

EVALUANDO LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DE LAS AGROENERGÍAS



BQ. (Dr.) Leonidas Carrasco-Letelier ¹
 Q.F. (PhD) Daniel Vázquez ²
 Ing. Agr. (MSc) Fernando Resquín ³
 Ing. Agr. Cecilia Rachid ³
 Ing. Agr. Federico D' Ottone ¹
 Ing. Agr. (PhD) José Terra ¹
 Ing. For. (Dr.) Roberto Scoz ³
 Ing. Agr. (PhD) Francisco Vilaró ⁴
 Ing. Agr. (MSc) Rodrigo Saldías ⁵
 Ing. Agr. Olga Otegui ⁶
 Ing. Agr. Gonzalo Souto ⁷

¹ Programa Nacional de Investigación Producción y Sustentabilidad Ambiental

² Programa Nacional de Investigación Cultivos de Secano

³ Programa Nacional de Investigación Producción Forestal

⁴ Programa Nacional de Investigación Producción Hortícola

⁵ Dirección Nacional, INIA.

⁶ Asesor en Energías Renovables, DNE, MIEM

⁷ OPYPA, MGAP

INTRODUCCIÓN

La nueva política energética 2005-2030 plantea la necesidad de una diversificación de la matriz energética, para la reducción de costos y de nuestra dependencia del petróleo. Este es un objetivo con metas de corto (2015), mediano (2020) y largo plazo (2030), que deben basarse en la promoción de las energías renovables no tradicionales (biomasa y biocombustibles), garantizando la sostenibilidad ambiental. En este marco se ha planteado que, para el 2015, el 50% de la matriz primaria de energía provenga de fuentes autóctonas renovables (Figura 1).

En este grupo de las energías renovables a desarrollar, o en desarrollo, se destacan dos fuentes energéticas vinculadas a la producción agropecuaria nacional: biocombustibles y biomasa, las cuales en adelante se denominarán genéricamente como agroenergías, ya que todas dependen de una fase agrícola para su generación. Ejemplo de esto es la generación de los biocombustibles líquidos como el bioetanol, basado en procesos de fermentación de carbohidratos simples provenientes de la caña de azúcar (ej. Brasil, ALUR), o de cereales (ej. EEUU con el maíz) y el biodiesel obtenido por la trans-esterificación de aceites vegetales (ej. girasol, colza). En forma complementaria, lo denominado genéricamente como biomasa corresponde a material vegetal, o derivados de estos, cuya combustión permite

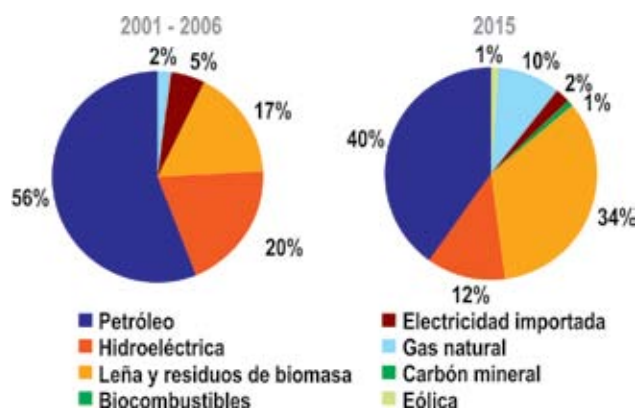


Figura 1 - Valores medios de la matriz energética primaria uruguaya para el período 2001- 2006, y los objetivos planeados para el 2015.

obtener energía calórica, que puede ser transformada a energía eléctrica en plantas termoeléctricas.

En el caso de Uruguay actualmente se emplean: el licor negro, residuo de la producción de celulosa Kraft, la cáscara de arroz, chips de madera y residuos de madera y el bagazo, desecho de la industrialización de la caña de azúcar. Éstas son biomásas empleadas en plantas termoeléctricas como Fenirol (Tacuarembó), Ponlar (Rivera) y la planta de co-generación de UPM (Fray Bentos).

De todas formas, existen factores tecnológicos aun no resueltos, tanto en la fase agrícola, como de ingeniería química. Un claro ejemplo de esto se observa en la transformación de biomásas lignocelulósicas; donde aun no se ha definido cual será la tecnología más adecuada para generar el alcohol celulósico.

Deben establecerse opciones de los procesos de ingeniería química que son directamente afectadas por el

Cuadro 1 - Rendimiento de cultivos expresada como materia seca por hectárea resultados en Uruguay. (*: cultivos que INIA ha seleccionado como primer grupo de interés para su estudio de balance energético en Uruguay)

Especie vegetal	Materia seca (ton/ha)	Bioetanol (L/ha)	Biodiesel (L/ha)
Caña de azúcar		6500 ⁽³⁾	
Sorgo dulce*		5000 ⁽⁴⁾	
Grano de sorgo*		2500 ⁽⁵⁾	
<i>Eucalyptus</i> spp.*	10 a 15 ⁽¹⁾ (residuos forestales de tala rasa a los 12 años)	9714 ⁽³⁾	
<i>Eucalyptus</i> spp.*	40 a 50 ⁽²⁾ (f. energética)		
<i>Pinus</i> spp.*	25 a 30 ⁽¹⁾ (residuos forestales de segundo raleo a los 13 años)		
Girasol			915 ⁽⁵⁾
Soja			400 ⁽⁵⁾

(1) Fuente: INIA, datos no publicados. (2) Fuente: Dias Muller y Couto, 2006; Valeri *et al.*, 1997. (3) Fuente: Alur 2011. (4) Fuente: INIA, Fassio *et al.* 2011. (5) Fuente: Informe biocombustibles s/p.

desarrollo y optimización tecnológica de la fase agrícola, que define la calidad de la biomasa a convertir en biocombustibles líquidos.

LA NECESIDAD DE DEFINIR LOS LÍMITES DE LAS AGROENERGÍAS

La oferta tecnológica para el desarrollo de agroenergía es muy amplia y variada, ya sea para combustibles de primera o segunda generación. Claramente, en nuestro caso la opción que se deba tomar estará limitada por la aptitud y capacidad de los agro-ecosistemas nacionales, y de las capacidades técnicas existentes en el país. Este último aspecto es altamente relevante en la fase industrial de los biocombustibles de segunda generación, los que normalmente están basados en procesos de catálisis resguardados por patentes industriales. De ahí, la relevancia de poder asegurar en primera instancia una adecuada evaluación de las opciones y características de la fase agrícola requerida en cada caso.

En resumen, el uso de agroenergías se basa en el aprovechamiento de la energía solar capturada por el proceso de fotosíntesis en los tejidos vegetales, bajo la forma de hidratos de carbono, aceites, celulosa y lignina. Esta situación ocurre cuando las condiciones ecosistémicas (calidad del suelo, suministro de agua, nutrientes, temperatura) permiten el desarrollo vegetal. Aquí es donde la calificación antropocéntrica de "residuo agrícola" debe ser manejada con cuidado, ya que normalmente estos elementos desempeñan un rol importante en el reciclaje de nutrientes de ecosistemas y agro-ecosistemas.



En este sentido, es relevante responder, tanto para biomasa como para biocombustibles, algunas preguntas centrales:

- (1) ¿cuales son los cultivos de interés para Uruguay, y en que condiciones?,
- (2) ¿cual de las cadenas agroindustriales presenta un balance global energético positivo?,
- (3) ¿cual es la cadena agroindustrial con menor impacto ambiental y la de mayor sostenibilidad ambiental?, y
- (4) ¿cuales de las cadenas agroindustriales posibles presentarían un balance económico positivo?

CULTIVOS DE INTERÉS AGROENERGÉTICO PARA URUGUAY

En relación a la primera interrogante planteada, se ha identificado un primer grupo de cultivos agrícolas que potencialmente podrían ser de interés para producción de biomasa y/o biocombustibles, por su rendimiento y/o por la existencia de suelos con aptitud para estos cultivos en el país.

El primer grupo identificado como bases potenciales de cadenas agroindustriales para biocombustibles y/o biomasa son: productos derivados de la producción de madera/celulosa, grano de sorgo, caña de azúcar, sorgo dulce y boniato. Otras alternativas pueden ser probadas en el país y algunas se encuentran en fases iniciales.

BALANCE GLOBAL ENERGÉTICO Y BALANCE AMBIENTAL

En relación a los primeros cultivos identificados por el grupo de trabajo, es necesario tener una metodología de evaluación holística e integrada de cada cadena agroindustrial factible (biomasa y/o biocombustible).

Objetivos como el balance energético, huella de carbono y huella del agua son aspectos relevantes de cada cadena agroindustrial potencial, porque además de ser cada cadena una solución potencial para reducir la dependencia del petróleo, deben ser compatibles con criterios ambientales internacionales (por ejemplo: baja emisión de gases de efecto invernadero y uso eficiente del agua).

Ante este desafío, metodológicamente, la estrategia más adecuada es el Análisis de Ciclo de Vida de las cadenas agroindustriales, ya que permite la integración de evaluaciones desde diferentes aspectos de una cadena de producción (emisión de gases de efecto invernadero, uso del agua en términos de calidad/cantidad, pérdida de biodiversidad, carga de xenobióticos, etc.), por unidad funcional de trabajo (kg de grano, litros de combustible, kg de materia seca).



Por otro lado, las ventajas de esta metodología tiene como limitante la información requerida (bases de datos, estadísticas de insumos, productos y evaluaciones específicas de pesticidas, biodiversidad, lixiviación de fertilizantes, erosión, etc.). Un problema que se podría enfrentar mediante modelos de simulación, sin embargo al no tener ninguno de estos calibrados para el país, su uso no asegura una buena aproximación para nuestras condiciones.

Actualmente resulta difícil ejecutar un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de una cadena agroindustrial en Uruguay, pues aunque existe información sobre los agroecosistemas, ésta es parcial o debe ser organizada; y en el caso de los ecosistemas alterados por la actividad agropecuaria, la información es escasa y dispersa. Esto se debe principalmente a que los estudios requeridos sobre los sistemas ambientales o eco-regiones nacionales (calidad de aguas superficiales, biodiversidad, desarrollo de indicadores de calidad ambiental, etc.) han sido históricamente focalizados en zonas cercanas a los centros turísticos de la zona costera Atlántica y a Montevideo. Esta es la razón por la cual INIA, en alianza con otras instituciones nacionales, desde hace cinco años ha iniciado el desarrollo de la información faltante de los ecosistemas de interés a escala predial y de cuencas.

Por este motivo se plantea una aproximación inicial a una evaluación mediante ACV de las potenciales cadenas agroindustriales para agroenergías basadas en boniato, grano de sorgo, sorgo dulce y productos derivados de la producción de madera/celulosa. Se propone un ACV parcial enfocado en tres objetivos, dada la urgencia planteada por la nueva política nacional de energía:

- formación de una red/plataforma de investigación para la ejecución de ACV de cadenas agroindustriales de agroenergías.

- definición de los componentes y procesos a ser considerados en un ACV de cadenas agroindustriales.
- evaluación de un ACV energético de las cadenas agroindustriales inicialmente identificadas.

PRIMERA APROXIMACIÓN: ACV ENERGÉTICO

Un ACV energético corresponde a un balance energético entre la energía consumida y la generada por toda una cadena agroindustrial. En inglés también se denomina EROI (energy returned on energy invested) energía obtenida sobre la energía invertida. Si bien posee el sesgo de no considerar huella de carbono, huella del agua y otros aspectos, permite identificar primariamente aquellas cadenas agroindustriales de agroenergías que deberían poseer estudios de ACV más completos, en la medida que la información para Uruguay sea disponible.

Este objetivo de corto plazo permitirá sistematizar la información y lograr dos productos: (1) definir cual es el balance neto de energía (energía consumida – energía producida), (2) energía neta producida, pudiéndose además identificar en forma objetiva las etapas de mayor demanda energética de cada cadena, y/o con problemas/oportunidades que puedan ser resueltas mediante la investigación nacional.

PROYECTO ACV ENERGÉTICO Y LA ALIANZA DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LAS AMÉRICAS

La propuesta mencionada de ACV energético de INIA en colaboración con MIEM y MGAP, ha logrado una financiación de la Alianza de Energía y Clima de las Américas (ECPA) para ejecutar un proyecto demostrativo denominado "Evaluación de la sostenibilidad de cadenas agroindustriales potenciales" en el marco de las iniciativas para promover la generación de energía renovable a partir de la biomasa de ECPA.

Este proyecto prevé la evaluación de las cadenas agroindustriales de sorgo en grano, sorgo dulce, boniato y productos derivados de la producción de madera/celulosa. Este proyecto demostrativo, iniciado en junio 2011, está siendo liderado por un equipo multidisciplinario de investigadores de INIA, y posee como contraparte a especialistas en agroenergías del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

En el marco de este proyecto demostrativo, se desarrolló entre los días 12 al 16 de setiembre un taller de trabajo, con la participación de los investigadores de USDA/ARS Dres. David Archer y Kevin Hicks, con el objetivo de definir estrategias de ACV energético propuestas por el proyecto demostrativo ECPA, y establecer alianzas con investigadores nacionales, tanto para aspectos metodológicos de la propuesta del proyecto, como para buscar instancias de cooperación específica, vinculadas al trabajo central del proyecto ECPA.

Participaron de este taller de trabajo instituciones públicas (INIA, UdelaR, LATU, DNE, MGAP, ALUR, ANCAP, PROBIO) y privadas (FOSA, Weyerhaeuser, Montes del Plata, COPAGRAN, ACICHAN, AKUO).

CONSIDERACIONES FINALES

El taller realizado definió claramente que la estrategia planteada por INIA, de un ACV energético de las agroenergías, es un insumo necesario para evitar generar escenarios productivos inviables, como ha sido el caso de la producción de biodiesel en muchas regiones del mundo.

Además, el proyecto demostrativo asegura una primera instancia de evaluación por ACV, que posibilitará sugerencias con menor incertidumbre que la actual sobre el desarrollo de las agroenergías nacionales.

Sin embargo, quedarán preguntas importantes a responder con posterioridad, referidas al balance económico de las cadenas agroindustriales para agroenergías, y el determinar hasta qué punto es posible retirar residuos de biomasa de un cultivo sin reposición, sin que esto se convierta en una amenaza para la sostenibilidad del suelo (carbono orgánico del suelo, nutrientes, estructura), o de otros compartimientos ambientales (recursos naturales, calidad del agua).

Por esto, como fue reiteradamente establecido durante la reunión, dada la envergadura y la complejidad de los objetivos complementarios en el desarrollo de agroenergías, el proyecto demostrativo ECPA es sólo el inicio de un trabajo sistemático, que debe enriquecerse mediante la cooperación en investigación con organismos nacionales y extranjeros.

