

Jornada demostrativa del proyecto europeo LogistEC

# COSECHA Y ALMACENAMIENTO DE LA BIOMASA DE SORGO

En el marco del proyecto europeo LogistEC, el 24 de Septiembre se realizó en Talayuela (Cáceres) una reunión técnica y jornada demostrativa de cultivos energéticos, donde se ensayó un prototipo para la cosecha de sorgo biomasa.

**JAVIER SÁNCHEZ, MARINA SANZ Y MARIA DOLORES CURT**

GRUPO DE AGROENERGÉTICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

La producción de biomasa con fines energéticos representa entre otros aspectos, una oportunidad para la generación de energía renovable, el ahorro de emisiones de gases de efecto

invernadero (GEI) procedentes del uso de combustibles fósiles, y la dinamización de la economía agraria mediante la promoción de una actividad agroindustrial. Para que dicha actividad resulte ambientalmente sostenible, económicamente rentable y suponga una importante reducción de emisiones de GEI, la logística de la biomasa (los procesos de cosecha, acondicionado y procesado, transporte y alma-

cenamiento) deben ser objeto de análisis de manera que se logre la eficiencia y optimización de estos procesos.

El interés por la mejora de la logística de la biomasa se refleja en los recursos que desde la Comisión Europea y los diferentes gobiernos nacionales se destinan a la investigación en este campo.

Así, el proyecto europeo LogistEC (<http://www.logistecproject.eu/>), perteneciente al séptimo programa marco (FP7) de la Unión Europea, tiene como objetivo el desarrollo y mejora de las tecnologías de la cadena logística de la biomasa a partir de cultivos energéticos, con el fin de lograr un suministro de materia prima rentable y sostenible, tanto ambiental como socialmente. Junto con los proyectos Europruning (<http://www.europruning.eu/>) sobre residuos agrícolas, e INFRES (<http://www.infres.eu/>) enfocado al estudio de los residuos forestales, forma el conjunto de proyectos europeos del FP7 destinados a la optimización de la logística de biomasa.

El proyecto LogistEC tiene una duración de 42 meses, desde Septiembre de 2012 a Febrero de 2016, con un presupuesto de 3.5 M€. En él participan 23 instituciones entre organismos de investigación (9), empresas (11), asociaciones (2) y entidades de transferencia tecnológica (1), repartidos en 10 países diferentes y coordinados por el Instituto Francés de Investiga-

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA DE SORGO BIOMASA EN EL MUNICIPIO DE CASTEJADA (CÁCERES)



TABLA I. PLAN DE SUMINISTRO DE LA PLANTA DE BIO-ELECTRICIDAD DE MIAJADAS (ACCIONA) EN 2014

Fuente: ACCIONA, reunión proyecto LogistEC

Tipo de biomasa		t/año	(%)
Biomasa herbácea	Paja de cereales	14 000	12.1%
	Cultivos energéticos	40 000	34.5%
Biomasa leñosa	a 3 años (SRC)	2 000	1.7%
	a 5 años (MRC)	53 000	45.7%
	Residuos	3 000	2.6%
	Biomasa forestal	4 000	3.4%
<b>TOTAL</b>		<b>116 000</b>	<b>100%</b>

ciones Agrarias (INRA). Cuenta con 8 casos demostrativos en España, Francia, Italia, Reino Unido, Holanda y Dinamarca. La participación Española está representada por las empresas Acciona Energía ([www.acciona.es](http://www.acciona.es)), Biotrans y Bioploplar ([www.bioploplar.com](http://www.bioploplar.com)) así como los organismos de investigación CIEMAT ([www.ciemat.es](http://www.ciemat.es)) y CENER ([www.cener.com](http://www.cener.com)). Consta de 7 paquetes de trabajo (WP): WP1, WP2 y WP3 están destinados al desarrollo y mejora de las tecnologías del manejo de cultivo, calidad del suelo y de la cosecha, así como de tratamiento y almacenamiento de la biomasa; WP4 se enfoca al análisis, integración y optimización de la cadena de suministro; WP5 trata de demostrar, a escala piloto, las mejoras obtenidas en una cadena de valor existente; mientras que WP6 y WP7 se refieren a actividades de diseminación y gestión.

En el marco del WP6 del proyecto LogistEC, se celebró el pasado 24 de Septiembre en Talayuela, Cáceres, una jornada técnica con el objeto de difundir los progresos obtenidos en relación a la cosecha y almacenamiento de la biomasa de sorgo y su demostración en condiciones reales, para el suministro de la planta de bio-electricidad de Miajadas (Cáceres), propiedad de Acciona Energía. Dicha jornada se estructuró en dos partes: una reunión técnica pa-

ra la presentación del proyecto, del trabajo realizado hasta la fecha y exposición de la problemática general; y una segunda parte destinada a la visita a las

FIGURA 2. PARCELA DE SORGO-BIOMASA CON PROBLEMAS DE ENCAMADO A PUNTO DE SER COSECHADA



parcelas de sorgo-biomasa, en las que se realizó la demostración de maquinaria desarrollada para su cosecha.

### Reunión técnica

Los objetivos perseguidos en la reunión técnica y la jornada demostrativa fueron los siguientes:

- Demostración de la viabilidad y beneficios de las tecnologías, maquinaria y sistemas logísticos.

- Divulgación de los progresos obtenidos en la cadena de suministro de biomasa a los agentes del sector.
- Contribución al impulso de los cultivos energéticos en el mercado europeo.

Inicialmente, Acciona presentó la casuística de la actividad de su planta de Miajadas; se mostraron los datos generales en cuanto al abastecimiento y logística de la planta y se destacaron los problemas generados tras la reforma energética del gobierno, articulada por el Real Decreto 413/2014 y la Orden IET/1045/2014.

Según se expresó a lo largo de la reunión técnica, la Planta de Miajadas inició su actividad en noviembre de 2010, con una potencia de 15 MWe y una producción de 120 000 MWh/año (8 000 horas de funcionamiento). Genera 24 puestos de trabajo directo y 75 puestos indirectos. Consume aproximadamente 110 000 toneladas al año de biomasa mixta: se suministra generalmente con un 50-70% de biomasa herbácea y 50-30% de biomasa leñosa, aunque

**FIGURA 3. PICADORA DESARROLLADA EN EL MARCO DEL PROYECTO LOGISTEC PARA LA COSECHA DE SORGO-BIOMASA**



tiene una gran flexibilidad en cuanto a las proporciones del combustible suministrado así como en el formato de la materia prima que alimenta la caldera, adaptándose a diferentes longitudes de paca, tamaños de astillas, etc.

La estructura del suministro de materia prima se basa en un 80% procedente de suministradores externos (principalmente comerciantes de paja de cereal) y un 20% producido en tierras o agricultores controlados por Acciona, siendo la biomasa en este caso almacenada por la propia empresa en pilas o silos cerrados. El radio de acción de búsqueda tanto de suministradores como de tierras y agricultores es de 100-150 km alrededor de la planta.

En lo que respecta al origen de la materia prima, la Planta se abastece de biomasa residual agrícola y de cultivos energéticos, en ambos casos tanto biomasa herbácea como leñosa. Entre la biomasa residual destaca el cañote de maíz, y la poda de olivos, frutales y encinas. Entre los cultivos energéticos, Acciona se ha centrado principalmente en la producción de triticale en zonas de secano y sorgo en tierras de regadío como biomasa herbácea, y como biomasa leñosa, en chopo, eu-

calipto y acacia en corta (SRC) y media rotación (MRC), con turnos de corta de 3 y 5 años, respectivamente. Así, el suministro de la Planta de Miajadas para el 2014 se planeó según las cifras presentadas en la Tabla I.

A continuación, Acciona Energía mostró sus experiencias en el cultivo de sorgo-biomasa como materia prima para la Planta de Miajadas. Según los datos mostrados, el coste medio de producción de sorgo en la zona alcanza los 1 300 €/ha, incluyendo el alquiler de la tierra, fertilizantes, labores, riego, cosecha y transporte a la Planta. La producción obtenida hasta el momento varía de 9.2 a 13.75 t en parcelas de superficie entre 4 y 31 ha situadas en los municipios de Barbaño (Badajoz), Conquista (Córdoba), Valhondo y Cerdeño (Badajoz) y Ceclavín, Galisteo y Talayuela (Cáceres).

Las principales ventajas que ofrece la utilización del sorgo-biomasa como cultivo energético son sus elevados rendimientos y el hecho de que se pueda utilizar maquinaria agrícola ya disponible por los agricultores para su cultivo. Además, tras la cosecha se generan pacas de fácil automatización y manejo

en Planta al ser similares a las comúnmente empleadas (pacas de paja de cereal). En contraposición, también presenta desventajas como la variabilidad climática en la época de cosecha, la dificultad de manejo de la biomasa para optimizar su secado natural y la competencia con otros cultivos de regadío que pueden resultar rentables y de alto valor para la sociedad.

Este planteamiento de funcionamiento y suministro de la planta de bio-electricidad de Miajadas ha tenido que ser totalmente modificado y reestructurado como consecuencia de la reforma eléctrica del gobierno. Tras la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, por la que se eliminaron los conceptos diferenciados de régimen ordinario y especial, el Real Decreto 413/2014 y la Orden IET/1045/2014, que regulan y aprueban, respectivamente, la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos, quedó establecido un nuevo marco regulatorio en principio más desfavorable. Con ellos se elimina la prima específica para cultivos energéticos, además de fijar una limitación de las horas equivalentes

**FIGURA 4. DETALLE DE LOS MARTILLOS DE LA PICADORA AGRATOR PARA LA COSECHA DE SORGO-BIOMASA**



de funcionamiento con derecho a prima de las instalaciones en operación (en el caso de Miajadas se limitó a una disponibilidad nominal de 6 500 horas anuales en relación a las más de 8 000 h/año posibles).

Según expresó Acciona en la reunión, debido al cambio normativo se han visto forzados a cambiar tanto el plan de negocio como la estrategia de suministro de la Planta de Miajadas, el cual anteriormente se realizaba en base a un mix de cultivos energéticos y biomasa agrícola residual y de aquí en adelante se abastecerá en su totalidad con biomasa procedente de residuos agrícolas. Como consecuencia, se aumentará el radio de acción para el acopio de materia prima y su coste estará sometido a la fluctuación generada por los usos competitivos, condiciones climáticas, etc. Por ello ante este nuevo escenario, Acciona tenderá a abandonar, en el marco de su planta de Miajadas, su política de promoción de cultivos energéticos, manteniendo solamente los cultivos en corta rotación hasta el final de su vida útil, para aprovechar la inversión realizada en la implantación de éstos.

A continuación se trasladó la jornada a las parcelas de sorgo-biomasa donde se realizó la demostración de la cosecha mecanizada de este cultivo.

### Visita a las parcelas de demostración

La visita se centró en la parcela de sorgo en regadío de 32 ha situada en el municipio de Castejada (Figura 1). La variedad ensayada en este caso fue 'Amigo', de la empresa Rouergue Auvergne Gévaudan Tarnais (RAGT).

En dicha parcela, las labores previas a la siembra que se realizaron fueron un pase de

FIGURA 5. BIOMASA PICADA DE SORGO TRAS LA LABOR DE COSECHA (IZQUIERDA) Y UNA TRAS UNA SEMANA DE LA OPERACIÓN (DERECHA)



grada de discos y tres pases de cultivador. La aplicación del abonado de fondo, 13-11-21 fue a una dosis de 206 kg/ha.

La siembra se realizó con una sembradora neumática el 2 de junio (2014), utilizando una alta dosis de semilla (se citó 400 000 semillas/ha) y una profundidad de siembra de 2.5 cm. Es de destacar que la temperatura del suelo para sembrar el sorgo debe ser superior a 10°C, por lo que es más apropiado realizar la siembra a principios de junio que en mayo.

Para los tratamientos herbicidas se emplearon Spectrum (cloroacetamida) en preemergencia y Stomp (pendimetalina) en post-emergencia. La emergencia del cultivo se produjo diez días tras la siembra (12/06/2014).

Los aportes de riego para el cultivo de sorgo se encuentran entre los 4 000 y 5 000 m<sup>3</sup>/ha, dándose el último riego cuando el cultivo está en estado de floración, aproximadamente a mediados de agosto.

En la fecha de la visita (24/09/2014), parte de la parcela ya se había cosechado, e incluso algunas plantas de sorgo habían empezado a rebrotar, como resultado de las lluvias caídas en el mes de septiembre. De-

bido también a las últimas lluvias, que no permitieron realizar la cosecha con anterioridad y el consecuente grado de desarrollo del cultivo, algunas partes de la parcela presentaban problemas de encamado (Figura 2).

El tractor utilizado para realizar la cosecha fue de la marca Case IH modelo Puma 195 CV. La picadora utilizada en la demostración fue desarrollada por Agrator (Figura 3). Se acopla a la parte trasera del tractor. Tiene una anchura de trabajo de 4 m y consta de unos martillos (Figura 4) que pican los tallos de sorgo en fracciones entre 5 y 30 cm. Cuenta con una pantalla para evitar el lanzamiento y posibles roturas del cristal del tractor. La capacidad de trabajo estimado de la cosechadora es de 1.6 h/ha.

El contenido de la humedad de la biomasa de sorgo en el momento de la cosecha oscila entre el 50-70%, hecho que, unido a la gran cantidad de biomasa producida, genera un alto riesgo de fermentación y por tanto de pérdida de materia prima. Por ello es generalmente necesario el volteo de dicha biomasa de manera que se facilite el secado natural. La empresa Acciona realiza tres pases de acondicionamiento de la biomasa,

antes del hilerado y empackado, en un periodo de 10 días, en el que consigue reducir el contenido de humedad hasta el 15-20%.

El resultado del picado de la biomasa de sorgo se muestra en la Figura 5, así como su estado tras una semana de secado natural. Se aprecia la elevada humedad de la biomasa, incluso 7 días después de la cosecha, donde se observan problemas de fermentación. También se percibe el rebrote de las plántulas de sorgo bajo la capa de biomasa picada.

En la Figura 6 se muestra un momento del ensayo demostrativo de la cosecha del sorgo-biomasa. Se aprecia cómo la biomasa picada sale despedida hacia arriba con riesgo de pérdidas de materia prima, indicando asimismo la necesidad de utilizar una pantalla.

Además de la picadora Agrator, dentro del WP2 del proyecto Logistec, también se promovieron otras opciones de maquinaria para la cosecha de sorgo-biomasa. Entre ellas una picadora de la marca Nobili a la que se acopló un rotor para el acondicionamiento de la biomasa en la misma operación (Nobili WS BIO-Mulcher).

Esta picadora, de 1 700 kg de peso, cuenta con una anchura de trabajo de 3.2 m y está provista de un capó frontal móvil con rodillo para la guía de los tallos hacia el chasis donde se tritura la biomasa. Opcionalmente, la picadora se puede acoplar a la parte frontal del tractor, dejando la biomasa triturada alineada gracias a una cóclea doble, de manera que se acople una empacadora a la parte trasera y pueda realizarse la operación de picado y empackado en una misma pasada. El tamaño de las partículas de la biomasa picada de sorgo puede modificarse actuando sobre la velocidad de trabajo y por el

FIGURA 6. PROCESO DE COSECHA DE SORGO-BIOMASA CON LA PICADORA DE AGRATOR



acoplamiento de cuchillas a la empacadora.

La jornada finalizó con la visita a las parcelas de chopo en corta rotación que Acciona gestiona en el municipio de Talayuela. Concretamente cuenta en dicho municipio con 15 ha divididas en dos parcelas, una con densidad de plantación de 6 666 plantas/ha (marco de plantación de 3 x 0.5 m) y otra con 3 333 plantas/ha (3 x 1 m). Esta última se divide a su vez en dos subparcelas plantadas respectivamente a partir de varetas y estaquillas.

Estas parcelas se encuentran en su segundo año, y la empresa plantea cortes a tres años con una vida útil de la plantación de 15 años. El riego aportado varía entre 7 000 y 8 000 m<sup>3</sup>/ha con un sistema por goteo. Se comentó la aparición de algún problema de roya en el año anterior.

## ■ Conclusión

En la jornada técnica realizada en Talayuela se dio cumplimiento con éxito a las actividades de difusión y diseminación (WP6) de los avances conseguidos en el proyecto europeo LogistEC. El coordinador de este

evento dentro del proyecto LogistEC es la Asociación Europea de Biomasa ([www.aebiom.org](http://www.aebiom.org)) y el punto de contacto Anamaría Olaru ([olaru@aebiom.org](mailto:olaru@aebiom.org)).

Se compartieron las experiencias obtenidas con el cultivo de sorgo en la zona extremeña, donde el problema del alto contenido en humedad de la biomasa en las labores de cosecha y empackado representan las mayores dificultades, mientras que la agroecología del cultivo, productividad, manejo, etc. constituyen temas resueltos para la Empresa.

Asimismo se reflejaron las trabas que la bioenergía está encontrando para su desarrollo, en este caso motivadas por la reforma eléctrica emprendida por el Gobierno y que lamentablemente pone en peligro las actividades y avances tecnológicos obtenidos hasta ahora en el área de los cultivos energéticos. Paralelamente volvió a aflorar el sentimiento de inestabilidad e inseguridad que se ha generado entre las empresas interesadas en la producción eléctrica a partir de fuentes renovables a consecuencia de los cambios drásticos del nuevo sistema regulatorio habidos en España. ■