

**Alto potencial para producir electricidad en superficies no rentables para la agricultura tradicional**

# El potencial de las gramíneas como cultivo energético en España

La necesidad de fuentes energéticas autóctonas y renovables, las dificultades económicas del sector rural y las reformas de la producción alimentaria propuestas por la PAC 2013, pueden encontrar en la agroenergética una opción común para paliar sus efectos negativos sobre la economía, la sociedad y el medio ambiente rural en España. El presente artículo profundiza sobre las posibilidades e implicaciones energéticas, ambientales y económicas que se plantean con la posible introducción de especies de gramíneas como cultivos energéticos en los sectores agrario y energético español.

**Emiliano Maletta, Aránzazu del Val y Juan E. Carrasco**  
CEDER-CIEMAT. Lobia (Soria).

**H**asta el momento presente, el muy escaso desarrollo de la agroenergética en España está basado en el empleo de especies agrícolas para la producción de biocarburantes. Sin embargo, la viabilidad económica y, sobre todo, medioambiental de esta aplicación tras la entrada en vigor de la Directiva de Energías Renovables (RED, 2009) es muy escasa para las materias primas españolas. Como alternati-



**Foto 1.** Parcelas demostrativas de gramíneas anuales (avena y centeno) del PSE On Cultivos en Cabreros del Río (León). 2009.

va, existe la posibilidad de utilizar cultivos energéticos lignocelulósicos como fuente de biomasa sólida, para la producción térmica y eléctrica, lo que presenta una mayor sostenibilidad que el uso actual de los cultivos.

Considerando un precio de referencia para la biomasa sólida de cultivos dedicados a la generación eléctrica de 80-85 € por tonelada de materia seca (t ms) y que la baja competitividad de los cultivos alimentarios está dejando a muchos agricultores sin opciones reales para su subsistencia, es posible prever, que las gramíneas anuales (triticale, centeno, avena, sorgo, etc.) y perennes (diferentes especies pratenses) puedan constituir una fuente de biomasa importante en España, convirtiéndose en una opción realista en importantes áreas no competitivas para la agricultura tradicional. Esta potencial importancia de las gramíneas como cultivos energéticos radica, en gran medida, en la factibilidad de su implantación en los secanos frescos, e incluso marginales, españoles, que

son cultivados en su mayor parte con cereales grano con una escasa rentabilidad en el mercado alimentario.

## Eficiencias fotosintéticas de especies gramíneas anuales y perennes

Para analizar las gramíneas, es conveniente clasificarlas atendiendo a dos criterios: por sus hábitos de crecimiento (anuales y perennes), y por sus tipos de metabolismo fotosintético (especies C3 y C4).

Las especies C3 son aquellas cuyos productos iniciales de la fotosíntesis son azúcares de 3 carbonos, mientras que las especies C4 producen compuestos de 4 carbonos. Las C3 son especies cuyo ciclo se desarrolla generalmente desde el otoño hasta la primavera y las C4, desde la primavera hasta el otoño. La biomasa es mayormente acumulada en función de la eficiencia de conversión de la radiación (EUR) en materia seca, la cual es mayor en las

C4 que en las C3. Por otro lado, las C3 logran acumular biomasa incluso a temperaturas medias diarias de 1°C, pero para temperaturas medias diarias mayores a 20°C su eficiencia en el uso de la radiación disminuye notablemente. Esta característica hace que las especies de gramíneas C3 queden limitadas a las zonas más frescas. En cambio, las gramíneas C4, logran acumular más biomasa que las C3 cuando las temperaturas medias diarias son superiores a los 25°C y además, poseen una respuesta superior a las C3 a los abonos nitrogenados<sup>[1]</sup>, si bien tienen limitaciones para la producción de biomasa en regiones de clima frío o donde la temperatura limita el proceso de fotosíntesis en etapas críticas (fases vegetativas de corta duración).

En el **cuadro I** se indican algunas de las especies de gramíneas que presentan un potencial significativo como cultivos energéticos para la producción de biomasa sólida en la Unión Europea.

### Experiencias con cultivos de gramíneas anuales

Actualmente en España, se están llevando a cabo experiencias para la demostración y el desarrollo tecnológico de la producción de biomasa con diferentes gramíneas, en el marco del Proyecto Singular Estratégico On Cultivos (2005-2011), coordinado por el Ciemat, y en el proyecto financiado por el Plan E y coordinado por Acciona Energía, denominado Tritimass (2010-2011).

Desde el año 2009, en el marco del PSE On Cultivos, se están implementando ensayos experimentales y demostrativos en Cataluña, Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Andalucía, Navarra y Extremadura con diferentes variedades de triticale, centeno y avena en secano, y de sorgo forrajero en regadío. El objetivo es producir biomasa con bajos insumos, determinando aquellos genotipos más estables y mejor adaptados a las condiciones climáticas del territorio español, mejorar las prácticas agrícolas, incluida la fase de recolección, a fin de optimizar la cantidad y costos de la biomasa recogida, obtener una biomasa de la mejor calidad posible para su uso energético final, y todo ello con un mínimo impacto ambiental. Una labor análoga, también a escala nacional, se está llevando a cabo en el proyecto Tritimass que se

### CUADRO I.

Algunos ejemplos de especies C3 y C4, anuales y perennes, con potencial en la UE. Zonificación potencial y rangos de rendimiento de biomasa indicativos.

		ESPECIES		RANGOS DE RENDIMIENTO (T MS/HA) *		
		Nombre científico	Nombre vulgar	Secanos marginales (250<pp<600)	Secanos frescos (pp>600 mm)	Regadíos
C4	Perenne	<i>Panicum virgatum</i>	Panizo	No	Sí (6-12)	Sí (12-24)
		<i>Miscanthus</i> sp.	Miscanthus	No	Sí (8-14)	Sí (6-29)
		<i>Andropogon gerardii</i>	Pasto azul gigante	No	No	Sí (8-16)
	Anual	<i>Zea mays</i>	Maíz forrajero	No	Sí (3-5)	Sí (9-35)
		<i>Sorghum bicolor x sudanese</i>	Sorgo híbrido (x pasto del sudán)	No	Sí (5-9)	Sí (9-35)
C3	Perenne	<i>Festuca arundinacea</i>	Festuca	Sí (2-5)	Sí (5-12)	Sí (7-12)
		<i>Arundo donax</i>	Caña común	No	Sí (5-20)	Sí (5-26)
		<i>Phalaris</i> sp.	Falaris	No	Sí (5-12)	Sí (6-16)
		<i>Lolium perenne</i>	Raigrás perenne	No	Sí (5-10)	Sí (6-14)
		<i>Dactylis glomerata</i>	Dactilo	No	Sí (5-12)	Sí (7-12)
		<i>Elytrigia elongata</i>	Agropiro	Sí (3-7)	Sí (5-11)	Sí (5-11)
	Anual	<i>Secale cereale</i>	Centeno	Sí (3-7)	Sí (5-13)	Sí (7-12)
		<i>Avena sativa</i>	Avena	Sí (2-4)	Sí (4-7)	Sí (6-10)
		<i>Avena strigosa</i>	Avena saia	Sí (3-5)	Sí (4-9)	Sí (7-12)
		<i>Lolium rigidum</i>	Ballico	Sí (3-5)	Sí (5-11)	Sí (7-12)
		<i>Lolium multiflorum</i>	Raigrás italiano	Sí (3-4)	Sí (5-9)	Sí (7-11)
		<i>Triticum secale</i>	Triticale	Sí (3-7)	Sí (6-13)	Sí (7-12)

Nota (\*): fuentes [2, 3, 4, 5, 6, 7] y elaboración propia (2011). pp.- precipitación media anual (mm/m<sup>2</sup> de lluvia)

centra en el desarrollo de triticale y avena para producción de biomasa.

El trabajo que se está realizando en estos dos proyectos contempla el desarrollo de los principales aspectos que diferencian al cultivo de las gramíneas anuales para fines alimentarios de los energéticos y de esta forma se están sentando las bases de las condiciones a utilizar para el futuro cultivo de las gramíneas anuales con cultivos energéticos en España.

### Gramíneas perennes para la producción de biomasa

La Comisión Europea debate actualmente la reforma de la PAC de 2013, en la que prima la consecución de una producción agrícola más sostenible para el medio ambiente en Europa. En este contexto, diversos trabajos nacionales<sup>[8]</sup> y otros realizados fuera de España<sup>[2, 9, 10, 11]</sup> refrendan la conveniencia del establecimiento de ayudas ambientales ligadas a los cultivos perennes y a la agro-

energética. Por otra parte, la finalización del sistema de cuotas lecheras en 2015, podría venir acompañada del establecimiento de ayudas a pastos perennes con fines energéticos, con especial potencial en secanos frescos y zonas de montaña<sup>[2]</sup>.

Una gran proporción de la Península Ibérica está constituida por tierras áridas o semiáridas con precipitaciones rondando los 350 a 600 mm de media anual. En estas zonas, cultivar gramíneas perennes con fines energéticos aportaría ventajas ambientales a la agricultura de secano y alternativas a las zonas marginales. La posibilidad de obtener producciones elevadas (superiores incluso a 15 t ms/ha) de pastos perennes C4 o de especies como raigrás, dactilo y falaris, dependerá en parte de la distribución anual, y en especial en los meses cálidos, de las precipitaciones.

El sistema agroecológico que constituyen las gramíneas perennes es considerado de gran interés dado el carácter plurianual de su



Foto 2. Parcela demostrativa de gramíneas anuales (triticale) del PSE On Cultivos en Cabrereros del Río (León). 2009.



Foto 3. Parcela demostrativa de sorgo (doble cultivo) del PSE On Cultivos en Cabrereros del Río (León). 2010.

aprovechamiento por períodos de cinco a veinte años, según el ambiente, y las escasas prácticas agronómicas que requieren, además de proveer al suelo de una cubierta vegetal permanente que le preserva de la erosión. Estos sistemas dan la posibilidad de realizar renovaciones o resiembras (paso de sembradoras para rejuvenecer la pradera o pastizal posterior a la siega). Además, permiten el establecimiento de numerosas mezclas con otras especies con las que poseen sinergias (leguminosas, gramíneas anuales, etc.) con el fin maximizar la producción y reducir costes económicos, energéticos y medioambientales<sup>[12]</sup>.

En condiciones óptimas, una pradera perenne puede así ser aprovechada con fines energéticos en forma sostenible y otorgar ventajas a la rotación con el cereal tradicional para fines alimentarios.

## Cambio de paradigma: el sistema de pastos energéticos

Una primera cuestión que hay que tener muy en cuenta a la hora de adoptar un sistema de gramíneas para producción energética es que éste es distinto en muchos aspectos al sistema forrajero tradicional del secano ganadero extensivo español. Históricamente, las zonas forrajeras o con producción pratense han sido de aprovechamiento a diente, sometidas a subpastoreos y sobrepastoreos, o manejadas sin adecuados sistemas de rotación, y por lo general, sin abonados. En este sentido, la biomasa con fines energéticos no

requiere de los atributos del forraje ganadero (digestibilidad, palatabilidad, contenido en proteínas digestibles, etc.) sino de la mayor productividad con los menores insumos posibles. Así, gramíneas perennes y anuales muy rústicas con bajo interés para vacunos, ovinos y caprinos pueden ser, por el contrario, de gran interés como cultivos energéticos, siempre y cuando posean rendimientos adecuados. Algunas especies abandonadas como forrajeras por causas como intoxicaciones producidas por el hongo endófito en las festucas (*Festuca arundinacea*) o por ser poco palatables, como los agropiros alargados (*Elytrigia elongata*), poseen un notable potencial para uso energético en muchas zonas.

En los secanos marginales, por tanto, debe procurarse la búsqueda de especies C3 que posean rápida nascencia, que admitan siembra directa y posean buen rebrote y respuesta a los abonados nitrogenados. Sistemas de rotaciones con leguminosas asociadas a las gramíneas en mezclas, y aplicaciones en torno a las 100-130 unidades de nitrógeno por hectárea, pueden maximizar rendimientos y eficiencias en zonas semiáridas<sup>[3, 12]</sup>.

Las gramíneas C4, mayormente, deben realizarse en régimen de regadío, o a lo sumo en secanos frescos o en situaciones particulares de montaña, siempre que no sea a altitudes mayores a los 700 m sobre el nivel del mar. Su principal limitación son las heladas tardías primaverales durante el año de establecimiento, las cuales no acaban con el cul-

tivo pero permiten a veces la proliferación de malas hierbas estivales. Por lo tanto, los principales aspectos a tener en cuenta en un sistema de gramíneas perennes son las malas hierbas del año precedente y la historia de las parcelas en general de cara a un establecimiento exitoso el primer año.

## Prácticas de manejo agronómico

Existen muchas prácticas agronómicas a tener en cuenta con las gramíneas como cultivo energético. Algunas de estas prácticas que pueden producir cambios en la producción de biomasa, sus costes, su impacto ambiental y su balance energético o en las características del combustible obtenido se han estudiado en parcelas demostrativas en el ya citado proyecto On Cultivos y a continuación se describen algunos de los resultados obtenidos.

### Asociación con leguminosas

El beneficio edáfico de la incorporación de leguminosas en las rotaciones agrícolas, así como el hecho de que fijan nitrógeno atmosférico mediante la simbiosis con bacterias *Rhizobium*, ha sido extensamente estudiado<sup>[3, 4, 12]</sup>. Parcelas de guisantes (*Pisum sativum*) y veza (*Vicia sativa*), puras o en mezclas con avena, han dado en Burgos y en Navarra resultados incluso similares a los de triticale y centeno en la campaña 2009/2010<sup>[13]</sup>. Si bien no se espera que la acumulación de biomasa de las leguminosas



Foto 4. Parcela demostrativa de sorgo en Mas Badia (Girona). 2009  
Foto: IRTA.



Foto 5. Detalle de *Panicum virgatum* sembrado en 2009 en Cabreros del Río (León). 2010.



Foto 6. Parcela experimental de gramíneas perennes (*Panicum virgatum*) del PSE On Cultivos en Cabreros del Río (León). 2010.

pueda tener un aporte muy elevado en todos los ambientes, se prevé que puedan existir beneficios a largo plazo en la viabilidad de los cultivos por la incorporación de las mismas en mezclas o rotaciones. A su vez está bajo experimentación la combinación de pastos perennes asociados a leguminosas como esparceta (*Onobrychis viciifolia*), trébol (*Melilot sp*) o zulla (*Hedisarium coronarium*), en ambientes litorales.

### Dobles cultivos anuales

El doble cultivo anual forrajero es una práctica realizada en zonas subhúmedas con temperaturas estivales moderadas a cálidas o en zonas de regadío con alto potencial de rendimiento tales como las que se encuentran en Extremadura, Andalucía, Castilla-La Mancha y la Comunidad Valenciana, entre otras regiones españolas. En este caso, se trata de realizar un cultivo de cereal de invierno forrajero y, posteriormente a su recolección en primavera (mayo), implantar mediante siembra directa un sorgo híbrido. Esta práctica provee la ventaja de tener coberturas vegetales sobre el campo durante los doce meses del año.

En el marco del PSE On Cultivos, recientemente se han desarrollado diferentes experiencias en España (León, Granada, Girona, Valencia y Alicante) de doble cultivo en las que la sinergia aprovechada por ambos cultivos ha producido rendimientos de más de 27 t ms/ha, que podrían haber sido incluso mayores si se lograran ciclos más largos del cultivo de sorgo que los actuales en

aquellas regiones cuyas condiciones climáticas hagan esto posible. Zonas como León o Girona tienen como limitante las lluvias que se producen en octubre y que obligan al agricultor a adelantar la recolección para asegurar el henificado de la biomasa en campo mediante volteos recurrentes (en algunos casos) que permiten secar la biomasa. En el sur de la Península, con mayor potencial de sorgo en regadío, se puede mejorar este escenario (el ciclo del sorgo es más largo) y allí se estiman rendimientos posibles de hasta 35 o 40 t ms/ha.

### Cultivos cobertores

Una posibilidad aún en evaluación en las experiencias realizadas en España, es la tradicional práctica de implantación conocida como cultivos cobertores o protectores. Se trata de mezclar junto a las especies perennes una especie anual que ofrezca protección contra las heladas, evite la colonización por parte de especies anuales o perennes (tanto de gramíneas como de otras familias) y aporte biomasa en el primer año, lo cual es un aspecto deseable ya que las perennes suelen aportar muy poca en el primer año del establecimiento.

De esta forma, mezclar sorgo con especies C4 perennes como *Panicum virgatum*, o usar avenas o raigrás anual en una dosis baja al instalar una pradera de festuca o agropiro, es considerado en muchas zonas del mundo una práctica habitual. En España, es conocida la utilización de cereales en mezclas con alfalfa.

## Transformación de la biomasa de gramíneas en electricidad

En lo referente a la transformación de biomasa de gramíneas para la generación eléctrica, se han realizado en diferentes países europeos numerosas experiencias exitosas, generalmente a escala demostrativa, en plantas comerciales utilizando tanto miscanto y sorgo, como biomasa de cereales (trigo, cebada, centeno y triticale)<sup>141</sup>. En España, el proyecto Tritimass, ya citado, contempla la realización durante 2011 de ensayos demostrativos de utilización de biomasa de triticale en la planta de generación eléctrica de Sangüesa, propiedad del coordinador de este proyecto: Acciona Energía. Estos ensayos han ido precedidos por estudios de laboratorio y planta piloto realizados en el Ceder-Ciemat de Luvia (Soria) que han tenido por objeto determinar la calidad y el comportamiento de las nuevas biomásas como combustibles, así como determinar los posibles riesgos asociados a su utilización en la mencionada planta y sugerir posibles medidas a tomar para evitarlos.

En líneas generales, teniendo en cuenta los resultados existentes, puede afirmarse que la combustión para producción de electricidad de la biomasa completa (paja+grano) de gramíneas anuales no presenta problemas diferenciales importantes respecto a la combustión de la paja sola o a la de otras biomásas herbáceas, siendo muy importante para disminuir los fenómenos de sinterización y corrosión producidos por este



Foto 7. Parcela experimental de gramíneas perennes (*Panicum virgatum*) en Moncófar (Castellón). 2010.



Foto 8. Parcela experimental de gramíneas perennes (en primer término *Panicum virgatum*) en Albacete. Foto: ITAP

tipo de biomasa la práctica de un manejo adecuado de la cosecha durante la recogida y almacenamiento, evitando la incorporación de impurezas en forma de tierra.

### Aspectos energéticos, medioambientales y económicos

Aunque todavía es escaso y parcial el conocimiento que se tiene sobre la viabilidad económica, energética y la sostenibilidad en general, del uso de gramíneas como cultivos energéticos en España, a continuación se comentan los resultados de algunos estudios realizados en el proyecto On Cultivos correspondientes a gramíneas anuales.

Desde un punto de vista energético los trabajos realizados apuntan a que la producción de biomasa y de energía eléctrica, a partir de los cultivos considerados, presentan balances energéticos positivos. Así, un estudio llevado a cabo por Acciona Energía sobre producción de sorgo en la provincia de Badajoz en 2009 en parcelas demostrativas, concluyó con un rendimiento energético del cultivo de 1,3, para una producción media de 18,6 t ms/ha<sup>[16]</sup>. Es decir, que por cada unidad de energía gastada en la producción de biomasa de sorgo a pie de la planta de transformación, se obtienen 1,3 unidades de energía en la biomasa. El anterior rendimiento, aunque refleja un balance energético positivo, situaría por debajo de 1 el rendimiento de generación eléctrica, por lo que este

cultivo debería incrementar los valores citados de productividad y minimizar los insumos, al objeto de presentar mayor interés para la aplicación considerada.

Mejores resultados y más en línea con lo esperado para los cultivos energéticos se han obtenido en un estudio análogo llevado a cabo por la Universidad de Comillas y el Ciemat<sup>[15]</sup>, basado en los resultados experimentales obtenidos en el cultivo de triticale, centeno y avena en las provincias de León y Soria en la campaña 2009-2010. Este estudio refiere rendimientos de biomasa (paja+grano) de 3,6-11,3 t ms/ha, siendo el rendimiento energético de 10-15 para rendimientos de biomasa de 7-11 t ms/ha. El rendimiento de generación eléctrica (energía eléctrica producida/energía fósil total gastada en la producción de la electricidad) se ha calculado en base a datos de una planta real de biomasa entre 1,05 y 3,7.

En términos de emisiones de gases de efecto invernadero (GHG), el estudio estima un ahorro del 19-88%, con respecto a los valores medios producidos por las centrales españolas de gas natural, con una reducción del 50% de emisiones GHG para rendimientos de biomasa (paja+grano) en torno a 5 t ms/ha. Por partidas de insumos, los fertilizantes, principalmente los nitrogenados, constituyen para las herbáceas anuales, incluido el sorgo, el 50-70% del total de la energía gastada en la producción de la cosecha. Por esta razón, se busca reducir la aplicación de fertilizantes nitrogenados de dife-

rentes maneras, como realizando mezclas con leguminosas, sembrando especies perennes o buscando especies con menos requerimientos en nitrógeno, mejorando así, la sostenibilidad energética y medioambiental de los cultivos. El manejo del cultivo, la reducción de labores agrícolas, la selección de especies más eficientes en el uso del agua y el nitrógeno, unas buenas prácticas agrícolas y un buen uso de la tierra (rotaciones de cultivo, empleo de tierras agrícolas abandonadas o degradadas) pueden tener un efecto muy positivo en este análisis.

En cuanto al balance económico, el coste de la producción de biomasa para obtención de energía es muy dependiente de los costes iniciales (insumos), y del rendimiento final de biomasa que se obtenga (producción), variando mucho entre regiones. En España, este balance económico está principalmente condicionado por el muy elevado valor del alquiler de la tierra, y más aún, si se trata de zonas de regadío. En este contexto, los resultados obtenidos apuntan a que, sin tener en cuenta las subvenciones, los rendimientos que permiten cubrir los gastos de producción en secano (incluyendo valores de alquiler de la tierra entre 80 y 130 €/ha y año) pueden estar en torno a las 5 t ms/ha y año en perennes y 6,5-7 t ms/ha y año en anuales. Analizando el regadío, el cultivo de sorgo anual o en sistema de doble cultivo, debe garantizar para recuperar los costos de producción, incluido el alquiler de la tierra, rendimientos de alrededor de 18 t ms/ha, en zonas como León, Girona y Extremadura, y mayores a 20 t ms/ha en zonas más cálidas, como Andalucía, donde los precios de alquiler de la tierra de regadío se acercan a los 1.000 €/ha y año.

### Conclusiones

En España, los cultivos de gramíneas presentan un buen potencial para la producción de electricidad a partir de la cosecha integral (paja+grano) en importantes superficies no rentables para la agricultura tradicional.

En las condiciones actuales, sin considerar las subvenciones, para las gramíneas anuales, incluido el sorgo, los ingresos por cosecha destinada a la producción eléctrica se sitúan parejos en muchas zonas a los gastos de producción, siendo el costo de alquiler de la tierra, principalmente en regadío, el

factor más limitante. En la medida que el costo de alquiler de la tierra adquiere valores moderados (inferiores a 600 €/ha en regadío) se observan situaciones más favorables económicamente para los cultivos con fines de generación eléctrica que para los usos tradicionales.

Aunque la implantación de los cultivos considerados es relativamente sencilla, se requiere aún un desarrollo tecnológico, que en buena medida ya está en marcha en el Proyecto On Cultivos y otros análogos, para adecuar los cultivos de gramíneas a los requerimientos de su nueva aplicación energética, mediante la selección de variedades adaptadas a las condiciones edafoclimáticas locales y el incremento en la eficiencia de las prácticas agrícolas, con empleo de técnicas que reduzcan insumos –como los fertilizantes–, aseguren la mejor calidad posible de la biomasa sólida cosechada como combustible y contribuyan, así, a incrementar la producción y rentabilidad del cultivo y a mejorar su sostenibilidad energética y ambiental. ●

### Referencias

- [1] Nelson, J. 1995. Photosynthesis and carbon metabolism. En el libro: Forages: An Introduction to Grassland Agriculture, 6th Ed.; Barnes, R.F., Nelson, C.J., Collins, M., Moore, K.J., Eds.; Iowa State University Press: Ames, IA, 2003; Vol. 1, 171–190.
- [2] CE (Comisión Europea) 2007. Communication from the commission to the european parliament and the council. Preparing for the "Health Check" of the CAP reform. Disponible en: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/agriculture/general\\_framework/rk/167003\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/general_framework/rk/167003_en.htm)
- [3] Ison, R. 1997. Agronomy of Grassland Systems. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- [4] Saita, A.A. S.L. Consentido y S. Scandura. 2010. The cultivation of sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) biomass for energy as a second crop in mediterranean environment. 18th European Biomass Conference and Exhibition, 3-7 May 2010, Lyon, France.
- [5] Maestre FT., Ramírez D.A. y Cortina J. 2007. Ecología del esparto (Stipa tenacissima L.) y los espartales de la Península Ibérica. Ecosistemas 16 (2): 111-130. Mayo 2007. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net>
- [6] Monti, A., S. Fazio, V.Lyncharas, P.Soldatos y G.venturi. 2007. A full economic analysis of switchgrass under different scenarios in Italy estimated by BEE model. Biomass and Bioenergy 31 (2007) 177–185
- [7] Larsson S, Öberg H, Kalén G, Thyrel M. 2006. Rörflen som energigröda. (Reed canary grass as an energy crop). BTK-rapport 2006:11. Sveriges Lantbruksuniversitet, Enheten för Biomassateknologi och Kemi. Umeå: SLU. 43 s.
- [8] Compés López R y J.M.Álvarez-Coque. 2009. La reforma de la PAC y la agricultura española: alternativas y oportunidades para España. Fundación Alternativas. ISBN: 978-84-92424-82-5. Documento de Trabajo 40/2009. Disponible en: [www.falternativas.org](http://www.falternativas.org)
- [9] EEA (Environmental Energy Agency). 2006. How much bio-energy can Europe produce without harming the environment?. EEA. Disponible en: [http://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2006\\_7](http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_7)
- [10] EEAC (European Environmental and Sustainable Development Advisory Councils) 2009. Land Use in an Era of Global Change. Seminar 5 June 2009 Scotland House, Brussels. Disponible en: <http://www.eaac-net.org>
- [11] Lyncharas, Vassilis y Schneider, Uwe A. 2007. Dynamic Economic Analysis of Perennial Energy Crops - EffectS of The CAP Reform on Biomass Supply in Greece.
- [12] Barnes, D.L. 1979. Ecology and management of the World's Semi-Arid regions. En B. H. Walker (ed). Developments in Agricultural and Managed-Forest Ecology 7. X, 398 pp., figs. tabs. 1979. Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam-Oxford-New York. ISBN 0-444-41759-1.
- [13] Informe anual PSE On Cultivos. Subproyecto 2R: Producción y caracterización de la biomasa de los cultivos energéticos, logística de suministro y certificación de las biomásas. Anexo I.1: Programa de demostración de gramíneas anuales (triticale, centeno, avena y sorgos).
- [14] André P.C. Faaij. 2006. Bio-energy in Europe: changing technology choices. Elsevier. Energy Policy 34 (2006) 322–342.
- [15] C. Martín, E. Maletta, P.Ciria, A. M. Santos, M. A del Val, P Pérez, Y.González y J. E. Carrasco 2011. Energy and Environmental Assessment of Electricity Production From Winter Cereals Biomass Harvested In Two Locations of Northern Spain (en prensa).

¿Seguro?



¡Seguro!



EPSO Combitor®

Magia de la naturaleza. EPSO Combitor® es la referencia Europea entre los abonos foliares con magnesio, azufre y micronutrientes. Sus características: composición ideal (13% MgO, 34% SO<sub>3</sub>, 4% Mn, 1% Zn), completamente soluble en agua, inmediatamente disponible para las plantas y aptos para todos los cereales. Sus efectos:

- evita carencias durante el crecimiento
- aporta micronutrientes en los picos de demanda
- influye favorablemente en la calidad de la cosecha

EPSO Combitor® es el abonado foliar ideal para cereales, que podrá realizar simultáneamente con un tratamiento fitosanitario. EPSO Combitor® – la solución correcta en primaveras secas y frías.

