



CASOS DE ASOCIATIVIDAD E INNOVACIÓN BIOENERGÍA

JULIO 2015 · SECRETARÍA DE PLANEAMIENTO Y POLÍTICAS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA · REPÚBLICA ARGENTINA



AUTORIDADES

Presidenta de la Nación

Dra. Cristina Fernández de Kirchner

Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Dr. Lino Barañao

Secretaria de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Dra. Ruth Ladenheim

Coordinador Ejecutivo del Gabinete Científico Tecnológico

Dr. Alejandro Mentaberry

Subsecretario de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Lic. Fernando Peirano

Subsecretario de Estudios y Prospectiva

Lic. Jorge Robbio

Presidente del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

Dr. Fernando Goldbaum

Directora del Fondo Argentino Sectorial

Prof. Isabel Mac Donald

Casos de asociatividad e innovación · Año 2 · N° 4

EDITOR

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

EQUIPO EDITORIAL

Coordinación editorial

Dra. Ruth Ladenheim

Equipo de investigación y redacción del Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI)

Dr. Miguel Lengyel (coordinador) · Lic. Carlos Aggio · Lic. Analía Erbes ·
Dr. Luis Gil Abinader · Lic. Darío Milesi · Dr. Vladimiro Verre

Edición

Lic. Paula Isaak · Lic. Pablo Nuño Amoedo · Lic. Inés Parker · Lic. Julia Pena

Fotografía

Lic. Inés Sagastume

Diseño gráfico

DG Yanina Di Bello · DG Fernando Sassali

CONTACTO

Godoy Cruz 2320
(C1425FQD) CABA · Argentina
sepp@mincyt.gob.ar · www.mincyt.gob.ar

BIOENERGÍA: HACIA LA DIVERSIFICACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA ARGENTINA

La matriz energética argentina depende fuertemente de los combustibles fósiles. El petróleo, el gas natural y el carbón representan conjuntamente el 88% de las fuentes de energía primaria utilizadas domésticamente. Las perspectivas de agotamiento a mediano y largo plazo de los hidrocarburos, así como los aspectos ambientales vinculados con su empleo, vienen impulsando desde hace varias décadas el desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de fuentes de energía renovables que diversifiquen la matriz energética de un modo ambientalmente más amigable.

Esta diversificación implica considerar la posibilidad de utilizar fuentes renovables de energía (bioenergía) asociadas tanto al aprovechamiento de cultivos energéticos para producir biocombustibles, como al uso de biomasa para generar energía térmica, mecánica y eléctrica.

El impulso de las bioenergías se sustenta en tres tipos de argumentos: los de índole propiamente energético -permite disminuir la dependencia de fuentes de energía no renovables-; los de carácter ambiental -la forma más tradicional de aprovechamiento energético, la combustión, es un proceso considerado 'carbono neutral', dado que las emisiones del proceso son equilibradas con el CO₂ absorbido por el material vegetal durante su crecimiento-; y los ligados al desarrollo agrícola -el aprovechamiento de estas fuentes de energía puede potenciar las ventajas competitivas de varios cultivos de países en desarrollo, especialmente en regiones fuertemente dependientes de la producción agrícola-.

En Argentina, la necesidad de diversificar la matriz energética y el reconocimiento de estas virtudes en la producción y uso de bioenergías, han conducido a la realización de varios estudios, iniciativas e investigaciones científicas orientadas a la identificación del potencial de diversos materiales que pueden ser utilizados como biomasa.

El principio general que rige estos desarrollos es utilizar como combustible dos tipos de materiales. Por un lado, aquellos que en la actualidad presentan escaso o nulo aprovechamiento económico,

como son los subproductos o residuos del procesamiento de recursos relativamente abundantes en determinadas áreas geográficas del país. Entre ellos, cabe mencionar a los residuos forestales (derivados de la industrialización de la madera y de las operaciones silviculturales), agroindustriales (materias primas agrícolas como el bagazo, la cáscara de arroz) y agrícolas (pajas, rastrojos, etc.). Por el otro lado, determinados cultivos de alto valor comercial producidos especialmente para servir a las biorrefinerías. Estos cultivos requieren de condiciones climáticas y agrícolas adecuadas y su relevancia como fuente de energía surge como una alternativa atractiva dado que representan una oportunidad de agregar valor a actividades productivas tradicionales.

Argentina posee un alto potencial para la producción de bioenergía en base a residuos biomásicos [cáscara de maní, bagazo de caña, entre otros] como de biocombustibles, dado que es uno de los principales productores y exportadores mundiales de aceites vegetales.

En nuestro país, el biodiesel se obtiene por transesterificación¹ de aceites vegetales, principalmente soja y girasol, mientras que el bioetanol se produce fermentando y destilando azúcares, fundamentalmente caña de azúcar.

La utilización de estas materias primas agrícolas tiene dos destinos. Por un lado, la producción de alimentos y por el otro, pueden utilizarse para la producción de biocombustibles. En este último caso, el biocombustible producido podría usarse en la generación de electricidad y para sustituir parte del combustible fósil empleado actualmente para ese fin, por ejemplo en el transporte, lo cual impactaría en la reducción de emisiones.

Estos procesos se enmarcan en el paradigma de la bioeconomía, el cual comprende la convergencia de las nuevas tecnologías en los sectores productivos tradicionales, implicando una etapa de

¹ La transesterificación es un proceso químico a través del cual aceites se combinan con alcohol (etanol o metanol) para generar una reacción que produce ésteres grasos como el etil o metil éster. Estos pueden ser mezclados con diesel o usados directamente como combustibles en motores comunes.

transición que sustituiría el modelo de industrialización actual. El foco de las discusiones se orienta a generar productividad en el marco de una mayor sostenibilidad económica, social y ambiental. Estas tendencias conducen al uso más eficiente de los recursos naturales y a requerimientos científico-tecnológicos de los procesos productivos complejos para lograr una captura más eficiente de la energía solar y su transformación en otras formas de energía y productos.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, a través de las prioridades establecidas en el marco del Plan Nacional Argentina Innovadora 2020, ha decidido focalizar recursos en actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) en el campo de las energías renovables en general y la biomasa en particular. Su implementación está en total sintonía con otras políticas nacionales como el Programa Nacional de Biocombustibles (2004) o el Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de los Biocombustibles (2007), que puso en marcha el reemplazo del 5% de las naftas por bioetanol y el 5% del gasoil o diésel por biodiesel. Asimismo, se instauró un régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica (2009).

A través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, el Ministerio lanzó convocatorias destinadas a financiar el uso racional y eficiente de la energía; biorrefinerías; biomasa; y biocombustibles, entre otras.

Los casos que se presentan a continuación son iniciativas concretas de generación de bioenergía a partir de biomasa y biocombustibles. Entre los primeros, se encuentran los proyectos que transforman la cáscara de maní en la provincia de Córdoba y los desechos de la industria forestal misionera en energía eléctrica. Entre los segundos, hay un proyecto para la producción de bioetanol a partir del biosorgo y una planta de biodiesel multipropósito. En todos los casos, se advierte un fuerte compromiso público y privado orientado a aprovechar y desarrollar las capacidades tecnológicas necesarias para dar impulso a la bioenergía en el país.



CONVOCATORIAS

FITS ENERGÍA BIOCOMBUSTIBLES [2012]
FITS ENERGÍA BIOMASA [2012]

La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica [ANPCyT] a través del Fondo Argentino Sectorial [FONARSEC] convocó a consorcios de origen público-privado para la presentación de proyectos destinados a apoyar actividades que incorporen valor agregado y/o mejoren la competitividad y sustentabilidad en el sector productor de bienes y servicios dedicados al aprovechamiento de fuentes renovables de energía.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS ELEGIBLES

Esta publicación desarrolla proyectos de dos convocatorias, ambas orientadas a impulsar la asociatividad entre actores públicos y privados:

FITS ENERGÍA BIOCOMBUSTIBLES [2012]

Se consideraron elegibles aquellos proyectos que tuvieran como meta disponer de nuevas tecnologías o mejoramiento de las existentes para la generación de biocombustibles a partir de las siguientes materias primas: colza, girasol, sorgo y caña de azúcar.

FITS ENERGÍA BIOMASA [2012]

Se consideraron elegibles aquellos proyectos que tuvieran como meta disponer de nuevas tecnologías o modificaciones de las existentes para la generación de energía térmica, mecánica y/o eléctrica que empleen como materia prima residuos biomásicos, con especial énfasis en el desarrollo de sistemas de generación de alta eficiencia en bajas potencias y en la integración de los sistemas obtenidos.

Beneficiarios: todas las instituciones públicas [universidades, centros e institutos que se dediquen a la investigación y/o desarrollo tecnológico] con personería jurídica propia; empresas nacionales productoras de bienes y servicios y/o entidades privadas sin fines de lucro dedicadas a las actividades de I+D, ligadas bajo un régimen de Consorcio Público Privado [CAPP].

PROYECTOS SELECCIONADOS PARA ESTA PUBLICACIÓN

- Generación de energía eléctrica mediante el uso de la biomasa cáscara de maní
- Pindó Eco Energía
- Biosorgo. Producción comercial de bioetanol y bioelectricidad a partir de sorgo azucarado, cultivo energético complementario de la caña de azúcar
- Plantas de Biodiesel Multipropósito sostenibles con generación de productos con alto valor agregado

Los avances indicados para cada caso son a marzo de 2015.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE EL USO DE LA BIOMASA CÁSCARA DE MANÍ

DIRECTOR: JORGE RUBÉN CIRAVEGNA

FINANCIAMIENTO

MONTO TOTAL DEL PROYECTO: \$34.820.360

MONTO DEL SUBSIDIO ASIGNADO: \$17.203.500

MONTO CONTRAPARTE: \$ 17.616.860

INTEGRANTES DEL CAPP

- PRODEMAN S.A.
- EL ZORZAL S.A.
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA

EL PROYECTO

Este proyecto se orienta a producir energía eléctrica a partir de la cáscara de maní. En la actualidad, este material biomásico, que está disponible en grandes cantidades en algunas regiones del país, no solo no es aprovechado sino que al desecharlo genera costos a las empresas y a la sociedad. En particular, este consorcio está desarrollando una unidad de generación de energía eléctrica de 5 MW que utiliza exclusivamente la biomasa de cáscara de maní. Mediante este desarrollo, las firmas estarán en condiciones de autoabastecerse de electricidad, no solo dejando de consumir la energía del sistema eléctrico nacional sino sumando el excedente al Sistema Interconectado Nacional (SIN)².

Para lograr este objetivo, se prevé la construcción de una caldera especial cuyo elemento central es una parrilla diseñada especialmente para una combustión de alto rendimiento. La cáscara de maní se trasladará en forma continua desde los silos de almacenamiento a la caldera a través de transportes neumáticos, que garantizarán la provisión permanente de combustible. En la caldera, la combustión de la biomasa genera energía térmica (vapor sobrecalentado), energía mecánica (turbina) y finalmente energía eléctrica (generador). El diseño de controladores lógicos programables va a permitir el control de todas las variables del proceso, para asegurar la eficiencia de la combustión y para el acople al SIN. Este ciclo continuo e integrado contempla también el control de todas las emisiones y cenizas generadas durante la combustión, tanto para evitar que algunas emisiones afecten el entorno, como para aprovechar económicamente algunos subproductos del proceso.

En el radio de 65 km alrededor de la zona donde se lleva a cabo el proyecto (provincia de Córdoba), existen otras tres plantas generadoras de energía eléctrica, dos de ellas utilizan combustibles convencionales y la tercera es una caldera cascarera que utiliza cáscara de girasol y en menor proporción cáscara de maní. Este último caso es único

² El SIN está compuesto por las centrales generadoras y las empresas de distribución y transmisión, unidas por una red eléctrica integrada que abastece de energía a la mayor parte del país. El sistema conecta las zonas de producción de energía con las áreas de mayor consumo distribuyendo casi la totalidad de la energía eléctrica producida en el país (más del 90% de la energía generada por todas las centrales térmicas, nucleares e hidráulicas).

Celda de acopio de cáscara de maní con capacidad para 2000 toneladas de almacenamiento. Foto: gentileza CAPP.

a nivel nacional y es propiedad de la Aceitera General Deheza que utiliza la electricidad producida para autoconsumo, cubriendo sólo el 50% de sus necesidades energéticas y sin producir excedente de electricidad para el SIN.

En este sentido, este proyecto es el primero orientado exclusivamente a la generación de energía eléctrica a través de la biomasa cascara de maní que va a interactuar con el sistema eléctrico nacional, inyectando la energía remanente para que pueda ser consumida por terceros.

Los aspectos más innovadores del proyecto residen en el sistema de combustión, de suministro y alimentación continua, y de regulación del generador (que permite el acople al SIN). Sin embargo, también se destaca otro elemento novedoso: el tipo de combustible. La cáscara de maní es biomasa actualmente poco aprovechada y que presenta importantes ventajas asociadas a la relevancia de la producción manisera del país. Entre ellas, se destacan en primer lugar, la concentración de la producción en la provincia de Córdoba, lo cual representa una ventaja en cuanto a disponibilidad de materia prima a nivel local. En segundo lugar, dicha economía regional es muy relevante para el país.

En años recientes, la producción total de maní se incrementó en casi un 90%, pasando de 362 mil toneladas en 2002 a 686 mil toneladas en 2012. Argentina es el sexto productor mundial de maní con cáscara y se ha consolidado como primer exportador mundial de maní confitería y aceite de maní en bruto, y como segundo exportador mundial de maní blanchado y de *pellets* y *expellers* de maní.

LÓGICA ASOCIATIVA DEL CONSORCIO

El consorcio que lleva a cabo este proyecto está integrado por dos empresas (Prodeman S.A. y El Zorzal S.A.) y por la Facultad Regional Villa María de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Las empresas del consorcio poseen más de 15 años de experiencia en la industrialización del maní, siendo actualmente importantes productores y exportadores de maní confitería. El principal residuo del proceso de industrialización es la cáscara que puede ser usada como un componente del balanceado alimenticio de los bovinos o como complemento para mejorar la humedad en las plantaciones de árboles. Sin embargo, estos usos son muy limitados debido a los altos costos de transporte, razón por la cual la mayor parte de estos residuos son eliminados, ya sea enterrándolos o quemándolos a cielo abierto.



Vista de la caldera. Esta caldera producirá 40 toneladas de vapor por hora a 65 bar de presión y 480°C. Foto: gentileza CAPP.

Ambas formas de descarte producen efectos negativos. En el primer caso, varía el PH de los suelos y puede generar problemas en las napas de agua. En el segundo caso, se emiten corrientes de humo problemáticas para los asentamientos urbanos y para la seguridad en rutas, en tanto que provocan disminución de la visibilidad y riesgos asociados a incendios rurales y a la generación de dioxinas y furanos. Por el importante nivel de producción de las firmas, la cantidad de cáscara acumulada es voluminosa, por lo que su eliminación genera cuantiosos costos de almacenamiento y traslado.

Este proyecto apunta a generar una planta de funcionamiento continuo, cuya eficiencia está basada en la integración del proceso y en la optimización de todas las partes que lo conforman. Este rasgo que caracteriza el trabajo en su conjunto, también explica la lógica de la interacción entre los socios privados [las empresas] y el socio público [la UTN – Facultad Regional Villa María].

En particular, existe una fuerte articulación entre los equipos de profesionales de la parte pública y de las empresas en todas las fases del proyecto,

lo que se refleja en un trabajo conjunto basado en la constante interacción de los recursos humanos. La naturaleza integrada y continua de los procesos a desarrollar obliga a un diálogo permanente entre las partes para garantizar enlaces eficientes entre las diferentes áreas.

Sin embargo, se pueden identificar áreas específicas en las que el aporte de alguna de las partes es crítico por la experiencia y las capacidades acumuladas. Por ejemplo, el sistema de alimentación continua de cáscara de maní desde las empresas o desde los silos de almacenamiento se realizará mediante corrientes neumáticas en tuberías de transporte másico y en este ámbito es clave la experiencia de las firmas que cuentan con años en el manejo del maní. Por otra parte, la investigación y el desarrollo de los equipos necesarios para transformar la energía de la biomasa en energía eléctrica volcada a la red, requieren el asesoramiento de los profesionales de la UTN. En este sentido, el aporte de la universidad resalta en el diseño de la parrilla (que debe garantizar que no queden partículas sin quemarse) y en los sistemas de seguridad del generador y de enlace con el SIN. A nivel de subproductos, considerando la necesidad de estudiar las características de las cenizas producidas y su posible utilización, la UTN cuenta con el Laboratorio de Aguas y Efluentes que va a servir para tales actividades.



Maniobra de izado del generador. Colocación del generador en su lugar definitivo dentro del esqueleto del galpón. Foto: gentileza CAPP.

A su vez, en el marco de la alta complejidad del proyecto, la UTN aporta una importante experiencia en las diferentes áreas que lo integran y realiza actividades de investigación y desarrollo relacionadas directamente con los procesos que son centrales. Estas actividades se llevan a cabo a través de diferentes laboratorios, tales como: Tecnología Mecánica y CNC, Mecánica de los Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Ensayo de Motores y Tractores, Metalurgia y Materiales, Automatización, Neumática y Oleohidráulica, Soldadura y corte, Electrónica, Control Electrónico, Tecnología de los Alimentos, Agua y Efluentes.

RESULTADOS ESPERADOS

El principal resultado a obtener será una planta que produzca electricidad a partir de una fuente renovable de energía en condiciones de funcionar las 24 horas del día, todos los días del año, -compuesta por caldera, circuitos de vapor, filtros, turbinas, generador, condensador, torres de enfriamiento y chimenea-. Al disponer de generación propia de energía las empresas del consorcio podrán bajar sus costos de producción, ya que el costo del MW generado será inferior al costo del MW adquirido a los operadores eléctricos. Asimismo, la posibilidad de comercializar el excedente de energía producido (el 50% del total) a la red nacional, regional o provincial representará una fuente de ingreso para dichas empresas.

Por otra parte, existe la posibilidad de ulteriores fuentes de ingresos derivados de la comercialización de las cenizas producidas. Se estima que éstas podrían llegar en una etapa futura a 1.600 toneladas anuales (por un valor de 80 dólares por tonelada) y podrían ser utilizadas para mejorar la calidad de los suelos y el PH de los mismos³.

Para todo esto, existe un importante mercado potencial en la región. Lo mismo puede decirse respecto del vapor de agua residual (se estima que podría llegar a 70 tn/hora), que podría ser usado por las mismas empresas o comercializado a otras empresas locales dedicadas a otros procesos, como por ejemplo el tratamiento de semillas o el secado de cereales.

Los resultados se manifestarán también en términos de conocimientos adquiridos, ya que tanto la parte pública como la privada comparten los desarrollos tecnológicos efectuados y poseen el conocimiento completo del proceso generado.

Esto proyecta a la UTN – Facultad Regional Villa María como una de las primeras entidades universitarias argentinas capaces de llevar a cabo proyectos de esta índole y a las dos empresas privadas como casos pioneros a nivel nacional de autoabastecimiento energético a partir de la biomasa cáscara de maní y en condiciones de volcar energía eléctrica a la red nacional.



Torres de enfriamiento con capacidad para 2000 metros cúbicos por hora de agua originados del condensador.
Foto: gentileza CAPP.



Condensador. Recibe el vapor de salida de la turbina y lo condensa para que el agua retorne a proceso. Foto: gentileza CAPP.

³ Al contrario del efecto nocivo que genera la cáscara desechada y enterrada sin quemar.

IMPACTO

El proyecto generará múltiples impactos que podrán ser mejor apreciados distinguiéndolos según el área específica en la que se manifiestan. Desde un punto de vista específicamente energético, la energía eléctrica generada reemplazará cantidades similares de energía producida con combustible de origen fósil, que actualmente se importa. La posibilidad de generar 5 MW/hora permitirá que en el transcurso de un año se aporten al sistema más de 30.000 MW. En la actualidad, esto es generado, transportado, distribuido y comercializado por las distribuidoras a un costo estimado de 120 dólares por MW/hora.

Por otra parte, los demás usuarios industriales y domiciliarios de la zona se verán beneficiados por un aumento considerable de la calidad del producto y servicio eléctrico y al tener una fuente de energía constante podrán proveer al nodo local de General Cabrera y mejorar el nivel de tensión, la continuidad y la fiabilidad del sistema eléctrico.

Por último, al aumentar la disponibilidad de potencia eléctrica en la zona donde se desarrolla el proyecto se favorecerá la ampliación del sector industrial (con las implicaciones sociales que esto conlleva).

Desde un punto de vista ambiental, la energía eléctrica generada implicará menores emisiones respecto de la misma cantidad de energía generada a través de los combustibles fósiles tradicionales. Por otra parte, el proyecto generará una alternativa viable a la quema de residuos actualmente practicada, lo cual se traducirá en una mejora de la calidad de vida de las personas a nivel de la localidad (se eliminarán los riesgos de incendios y se mejorará la calidad del aire).

Desde un punto de vista laboral, el proyecto permitirá la generación de nuevos puestos de trabajo en forma directa e indirecta. En términos económicos, por un lado, aumentará la oferta local de insumos productivos para emprendimientos agroindustriales (aditivos para el suelo, vapor de agua residual aplicable a otros procesos industriales) y, por el otro, abrirá la posibilidad para otros productores de maní de valorizar un subproducto que hoy representa un costo.

GRADO DE AVANCE

A la fecha, el consorcio ha ejecutado casi por completo el subsidio recibido, con inversiones concentradas principalmente en la compra de materiales



Vista del galpón donde se montarán la turbina, la caja reductora y el generador. Foto: gentileza CAPP.

e insumos y bienes de capital. Debe subrayarse que el proyecto tuvo un costo final superior a lo presupuestado y si bien con el financiamiento recibido se compraron varios insumos críticos (como la celda de acopio, las torres de enfriamiento y el generador, entre otros), los integrantes del consorcio recurrieron a fondos propios para dos equipos de fundamental importancia para el proyecto, como la caldera de 40 Tn y la turbina (la primera, construida localmente y la segunda, adquirida a proveedores de Brasil).

Esta capacidad del proyecto de movilizar recursos privados se ve confirmada por los planes futuros de sus participantes. En tal sentido, el presente proyecto permitió a las empresas aprender el manejo de la tecnología, que va a ser replicada en una nueva planta de iguales características que se preve instalar al lado de la planta actual, si bien en este caso, la materia prima usada sería una variedad de sorgo fotosensitivo desarrollada en laboratorio. Las empresas ya están analizando cómo implantar dicho cultivo en la zona, con rendimientos estimados en 30 toneladas por hectárea.

Asimismo, todo lo que se refiere al impacto ambiental ha sido completado. En este sentido se adquirió un equipo EDI (electrodesionización) para la purificación completa del agua. Además del sistema de filtrado diseñado en el proyecto, se decidió utilizar un sistema adicional que costó 2,5 millones de pesos, para garantizar la calidad de la operación de pulido de los gases de combustión.

Toda la obra de vinculación para la inyección de la energía al SIN ha sido completada y se estima que, a mediados de 2015, Prodeman ya debería estar en condiciones de producir energía e inyectarla al sistema. A tal fin, el CAPP está realizando los trámites ante la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMMESA) con vistas a la comercialización.

En función del éxito obtenido en este proyecto, el CAPP ha logrado financiamiento para duplicar la capacidad de generación de energía en base a cáscara de maní.

Para ello, presentó el proyecto “Reducción de consumo de biomasa para generación eléctrica distribuida, por aumento de presión de trabajo” a la

convocatoria FITS 2013 Medio Ambiente y Cambio Climático, y obtuvo un financiamiento de 30 millones de pesos para un proyecto valuado en 50 millones de pesos. Este proyecto permitió elevar a 10 MW la potencia para inyectar electricidad al SIN, aumentando en tal modo la cantidad de energía en el interior del país.

ENLACES ÚTILES

PRODEMAN S.A.
<http://prodeman.com>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA
www.frvrm.utn.edu.ar

PINDÓ ECO ENERGÍA

DIRECTOR: CONSTANTINO ZADERENKO

FINANCIAMIENTO

MONTO TOTAL DEL PROYECTO: \$34.980.605

MONTO DEL SUBSIDIO ASIGNADO: \$17.513.854

MONTO CONTRAPARTE: \$ 17.466.751

INTEGRANTES DEL CAPP

- PINDÓ S.A.
- ANAHÍ S.A.
- GUAYRA S.A
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES-
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

EL PROYECTO

El peso de la industria forestal y maderera en la provincia de Misiones es importante. Esta actividad productiva local se ha fortalecido en los últimos años a través de la constitución de un clúster foresto-industrial que, con el apoyo brindado por el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), ha experimentado un crecimiento de sus actividades organizativas y asociativas. La industria maderera, además de producir materiales destinados al mercado interno e internacional, genera una importante cantidad de residuos que actualmente no son utilizados y generan importantes problemas en distintos ámbitos, entre los cuales se incluyen la logística y el medio ambiente.

Tales residuos podrían reutilizarse y constituirse en un importante insumo para la generación de energía. Toda la variedad de subproductos y residuos madereros actualmente descartados pueden ser usados como biomasa, con la particularidad de que en una zona geográfica fuertemente especializada en dicha actividad, la producción de residuos es continua y de gran envergadura. Esto constituye una condición fundamental para lograr una producción de energía en cantidades tales que permita reducir el uso de combustibles fósiles. Esto no sólo tendrá un impacto beneficioso para el entorno, sino que también será coherente con regulaciones internacionales como las del Protocolo de Kyoto e incentivos tales como la obtención de certificados de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).

Dado que la generación directa de energía a través de biomasa produce pérdidas de calor del orden del 65%, la misma es deficitaria desde el punto de vista térmico y, por lo tanto, no viable. En este marco, se requiere abordar su producción con otras tecnologías. Una alternativa es la cogeneración de energía eléctrica y térmica que, contrariamente al método directo, permite producir simultáneamente, a partir de una única fuente de calor, energía mecánica/eléctrica y energía térmica, con pérdidas de esta última de sólo el 15%.

Los beneficios que pueden lograrse a través de este tipo de tecnología son contrarrestados por los requerimientos de importantes inversiones en equipamiento. Como consecuencia de ello, solamente las grandes empresas están en condiciones de realizar este avance tecnológico. Efecti-



Calentador de aire y precipitador.
Foto: gentileza CAPP.

vamente, en la provincia de Misiones, solamente Alto Paraná S.A. y Papel Misionero S.A., dos de las papeleras más importantes del país, tienen proyectos de cogeneración para producir energía eléctrica a partir de biomasa.

Como el sector maderero de la provincia está constituido fundamentalmente por pequeñas y medianas empresas, la posibilidad de que también estos actores de menor tamaño relativo puedan aplicar dicha solución tecnológica, representa una importante oportunidad.

Por tales motivos, este proyecto busca construir una planta de cogeneración (energía eléctrica y térmica) de 4.5MW, a ser instalada en la ciudad de Puerto Esperanza, Misiones, que utilizará biomasa forestal como combustible. El combustible obtenido a partir de los subproductos forestales deriva de plantaciones de árboles implantados, sin afectar a zonas de bosques nativos. Tales subproductos comprenden excedentes del tratamiento de la materia prima para la obtención de la pasta celulósica (por ejemplo, cortezas y cáscaras), aserrines, chips, polvo de lijado de los tableros, viruta y otros restos provenientes de las talas rasas de las empresas del CAPP.

Como eje del proyecto, se encuentra una importante inversión en maquinarias y equipos que permitirá seleccionar las especies a extraer entre los especímenes maderables y laminables, recolectar los excedentes biomásicos, transportarlos y adecuar su granulometría a las exigencias de la fase de combustión, a través de operaciones de picado. El transporte será efectuado mediante cintas en el caso de los materiales húmedos tales como aserrín verde, chips y cáscaras, o con sistemas de traslado neumático para los materiales livianos, esto es, aserrín seco, viruta, etc. Todos los subproductos generados son conducidos hacia un silo de acopio de biomasa, que permite gestionar los stocks de material y tener bajo control la humedad de los mismos.

El proceso de cogeneración se inicia con la combustión de la biomasa en una caldera y la energía liberada en ese proceso es transmitida al agua, por radiación y convección. El vapor sobrecalentado a 420°C se transporta a una turbina de extracción-



Caldera acuotubular. Foto: gentileza CAPP.

condensación y haciéndolo girar. Este movimiento de energía mecánica se transforma en energía eléctrica en un generador. La caldera utilizada es acuotubular y con una capacidad de 28-30 toneladas de vapor, lo cual implica mayor temperatura y presión y permite una ganancia en la eficiencia energética. Otro factor crítico es el turbogenerador, cuya adquisición debió efectuarse a proveedores extranjeros ante la inexistencia de fabricantes nacionales.

La energía eléctrica generada se destina al consumo de la planta de uno de los integrantes del consorcio y se inyecta el remanente a la red. Por su parte, la energía térmica es utilizada en las cámaras de secado de madera y para el secado del combustible, ya que el calor del agua de enfriamiento del aceite lubricante de los cojinetes que soportan al eje de la turbina será usado para el proceso de reducción de humedad del combustible. De esta forma, se sustituye el uso de torres de enfriamiento, las cuales suelen demandar grandes consumos energéticos.

LÓGICA ASOCIATIVA DEL CONSORCIO

El consorcio está integrado por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) y tres empresas: Pindó SA, Anahí S.A. y Guayra S.A.

El CAPP sigue un esquema de transferencia de tecnología, desde el sector público al sector privado, ya que la universidad participa solamente en las actividades iniciales del proyecto y las empresas del consorcio son las que se encargan de la gestión del mismo.

Para las empresas integrantes del consorcio, el proyecto implica una diversificación de su negocio, transformando un elemento de su ecuación de costos en una oportunidad de generación de valor.



Calentador de aire y precipitador. Equipos auxiliares para calentamiento del aire y purificación de los gases de combustión.
Foto: gentileza CAPP.

Los actores privados desarrollan diferentes roles en el consorcio. Las empresas Guayra y Anahí tienen a su cargo la provisión de materia prima proveniente de raleos y de los residuos forestales de cosecha y su traslado a la planta de energía. La empresa Pindó, a diferencia de las anteriores, presenta una actividad productiva de mayor industrialización y, en ese marco, además de contribuir a la provisión de la materia prima, aporta el espacio en el que se emplazará la planta de energía eléctrica que generará los recursos energéticos que esta firma necesita para sus procesos de aserrado y remanufacturado. En este sentido, el CAPP sostiene una lógica de incluir diferentes eslabones de la cadena de valor productiva (las dos primeras abastecen a la tercera) y, de esta manera, se garantiza contractualmente la cadena de suministro de materia prima en función de las exigencias de la planta de energía.

La existencia de relaciones previas entre los socios privados se complementa con las colaboraciones preexistentes con la entidad pública, ya que la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM efectúa las inspecciones de la caldera que Pindó utiliza para generar el vapor para el proceso de secado de la madera. En el marco de este proyecto, provee los diferentes ensayos y análisis, tanto en lo que respecta al abastecimiento y acondicionamiento de la biomasa, como a la calidad del agua de la caldera. Más específicamente, la entidad pública está a cargo de los estudios relativos a las características de los diferentes materiales biomásicos, los cálculos de las cantidades necesarias para la generación de energía, los estudios de composición granulométrica, de densidad estérica, de poder calorífico, de punto de inflamación y de velocidad de combustión, y del análisis de los métodos de acondicionamiento de la biomasa.

El proyecto presenta una fuerte dependencia de los costosos equipos que se adquieren en el marco del proyecto. A su vez, las funcionalidades de estos equipos trascienden los conocimientos tanto de las empresas privadas como de la UNaM por lo que los mismos se complementan con fuentes externas al CAPP tales como el asesoramiento de los proveedores de las maquinarias y equipos adquiridos para construir la planta de energía. Una vez construida y funcionando, la planta va a ser administrada por el Consorcio, lo cual abre la posibilidad de un aprendizaje y acumulación de capacidades por parte de los socios en el área de

generación de energía que, aun cuando ésta no represente el centro de sus actividades científicas o productivas, puede generar beneficios futuros adicionales a los previstos en este proyecto.

RESULTADOS ESPERADOS

Los consumos de Pindó se estiman en 6.500-7.000 MW por año y comprenden sus sistemas de corte y traslado de tablas en las operaciones de aserradero, los motores que se usan para el secado de tablas y los motores de equipamientos y maquinarias de las áreas de remanufactura (machimbradoras escuadradoras, apiladoras, desapiladoras, etc.). Las necesidades energéticas de esta empresa pueden ser cubiertas completamente por la planta de energía eléctrica desarrollada a partir del proyecto la cual generará, adicionalmente, otros 35.500 MW por año que serán ingresados al SIN. La venta de dicho excedente de energía se estima en 10-11 millones de pesos anuales. La posibilidad de comercializar los excedentes de energía térmica (toneladas de vapor) producidos durante la cogeneración también representa una fuente de ingresos adicionales para las empresas del consorcio.

Adicionalmente, si se considera que la vida útil de las instalaciones de este proyecto es de aproximadamente 20 años, la combustión de biomasa permitirá retener 600.000 toneladas de CO₂ (gas de efecto invernadero). Una vez que se concreten las inversiones previstas, que la planta comience a funcionar plenamente y que se demuestren los consumos de biomasa en relación a las retenciones de CO₂, se abrirá también la posibilidad de lograr la venta de bonos de carbono, que permitirá generar ingresos adicionales a los derivados de los resultados anteriormente mencionados.

Finalmente, cabe destacar que las inversiones a realizar en la adecuación del transporte y el acopio de la biomasa, proporcionan un ahorro del 30% en las horas de máquinas móviles que se usan actualmente para gestionar tales materiales. A partir de los ahorros energéticos que el proyecto implica, la empresa Pindó podrá aumentar la producción y la oferta de productos y sustituir importaciones de productos maderables que aun llegan del exterior.



Montaje del cuerpo de presión de la caldera. Foto: gentileza CAPP.

IMPACTO

Los principales impactos esperados del proyecto se ubican en torno a las áreas ambiental y económica. Toda la energía producida en el marco del proyecto es neutra desde un punto de vista medioambiental, dado que las mínimas emisiones de CO_2 que se liberan en la combustión pueden ser absorbidas por la masa forestal durante su crecimiento. La energía producida sustituye una cantidad equivalente de energía que actualmente llega de la red de suministro y que, en un 50%, depende de usinas eléctricas que se basan en combustibles de origen fósil. Lo anterior se traduce en menores emisiones a la atmósfera y en una reducción de la emisión de gases asociados con el efecto invernadero.

Otro impacto significativo es la disminución de la contaminación provocada por la no utilización de los residuos forestales. Actualmente, grandes cantidades de biomasa son acopiadas en las cercanías de los aserraderos y se descomponen. Esto, por un lado, genera emisiones de gas metano a la atmósfera y, por el otro, resulta sumamente riesgoso en términos de potencialidad de contaminación de las napas y diferentes cursos de agua, debido a la acción de las lluvias. Parte de estos residuos, a su vez, suelen ser quemados a cielo abierto, lo cual genera humos, cenizas y contaminación en las poblaciones cercanas.

Además de la disminución del impacto ambiental negativo, el proyecto genera impactos económicos positivos que se derivan de la valoración de los residuos biomásicos. Así, por un lado, el proyecto permite aumentar la eficiencia en el uso de recursos naturales, en tanto se utilizan todos subproductos o excedentes derivados de los árboles, frente a la utilización actual que ronda sólo un 35-40% de cada árbol. Por otro lado, una parte de los residuos biomásicos se vende a las grandes pasteras locales que, al ser las únicas compradoras, fijan un precio reducido para este producto. Esto, sumado a los costos de flete, genera ganancias reducidas para las empresas que venden sus excedentes.

A partir del desarrollo de este proyecto, se prevé obtener mejores precios que los actuales sobre los residuos comercializados, lo cual conduciría a recomponer el margen de ganancia de los proveedores de materia prima para combustión.

Asimismo, se estima que se obtendrán ingresos derivados de la venta de las cenizas derivadas del proceso de combustión a emprendimientos agrícolas para que sean utilizadas como fertilizantes.

Marginalmente, el proyecto contribuirá también a la sustitución de las importaciones de electricidad

que actualmente se realiza desde países limítrofes como Brasil y Paraguay. Además, al ser el primer proyecto de cogeneración de energía a partir de biomasa forestal realizado por PyME, se establece un paso importante en las acciones que se deben desarrollar para avanzar en la diversificación de la matriz energética argentina, que actualmente utiliza solamente en una medida ínfima a la biomasa como fuente de energía. Este último dato contrasta significativamente con el uso de estos residuos que se realiza en otros países con similar potencial. Por ejemplo en Brasil, la energía producida a partir de biomasa representa el 13% de su matriz energética.

En términos de economías regionales y desarrollo regional, se esperan impactos positivos asociados con la ampliación de la red de transmisión de media tensión y la salida de un gran consumidor que logrará autoabastecerse, lo cual beneficiaría significativamente al resto de los usuarios.

GRADO DE AVANCE

El subsidio obtenido para el proyecto se aplicó casi totalmente a materiales e insumos y bienes de capital. A la fecha, el total del financiamiento ha sido ejecutado, si bien se convino una readecuación presupuestaria a inicios de 2014.

Durante 2014, se compraron dos equipos de gran envergadura: una caldera (a un fabricante nacional) y una turbina (a un fabricante brasileño). Asimismo, las obras complementarias fueron realizadas y en el caso de las torres de enfriamiento se está buscando financiamiento, en ambos casos a cargo de la contraparte privada. Los equipos de recolección, transporte y acopio están en fase de compra. En el silo de acopio se adquirió un insumo crítico (un tornillo sin fin, producido por la alemana Siemens). El turbogenerador, otro equipo vital para el proyecto, va a ser entregado en julio o agosto de 2015. Se prevé que en octubre de 2015 ya se estará produciendo energía a partir de biomasa forestal.

En la parte comercial se ha avanzado, y si bien el aspecto del transporte de la energía está muy poco regulado, aún se está en fase de negociación con las autoridades correspondientes.

Por último, hay publicaciones en vías de realización y algunos trabajos de tesis de posgrado relacionados al proyecto que están siendo llevados a cabo por alumnos de la UNaM.

ENLACES ÚTILES

PINDÓ S.A.

www.pindosa.com.ar

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

www.facfor.unam.edu.ar

BIOSORGO. PRODUCCIÓN COMERCIAL DE BIOETANOL Y BIOELECTRICIDAD A PARTIR DE SORGO AZUCARADO, CULTIVO ENERGÉTICO COMPLEMENTARIO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

DIRECTOR: EDUARDO RAÚL ROMERO

FINANCIAMIENTO

MONTO TOTAL DEL PROYECTO: \$34.111.035

MONTO DEL SUBSIDIO ASIGNADO: \$17.010.000

MONTO CONTRAPARTE: \$17.101.035

INTEGRANTES DEL CAPP

- AZUCARERA JUAN M. TERÁN S.A.
- ZAFRA S.A.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES

EL PROYECTO

El objetivo de este proyecto implica transferir a escala comercial, en sus facetas agrícola e industrial, la información experimental y comercial disponible en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), respecto de la producción y el procesamiento de sorgo azucarado para producir bioetanol a partir del jugo de sus tallos y cogenerar energía eléctrica derivada del residuo fibroso de su molienda (bagazo). De esta manera, se apunta a desarrollar y ajustar a escala comercial las tecnologías agroindustriales de producción de bioetanol y bioelectricidad a partir de sorgo azucarado, sin entrar en disputa con la producción de alimentos.

El desarrollo del proyecto comprende las siguientes etapas: i) el ajuste tecnológico, con la preselección de los materiales y la optimización del proceso fabril; ii) la prueba comercial agrícola-industrial, que implica el monitoreo y ajuste de las cosechas, la molienda y el transporte; iii) la producción comercial a mediana escala, vinculadas principalmente con el proceso de fermentación y destilación, y iv) la producción comercial a gran escala, abarcando los mismos procesos mencionados anteriormente.

El desarrollo del proyecto requiere ampliar el período de zafra y complementar el cultivo del sorgo azucarado con el de la caña de azúcar, para lo cual se utilizan los equipos de cosecha y transporte disponibles y la infraestructura de fábrica existente. A su vez, se sustenta en el aprovechamiento integral de la materia prima, con múltiples propósitos. En primer lugar, a partir del jugo de sus tallos, que será fermentado, destilado y deshidratado, se produce bioetanol para ser mezclado con naftas. En segundo lugar, el residuo fibroso de la molienda, el bagazo, será quemado en calderas para producir vapor que se destina a satisfacer las operaciones de fábrica y a generar bioelectricidad parte de la cual será comercializada a la red pública. Finalmente, la vinaza derivada de la destilación será concentrada para destinarla a diferentes alternativas entre las que se destaca su uso como fertilizante o combustible que, al ser quemado en calderas junto al bagazo, puede producir electricidad.



Estado del cultivo de sorgo azucarado en el momento de inicio del "Período de Gran Crecimiento", momento en el cual se determina el tamaño final de plantas. Foto: gentileza CAPP.



Realización de estudios para la identificación de limitantes en el suelo para el desarrollo del cultivo de sorgo azucarado. Foto: gentileza CAPP.

Una particularidad de este proyecto es el aprovechamiento integral de una materia prima. A nivel internacional, son escasos los ejemplos de producción de bioetanol a partir del jugo que se obtiene de la producción y molienda de sorgo sacarífero, y de energía eléctrica derivada de la fibra residual del proceso de molienda.

A su vez, la producción de sorgo azucarado con destino bioenergético tampoco tiene antecedentes comerciales en Argentina. El escaso aprovechamiento de esta materia prima contrasta, sin embargo, con las importantes ventajas que esta presenta. Entre ellas: una elevada capacidad de producción de biomasa por el alto contenido en azúcares fermentables del jugo de sus tallos; así como también un ciclo productivo corto (de tres a cuatro meses) y permitir obtener un subproducto con alto valor energético (el bagazo). Además por su elevada producción de rastrojos, es funcional a un sistema de rotación con la soja, a la vez que es complementario respecto a la caña de azúcar, y presenta bajos requerimientos hídricos (menores a los del maíz o la caña de azúcar) y tolerancia a la sequía.

Tanto el sorgo sacarífero como la caña de azúcar se destacan por presentar una alta tasa de retorno energético, lo cual las transforma en una alternativa viable para la generación de biocombustibles. En este proyecto estos cultivos son considerados complementarios –lo cual permite extender el periodo de la molienda en un 30-50% y lograr una mayor amortización del equipamiento usado-, al mismo tiempo que se presentan alternativas para usar de manera eficiente los productos residuales. Esta complementariedad representa un aporte al equilibrio agroindustrial y energético de la provincia de Tucumán.

Los principales rasgos innovadores del proyecto están asociados tanto a la materia prima utilizada como a los procesos industriales.

Así, por ejemplo, se observa que la fermentación y la destilación de etanol se realizan a partir de jugos azucarados y no de melaza, que es el proceso predominante en la actualidad. Asimismo, se aprovecha el bagazo de sorgo azucarado como biocombustible sólido, algo de lo que no se registran antecedentes a nivel nacional.

LÓGICA ASOCIATIVA DEL CONSORCIO

El consorcio constituido para desarrollar este proyecto está integrado por dos empresas de Tucumán y una institución tecnológica provincial. El sector privado está representado por Zafra, una empresa que se dedica a la comercialización de maquinaria agrícola especializada para el ciclo de la caña de azúcar, y por Azucarera Juan M. Terán, que se especializa en la elaboración de azúcar y en la destilación de alcohol. Completa el consorcio la EEAOC (creada en 1909), una prestigiosa institución provincial con una vasta trayectoria en I+D en las áreas agrícola-ganadera, cuyo objetivo principal es mejorar el desempeño de la producción agroindustrial regional, a través de la transferencia de tecnología y la provisión de servicios. La EEAOC participa activamente en todas las actividades del proyecto, mientras que las empresas intervienen principalmente en aquellas que tienen que ver con los avances pre-industriales, industriales y comerciales y, en menor medida, con la coordinación de tareas.

En este marco, la lógica asociativa prevé una distinción muy clara entre una fase agrícola y una industrial. En el marco de esta distinción, Zafra es protagonista en la primera fase, mientras que Azucarera Terán lo es en la segunda. Sin embargo, la EEAOC hace de eje entre estas dos fases, y aporta a ambas empresas conocimientos que emergen de su trayectoria previa y se traducen en un paquete tecnológico que incluye técnicas novedosas relacionadas a la calidad fabril y a la cosecha mecanizada. De este modo, este organismo es el actor que posee el conocimiento integral del ciclo, lo cual lo convierte en el verdadero articulador del Consorcio y en la pieza clave para que el proyecto sea factible en todos sus eslabones.

En particular, Zafra está a cargo de la producción agrícola del sorgo dulce que luego es procesado. La empresa se responsabiliza por tareas tales como la preparación de suelos, siembra, prácticas de cultivo, manejo y control de la maduración, cosecha mecanizada y transporte de los tallos hasta la planta industrial. En toda su extensión, esta fase de trabajo es desarrollada conjuntamente entre personal de la empresa e investigadores de la EEAOC que, en su gran mayoría, son ingenieros agrónomos. La articulación entre estos tipos de agentes surge de los conocimientos involucrados en esta etapa pre-industrial, en la que se incluye la

selección de genotipos de sorgo dulce más adecuados desde el punto de vista agroecológico y energético.

Por su parte, Azucarera Terán tiene a su cargo el procesamiento del sorgo azucarado para la producción de bioetanol, para lo cual ha tenido que efectuar modificaciones tecnológicas que garantizan la producción eficiente de esta materia prima. Esta empresa es también responsable del deshidratado del etanol, que se usa como combustible en mezclas con naftas, y de la producción y comercialización del etanol anhidro. Por otra parte, el quemado del bagazo obtenido de la molienda del sorgo es usado para producir vapor para la generación de energía eléctrica dentro del complejo fabril de esta empresa. En esta etapa, todas las tareas son realizadas y supervisadas en forma conjunta por personal de la firma e investigadores de la EEAOC. Estos últimos son ingenieros del área industrial que aportan su experiencia en fábricas sucroalcoholeras, en la generación de vapor en calderas bagaceras, en la fermentación y destilación de alcoholes, en la elaboración de compost, en el control de los balances de fábrica, medición y ponderación, y en la mitigación de impactos del proceso.



Plántula de sorgo azucarado en su fase fenológica inicial, período crítico para la correcta implantación del cultivo.
Foto: gentileza CAPP.

Por último, la EEAOOC, además de participar activamente en las fases agrícola e industrial anteriormente mencionadas, también interviene en forma transversal a lo largo de todo el ciclo productivo mediante la realización de las pruebas y los análisis de laboratorio necesarios durante las dos etapas y aporta investigadores especializados principalmente en el área química y en microbiología agrícola e industrial.

RESULTADOS ESPERADOS

Los principales resultados del proyecto pueden asociarse, en primer lugar, con la obtención de bioetanol a partir de sorgo dulce, un producto con similares características al que se obtiene actualmente a partir de la caña de azúcar. Esta similitud permitiría, en principio, comercializar este producto, considerando que el mercado a satisfacer con bioetanol es el 5% del mercado actual de naftas de Argentina y que en 2011 la producción de etanol anhidro sólo cubrió la mitad de dicha demanda.

Una estimación conservadora de la productividad es de entre 45 y 50 litros de biocombustible por tonelada de tallo molido de sorgo, si bien existe la posibilidad de aumentar dicho rendimiento, al haberse logrado alcanzar en los ensayos realizados los 67 litros por tonelada. Un segundo resultado es la producción de energía eléctrica a partir de

la quema del bagazo, que permitirá satisfacer las necesidades energéticas internas de Azucarera Terán y generar un excedente eléctrico a ser volcado y comercializado en la red pública. En tercer lugar, se obtiene como subproducto la vinaza, que brinda la posibilidad de acceder a beneficios adicionales entre los que se encuentran su potencial como combustible junto al bagazo para obtener vapor y luego electricidad, o diferentes usos agrícolas (fertilizantes).

IMPACTO

El desarrollo de este proyecto prevé especialmente impactos económicos y medioambientales que están estrechamente vinculados entre sí. En particular, estos pueden evaluarse a partir de su contribución a la diversificación de la matriz energética nacional y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, la generación de bioelectricidad aporta capacidad adicional al SIN. Por otra parte, la posibilidad de cultivar el sorgo sacarífero hace que sea más sustentable el ciclo de la caña de azúcar



Labores de siembra directa de sorgo azucarado en la localidad de Graneros, Tucumán. Foto gentileza CAPP.

y de la soja. En este sentido, basta considerar que en Tucumán existen 270.000 hectáreas cultivadas con soja que podrían rotar con este nuevo cultivo, produciendo una notable mejora en la productividad de los suelos.

A su vez, tal como se mencionó anteriormente, al complementar la producción de bioetanol y cogeneración de energía eléctrica a partir de caña de azúcar con sorgo azucarado, se extiende el período de molienda de un ingenio, lo cual no solamente conlleva una mejor utilización de las instalaciones y equipamientos (que estarían trabajando desde marzo hasta octubre), sino que además reporta ventajas en términos de generación de puestos de trabajo.

En lo que respecta al desarrollo regional, el sorgo dulce también representa una alternativa potencialmente importante para agricultores que viven en zonas geográficas caracterizadas por la escasez de lluvias (incluida la provincia aledaña de Santiago del Estero) o por los riesgos de heladas. De esta manera, el desarrollo de este cultivo y sus potencialidades de industrialización en el ámbito energético representan una oportunidad de mayor desarrollo para Tucumán en particular, y para el NOA en general, donde hay aproximadamente 500.000 hectáreas aptas para dicho cultivo.

GRADO DE AVANCE

Desde que el Consorcio se puso en funcionamiento hasta este momento, se ha logrado una elevada ejecución presupuestaria, superior al 70%. El ingenio Santa Bárbara de la empresa Azucarera Terán adquirió dos equipos concentradores de jugos, operación necesaria a realizar debido a que la sacarosa del sorgo, a diferencia de lo que ocurre con la caña, no cristaliza. Tales equipos son críticos, ya que deben garantizar la capacidad de conservar el jugo hasta su fermentación. La empresa Zafra, por su parte, invirtió en equipos de transporte flexibles (carros auto-vuelco) y en orugas para las cosechadoras de caña. Dado que la época en la que se hace la cosecha del sorgo es anterior a la de la caña, y el terreno se encuentra sensiblemente más húmedo, se necesita que las máquinas estén preparadas para dichas condiciones. La EEAOC ha trabajado en forma conjunta con semilleros de sorgo en la búsqueda de material genético que tuviera las mejores condiciones

para los objetivos del proyecto y finalmente logró identificar dos variedades de sorgo dulce que presentan las características adecuadas, si bien se sigue investigando en el mejoramiento genético de las mismas. Además, ha utilizado el financiamiento para realizar inversiones, tanto en la ampliación de laboratorios (microbiología y calidad) como en invernaderos (para efectuar ensayos).

El proyecto ha logrado movilizar importantes recursos privados ya que las empresas participantes del CAPP han puesto a disposición una amplia área para siembra, tanto propia como de terceros, financiando en este segundo caso, los gastos en transporte, agroquímicos y semillas que fueron necesarios. Asimismo, el ingenio Santa Bárbara de la firma Terán realizó obras para adecuar el almacenamiento y los procesos de destilación, fermentación y deshidratado que se realizan internamente.

Si bien la parte agronómica está muy avanzada, la fase industrial sufrió retrasos por el clima, que ha representado un factor adverso para el proyecto, ya que en 2014 hubo una sequía muy pronunciada y en 2015 se está verificando un exceso de lluvias. No obstante, se espera llegar a la primera molinenda a mediados de 2015.

ENLACES ÚTILES

ZAFRA S.A.

www.zafrasa.com.ar

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES

www.eeaoc.org.ar

PLANTAS DE BIODIESEL MULTIPROPÓSITO SUSTENTABLES CON GENERACIÓN DE PRODUCTOS CON ALTO VALOR AGREGADO

DIRECTOR: ROBERTO MARIO SOTELO

FINANCIAMIENTO

MONTO TOTAL DEL PROYECTO: \$3.964.600

MONTO DEL SUBSIDIO ASIGNADO: \$1.453.400

MONTO CONTRAPARTE: \$2.511.200

INTEGRANTES DEL CAPP

- CREMER Y ASOCIADOS SA
- JUSTO Y MARTÍNEZ SACI
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL – REGIONAL AVELLANEDA Y DELTA
- MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA – GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

EL PROYECTO

Este proyecto busca desarrollar un método de producción de biodiesel en base a nuevos catalizadores con el objetivo de simplificar el proceso industrial, facilitar las etapas de separación de los productos, reducir costos en la producción, y lograr un proceso ambientalmente más limpio.

Los catalizadores considerados en este proyecto permiten, por un lado, ampliar el rango de materias primas utilizables y, por el otro, mejorar el desempeño productivo y ambiental, además de generar subproductos de mayor valor agregado respecto a los que se obtienen con los procesos actualmente en uso en Argentina. Más específicamente, los nuevos catalizadores sólidos desarrollados en el marco del proyecto permiten simplificar el proceso industrial, al aumentar la velocidad de las reacciones, trabajar en condiciones moderadas de temperatura, no generar agua de reacción ni usarla en lavados de purificación y reducir los tiempos de esto en los productos, a causa del menor contenido de jabones e impurezas. Además, los catalizadores se pueden reutilizar y la generación de un menor volumen de efluentes conduce a que los procesos productivos sean ambientalmente más limpios respecto a los prevalecientes. Como consecuencia de lo anterior y de la mayor rapidez de la transesterificación, en general, se obtiene un aumento considerable de la productividad diaria para un mismo tamaño de planta.

Inicialmente, se prevé la producción de biocombustible utilizando como materia prima al aceite de girasol. Sin embargo, el proyecto apunta a desarrollar una tecnología que sea compatible con el uso de aceites de diversos orígenes, entre ellos, aceites no comestibles o cuya composición no permita obtener biodiesel que cumpla con todas las especificaciones internacionales.

Es preciso tener en cuenta que el costo del aceite representa entre un 70 y un 90% del costo total de producción del biodiesel. Dado que los aceites no comestibles o poco empleados actualmente cuestan hasta un 40% menos que los comestibles o de uso industrial, su utilización como materia prima

Detalle de densitómetro. Indica el grado de calidad del aceite de maíz para su reutilización.

podría traducirse en costos de producto significativamente menores.

El ahorro de tiempo y energía y el aumento de la productividad que implican tanto el uso de los nuevos catalizadores, como de materias primas de diferente nivel cualitativo, genera una disminución de la escala mínima eficiente requerida por una planta productora. A su vez, la lógica productiva implícita supone menos espacio para almacenar materias primas y productos, lo cual conduce a que dicha tecnología sea compatible con instalaciones más pequeñas y adaptables a las necesidades de una PyME.

Los objetivos de este CAPP no se agotan con el desarrollo de un nuevo proceso industrial, sino que también se extienden a los subproductos del mismo. En primer lugar, el nuevo proceso productivo genera una glicerina cuya pureza (95% como mínimo) es sensiblemente mayor a la producida con los procesos actuales, haciendo posible que ese producto sea vendido a un mayor precio, por ejemplo, a la industria farmacéutica. En segundo lugar, más importante aun, se prevé emplear el biodiesel producido como materia prima para la producción de plastificantes naturales. Actualmente, el plastificante usado para el policloruro de vinilo (PVC) es el dioctilftalato y sus derivados, el cual enfrenta prohibiciones a nivel internacional por su riesgo cancerígeno, especialmente en productos como juguetes, caños, telas y accesorios que pueden estar en contacto con la piel. El biodiesel producido a partir de este proyecto puede ser el punto de partida para obtener otro producto de alto valor agregado: un derivado oleoquímico de ácidos grasos epoxidados que podría sustituir, como plastificante, a los ésteres de ácido ftálico.

Para el logro de estos objetivos, se ha organizado el desarrollo de las actividades del proyecto en tres etapas principales. La primera de ellas se asocia con la investigación y desarrollo para la construcción y optimización de los catalizadores. La segunda se vincula con el desarrollo de los plastificantes y los ensayos vinculados a los mismos. Por último, la tercera etapa comprende la construcción de la planta piloto, incluyendo el montaje y la puesta a punto de la misma.



Ensayo exploratorio, precalentamiento del aceite antes de agregar el catalizador.



Evaporador rotatorio.



Cavitador mecánico Hydrodynamics.

LÓGICA ASOCIATIVA DEL CONSORCIO

El consorcio que lleva a cabo este proyecto está integrado por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Regional Avellaneda y Delta, por el Ministerio de la Producción de la Provincia de Buenos Aires y por dos empresas, Justo y Martínez, y Cremer Asociados.

El CAPP está regido por una lógica basada en el desarrollo conjunto –especialmente en las dos primeras etapas descriptas– y esto se refleja en una dinámica colaborativa centrada en la interacción constante entre los miembros del consorcio. La organización interna prevista para llevar a cabo las actividades del proyecto se basa en una división en tres grupos. Cada grupo está conformado por miembros de las distintas organizaciones participantes, lo cual favorece una visión de trabajo integral y un intercambio constante de información entre científicos, técnicos, empresarios y administradores de todas las organizaciones. Cada uno de estos grupos se identifica con un área de trabajo: investigación y desarrollo, ingeniería de planta y gestión interinstitucional. Esta estructura sugiere la voluntad de realizar el proyecto considerando la heterogeneidad de los participantes y la complementariedad de sus saberes.

Las empresas que participan en el proyecto aportan importantes conocimientos al consorcio. La firma Justo y Martínez participa como inversora en el proyecto y aporta sus conocimientos técnicos y la experiencia que posee en el mercado de biocombustibles. Esta empresa está especializada en lubricantes, pero también posee vastos conocimientos en materia de biodiesel. Esta experiencia se refleja especialmente en los antecedentes de sus recursos humanos: su presidente es pionero en la elaboración, investigación y divulgación de los biocombustibles y, como parte de su actividad anterior a la desarrollada en esta firma, inauguró la primera planta de producción de biodiesel en la Argentina e instaló el primer surtidor de biodiesel en Sudamérica, en la provincia de Entre Ríos. Por su parte, Cremer y Asociados, posee plantas de producción de biodiesel en el área de Rosario y participa en el proyecto en los aspectos de gestión comercial y ventas, técnica y diseño, y soporte de laboratorio. De manera conjunta, ambas empresas han estimado realizar una inversión de 17.000.000 de pesos para la instalación de una planta a escala productiva y comercial que abar-

que tanto la producción de biocombustible, como la generación de productos oleoquímicos de alto valor agregado.

En tanto, la UTN participa a través de dos de sus Facultades Regionales. La Facultad Regional Avellaneda aporta personal científico y técnico en las áreas de I+D (realizando tareas tales como el estudio del proyecto, el diseño del método a utilizar, las pruebas a nivel de laboratorio de los materiales, las condiciones de reacción y purificación, los métodos de producción, los métodos de análisis de materias primas, las características de los productos intermedios y el control de calidad del producto terminado, la colaboración en la puesta en marcha y control del proceso, y el diseño de nuevos catalizadores). La Facultad Regional Delta, por su parte, está vinculada con la confección de la hoja de especificaciones, la memoria de cálculo de diseño de las unidades productivas (ingeniería de proceso, diseño mecánico, eléctrico e instrumental), la confección de listados de materiales y supervisión de la construcción de equipos, los montajes y la puesta en marcha.

Si bien hay una división entre I+D y actividades de planta, esto no parece reflejar, como en otros proyectos, una división de trabajo entre representantes del sector público y el sector privado. Efectivamente, ambos grupos están compuestos tanto por integrantes de la UTN como de las dos empresas, siendo esta relación el elemento más valioso del proyecto.

El Ministerio de Producción de la Provincia de Buenos Aires está presente solamente en el tercer grupo, el de gestión interinstitucional, y participa en el proyecto aportando personal experto en planes de negocios, análisis de mercado y gestión de proyectos tecnológicos. A su vez, este organismo es el encargado de gestionar la instalación de la futura planta de biodiesel en la Municipalidad de Bahía Blanca, lugar en el que se encuentra la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI), importante instituto del CONICET.

Merece ser destacado el rol activo de la parte privada en la generación del conocimiento, un rasgo que sin duda enriquece la interacción con la fuente pública, la UTN. La experiencia y los conocimientos previos son fundamentales para el desarrollo del proyecto. En particular, sobresale la experiencia en catálisis que posee la UTN y los

resultados obtenidos por Justo y Martínez en el uso de catalizadores sólidos para producir biodiesel. Asimismo, se subraya la importancia de los vínculos previos, dado que esta misma empresa asesora a Cremer y Asociados en temas de biocombustibles y posee un convenio de colaboración mutua con la UTN.

RESULTADOS ESPERADOS

El principal resultado esperado de este proyecto, como ya se mencionó, es el desarrollo de un nuevo proceso para la producción de biodiesel con características diferenciales a los utilizados actualmente, que permita aumentar la cantidad y la calidad del biodiesel producido en Argentina.

Se prevé que esta tecnología, además de ser explotada por las firmas del CAPP, sea protegida a través de derechos de propiedad intelectual y pueda ser comercializada a otras empresas locales o extranjeras, a través de contratos de licencia.

Otro resultado importante es la generación de subproductos con valor agregado. Por un lado,

una glicerina más pura y de mayor valor que la que se obtiene actualmente. Por el otro, un plastificante que además de ser beneficioso desde el punto de vista sanitario y medioambiental, se basa en una materia prima que abunda en el país, como lo es el aceite vegetal.

IMPACTO

Los impactos de este proyecto son múltiples y en diferentes ámbitos, siendo los principales los ambientales y los económicos vinculados al ahorro u optimización de recursos. Desde el punto de vista medioambiental, en primer lugar, la mejora en los procesos de producción de biodiesel se podría reflejar en la sustitución de combustibles de origen fósil, contribuyendo de esta manera a la diversificación de la matriz energética argentina. En segundo lugar, el proceso productivo en sí mismo es más ecológico respecto a los existentes, en tanto genera menos efluentes y demanda menos uso de agua. En tercer lugar, en la medida en que se logre producir plastificantes a partir de aceites vegetales, se estará aportando una solución a los problemas ambientales y sanitarios que conllevan los plastificantes derivados de productos petroquímicos.



Personal del laboratorio de la UTN Facultad Regional Avellaneda y cromatógrafo de alta presión, insumo comprado en el marco del CAPP.

Desde una perspectiva económica, la tecnología a desarrollar en la producción de biodiesel es compatible con escalas productivas más pequeñas y con el uso de aceites de menor importancia comercial (como algodón, ricino, entre otros).

Como consecuencia, en términos territoriales, tales aspectos representan una oportunidad para el fomento de las economías regionales y de determinados cultivos que pueden constituirse en materias primas para el proceso industrial. Asimismo, representan una oportunidad para la creación o el fortalecimiento de empresas PyME en el interior del país dedicadas a la producción de biocombustibles, en tanto estas tecnologías pueden adecuarse al contexto ofrecido por distintas provincias.

Actualmente, el mercado argentino, a raíz de la legislación vigente sobre composición de naftas, requiere 1.300.000 toneladas de biodiesel y las PyME sólo abastecen un 20% de ese total; el 80% restante es provisto por las grandes aceiteras. Este proyecto permitiría el ingreso de nuevos actores productivos de menor tamaño a dicho mercado.

Finalmente, en términos comerciales, el desarrollo de las tecnologías descriptas por parte del CAPP puede implicar sustitución de importaciones, no sólo en lo que respecta a los catalizadores que se fabricarán localmente, sino también a partir de la sustitución del dioctilftalato importado por los nuevos plastificantes generados. Por el lado de las exportaciones, si bien el proyecto no lo prevé de forma directa, la tecnología productiva desarrollada por el CAPP podría exportarse a otros países productores de biodiesel que en su mayoría aun no la generan, lo cual podría complementarse con la exportación del plastificante que sería novedoso a nivel regional y mundial.

la compra de bienes de capital y la cobertura de gastos administrativos.

Si bien los avances en el aspecto productivo son aun parciales, se han alcanzado resultados importantes a nivel de laboratorio, cuyo grado de avance se estima en un 70%. Específicamente, se ha logrado fabricar dos catalizadores que son muy buenos en cuanto a su eficiencia física y química y permiten obtener reacciones rápidas. Actualmente, se está trabajando en mejorar ulteriormente tales catalizadores, para poder recuperarlos al 100% luego de la reacción, y se continúa en las tareas de desarrollo de otros catalizadores.

Se han realizado varias inversiones, tales como: cromatógrafos, tanques, filtros, calderas, intercambiadores y un reactor acomodado a planta, entre otros. Sin embargo, los resultados obtenidos en laboratorio aún no se han podido probar a nivel de planta industrial ya que las instalaciones se encuentran construidas parcialmente.

Por último, si bien todavía no hay patentes solicitadas (motivo por el cual no hay publicaciones disponibles), junto a ese proyecto se está realizando una tesis de doctorado, cumpliendo con las metas planteadas del proyecto.

ENLACES ÚTILES

CREMER Y ASOCIADOS SA
www.cremer.com.ar

JUSTO Y MARTÍNEZ SACI
www.jymasa.com.ar

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
REGIONAL AVELLANEDA**
www.fra.utn.edu.ar

**MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA –
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**
www.mp.gba.gov.ar

GRADO DE AVANCE

Este proyecto comenzó a desarrollarse en 2013 y cuenta actualmente con un bajo porcentaje de ejecución (menos del 40%), que se concentra en

