Pilar Ciria Ciria**  
**CEDER-CIEMAT (Soria)**  
**[pilar.ciria@ciemat.es](mailto:pilar.ciria@ciemat.es)**