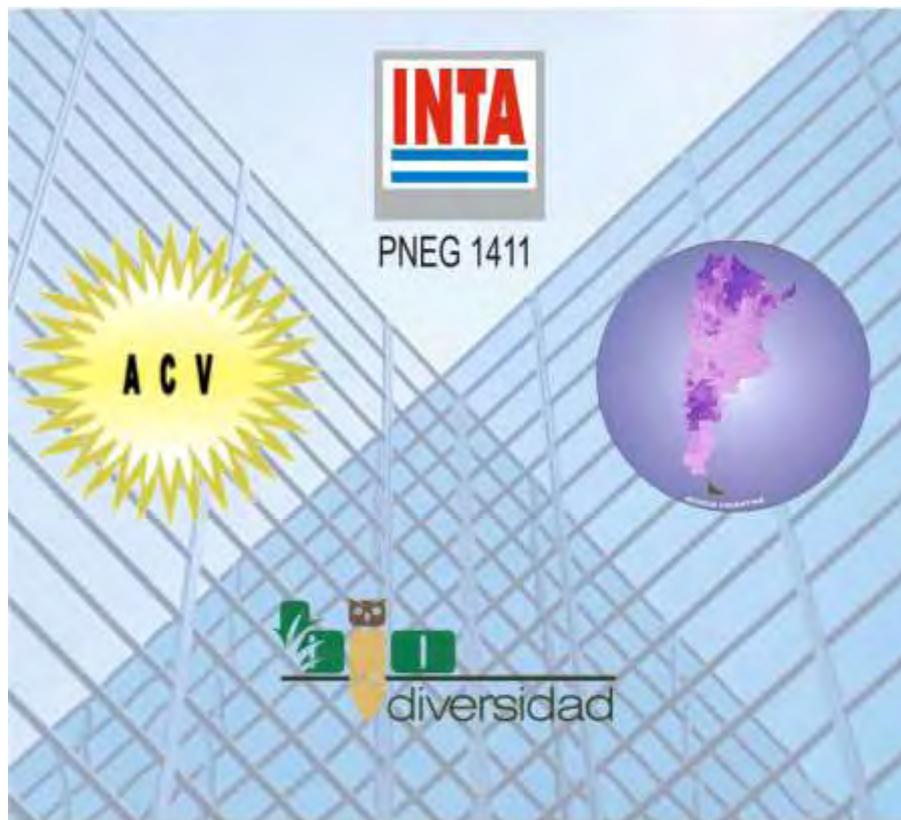


PNEG 1411

2009 - 2011

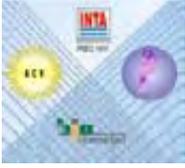


*Residuos y cultivos agrícolas para la
producción de bioenergía*

1° de diciembre de 2011

Indice

Resumen ejecutivo	1
Listado de participantes PNEG 1411	2
Reconocimiento	8
Gestión de la Coordinación del PNEG 1411	9
Balance energético, estudios de eficiencia y medición de emisión de gases de efecto invernadero	21
Evaluación de impactos de la expansión de cultivos para la generación de bioenergía sobre la agro-diversidad y los servicios ecológicos	28
Area de Transferencia de Tecnología del Instituto de Clima y Agua, INTA – Castelar	31
Laboratorio de Biocombustibles	37
Sustentabilidad de la producción de bioetanol de caña de azúcar en la Argentina	43
Módulo de Cártamo: informe final de los avances alcanzados	55
Cultivo de colza	61
Evaluación de camelina sativa	72
Evaluación de Brassica carinata como materia prima para la producción de biodiesel	77
Producción de colza bajo riego en Mendoza	82
Pasto Varilla, cultivo bio-energético	89
Remolacha azucarera para Biocombustibles	91
Sorgo como cultivo Bioenergético	98
Topinambur: implicancias de su uso como cultivo energético	104
Estudios prospectivos sobre nuevas especies con potencial bioenergético	111



RESUMEN EJECUTIVO

La innovación tecnológica es la base de la diferenciación que permite lograr eficiencia en la producción y competir en los mercados. Para lograr ciclos de innovación se necesita desarrollar la tecnología adecuada para la solución del problema y contar con un sistema de extensión que haga llegar la misma a la audiencia atendida para su aplicación.

Actualmente, se sabe que la rentabilidad de la empresa no sólo depende de su eficiencia, sino también de las competencias que tiene el territorio en la cual está inserta para ayudar a toda la cadena de valor. Por eso actualmente lo que se busca es hacer competitivo el territorio generando conglomerados de empresas (“clúster”) que actúen localmente y capacitando a la comunidad para que pueda insertarse en los empleos generados por estas cadenas. También se busca cuidar los recursos naturales para lograr una producción sustentable.

El proyecto PNEG 1411, dividió su trabajo en investigación y extensión para acompañar la propuesta Institucional de hacer competitivo el territorio nacional considerando las distintas características de las regiones.

La elaboración de biocombustible a partir del sistema de la soja es de gran eficiencia y su comercialización al exterior logra importantes rentabilidades para las empresas y el país. El riesgo que tiene esta cadena son las barreras para-arancelarias, especialmente ambientales, que le ponen los mercados internacionales para limitar la competencia de nuestro producto. Por este motivo se generó información de impacto ambiental de toda la cadena para distintas zonas productivas y se incorporó a un sistema de información geográfico. Esto permitió defender al país en distintos encuentros internacionales de comercio exterior.

Por otro lado se estudiaron las posibilidades de producción primaria de distintos cultivos energéticos, buscando potenciar la rentabilidad y sustentabilidad de productores con la alternativa de diversificación de mercados para sus productos. En otros casos como la introducción de colza bajo riego en Mendoza se buscó aprovechar las numerosas hectáreas abandonadas y acompañar a los gobiernos municipales en el desarrollo local a través de la cadena de biodiesel con aceite de esta semilla oleaginoso.

Otro caso para destacar es en la provincia de Tucumán, con la utilización del rac de la caña de azúcar (que es quemado por los productores generando una importante contaminación ambiental y daños a la población) para la fabricación de briquetas, producto orgánico con grandes posibilidades de ser exportable al primer mundo.

La integración con otros proyectos institucionales y de otras instituciones, especialmente las universidades, permitieron potenciar resultados, capacitar y abrir nuevas líneas de investigación.

La integración con actores locales como municipios, empresas nacionales o internacionales fue una constante del proyecto que permitió desarrollar tecnología en los distintos territorios del país y atender la demanda sentida de la comunidad en la solución de problemas.

Este proyecto en sus primeros 3 años, ha logrado organizar un equipo de profesionales internos y externos y articular redes que permitieron solucionar problemas y potenciar cadenas de valor que pueden cumplir con los objetivos institucionales de equidad, cuidado del ambiente y competitividad.

Listado de participantes del PNEG 1411

*Residuos y cultivos agrícolas tradicionales para
la producción de bioenergía*

	<p>Caña de azúcar Referente: Ing. Agr. Alejandro Valeiro E.E.A. Famaillá Te.: (03863)-461048 - Int. 103 E-mail: avaleiro@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Caña de azúcar Ing. Agr. Roberto Sopena E.E.A. Famaillá Te.: (03863)-461048 - Int. 138 E-mail: rasopena@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Caña de azúcar Enrique Fernández de Ullivarri E.E.A. Famaillá Te.: (03863)-462205 - 461048 - Int. 139 E-mail: eullivar@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Caña de azúcar Martín Acreche E.E.A. Famaillá Te.: (03863)-462205 - 461048 E-mail: macreche@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Caña de azúcar Juan Vallejo E.E.A. Famaillá Te.: (03863)-461048 - Int. 139 E-mail: jvallejo@correo.inta.gov.ar</p>

	<p>Caña de azúcar Cosme Cusumano A.E.R. Simoca E-mail: ccusumano@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Cártamo Referente: Ing. Agr. Julio Rivas E.E.A. Hilario Ascasubi Te.: (02928) 491-141/011 E-mail: jrivas@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Cártamo Ing. Agr. Arturo Dughetti E.E.A. Hilario Ascasubi Te.: (02928) 491-141/011 E-mail: adughetti@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Colza Referente: Ing. Agr. Liliana Iriarte E.E.A. Barrow Te.: (02983) - 431081/83 Int. 45 E-mail: liriarte@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Colza Ing. Agr. Cristian Appella E.E.A. Barrow Te.: (02983) - 431081/83 Int. 45 E-mail: cappella@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Colza bajo riego Referente: Ing. Agr. Jorge Silva Colomer E.E.A. Junín Te.: (02623)-420296 E-mail: jsilvacolomer@correo.inta.gov.ar</p>

	<p>Laboratorio y plantas piloto Bact. Mariana Alegre E.E.A. Pergamino Te.: (02477)- 439000 Int. 158 E-mail: malegre@pergamino.inta.gov.ar</p>
	<p>Laboratorio y plantas piloto Lic. Pablo Copia E.E.A. Pergamino Te.: (02477)- 439000 Int. 158 E-mail: pcopia@pergamino.inta.gov.ar</p>
	<p>Pasto varilla Referente: Ing. Agr. Horacio Petruzzi E.E.A. Guillermo Covas Te.: (02954) – 495057 Int. 127 E-mail: hpetruzzi@anguil.inta.gov.ar</p>
	<p>Remolacha azucarera Referente: Ing. Agr. Roberto Martínez E.E.A. Valle Inferior Te.: (02920) 423474/420919 E-mail: rsmartinez@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Remolacha azucarera Ing. Agr. Francisco Margiotta E.E.A. Valle Inferior Te.: (02920) 423474/420919 E-mail: fmargiotta@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Remolacha azucarera Ing. Agr. Lucio Reinoso E.E.A. Valle Inferior Te.: (02920) 423474/420919 E-mail: lreinoso@correo.inta.gov.ar</p>

	<p>Sorgo azucarado Referente: Ing. Agr. Laura Giorda E.E.A. Manfredi Te.: (03572) 493053/58/61 – Int. 143 E-mail: lauramariagiorda@gmail.com</p>
	<p>Topinambur Referente: Julio C. Mombelli E.E.A. Manfredi Te.: (03572) 493053/58/61 E-mail: jcmombelli@manfredi.inta.gov.ar</p>
	<p>Módulo 2: SIG Referente: Lic. Stella Maris Carballo Instituto de Clima y Agua Te.: (011) 4621-1463/1684 Int. 114 ó 129 E-mail: scarballo@cnia.inta.gov.ar</p>
	<p>Módulo 2: SIG Lic. Alicia Anschau Instituto de Clima y Agua Te.: (011) 4621-1463/1684 Int. 114 ó 129 E-mail: aanschau@cnia.inta.gov.ar</p>
	<p>Módulo 2: SIG Ing. Agr. Silvia Falasca Instituto de Clima y Agua - CONICET Te.: (011) 4621-1463/1684 Int. 114 ó 129 E-mail: sfalasca@conicet.gov.ar</p>
	<p>Submódulo 1.2: Biodiversidad Referente: Ing. Agr. María Elena Zaccagnini Instituto de Recursos Biológicos Te.: (011) 4481-2360 Int. 106 E-mail: mzaccagnini@cnia.inta.gov.ar</p>
	<p>Submódulo 1.2: Biodiversidad Lic. Laura Solari Instituto de Recursos Biológicos Te.: (011) 4481-2360 Int. 106 E-mail: lsolari@cnia.inta.gov.ar</p>

	<p>Submódulo 1.2: Biodiversidad Lic. Lorena Herrera E.E.A. Balcarce - FAUNMP Te.: (02266) 439100 int 757 E-mail: lorenaherrea222@yahoo.com.ar</p>
	<p>Coordinadora PNEG 1411 Ing. Agr. Lidia Beatriz Donato Instituto de Ingeniería Rural Te.: (011) 4665-0495/0450/2115 – Int. 116 E-mail: ingdonato@cnia.inta.gov.ar</p>
	<p>Submódulo 1.1: ACV Referente: Ing. Amb. Ignacio Huerga E.E.A. Oliveros Te.: (03476) 498010 Int. 14 E-mail: ihuerga@correo.inta.gov.ar</p>
	<p>Submódulo 1.1: ACV Ing. Amb. Mariano Butti Instituto de Ingeniería Rural Te.: (011) 4665-0495/0450/2115 E-mail: mbutti@cnia.inta.gov.ar</p>
	<p>Submódulo 1.1: ACV Ing. Agr. Jorge Smith Instituto de Ingeniería Rural Te.: (011) 4665-0495/0450/2115 – Int. 114 E-mail: jsmith@cnia.inta.gov.ar</p>
	<p>Prensa, Difusión y Comunicación Institucional Sra. Gabriela Menichetti Instituto de Ingeniería Rural Te.: (011) 4665-0495/0450/2115 Int. 115 E-mail: gmenichetti@cnia.inta.gov.ar</p>



Responsable de Biblioteca
Bib. Adriana Peralta
Instituto de Ingeniería Rural
Te.: (011) 4665-0495/0450/2115 –Int. 125
E-mail: aperalta@cnia.inta.gov.ar



Submódulo 1.1: ACV
Sra. María Ruiz
Instituto de Ingeniería Rural
Te.: (011) 4665-0495/0450/2115
E-mail: mjruiz@cnia.inta.gov.ar



PNEG 1411

“Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía”

RECONOCIMIENTO

A mediados del 2008, comenzaba a gestarse el PNEG 1411. Por ese entonces, un pequeño grupo de personas soñaba a lo grande con esta propuesta casi loca de cultivos y residuos energéticos.



Francisco Borrás

De dicho grupo, participaba el Ing. Qco. Francisco Borrás (Pancho, como le dicen sus amigos y colegas cariñosamente), de la EEA Pergamino. Mentor del Mega Laboratorio que hoy ya es un hecho en esa experimental y creador de una planta piloto a escala laboratorio para la producción de bioetanol, que ya se encuentra en marcha.

Quiero destacar, que este HOMBRE de bien, nos dejó como enseñanza su humildad, responsabilidad y compromiso pero también dejó a la institución un bagaje de conocimiento producto de años de investigación y trabajo.

Hoy Francisco se encuentra disfrutando del beneficio de la jubilación, pero como nunca vamos a dejar de pertenecer a la familia de INTA, él sigue ayudando a quienes tenemos alguna consulta para hacerle.

Por todo esto quiero agradecer, a este INTANAUTA, todo el apoyo y el aliento que me ha dado a lo largo de los tres años y medio que llevo como coordinadora de este interesante proyecto.

Francisco, gracias otra vez, ha sido un placer haberte tenido en el equipo, te deseo lo mejor, con cariño.

Ing. Lidia Donato
Coord. del PNEG 1411



Gestión de la Coordinación del PNEG 1411

2009:

➤ Primer taller del PNEG 1411

Se realizó del 11 al 13 de marzo del 2009, en las instalaciones de INTA Chile, se dividió en dos secciones:

JORNADAS CERRADAS:

Realizadas los dos primeros días, con la presencia del Coordinador del PN de Energía, Coordinadora PE, responsables de módulos, referentes de los distintos cultivos y participantes. Total 25 profesionales.

JORNADA ABIERTA:

Realizada el último día, con la presencia de participantes INTA e invitados extra INTA:

Ing. Agr. Jorge Hilbert: Coordinador Programa Nacional de Bioenergía

Ing. Qco. Carlos Querini: INCAPE.

Dra. Marcela Sánchez: Instituto de Recursos Biológicos

Ing. Agr. Laura Alturria: Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo

Ing. Agr. Susana Feldman: Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Rosario

Ing. Agr. Pablo Arena: UTN - Regional Mendoza

Dr. Steffen Gruber: GTZ - Alemania

Ing. Martín Fraguío: MAIZAR

Lic. Julián Martínez Quijano: MAIZAR

Raúl Bernardi: CARBIO

Nicolás Takashima: SYNGENTA

Jacinto Romero: Municipalidad de Junín - Mendoza



- Se elaboró un CD con toda la información surgida del "1° Taller de vinculación entre referentes, responsables de módulo, participantes extra INTA y coordinador del PE". Se elaboró hoja informativa del PNEG 1411 para difundir en Expoagro 2009. Se asistió al Segundo Encuentro Latinoamericano de Economía de la Energía (2° ELAEE); en Santiago de Chile del 22 al 24 de marzo de 2009 con presentación de trabajo. Se realizó una recorrida por distintas instituciones de Mendoza asociadas al PNEG 1411.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



- El 16 de octubre la Gerencia de Control y Evaluación realizó la Visita in Situ del PNEG 1, donde estaba incluido el PNEG 1411, cuyo informe fue el siguiente:

Se destaca la esmerada gestión interna por parte la coordinadora del proyecto a través de una fluida comunicación entre los participantes y del seguimiento preciso de la ejecución presupuestaria del proyecto. Asimismo se observa el adecuado uso de las herramientas de control de gestión: PAA y TCT.

En cuanto a la articulación con proyectos afines, se observa una fuerte interacción con los mejoradores de cereales y oleaginosas en especial en sorgo, girasol y maíz.

En el aspecto de relaciones interinstitucionales se destaca el convenio celebrado con la Universidad Tecnológica de Mendoza, la cual capacitará en el uso de la metodología y software del análisis de ciclo de vida.

En términos generales las actividades se están desarrollando conforme a lo planificado en el PAA y se encuentran adecuadamente informadas en el TCT.

Se destaca la muy buena articulación con el INCAPE (Instituto de Investigaciones en catálisis y petroquímica, Santa Fe) para la puesta a punto de las técnicas analíticas.

En el módulo 2 SIG, se destaca la importancia de la participación del equipo técnico como representantes nacionales en los foros internacionales donde se discute el status de Argentina entre países competidores como productores de biocombustibles.

El desafío es contar con las capacidades para analizar el efecto climático debido al cambio en el uso de la tierra. Se destaca que para contar con estudios calificados en esta temática se requieren herramientas adecuadas que cuenten con el consenso de técnicos locales. El uso de imágenes a escala insuficiente para una interpretación adecuada en la identificación de los diferentes usos del suelo, produce trabas a la probabilidad de comercialización de nuestros productos.

Se ha terminado con la etapa de la elaboración de los mapas de aptitud agroecológica y aptitud física, legal y económica para cada uno de los 11 cultivos que integran el proyecto, a escala 1:500.000. Se ha comenzado el mapeo a mayor escala de los diferentes cultivos con una bajada a nivel provincial con información proveniente de organismos provinciales.

- Se presentó en el espacio de INTA en AGROACTIVA 2009, el stand de BIOENERGÍA, con póster, folletos y maquetas de difusión. Se recibieron numerosas consultas sobre los distintos módulos y cultivos involucrados en el PNEG 1411.



- La Coordinación visitó la EEA de Famallá con la responsable de Prensa, Difusión y Comunicación Institucional, realizando las siguientes actividades: planificación a futuro; capacitación a técnicos en el uso del Costo Maq; evaluación de distintas formas de difusión del tema; visita a parcelas experimentales, conocimiento de funcionamiento de la máquina para la fabricación de briquetas a partir del rack. Con la Dirección de la EEA, Ing. Agr. Horacio Jañez, se discutieron distintos aspectos del proyecto. Visita a la AER de Simoca y a una planta de producción de miel de caña. Visita a dos empresas citrícolas que implementan el sistema de producción de biogás con los residuos de la industria.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



- El 17/12/2009 La Coordinación visitó la EEA de Valle Inferior del Río Negro con la responsable de Prensa, Difusión y Comunicación Institucional. Junto con los profesionales participantes del proyecto, se realizó una reunión con el Ministro de Producción de la Provincia de Río Negro, Agrimensor Juan Accatino y con el Secretario de Producción Ing. Agr. Humberto Iglesias. De dicha reunión se explicitó un apoyo de la provincia a los trabajos en cultivos para biocombustibles, como así también en la necesidad de implementar plantas de producción de bioetanol y biodiesel en pequeñas escalas. Remarcando el Ing. Iglesias de lo importante que sería poder hacerlo a partir de remolacha azucarera. (<http://www.anbariloch.com.ar/noticia.php?nota=12104>)

Se planteó un grupo de trabajo entre INTA, provincia de RN y la Universidad de Río Negro; para lo cual se realizó por la tarde una reunión con el Director de la EEA Valle Inferior del INTA, Ing. Agr. Jorge Reynals y con el Vice Decano de la Universidad de Río Negro, Ing. Agr. Roberto Melchor Martínez.



- La Coordinación junto con la responsable de Prensa, Difusión y Comunicación Institucional visitaron las EEAs de Anguil, Pergamino, Manfredi, Barrow, Hilario Ascasubi, realizando las siguientes actividades: tareas realizadas en el año, evaluación de distintas formas de difusión del tema, visita a parcelas experimentales dentro y fuera de las EEAs y planificación a futuro.



- UVISA – Reunión con el Dr. Sergio Montico, Director Proyecto Manejo de Tierras de la UNR. Determinación de posibles actividades en conjunto entre ambos proyectos e inserción al PNEG 1411 como contraparte extra INTA.
- INCAPE – Visita los laboratorios relacionados al INCAPE dentro de la Facultad de Química de la UNL. Reunión con el Ing. Qco. Carlos Querini e Ing. Amb. Ignacio Hueriga.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



2010:

➤ EXPOAGRO 2010 – BARADERO – Pcia. Buenos Aires. 3 al 6 de marzo de 2010.

PRINCIPALES LOGROS O RESULTADOS ALCANZADOS

Visita del Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, que nos saludó personalmente y nos felicitó por lo que el INTA hace en el tema de Bioenergía, la cartelería reflejaba todas las líneas de acción del Programa Nacional.



Hemos recibido la visita de nuestro presidente y vice, Ings. Agrs. Carlos Casamiquela y Luis Basterra respectivamente, como así también del Director Nacional, Ing. Agr. Néstor Oliveri; la DNA de Planificación, Seguimiento y Evaluación, Ing. Agr. Susana Mirassou; la Coordinadora Nacional de I & D. Dra. Norma Pensel y el Gerente de Control de Gestión, Ing. Agr. Carlos Senigagliesi, el Director Regional Buenos Aires Norte, Ing. Agr. Rolando Hernández, entre otros.

Además del stand, con todas las semillas, plantas y subproductos, que pudimos recolectar, presentamos el video elaborado por el laboratorio de Pergamino, la máquina briqueteadora de caña de azúcar de Famaillá, las ppts del primer taller y la maqueta de una planta de biodiesel de Bioen. Compartimos nuestro espacio con los profesionales del INTI en el tema biogás, creo que es la primera vez que ambas instituciones se presentan juntas en un evento, para beneplácito de nuestras autoridades.



A las autoridades de INTA se les entregó una carpeta con todas las hojas informativas de cada producto del pNEG 1411, folletos, IDIA y Wisdom. Es por eso que tanto el Vicepresidente del INTA, el Director Nacional y el Gerente de Control de Gestión nos pidieron que les recordáramos en esta semana, vía electrónica, la fecha de nuestro taller para visitarnos, porque quedaron muy interesados en conocerlos personalmente y compartir un tiempo con todos para hablar sobre el proyecto y otras cosas.

Se atendieron consultas relacionada a la temática.

COMENTARIOS



Nuestra presencia en la ExpoAgro ha superado todas nuestras expectativas, porque como grupo de trabajo hemos podido reflejar nuestro funcionamiento y todos los productos obtenidos durante el 2009.

Hemos recibido las felicitaciones de nuestras máximas autoridades, compartido el stand con INTI y difundido la temática al sector a través de numerosas consultas. Esto era necesario, porque a partir del 1° de enero de este año, entró en vigencia la Ley Ley 26093 "Regulación y promoción para la producción y uso sustentable de biocombustibles", donde el INTA tuvo un importante papel.

➤ 2° TALLER PNEG 1411 – INTA Cerviño. 16 al 18 de marzo de 2010



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



PRINCIPALES LOGROS O RESULTADOS ALCANZADOS



Visita del Director Nacional, Ing. Agr. Néstor Oliveri; la DNA de Planificación, Seguimiento y Evaluación, Ing. Agr. Susana Mirassou; Gerente de Presupuesto y Finanzas, Lic. Miguel Machi y Lic. Alicia Granger de la Gerencia de Control de Gestión.

Se realizó una visita in situ de la Gerencia de Control de Gestión (no pauta con anterioridad), recibiendo los siguientes comentarios, entre otros:

“Se destaca el esfuerzo de la Coordinación del PE por lograr eficiencia y eficacia en todas las presentaciones de las principales actividades y resultados alcanzados por los diferentes equipos técnicos, en un clima de diálogo y construcción de conocimientos.

Las actividades se están desarrollando conforme a lo planificado en el PAA y se encuentran adecuadamente informadas en tiempo y forma en el TCT.

Se recomienda:

Continuar con el estilo de gestión implementado, a partir del cual se observa gran intercambio de experiencias e interés de los diversos equipos de trabajo”.



COMENTARIOS

Se cumplieron con todos los objetivos previstos para el Taller, con la asistencia de casi la totalidad de los participantes del PNEG 1411.

Contar con la presencia de nuestras máximas autoridades y poder intercambiar opiniones con ellos, fue un gran incentivo para todo el grupo de trabajo, en especial para la Coordinación del PE fue muy importante el lograr su interés por la temática ya instalada en la Institución.



- La Coordinación junto con la responsable de Prensa, Difusión y Comunicación Institucional, visitaron la provincia de Mendoza, realizando las siguientes actividades.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



- EEA Junín:
 - Entrevista con el Director de la EEA, Ing. Agr. Guillermo Salvarredi
 - Entrevista con el Sr. Jacinto Romero de la Municipalidad de Junín.
 - Entrevista con el Cdor. Fabián Guñazú, del Senado Nacional.
 - Recorrida por la EEA, a cargo del Ing. Agr. Horacio Marín.
- UTN – Regional Mendoza.



Reunión con los Dres. Pablo Arena y Bárbara Civit, trabajo conjunto sobre ACV. Participación en el PICT-2010-2654 – “Determinación del perfil ambiental del biodiesel a partir de soja como materia prima, mediante el Análisis de Ciclo de Vida con consideración explícita de los impactos por uso del suelo, uso del agua y cambio climático”, como miembro del grupo colaborador



- Facultad de Filosofía y Letras – UNCuyo

Se asistió a la Jornada de Referencia y se visitaron parcelas experimentales de topinambur y salicáceas para la producción de pellets, en la Facultad de Ciencias Agraria.



- Entrevista con el Sr. Oscar González, director de la Revista Campo Andino, para nota a publicarse en el diario Los Andes – Sección fincas. Entrevista para radio local.

➤ Se presentó en el espacio de INTA en AGROACTIVA 2009, el stand de BIOENERGÍA, con póster, folletos y maquetas de difusión. Se recibieron numerosas consultas sobre los distintos módulos y cultivos involucrados en el PNEG 1411. Se destaca la presencia en el stand del Sr. Ministro de Agricultura Ganadería y Pesca, Julián Domínguez, quien se interiorizó del tema y felicitó a los miembros del satnd.



➤ **3° TALLER PNEG 1411 - INTA Cerviño. 14 al 16 de setiembre de 2010**



De acuerdo a lo programado, se realizó el segundo taller anual del proyecto, con la asistencia de todos los participantes. Se trabajó con la misma metodología empleada en el taller anterior.

➤ Durante el 2010 se visitaron las EEAs de Junín, Barrow, Hilario Ascasubi y Valle Inferior del Río Negro. Las autoridades de las unidades visitadas resaltaron y agradecieron la visita de la Coordinación del Proyecto, pues la consideraron muy útil para el



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



relacionamiento institucional, entre las estructuras de línea y las programáticas. Son muy pocos y en algunos casos nulo este tipo de intercambio. Actuando de esta forma se logra la integridad del grupo de trabajo, ya que los participantes se sienten respaldados por la Coordinación del Proyecto y a su vez las autoridades de las unidades toman conocimiento del aporte que sus profesionales hacen a las líneas programáticas, en este caso la bioenergía. Se concretaron y surgieron nuevas ideas, para el desarrollo de actividades futuras, intra y extra INTA.

EEA Barrow

La Coordinación junto con la responsable de Prensa, Difusión y Comunicación Institucional se reunió con la Ing. Agr. Laura Iriarte, referente de los cultivos de colza y girasol, realizando las siguientes actividades: tareas realizadas en el año, estado presupuestario, tablero de control, elaboración del balance energético, visita a parcelas experimentales y planificación a futuro, principalmente nuestra participación en el INTA Expone 2011. Se aprovechó la oportunidad de concretar una entrevista con el Director de la EEA, Ing. Agr. Carlos Luis Bertucci, al cual se le informó sobre el desarrollo del PE en particular y del PN en general, destacando el valioso aporte que hacen los profesionales bajo su dirección al funcionamiento del proyecto.



EEA Hilario Ascasubi

En esta experimental se trabajó con los Ings. Agrs. Julio Rivas y Arturo Dughetti, referente y especialista en plagas y enfermedades en cártamo, respectivamente, realizando las mismas actividades ya descriptas. Nos entrevistamos en esta ocasión con el Ing. Agr. Alberto Perlo, Director de la Experimental y la Coordinadora de Investigación, Ing. Agr. (MSc) Josefina Marinissen, manteniendo una reunión del mismo tenor que en la EEA de Barrow.

EEA Valle Inferior del Río Negro

En esta unidad se trabajó con el grupo de remolacha azucarera, formado por los Ings. Agrs. Roberto Martínez (referente), Francisco Margiotta, Lucio Reynoso y Técnico Jorge Travaglio, desarrollando las mismas actividades que en las anteriores experimentales, pero se incorporaron al grupo los Ings. Santiago Magnisu del Departamento Provincial de Aguas (DPA) y Emilio Gagey de la Escuela Secundaria de Formación Agraria (ESFA), con los cuales se trató posibles actividades conjuntas a desarrollar en el futuro. Tuvimos la visita del



Director de la Experimental, Méd. Vet. Jorge Reynal, con el cual se tocaron temas relacionados a la bioenergía, presente y futuro.



COMENTARIO: Las autoridades de las unidades visitadas resaltaron y agradecieron la visita de la Coordinación del Proyecto, pues la consideraron muy útil para el relacionamiento institucional, entre las estructuras de línea y las programáticas. Son muy pocos y en algunos casos nulo este tipo de intercambio.

2011

➤ EXPOAGRO 2011 – BARADERO – Pcia. Buenos Aires. 3 al 6 de marzo de 2011.

En el marco de las exposiciones, este año el Programa Nacional de Bioenergía del INTA, tuvo el privilegio de participar como invitado, en el "Parque de la Energía", parcela temática de Expoagro 2011.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



En el stand se pudo apreciar la interesante propuesta del PE Agricultura Familiar y Desarrollo Rural e IPAF Región Pampeana, que presentaron: biodigestor como fuente alternativa de energía y tratamiento de desechos en escuelas rurales, cocinas, hornos, calefones y bombas de agua a energía solar, como así también la propuesta del PNEG 1411 Residuos y cultivos para la producción de bioenergía, con su coordinadora, Ing. Agr. Lidia DONATO y equipo, quienes brindaron información relacionada a la producción de biodiesel y bioetanol a partir de caña de azúcar, cártamo, colza, colza bajo riego, pasto varilla, remolacha azucarera, sorgo, topinambur y procesos para obtener energía mediante la utilización de residuos y desechos agroindustriales.



productores.

También presentó el PNEG 1411 dos equipos desarrollados íntegramente en INTA, "Máquina briqueteadora", que realiza briquetas de carbón a partir del RAC de caña de azúcar (EEA Famaillá) y "Trapiche", primer proceso hacia el etanol (AER Simoca), ambos emprendimientos provocaron el interés de autoridades, productores y público en general. Las energías renovables han despertado en nuestro país, conciencia a futuro, eso se ve reflejado en el interés de los visitantes a dicha muestra, colegios, profesores y sobre todo a pequeños, medianos y grandes



Cabe destacar la presencia del periodismo de distintos medios, que han entrevistado a los integrantes del stand, como así también las siguientes visitas: Ing. Luís Bastera, vicepresidente de INTA; Dr. Luís Márquez Delgado, Consultor Internacional; Ing. Manuel Dorrego, Director Ejecutivo de CAFMA; Ing. María Victoria Reyes; Directora del CIA; Dr. Juan Carlos Salerno, Director del CICVyA y Dr. Oscar Pozzolo, Director de Instituto de Ing. Rural.



El orgullo del PNEG 1411, fue coordinar este stand compuesto por un equipo con compromiso y haber recibido felicitaciones no sólo de autoridades y público, sino también de los organizadores de la muestra Expoagro.

▶ INTA EXPONE 2011 – – Pcia. Córdoba. 15 al 17 de abril de 2011.

Se coordinó el armado y funcionamiento del área de Agroindustria – Valor Agregado- Bioenergía, con la propuesta del Programa Nacional de Bioenergía y del PNEG 1411: Residuos y cultivos para la producción de bioenergía. Los miembros del equipo de trabajo brindaron información relacionada a la producción de biodiesel y bioetanol a partir de caña de azúcar, cártamo, colza, colza bajo riego, pasto varilla, remolacha azucarera, sorgo, topinambur y procesos para obtener energía mediante la utilización



de residuos y desechos agroindustriales. También presentó el PNEG 1411 dos equipos desarrollados íntegramente en INTA, "Máquina briqueteadora", que realiza briquetas de carbón a partir del RAC de caña de azúcar (EEA Famaillá) y "Trapiche", primer proceso hacia el etanol (AER Simoca), ambos emprendimientos provocaron el interés de productores y público en general. El grupo de trabajo estaba conformado por los siguientes agentes: Lidia B. Donato, Gabriela Menichetti, Ignacio Huerga y Mariano Butti (IIR- CIA – INTA); Liliana Iriarte (E.E.A. Barrow); Alejandro Valeiro, Enrique Ullivarri y Angel Duarte (E.E.A. Famaillá) y Cosme Cusumano (A.E.R. Simoca).

de residuos y desechos agroindustriales. También presentó el PNEG 1411 dos equipos desarrollados íntegramente en INTA, "Máquina briqueteadora", que realiza briquetas de carbón a partir del RAC de caña de azúcar (EEA Famaillá) y "Trapiche", primer proceso hacia el etanol (AER Simoca), ambos emprendimientos provocaron el interés de productores y público en general. El grupo de trabajo estaba conformado por los siguientes agentes: Lidia B. Donato, Gabriela Menichetti, Ignacio Huerga y Mariano Butti (IIR- CIA – INTA); Liliana Iriarte (E.E.A. Barrow); Alejandro Valeiro, Enrique Ullivarri y Angel Duarte (E.E.A. Famaillá) y Cosme Cusumano (A.E.R. Simoca).





Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



➤ 4° TALLER PNEG 1411 – IIR, CIA. 17 al 19 de mayo de 2011

Del 17 al 19 de mayo se realizó en el auditorio del Instituto de Ingeniería Rural, el 4° Taller de “Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía”. La apertura estuvo a cargo de la Ing. Agr. .María Reyes, directora del Centro de Investigaciones de Agroindustria, el Dr .Oscar Pozzolo, director del Instituto de Ingeniería Rural y el Ing. Agr. Jorge Hilbert coordinador, del Programa Nacional de Bioenergía. La conducción de dicho taller la realizó la Ing. Agr. Lidia Donato, coordinadora. del PNEG 1411.

Participaron del mismo, las EEAs de Famaillá (caña de azúcar), Junín (colza bajo riego), Manfredi (sorgo), Pergamino (laboratorio y plantas piloto de biocombustibles), Hilario Ascasubi (cártamo), Valle Inferior de Río Negro (remolacha azucarera). Así como los Institutos de Clima y Agua (GIS), Recursos Biológicos (gestión ambiental y biodiversidad) e Ingeniería Rural (Balance energético y ACV).

El Ing. Hilbert presentó los avances obtenidos por el PN Bionergía, a nivel nacional e internacional. Continuando la Ing. Donato con el estado de situación del proyecto, informando de los logros obtenidos hasta la fecha, la producción institucional, ejecución presupuestaria, estado de cumplimiento de las actividades y necesidad de inversiones para el futuro. Por su parte, cada participante expuso los avances y resultados obtenidos en el último semestre, destacándose la presentación del video institucional “Sorgos azucarados alcoholeros para la producción de bioetanol”, elaborado por la Dra. Laura Giorda, referente en la temática.



Dado que el proyecto se encuentra en su último año, se discutió sobre los resultados a obtener en esta etapa y cuáles serían las estrategias a seguir para su difusión. En base a lo actuado hasta el momento, se discutieron las posibles líneas a seguir en la continuidad del PNEG 1411.

En el tercer día se realizaron visitas CIA y a los Institutos de Clima y Agua, Biotecnología y en el Ingeniería Rural se visitaron los distintos laboratorios del mismo. Cabe destacar que varios de los visitantes no conocían el CNIA y su potencial para la investigación.



El taller finalizó con un asado demostrativo, donde se usó briquetas de carbón hechas con RAC de caña de azúcar, dicha demostración que estuvo a cargo del Ing. Ullivarri de la EEA Famaillá, tenía como objetivo demostrar las ventajas de estas briquetas con relación al carbón vegetal (para 100 unidades de embutidos se utilizaron sólo 2 kg de briquetas), comparar tiempos de cocción (menos de una hora) y cotejar sabor, olor y aceptabilidad general. A tal fin se realizó

una encuesta, donde 35 personas respondieron a una escala hedónica de cinco niveles que abarcaba desde “no gusta nada” hasta “gusta mucho”. En términos generales para los tres parámetros relevados, Entre el 50 y 55% de los encuestados determinaron que gustaba bastante, mientras que el 35 %



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



determinó que gustaba mucho. Sólo a un 8 % sólo les resultó regular, y un 4 % opinó que les gustaba poco. No hubo encuestados que no les gustara nada los embutidos asados con briquetas.

➤ **Taller de Sorgo Azucarado Alcohólico para Bioenergía, realizado en la EEA Manfredi en conjunto con la Coordinación del PNCER 21331. 19 y 20 de octubre**



Dada la creciente importancia del sorgo azucarado para bioenergía, esta coordinación junto con la coordinación del PNCER 21331 “Desarrollo de germoplasma de sorgo de alta energía y calidad adaptados a distintos ambientes” a cargo de la Dra. Laura Giorda, organizaron el “Taller de Sorgo Azucarado Alcohólico para Bioenergía”, que se llevó a cabo en la EEA Manfredi, los días 19 y 20 de octubre, con motivo de enfatizar la articulación entre ambos proyectos, que tienen en común el objetivo/módulo sorgo azucarado alcohólico para bioenergía.



La finalidad de este taller fue intercambiar conocimientos y coordinar los trabajos para la próxima campaña 2011/12 y establecer estrategias de actividades para la próxima cartera de proyectos 2012/2015.

Se contó con la presencia de los Ings. Agrs. Alejandro Radrizzani, Director del Instituto de Investigación Animal Chaco Semiárido (ex EEA Leales); Marcelo Helguera, Coordinador PNCER-021001 (EEA Marcos Juárez) y Alberto Acevedo, Coordinador PNEG 1 (CIRN). Han asistido al mismo, participantes de las EEAs Reconquista, El Colorado, Paraná, Pergamino, Guillermo Covas, Bordenave, Hilario Ascasubi, Manfredi, UEyDT Concarán- INTA San Luis y el Instituto de Ingeniería Rural.

➤ Durante el 2011 se visitaron las EEAs de:

EEA Pergamino

La coordinación junto con la responsable de prensa, difusión y comunicación institucional del PNEG 1411 y el becario Ing. Mariano Butti, visitaron el Laboratorio de Pergamino, sección biocombustibles, cumpliendo con el cronograma anual de visitas del proyecto.



Con los Lic. Mariana Alegre y Pablo Copia, participantes del proyecto, se trataron temas relacionados a las actividades desarrolladas, ejecución presupuestaria, necesidades y futuras acciones.

También tuvimos la visita del Ing. Agr. Jorge Carrete, responsable del Laboratorio y el Qco. Francisco Borrás, ex responsable del mismo.

En cuanto a las actividades de laboratorio, se analizaron las muestras de las extracciones de jugo de los tallos de sorgo azucarado que se hicieron en la EEA Manfredi. El objetivo fue ajustar la técnica analítica para la determinación de los azúcares reductores totales, que luego servirá para conocer con mayor exactitud el rendimiento en litros de bioetanol por litro de jugo extraído.

El método desarrollado fue el método por titulación de Fehling, para la determinación de los azúcares reductores totales.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Se prepararon las distintas soluciones reactivas y patrones para calibrar la técnica y luego se analizó la muestra en cuestión.

Se determinó la cantidad de grados Brix a los fines de ver la conservación de la muestra y de comparar con el valor obtenido a campo.

La muestra del bagazo (tallos prensados), fue secada para conocer el contenido de humedad y posteriormente averiguar a través de una bomba calorimétrica el poder calorífico.

EEA Oliveros

La Coordinación junto con el personal de Prensa, Difusión y Comunicación Institucional se reunió el Director de la EEA, Ing. Agr. Mario Fernández Alsina, el Coordinador de I & D, Ing. Agr. Juan Carlos Gamundi, la Ing. Agr. Gloria Rótolo del área de Gestión Ambiental y el Ing. Amb. Ignacio Huerga, participante del PNEG 1411.



En la misma se informó sobre el desarrollo del PE en particular y del PN en general, destacando el valioso aporte que hace el Ing. Huerga al funcionamiento del proyecto. También se trataron temas de interés de ambas partes para desarrollar en la próxima cartera de proyectos 2012-2014, integrando las necesidades de la EEA y CR a las actividades del futuro proyecto.



EEA Manfredi – Grupo de trabajo Topinambur

En esta experimental se trabajó con el Ing. Agr. Julio Mombeli, referente en el tema de INTA, el Ing. Agr. Juan Monge profesor de la Universidad Nacional de Villa María y el Sr. Ubaldo Olivero, alumno tesista de la misma universidad.

Se trabajó sobre el destino que se le va dar a toda la información elaborada para el proyecto, concluyendo que las mismas se iban a plasmar en tres artículos que serán subidos a la Web de Bioenergía, con los resultados de los ensayos realizados durante estos tres años y se recopilará material fotográfico para la elaboración de un video institucional.



EEA Manfredi – Grupo de trabajo Sorgo azucarados alcoholeros

Durante todo un día se trabajó con la Dra. Laura Giorda, los Insg. Agrs. Olando Feresín y Diego Ortiz y técnicos del grupo de trabajo de Sorgo. Se visitaron las instalaciones donde se conservan y procesan los materiales para su mejoramiento. Se recorrieron las parcelas experimentales con distintos manejos y



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



se discutieron los resultados obtenidos de la muestra de sorgo azucarado, llevada al Laboratorio de la EEA Pergamino, donde se determinó la producción de bioetanol, entre otros parámetros, a partir de estos sorgos.



- Del 11 al 13 de noviembre, se desarrolló la 8º Muestra PYME Agroindustrial que organiza la Municipalidad de Las Parejas en Santa Fe.

la Ing. Lidia Donato Coord.del PNEG (Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía), quién fuera invitada por el Intendente de Las Parejas Heraldo Mansilla, habló sobre: Bioenergía, concepto, generalidades y vectores; Biodiesel, Leyes marco, estadísticas nacionales y mundiales. Trabajos realizados por INTA (PNEG 1411 , proyecto que coordina), con enfoque al corte, exportación y autoconsumo.

Luego de la exposición, y dado el interés que generó la misma, los productores presentes solicitaron a la Ing., mayor información sobre la Colza, cultivo que se está despertando mucho interés Al término de la exposición, la Dra. Melina GIORGI Presidente del Centro Agropecuario de Las Parejas, hizo entrega a la Ing. Donato, de una medalla en “RECONOCIMIENTO POR SU APOORTE AL DESARROLLO Y ENGRANDECIMIENTO A LA COMUNIDAD”



Mayor información

Ing. Agr. Lidia B. Donato: ingdonato@cniat.inta.gov.ar

Sra. Gabriela Menichetti: gmenichetti@cniat.inta.gov.ar

Instituto de Ingeniería Rural – CIA – INTA, Castelar.



Balance energético, estudios de eficiencia y medición de emisión de gases de efecto invernadero INTA - Castelar

2008:

Elaboración del primer balance energético de distintas especies en Argentina

Se elaboró el primer balance energético de la producción de biocombustibles en Argentina, que abarcó los cultivos de soja, girasol, colza (biodiesel), maíz y sorgo (bioetanol).

Se calculó la energía insumida en la etapa agrícola de cada cultivo y en los procesos de transformación de la materia prima en biocombustibles. Con esos datos se estableció el balance energético propiamente dicho, es decir, las relaciones entre la energía generada y la energía consumida en todas las etapas del sistema. Se hizo una proyección al año 2010 de la superficie mínima necesaria para cubrir los requerimientos de producción de biocombustibles establecidos por la Ley 26.093, en sus artículos 7 y 8.

Se pudo observar, en términos generales, que los balances energéticos dan, en su mayor medida, positivos, aún teniendo en cuenta las peores condiciones (máximos valores de consumo energético del proceso; no considerar el valor de los subproductos, poder calorífico inferior).

Específicamente se puede decir que:

- Las relaciones energéticas son mayores para la producción de biodiesel que para el bioetanol. Influye en cierta medida que los poderes caloríficos son distintos, siendo mayor el del biodiesel.
- Se produce un mayor consumo energético en la *fase industrial*. No obstante, este es el principal punto a estudiar en casos reales dentro de la República Argentina, debido a que la variable energética estará ligada a la tecnología utilizada.
- Los valores energéticos asignados a los subproductos tienen una fuerte influencia en el resultado final, por lo que debe justificarse el destino de los mismos, lo cual podrá variar en cada caso en particular.
- Los consumos energéticos obtenidos en la fase agrícola son fiables a la hora de realizar un nuevo balance energético.
- Es de suma necesidad realizar estudios reales en la Argentina de consumos energéticos en plantas de producción de biodiesel y bioetanol, en pequeña, mediana y gran escala.
- Es importante asignar un valor energético adecuado a los subproductos. Se propone que el mismo sea conociendo los consumos de energía en las plantas de producción de sustitutos o productos (alimentos balanceados, dietas alimentarias para animales, etc) que puedan ser reemplazados por los subproductos obtenidos en conjunto con el biodiesel y bioetanol. De esta forma se tendría una certeza sobre el ahorro o no de energía
- Se intentó, a través de este trabajo, dar un panorama general sobre los consumos energéticos en la producción de biocombustibles, y ser la etapa inicial de estudios en particular para cada uno de los cultivos.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



2009:

Logro 1

BALANCE ENERGÉTICO DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE SOJA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA. El presente estudio tuvo como objetivo general establecer el balance energético de la producción de biodiesel a partir de soja en Argentina, de forma de obtener información que aporte a la determinación de la sustentabilidad o no del cultivo para tal fin, evaluando las distintas etapas del proceso, desde las operaciones previas al cultivo en la fase agrícola hasta la obtención del producto final. Para calcular los requerimientos energéticos para la producción de biodiesel de soja, se separaron los ciclos de en dos etapas: la etapa agrícola, que abarca desde las labranzas previas a la siembra hasta el acopio del grano; y la etapa industrial, que contempla la transformación del grano a biocombustible y su posterior traslado a centro de expendio. El balance de energía, teniendo en cuenta las distintas alternativas agrícolas, es positivo. En todos los casos, la energía generada se incrementa cuando se contabiliza el aporte realizado por los subproductos y en función de las diferentes formas de atribuirle un valor a éstos (alocación económica, por masa, por sustitución) este aporte será mayor o menor. En todos los casos el balance energético supera las 2 unidades de energía generadas por unidad de energía consumida. Considerando los subproductos, y tomando el total de la energía generada (ya sea como sustituto de los combustibles fósiles, alimentación u otro uso) la soja de primera en siembra directa con tecnología de punta es la que mayor relación presenta. Es necesario realizar un relevamiento del tipo de proceso y consumo energético de los principales insumos implicados en el sistema estudiado, de forma obtener un mejor ajuste al consumo de energía fósil que requiere la producción de biodiesel.

Logro 2

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y LAS EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A BASE DE SOJA BAJO MANEJOS DE SIEMBRA DIRECTA Y LABRANZA CONVENCIONAL El objetivo general del presente trabajo es el de determinar, analizar, comparar y evaluar el consumo energético y las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) de la producción de biodiesel a base de soja en diferentes escenarios en la Argentina. Para el cálculo del consumo energético y de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en la producción de biodiesel a base de soja en Argentina, se utilizó el software "Greenhouse gas calculator for biofuels". Versión 2.1b. desarrollado por la Agencia SenterNovem del Gobierno de Holanda. En líneas generales, la Fase Industrial en primer lugar, junto con la Fase Agrícola, en segundo lugar, son las fases que más emisiones de GEI y mayor consumo de energía generan en conjunto. Se observó la **mayor reducción en la emisión de GEI** fue del 81,3 % en las emisiones de GEI frente al diesel convencional). Mientras que la **menor reducción en la emisión de GEI** fue del 75,5 %.

La elaboración del primer "Balance energético de la producción de biodiesel a partir de soja en la República Argentina" y del primer "Análisis comparativo del consumo energético y las emisiones de gases efecto invernadero de la producción de biodiesel a base de soja bajo manejos de siembra directa y labranza convencional", se constituyeron en herramientas utilizadas por nuestra Cancillería para defender la exportación de nuestro biodiesel a base de soja, en función a las exigencias de la Comunidad Europea, en lo que hace a los criterios de Sustentabilidad para el biocombustible.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



2010:

Actividad 1

Visita a pequeños productores de biodiesel. El objetivo de este viaje fue visitar a pequeños productores de biodiesel ubicados en el sur de la provincia de Buenos Aires, para evaluar la eficiencia energética en el proceso de producción de biodiesel para sistemas de pequeña y gran escala. Se trabajó con soja, colza y girasol. En la misma se llevaron a cabo charlas sobre el proceso productivo, el equipamiento que dichos emprendimientos poseen, la finalidad por la cual producen biodiesel y los problemas referidos a la calidad del producto final.

Se generó un informe con las principales características de cada una de las plantas, donde se establecieron los principales puntos a mejorar en cada uno de los procesos.



Actividad 2

En caña de azúcar, en forma conjunta, profesionales del Laboratorio de Terramecánica del Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar junto con el grupo de trabajo de caña de azúcar de la EEA Famaillá se a través de ensayos de investigación caracterizaron la demanda de tracción de las labores en el cultivo de la caña de azúcar, ya que la información existente respecto a la energía requerida en el manejo de este cultivo, no representa las condiciones de trabajo locales. Utilizando una celda dinamométrica entre los tractores y las diferentes herramientas, se evaluaron algunas de las tareas comúnmente realizadas en la zona de influencia de la EEA Famaillá. Para poder establecer los parámetros de las labores, los esfuerzos de tracción se relacionaron con el área de suelo trabajado, resistencia a la penetración, humedad y densidad aparente. Se encontraron pisos de arado y suelos consolidados que incrementaron la demanda de tracción.



Actividad 3

- Se desarrolló un equipo a escala laboratorio para la producción de biodiesel. Este equipo fue realizado para cubrir dos grandes objetivos: probar distintas materias primas que puedan ser utilizadas para producir biodiesel; y ser un equipo demostrativo para aquellos productores interesados con este proceso. Presenta como principal ventaja el poder realizar todas las etapas del proceso de biodiesel en un único reactor. Además de esto, puede ser utilizado para otros fines, debido a que presenta alternativas para trabajar a distintas condiciones de temperatura, presión y agitación. Como complemento, se pueden utilizar en operaciones diversas como separación de compuestos por destilación y evaporación.



- Defensa de tesis “Producción de biodiesel a partir de cultivos alternativos: Experiencia con *Jatropha Curcas*”. En el transcurso del corriente se concluyó con el trabajo de tesis correspondiente a la maestría en Tecnología Química, dictada en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral. Este trabajo fue defendido el 3 de Agosto del año 2010.
- Ingeniería y desarrollo de procesos de producción de biodiesel a partir de materias primas alternativas.
 - Producción de biodiesel a partir de grasa ácida: Se analizó la factibilidad de producir biodiesel a partir de desechos de grasas animales provenientes de una industria frigorífica, con el objetivo de reducir la cantidad de metanol utilizado en el proceso de producción y obtener un producto final que cumpla con lo exigido por las normas de referencia.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



- Estudio de los reactores de producción de biodiesel: Estudiar la cinética química de reactores utilizados por grandes empresas de producción de biodiesel (Empresa LDC), cuyo objetivo es optimizar el proceso disminuyendo el consumo de catalizador y aumentando la productividad mediante modificaciones en planta de producción de biodiesel. Visita a la empresa, toma de muestras y análisis en laboratorio.
- Generación de energías alternativas a base de oleaginosas: Estudio de distintas alternativas de producción de energía a partir de fuentes renovables para la provincia de Salta.
- Análisis de residuos grasos: producción de biodiesel: El trabajo consistió en analizar el proceso de producción de biodiesel con residuos grasos provenientes de un proceso de producción, donde actualmente se descartan como desechos. Se utilizaron técnicas analíticas del proceso de producción de biodiesel y los respectivos análisis de calidad del producto obtenido.

2011:

Actividad 1

Se analizó la relación entre la energía consumida y generada en dos sistemas de producción de biodiesel: uno para autoconsumo en un establecimiento agropecuario del sur de la provincia de Buenos Aires utilizando soja, colza y girasol como materia prima; y otro para abastecer el corte interno y exportaciones, utilizando soja proveniente del norte de Buenos Aires/sur de Santa Fe. Para ello se relevaron los datos de la etapa agrícola e industrial, y mediante la aplicación de indicadores energéticos se obtuvieron los resultados de la energía fósil consumida y la energía generada para cada caso. En el sistema de producción para autoconsumo, la colza y el girasol se presentan como las mejores alternativas desde el punto de vista energético. Una mejora en la fase de transformación de granos a biodiesel impactaría positivamente en los valores. En la producción para el corte interno y exportación, cuando se utiliza poroto de soja obtenido del sistema de siembra directa con tecnología de punta se obtiene la mejor relación entre la energía generada y consumida. En este caso, tiene un fuerte impacto la aplicación de agroquímicos y fertilizantes. Se necesitan conocer el consumo de energía fósil para la fabricación de los principales insumos que se utilizan, tanto en la etapa agrícola como en la industrial (fertilizantes, agroquímicos y alcohol) para obtener un análisis con mayor certeza de la sustentabilidad energética del ciclo productivo en nuestro país.

Sistema	Cultivo	EG/EC sin subproductos	EG/EC con subproductos
Autoconsumo	Colza	3,28	4,03
	Girasol	3,62	4,52
	Soja	1,91	2,91
Corte y exportación	Soja 1° SD	2,39	3,09
	Soja 1° Convencional	1,97	2,50
	Soja 2° SD	2,34	2,96
	Soja 1° SD tecnología de punta	2,88	3,64
	Soja 1° SD Salta	1,91	2,43



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Actividad 2

Buscando concientizar al sector productivo sobre las ventajas de una labranza profunda, oportuna y efectiva. Los resultados del trabajo realizado por el Laboratorio de Terramecánica del Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar, junto con el INTA Famaillá, fueron analizados junto a los productores en diversas jornadas técnicas:

- El 7 de septiembre se realizó un taller con productores y profesionales de empresas cañeras en los predios de la Cooperativa Trabajadores Unidos Ltda. de Campo de Herrera.
- El 8 de septiembre, ante la demanda del Departamento Técnico Agrícola del Ingenio Tabacal (Salta) se replicó la jornada. En una ronda de discusión interna con el grupo de profesionales y gerentes agrícolas de la empresa, se analizó la información sobre la condición física y la resistencia a la penetración en las principales unidades productivas de la empresa.



Actividad 3

Se comenzó con la empresa Rosario BioEnergy y la EEA Oliveros, una actividad conjunta cuyo objetivo es relevar datos a los fines de realizar un balance de energía en la etapa industrial de transformación de materia prima a biodiesel. El estudio abarcará la planta de producción de biodiesel que dicha empresa tiene en la localidad de Roldán. El mismo podrá ampliarse también a la planta de crushing de Terminal 6, proveedor de materia prima a la empresa.

Hasta el presente se trabajó en la toma de datos, se han relevado los principales insumos del proceso de producción. Principalmente, se detallan los de la etapa de transformación de aceite a biodiesel, no así la etapa de acondicionamiento de la materia prima (aceite). A los fines comparativos, se toman como valores de referencia los relevados de una empresa de producción cuya capacidad supera en 8 veces a la de la empresa en cuestión. Los datos procesados se hacen relativos a una unidad en común, seleccionando 1 Tn de aceite como tal.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



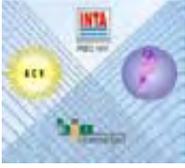
Mayor información

Ing. Amb. Ignacio Huerga: ihuerga@correo.inta.gov.ar

INTA – EEA Oliveros

Ing. Agr. Lidia B. Donato: ingdonato@cniat.inta.gov.ar

Instituto de Ingeniería Rural – CIA – INTA, Castelar.



Evaluación de impactos de la expansión de cultivos para la generación de bioenergía sobre la agro-biodiversidad y los servicios ecológicos

a) Objetivos del proyecto y actividades realizadas

Objetivo 1:

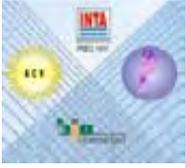
Identificar y mapear áreas vulnerables y de importancia para la conservación de la biodiversidad que deben ser protegidas, donde no se debería producir cultivos para bioenergía o realizar la actividad con criterios de precaución en áreas piloto representativas de diferentes ecosistemas.

Actividades:

1. Realización de un taller de expertos en biodiversidad y en variables biofísicas del cultivo de caña de azúcar. 29 y 30 de Octubre de 2009 en INTA Castelar.
2. A partir del taller de expertos se realizó un informe con los aportes para el mejoramiento del Mapa de aptitud agroecológica para caña de azúcar (INTA, grupo Stella Carballo) en cuanto a variables biofísicas y áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad.
3. Presentación oral en XVI Reunión Técnica SATCA, 29 y 30 de Abril de 2010. "Conservación de la biodiversidad y expansión potencial de la caña de Azúcar para la producción de Bioetanol en Argentina". Oradora: Lorena Herrera.
4. A nivel nacional surgió la ley de Presupuestos Mínimos de protección ambiental de los Bosques Nativos (26331). A partir de esta ley cada provincia realizó su mapa de Ordenamiento Territorial considerando la conservación de áreas importantes para la conservación de biodiversidad es por ello que este objetivo no se realizó finalmente.
5. Realización de un informe titulado "Grado de avance de los planes de Ordenamiento territorial de bosques nativos" 31 de Agosto de 2010.

Objetivo 2:

Desarrollar escenarios alternativos de uso de la tierra considerando los posibles impactos a la biodiversidad considerando la heterogeneidad y configuración del paisaje y las decisiones de manejo agrícola.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



1. Encuesta a expertos sobre manejo de cultivos bioenergéticos en el III Taller PNEG 1411, septiembre 2010.
2. Seminario: "Saliendo del lote, mirando el paisaje: Una mirada desde los servicios ecosistémicos" Lorena Herrera, 14 de septiembre de 2010, III Taller PNEG 1411.
3. Solicitud de información a la Ing. Liliana Iriarte sobre aplicación de agroquímicos en cultivos bioenergéticos en la zona centro-sur de la provincia de Buenos Aires.
4. Elaborando una publicación titulada "Riesgo de mortandad de aves silvestres en relación a las decisiones de manejo de cultivos bioenergéticos" sobre la pérdida de hábitat para biodiversidad y servicios ecosistémicos, el impacto de los biocombustibles y las buenas prácticas agrícolas para la conservación de la biodiversidad. Análisis sobre el riesgo de mortandad o toxicidad aguda de aves por aplicación de agroquímicos en cultivos y en establecimientos.

b) Capacitaciones recibidas

1. Seminario "Creación de escenarios". Dr. Gilberto Galopín, 1 de Abril de 2009, Fundación ArgenInta, Bs.As., Argentina.
2. "Regional WorkShop on ways and means to promote the sustainable production and use of biofuels" 28 al 30 de Septiembre de 2009, San Pablo, Brasil.
3. Curso de Posgrado "Modelos de cambio de uso de la tierra". Profesor: Gregorio Gavier Pizarro. FADU. 18 al 22 de octubre de 2010.

c) Participación en talleres

1. Asistencia a todos los Talleres del Proyecto Bioenergía PNEG 1411
2. Taller Internacional de Cooperación América Latina – Europa "Sustentabilidad en la producción y Tecnologías de punta para la obtención de biocombustibles" 18 al 20 de Marzo de 2009, Bs. As. Argentina
3. Taller de trabajo Internacional Bialema-INTA "Los impactos de la aplicación de tecnologías para la producción de biocombustibles derivados de las biomásas principales de la región", 27 y 28 de Abril de 2010, Bs. As. Argentina

d) Asistencia técnica



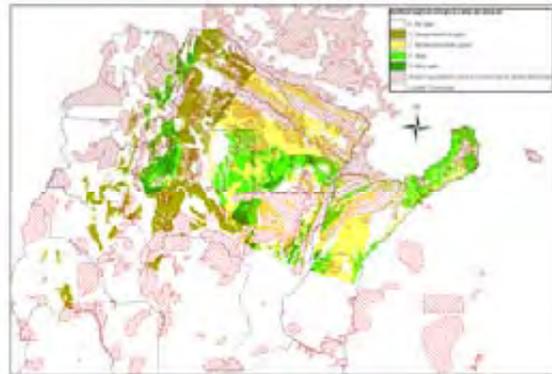
Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



1. Definición de pastizales altamente biodiversos en el Cono Sur para la Unión Europea, Febrero 2010.
2. Análisis del ciclo de vida desde la mirada de la conservación de la biodiversidad para Pablo Arenas y Lidia Donato, Mayo 2010.

e) Divulgación

1. Divulgación del Taller de Expertos en Noticias INTA titulada "Biodiversidad y Biocombustibles" (4 de Diciembre de 2009. N° 78).
2. Realización de folleto presentando los objetivos y tareas desarrolladas para la Expo Agro, Marzo 2010.



Mayor información

MSc. María Elena Zaccagnini: mzaccagnini@cnia.inta.gov.ar

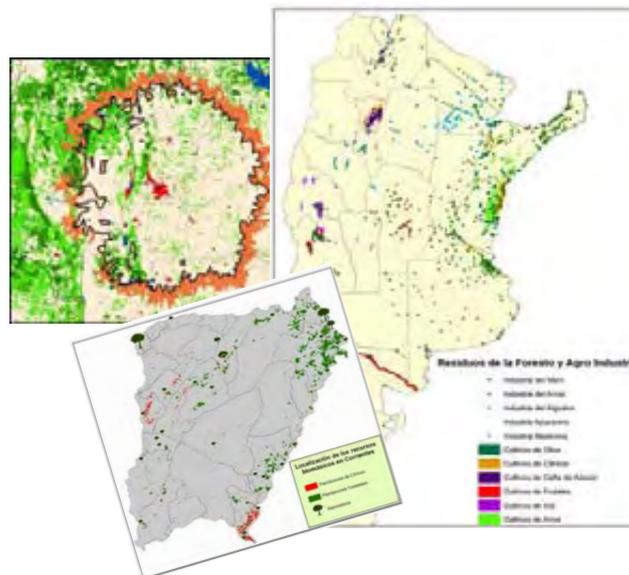
Dra. Lorena Paola Herrera lherrera@balcarce.inta.gov.ar

Lic. Laura María Solari lsolari@cnia.inta.gov.ar

Instituto de Recursos Biológicos – CIRN – INTA, Castelar.



Área de Transferencia de Tecnología del Instituto de Clima y Agua INTA - Castelar



Logros en el Año 2008:

Implementación del Sistema de Información Geográfico sobre recursos biomásicos para Bioenergía

Logro 1

Atlas de cultivos y pasturas con aptitud para derivación a biocombustibles de primera y segunda generación. El Atlas de cultivos bioenergéticos incluye cultivos tradicionales y pasturas y cultivos poco difundidos en Argentina que pudieran derivarse tanto a la producción de biocombustibles líquidos como de energía eléctrica o calórica. Se identificó información crítica tanto de experiencias nacionales como internacionales y en vinculación con la cátedra de Agroclimatológica de la UBA y con técnicos del CONICET (Ing. Falasca) se definieron las exigencias climáticas y edáficas de cada uno de los cultivos y otras coberturas con alto potencial en aceite, azúcares o lignocelulosa generando los mapas agroclimáticos y agroecológicos para cada uno de ellos.. Se definieron riesgos y vulnerabilidades de su difusión dentro de Argentina, prestando especial atención a la sensibilidad a heladas de cultivos no tradicionales. Se elaboraron mapas de intensidad y frecuencia de heladas con imágenes NOAA. .

El Atlas constituye una herramienta de valoración esencial atento a que la derivación de granos y oleaginosas para el mercado de la bioenergía se acentuará en los próximos años obligando a una expansión de la superficie que deberá hacerse con criterios de sustentabilidad económica, ecológica y social.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Logro2

Mapeo de la oferta-demanda de recursos biomásicos a nivel nacional. A solicitud de la SAGPYA e interactuando con la Secretaría de Energía, la Secretaría de Medioambiente y el INDEC y con la asistencia técnica de la FAO se finalizó el SIG de Recursos Biomásicos a nivel nacional.

Se ha obtenido una evaluación cuantitativa de los recursos biomásicos disponibles a partir del incremento medio anual física y legalmente disponible de los bosques nativos y el aprovechamiento de los residuos de la actividad en plantaciones forestales (residuos de corte, raleos, podas, etc) o residuos de los procesos forestoindustriales. Asimismo se ha evaluado cuantitativamente el volumen de residuos en las etapas de producción o industrialización de los diferentes cultivos a través del análisis de cada una de las cadenas, geoespecializando el dato obtenido para facilitar el análisis espacial en proyectos de localización o dimensionamiento de plantas de cogeneración eléctrica o calórica.

La información obtenida constituye una herramienta que facilita el análisis de potencial bioenergético a nivel regional y local para la aplicación de la ley 26190 de fomento nacional al uso de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica. El uso de recursos locales (residuos desaprovechados actualmente) valoriza la cadena en su conjunto, generando fuentes de trabajo local y facilita el desarrollo de las comunidades garantizando el suministro energético (a veces inexistente o provisto parcialmente) que eleva el confort y facilita el desarrollo de otras actividades económicas, educativas, etc.

El trabajo final fue publicado por FAO en el 2009 :



Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina

Logros en el Año 2009:

Logro 1

Se amplió la dimensión del Atlas de cultivos y pasturas con aptitud para derivación a biocombustibles de primera y segunda generación, y del análisis de las cadenas agroindustriales y forestoindustriales para evaluación del potencial de residuos biomásicos para bioenergía, incorporando nuevos cultivos y residuos. Se identificó información crítica tanto de experiencias nacionales como internacionales y en vinculación con la cátedra de Agroclimatología de la UBA y



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



con técnicos del CONICET (Ing Falasca) se definieron las exigencias climáticas y edáficas de cada uno de los cultivos tradicionales y no tradicionales y otras coberturas con alto potencial lignocelulósico, generando los mapas agroclimáticos y agroecológicos para cada uno de ellos. Se definieron riesgos y vulnerabilidades de su difusión dentro de Argentina.

Logro 2

Frente a la presión de los organismos internacionales gubernamentales y no gubernamentales que iniciaron una serie de acciones frente al tema del cambio de uso de la tierra (LUC) y las amenazas para la biodiversidad y conservación de los ecosistemas que ello podría plantear surgieron iniciativas concretas del parlamento europeo, gobierno de los Estados Unidos (EPA), el Global Bioenergy Partnership y la Roundtable on Sustainable Biofuels, entre otras, frente a la preocupación del probable aumento de la emisión de Gases de Efecto Invernadero que podría derivarse del incremento del área agrícola con destino a biocombustibles. Las regulaciones que se plantearon crearon incertidumbre frente a las posibilidades de Argentina de poder ser un jugador importante en el nuevo mercado de biocombustibles. Surgieron exigencias de los grandes bloques en temas de certificación de productos agrícolas y agroindustriales debiendo acreditar su sustentabilidad energética, ambiental, ecológica, económica y social en sus etapas de producción, industrialización o comercialización.

Se trabajó sobre la evaluación de las regulaciones que en proceso de implementación junto a técnicos de varios países en talleres internacionales realizados tanto en Argentina como en el exterior para la definición consensuada de las metodologías que deberían aplicarse para la evaluación de los impactos derivados del cambio de uso de la tierra directos e indirectos (LUC e ILUC) y la implementación de indicadores estandarizados para el análisis de ciclo de vida (LCA).

Logro 3

Se inició la tarea de evaluación y mapeo de la oferta-demanda de recursos biomásicos a nivel provincial. Se evaluó el potencial para bioenergía de las cadenas agroindustriales de Mendoza y Tucumán.

La información obtenida constituye una herramienta que facilita el análisis de potencial bioenergético a nivel regional y local para la aplicación de la ley 26190 de fomento nacional al uso de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica. El uso de recursos locales (residuos desaprovechados actualmente) valoriza la cadena en su conjunto, generando fuentes de trabajo local y facilita el desarrollo de las comunidades garantizando el suministro energético (a veces inexistente o provisto parcialmente) que eleva el confort y facilita el desarrollo de otras actividades económicas, educativas, etc.

Logros en el Año 2010:

Logro 1

Continuando con el Análisis de las cadenas agroindustriales y forestoindustriales para evaluación del potencial de residuos biomásicos para bioenergía a nivel provincial se trabajó en:



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



- Elaboración de mapas de aptitud agroecológica, escala 1:100000 para distintos cultivos (soja, girasol, maíz, colza, cártamo, jatropha y ricino) en la Provincia de Salta definiendo áreas geográficas que presentan distintas condiciones agroecológicas, a partir del análisis espacial de las variables que afectan los niveles de aptitud agroclimática y edáfica y su vinculación con restricciones Ambientales impuestas por el Mapa de Ordenamiento Territorial aprobado por la provincia en 2009. Inclusión de los mapas resultantes para cada cultivo o plantación bioenergética en un SIG.
- Se elaboró el Mapa de Uso Actual del Suelo de la provincia de Salta a escala 1:100.000 utilizando imágenes satelitales de alta resolución (LANDSAT) y muy alta resolución (Quickbird/Ikonos) con delimitación de las áreas con cítricos, caña de azúcar, olivo, vides, forestales implantados, bananos para determinar el aporte de biomasa directa e indirecta que surge de las actividades agrícolas y forestales de las provincia y se localizaron las industrias relacionadas con las actividades agrícolas o forestales calculando los residuos provenientes de sus actividades. Se realizó la integración de OFERTA y DEMANDA de Recursos Biomásicos obteniendo información geoespacializada de los recursos disponibles para proyectos de bioenergía sustentable en la Provincia abasteciendo las carencias energéticas que presenta esta provincia sobre algunas zonas.

La información obtenida constituye una herramienta que facilita el análisis de potencial bioenergético a nivel provincial para la aplicación de la ley 26190 de fomento nacional al uso de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica o para el uso en otros vectores energéticos. El uso de recursos locales (residuos desaprovechados actualmente) valoriza la cadena en su conjunto, generando fuentes de trabajo local y facilita el desarrollo de las comunidades garantizando el suministro energético (a veces inexistente o provisto parcialmente) que eleva el confort y facilita el desarrollo de otras actividades económicas, educativas,

- Se analizó el potencial de residuos biomásicos de la provincia de Mendoza y la probable expansión de cultivos bioenergéticos en los oasis de riego obteniendo:
 - Un mapa de usos del suelo del Oasis Norte de Mendoza, mediante la clasificación con imágenes de alta resolución.
 - Mapa de derechos de riego en el Oasis Norte de Mendoza, con el fin de establecer la no competencia por el agua con los cultivos tradicionales de la zona.

Logro 2

En relación a las exigencias impuestas por los grandes bloques en temas de certificación de sustentabilidad energética, ambiental, ecológica, económica y social de los biocombustibles, que podrían constituir una barrera para la exportación de nuestros productos a los principales mercados (USA y Europa) se trabajó reproduciendo las metodologías establecidas por USA y descriptas en el informe de la EPA determinando inconsistencias y errores con los datos reales de uso de la tierra de Argentina y los cambios en el período tomado como base para el análisis de emisión de GHG (2001-2004). Atento a que en el caso de biodiesel de soja (nuestro principal producto de exportación) las emisiones indirectas por cambio de uso de la tierra representan el porcentaje mayor en el volumen de emisiones totales los errores encontrados habilitan a cuestionar severamente la metodología utilizada.

Se elaboró un informe que fue presentado en diferentes foros internacionales



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Logros en el Año 2011:

Logro 1

En el marco del Análisis de las cadenas agroindustriales y forestoindustriales para evaluación del potencial de residuos biomásicos para bioenergía se avanzó en el desarrollo del SIG de residuos para bioenergía incorporando aquellos con potencial para su utilización en BIOGAS evaluando la disponibilidad de los mismos dentro de la Provincia de Buenos Aires. Se ha completado el mapeo de los criaderos de aves, criaderos de porcinos, feedlot bovinos, tambos y frigoríficos a partir de bases de datos provenientes del SENASA u otros organismos competentes en la materia las cuales fueron verificadas tanto en lo que respecta a su ubicación geográfica como a la capacidad de cría para asociar el volumen recolectable y disponible de residuos biomásicos húmedos en cada localidad o departamento.

Se incorporó al SIG la información referente a residuos de aserraderos y residuos provenientes de plantaciones forestales de la provincia de Buenos Aires, evaluando su posible aprovechamiento para bioenergía.

Logro 2

Se completó el trabajo sobre "Recursos bioenergéticos en la provincia de Salta", se elaboró el informe final y se presentaron resultados en un simposio organizado por autoridades de esa provincia..El SIG elaborado constituye una valiosa herramienta para evaluar proyectos de bioenergía sustentable en la Provincia abasteciendo las carencias energéticas que presenta esta provincia sobre algunas zonas.

Logro 3

- En relación a las exigencias impuestas por los grandes bloques en temas de certificación de sustentabilidad energética, ambiental, ecológica, económica y social de los biocombustibles, que podrían constituir una barrera para la exportación de nuestros productos a los principales mercados (USA y Europa) se elaboró una metodología para acreditar sustentabilidad del cultivo de soja en diferentes áreas de producción tomando como ámbito de referencia la menor unidad administrativa a nivel provincial (departamento, pedanía o cuartel) que podrían aportar producción de soja con destino Biodiesel para ser comercializado hacia Europa. Para ello se clasificaron los diferentes usos del suelo (cultivos , pasturas implantadas o naturales, cuerpos de agua, etc) presentes a lo largo de la campaña agrícola 2006-2007(elegida por presentar baja o nula cobertura nubosa y por ser anterior a la fecha límite establecida – enero 2008), verificando la no existencia de áreas protegidas, bosques, humedales, etc a esa fecha que pudieran haber sido afectados al cultivo de soja en la campaña 2009-2010. Se llevan clasificadas a la fecha un total de 35.000.000 de hectáreas y se han realizado las tareas de preprocesamiento para la clasificación de otras 25.000.000 de Has.
- Se generó un SIG incluyendo la clasificación de usos del suelo realizada, el mapa de áreas con algún tipo de protección (bosques, biomas de alta biodiversidad, humedales, etc), tomando la información básica de la Fundación de Vida Silvestre, Birdlife, y otras organizaciones, y el mapa de división política con la mínima agregación posible a nivel administrativo (cuartel, circunscripción o pedanía) de acuerdo a las características de cada provincia con su base de datos asociada.

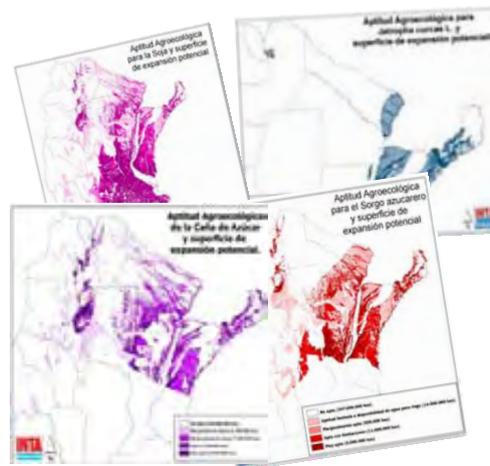


Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



- Se determinó a nivel cada unidad administrativa la existencia o no de áreas con algún tipo de protección dentro de su jurisdicción y se construyó una planilla de referencia para determinar cuáles son las unidades administrativas aptas (“GO”) para la recepción de mercadería que cumple con los parámetros de sustentabilidad establecidos.

La información generada fue remitida por CARBIO a la EU para su aprobación.



Mayor información

Lic. Stella Maris Carballo: scarballo@cni.inta.gov.ar

Lic. Alicia Anschau: aanschau@cni.inta.gov.ar

Instituto de Clima y Agua – CIRN – INTA, Castelar.



Laboratorio de Biocombustibles

Introducción

Durante el desarrollo del PNEG 1411, se pusieron en marcha las acciones necesarias para la instalación de un laboratorio que pudiera servir para el análisis de diferentes materiales para la producción de biocombustibles, con la finalidad de obtener la información necesaria para seleccionar materia prima que resulte adecuada para la obtención de productos de buena calidad y de manera sustentable. Actualmente el Laboratorio de Calidad de Alimentos, Suelos y Aguas de la EEA Pergamino cuenta con un sector de Biocombustibles donde se llevan a cabo las actividades relacionadas con este proyecto.

Las actividades realizadas durante el primer año consistieron no sólo en la adquisición del equipamiento básico del laboratorio, sino también en el diseño y desarrollo de equipos que cumplen con requerimientos específicos impuestos por las técnicas de análisis. Los equipos desarrollados fueron los siguientes:

- Planta piloto de bioetanol a escala de laboratorio.
- Estufa con agitación orbital para procesos de altas temperaturas.
- Reactor a escala laboratorio para producción de biodiesel.

Durante segundo año se finalizó el desarrollo de éstos equipos, y se trabajó en la puesta en marcha de los métodos de análisis, hacia fines de ese año se concretó la instalación completa del laboratorio, se realizó la caracterización de los primeros materiales, productos propios del proyecto (cártamo y topinambur). En el transcurso del último año fue posible realizar el análisis de muestras de maíz, sorgo granífero, batata, jugo de sorgo dulce, materiales provenientes de este proyecto, de otros proyectos vinculados (PNCER-024012 y PNCER 024022) y también de empresas relacionadas al sector, algunas de las cuales han recibido del gobierno nacional la cuota para la producción de bioetanol a partir del año 2013. Además se trabajó en la confección de documentos relacionados con requisitos de gestión y técnicos correspondientes a la norma ISO/IEC 17025. Los resultados obtenidos durante el desarrollo del PNEG 1411 serán mencionados a continuación.

Bioetanol

1- Equipamiento desarrollado

- **Planta piloto de bioetanol a escala de laboratorio:**

Mediante la planta piloto es posible realizar el proceso completo de producción de bioetanol en un único sistema semi-automatizado. Este equipo constituye una herramienta para el estudio del proceso de producción de bioetanol, la evaluación de distintas materias primas, y para el análisis de los co-productos obtenidos a partir dicho proceso. Se trabajó en base a un equipo previamente diseñado en el laboratorio, se rediseñó gran parte del mismo; especialmente fueron modificados el reactor y la columna de destilación, y



se instaló un procesador que le otorgó mayor automatismo al equipo, permitiendo guardar siete programas de trabajo diferentes.

Se realizó un video institucional, que presenta y describe este equipo, así como su funcionamiento. Este material fue presentado en Expo Agro Baradero en febrero de 2010 y actualmente se encuentra disponible en la página de Bioenergía del INTA (<http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia/bio.htm>).

➤ **Estufa con agitación orbital para procesos de altas temperaturas:**

Se diseñó un equipo especial para la puesta a punto de un método para la determinación comparativa de rendimiento de etanol en muestras de pequeño tamaño. El mismo consiste en una estufa que cuenta con una capacidad de calentamiento superior a los 100°C, posee un sistema externo de agitación orbital, y tiene una capacidad para 18 frascos Erlenmeyers de 250 ml.



Planta piloto a escala de laboratorio



Estufa con agitación orbital

2- Puesta a punto de metodología

➤ **Método de determinación comparativa de rendimiento de etanol**

Se estandarizaron las condiciones de trabajo (cantidad de muestra, cantidad de enzima, temperaturas de reacción, preparación del inóculo, cantidad del inóculo). Se realizaron además las determinaciones de repetitividad y reproducibilidad del método.



- **Repetitividad:** se realizaron 9 evaluaciones de un mismo material bajo las mismas condiciones de trabajo (las muestras se analizaron en el mismo momento y con el mismo operador), el coeficiente de variación (CV) obtenido fue 0.60.
- **Reproducibilidad:** se realizaron análisis en 7 momentos diferentes, bajo condiciones diferentes (equipos, enzimas, cultivos, personal). El CV obtenido fue de 3.48.

Estos resultados fueron contrastados con bibliografía internacional, y se demostró que las condiciones de trabajo son adecuadas.

➤ **Calibración de equipo NIR**

El objetivo es contar con un método rápido de valuación de rendimiento de etanol para maíz, hasta el momento se han escaneado 144 muestras que ya han sido analizadas mediante química húmeda.

3- Análisis de materiales

➤ **TOPINAMBUR**

Se realizó la evaluación de rendimiento de etanol en dos materiales cultivados en secano y bajo riego. Los mismos fueron enviados por el Ing. Julio Mombelli de la EEA Manfredi.

Resultados:

Material	Condiciones de crecimiento	Rendimiento de etanol ml/kg BS*
1	Riego	73,9
	Secano	95,08
2	Riego	83.75
	Secano	106,04

*promedio de tres determinaciones

Actualmente tenemos pendiente el procesamiento de dos nuevas muestras, una de ellas ha sido mantenida a 4°C y la otra ha recibido un tratamiento de desecación y luego mantenida a -20°C.

➤ **MAIZ**

Se realizó la evaluación de 17 cultivares, sembrados en 3 localidades diferentes, provenientes de los ensayos de cultivares correspondientes al PNCER 024012 "Desarrollo de germoplasma de cereales con calidad diferenciada".



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



La información obtenida representa el primer conocimiento del rendimiento de etanol en maíces de nuestro país, no sólo materiales de INTA, sino también de importantes empresas del mercado. Esta información se encuentra en etapa de publicación.

Híbrido	mL etanol / kg MS*	CV %	Híbrido	mL etanol / kg MS*	CV
1	484.3	1.8	10	484.4	1.3
2	486.8	0.8	11	486	1.2
3	468	1.0	12	490	2.4
4	486.4	0.9	13	505	2.1
5	487.8	0.8	14	492.8	3.0
6	477.8	1.3	15	485.1	0.8
7	477.4	3	16	476.1	2.0
8	473.6	1.0	17	4.77	1.0
9	489.4	1.1			

*promedio de tres determinaciones

A partir de los resultados obtenidos se han elegido 4 materiales de los cuales se obtendrán los DDGSs para ser evaluados químicamente.

Actualmente se está trabajando con muestras obtenidas a partir del proyecto PNCER-024022.

“Bases ecofisiológicas para el manejo de cultivo de cereales y oleaginosas con calidades diferenciales”. Este trabajo prevé la evaluación de materiales sembrados en diferentes condiciones ambientales y a lo largo de cinco campañas (2008-2009 a 2012-2013) hasta el momento hemos analizado 72 muestras de la primera campaña y 18 de la segunda.

Analizamos 29 muestras de ACA (Asociación Cooperadoras Argentinas), la empresa necesitaba seleccionar los maíces que deberán sembrar para utilizar para la producción de bioetanol en el 2013.

Evaluamos 6 cultivares de la empresa Dow Agrosiences.

SORGO

Hemos recibido 4 muestras de sorgo granífero con diferentes niveles de taninos enviadas por la Ing. Laura Giorda, los resultados obtenidos representa la primer información obtenida en nuestro país. Los resultados fueron los siguientes:



Material	Características	mL etanol/ kg sorgo (BS)*
1	Rojo sin taninos condensados	487.97
2	Bajo tanino	464.32
3	Sin taninos condensados	463.84
4	Marrón con taninos condensados	450.17

*promedio de tres determinaciones

➤ JUGO DE SORGO

Se realizó la primer evaluación de jugo de sorgo azucarado (101/12-15). Se determinó que el contenido de glúcidos totales era de 180,33 g/L (Felhing-Causse-Bonnans) y el contenido de sólidos totales en 20,2° Brix. El material se sometió a dos tratamientos diferentes, uno basado en la bibliografía (tratamiento 1) y otro con condiciones semejantes a las utilizadas en la preparación de nuestro medio de fermentación utilizado de rutina (tratamiento 2). Los resultados fueron los siguientes:

Material	Características	mL etanol/ L melaza sorgo*
1	1	80.88
1	2	84,64

*promedio de tres determinaciones

➤ BATATA

Recibimos un material de la empresa Agroctanos, quienes están evaluando los parámetros agronómicos de este cultivo para la producción de bioetanol en la provincia de Corrientes, esta empresa actualmente es una de las socias del grupo Bio4 y en base a los resultados obtenidos han decidido basar su producción de etanol del 2013 en maíz, para cubrir la cuota que actualmente tienen asignada. El resultado obtenido fue de 518,29 ml etanol/kg MS.

Biodiesel

1- Equipamiento desarrollado

➤ Reactor a escala laboratorio para producción de biodiesel.

Este reactor fue desarrollado en el taller de vidriería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe) y fue diseñado con la ayuda del Ing. Amb. Ignacio Huerga. El mismo fue recibido en nuestro laboratorio en abril de este año, pero no fue posible ponerlo en funcionamiento debido a fallas técnicas del equipo. Actualmente se encuentra en reparación, se le realizará cambio de motor y se agregará



un nuevo tacómetro. Las características del equipo fueron presentadas en el III Taller del PNEG 1411 por el Ing. Huerga.

2- Puesta a punto de metodología

A partir de la capacitación recibida por el Ing. Ignacio Huerga y el trabajo realizado por tres ingenieros químicos, pasantes que han desarrollado actividades en el laboratorio (Julieta Manattini y Noelia Santacchiara y Matías Patrono), fue posible poner en marcha las técnicas de extracción de aceites, y de caracterización química de los mismos (ácidos, peróxidos), de transesterificación y caracterización de biodiesel (glicerina total, glicerina libre y jabones), también se han evaluado algunas condiciones de pre-tratamientos: esterificación y desgomado.

3- Análisis de materiales

Fue analizada una muestra de semillas de Cártamo enviadas por el Ing. Julio Rivas de la EEA Hilario Ascasubi. Algunos parámetros fueron evaluados en nuestro laboratorio y otros fueron evaluados en el INCAPE de Santa Fe por el Ing. Huerga.

Los resultados fueron los siguientes:

Parámetros	muestra 1	muestra 2
Fósforo (ppm)	117,42	102,85
Acidez (%)	1,029	1,66
Índice Yodo	90	96,75
Índice Peróxidos	7	-
Agua (ppm)	465,11	<500
Índice de Saponificación	190,67	191,95
Contenido Aceite (%)	39,95%	-

Mayor información

Dra. Mariana Alegre: malegre@pergamino.inta.gov.ar

Mic. Pablo Copia: pcopia@pergamino.inta.gov.ar

INTA - EEA Pergamino.



SUSTENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA ARGENTINA

Resultados del PNEG 1114 – 2009/2011¹

Introducción:

La caña de azúcar forma parte de una cadena agroindustrial madura, que –al momento de iniciar el PE1411- ya tenía definida su participación plena en el programa de biocombustibles, teniendo en cuenta su antecedente histórico de los años 80s, y la experiencia líder de Brasil en el mismo sector.

Por lo tanto el Proyecto tuvo una inserción particular, diferente de la que se dio en otros cultivos menos desarrollados para su producción bioenergética: se enfocó en la generación de información necesaria para asegurar la expansión sostenible del cultivo de caña de azúcar.

La variable ambiental ha sido una de las razones principales para el desarrollo de los biocombustibles a nivel global. Sin embargo, a poco de comenzar su difusión global, movimientos sociales y ambientalistas cuestionaron las ventajas inicialmente consideradas: la expansión agrícola en algunas regiones del mundo podría hacerse sobre áreas de rica biodiversidad; se critica la posibilidad de incrementos en el uso de agroquímicos, con efectos sobre la salud de trabajadores y población en general; se advierte sobre la competencia por tierras entre la producción de alimentos y de combustibles; se cuestiona el uso de agua para riego en cultivos agroenergéticos; se pone en duda el real aporte a la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero en la cadena de los biocombustibles; o se resalta el impacto negativo de las industrias en la calidad del aire, el agua y la biodiversidad a través de sus efluentes.

Como el de biocombustibles líquidos es un mercado creado a través de regulaciones de los Estados que obligan a cortes con los combustibles fósiles, la opinión de los contribuyentes – particularmente en los países desarrollados- es tomada muy en cuenta. Así es que, habida cuenta de este debate, se han ido originando una serie de iniciativas de política y de control de la producción de biocombustibles que van a contribuir a definir el perfil futuro de la industria en todo el mundo.

Si la industria sucro-alcoholera argentina tiene la expectativa de participar en el futuro en el mercado mundial que se está generando, deberá ajustarse a estos requerimientos. No debería descartarse incluso que este tipo de iniciativas se tomen como estándares a los cuales aspirar, aún para el mercado interno.

Desde el INTA, la preocupación por la sustentabilidad del desarrollo del sector ha estado presente a partir de 2006, cuando desde los Programas Nacionales de Bioenergía y de Cultivos Industriales se inician diversas líneas de trabajo tendientes a evaluar las situaciones de partida, desarrollar y proponer tecnologías para reducir los impactos ambientales, y proyectar la posible expansión del cultivo hacia nuevas áreas.

La óptica adoptada en estos trabajos no es conservacionista, sino de promoción del desarrollo sustentable.

Aquí se presentan los resultados de los primeros 3 años de trabajo, agrupados en tres focos temáticos:

A) Potencial de expansión del cultivo en un marco sustentable:

¹ Algunas de las actividades aquí informadas resultan de articulaciones del PNEG1411 con proyectos del Programa Nacional de Cultivos Industriales y Proyectos Regionales Tucumán Norte y Tucumán Sur.



A.1. Evaluación del potencial de producción de bioetanol en Argentina, con criterios de sustentabilidad social, ecológica y económica, y gestión ordenada del territorio (Carballo, Stella Maris^{*}; Anschau, Alicia^{**}; Flores Marco, Noelia^{**}; María Elena Zaccagnini^{***}, Lorena Herrera^{****} y Laura María Solari^{***} con la colaboración del equipo de Caña de Azúcar de la EEA INTA Famaiyllá)²

Mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica y herramientas de análisis espacial, se construyeron una serie de mapas en los que se distinguen zonas con grados de aptitud diferenciados para la caña de azúcar, en los que se consideran factores climáticos y edáficos, y se toman en cuenta las restricciones de uso del suelo tanto por protección jurídica (áreas protegidas o bosques nativos), como por competencia por otros usos (agrícolas o forestales).

Se determinó que –dejando de lado esas áreas sensibles- existen en el norte argentino 2,5 millones de hectáreas “Muy Aptas” y 5,2 millones de hectáreas “Aptas” para el cultivo de caña de azúcar.

Es importante remarcar que en las áreas indicadas como agroecológica y ambientalmente aptas para el cultivo, existen situaciones de solapamiento de superficie con otros cultivos aptos para diferentes zonas (soja, tabaco, algodón, sorgo, etc.) que deberán ser resueltos considerando información de orden económico que exige el análisis detallado en cada zona, tales como costo de insumos, costo de labores, rendimientos, logística de comercialización, precio internacional, etc. para definir la rentabilidad neta, que en definitiva inclinará la preferencia por implementar el cultivo de caña de azúcar u otro.

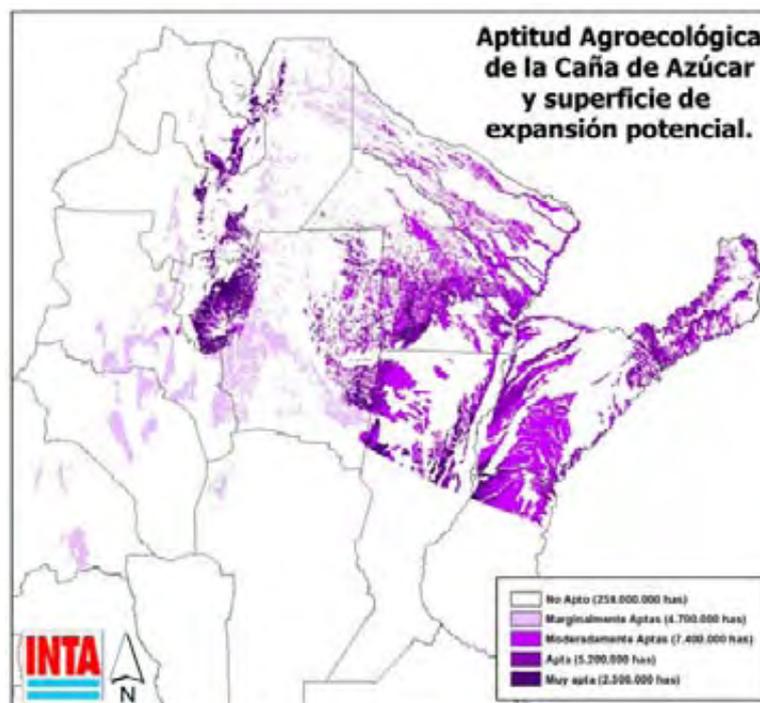


Figura 1 - Aptitud Agroecológica de la Caña de Azúcar

A partir del mapa de aptitud agroecológica y superficie de expansión potencial de la caña de azúcar, se realizó un taller interdisciplinario de expertos de distintas instituciones con el objetivo de realizar aportes que mejoraran el mismo, analizando restricciones agroclimáticas y áreas de

² * INTA - Instituto de Clima y Agua; ** - INTA - Instituto de Ingeniería Rural; *** Área de Ecología y Gestión Ambiental de la Agro-Biodiversidad - Instituto de Recursos Biológicos - INTA – CNIA. **** Unidad Integrada Balcarce (Facultad de Ciencias Agrarias MDP – INTA)



importancia para la conservación de la biodiversidad. En cuanto a restricciones agroclimáticas, se propusieron cambios locales considerando principalmente restricciones hídricas y térmicas del cultivo. Por otro lado, se consensó excluir del mapa de expansión las áreas del Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP 2002); humedales importantes para la conservación de aves acuáticas (Sitios Ramsar), Áreas Importantes para la Conservación de Aves (AICA 2005) y Áreas Valiosas del Pastizal (AVP 2004). Asimismo, se destacó la importancia de mantener corredores biológicos que permitan y aseguren el desplazamiento animal (conectividad) entre distintos ensamblajes de la biodiversidad del noroeste y la región chaqueña.

El resultado de este trabajo es una primera aproximación a un mapa de expansión potencial de la caña de azúcar desde el punto de vista agroecológico, estableciendo filtros de exclusión de áreas con restricciones por el valor de su biodiversidad y recomendaciones de manejo para priorizar la conectividad entre parches de vegetación nativa.

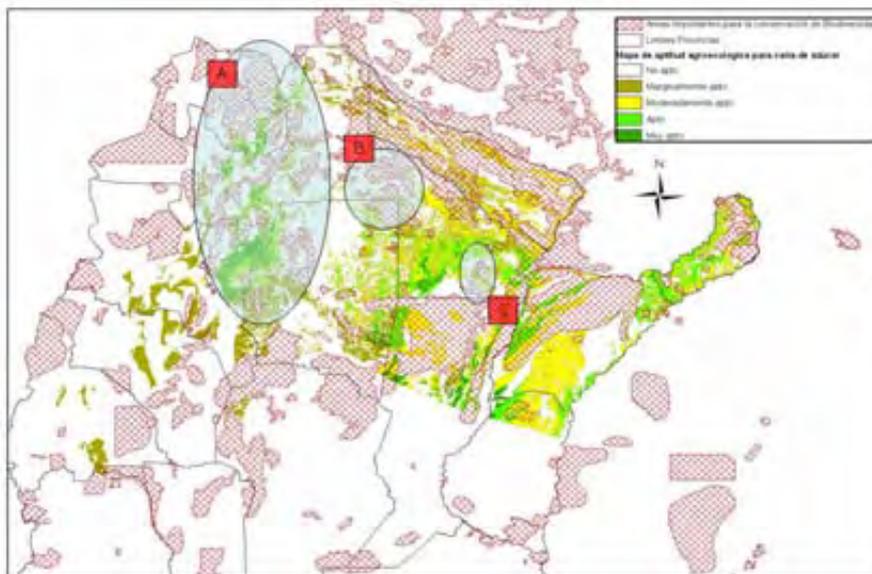


Figura 2: Áreas donde hay que priorizar la conectividad entre parches de vegetación nativa.

A.2. Ensayos in situ para evaluar el potencial de expansión de caña de azúcar y definir riesgos o vulnerabilidades (Roberto Sopena y Arturo Felipe ³):

En función de las áreas potencialmente cañeras definidas, en 2009 se realizó una gira por las distintas provincias interesando en el tema a gobiernos de provincia, asociaciones de productores, y Unidades del INTA.

Como consecuencia de los acuerdos informales a los que se fue arribando en cada caso, se constituyó una primera red de ensayos de materiales genéticos en distintas etapas de desarrollo. Algunas áreas presentan resultados sumamente interesantes (teniendo en cuenta que el rendimiento promedio nacional es de 65 ton caña/ha), por ejemplo Laguna Yema, Formosa:

³ Equipo de Caña de Azúcar de la EEA INTA Famaillá, Tucumán



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Productividad por Ha.(con riego)

Variedades	Tn.Caña/ha	Az/Ton	Kg.Az/Ha	S e l e c t a s
NA 01-1185	137,3	107,5	14758	
Cedeva 1	114,6	114,0	13062	
NA 01-761	148,5	79,0	11732	
F 02-467	123,4	95,0	11723	
F 01-1659	110,5	104,0	11492	
F 01-1505	100,7	104,0	10468	
F 01-960	103,5	97,0	10038	
F 02-238	95,0	101,0	9599	
F 01-1634	122,1	75,0	9158	

Tabla 1: Estimación de Producción en Lotes del CEDEVA , Laguna Yema , Formosa, 2010

Los ensayos continúan y desde el Programa de Cultivos Industriales se prevé formalizar acuerdos para constituir una red mejor estructurada para el desarrollo sostenible de la caña de azúcar en nuevas áreas.

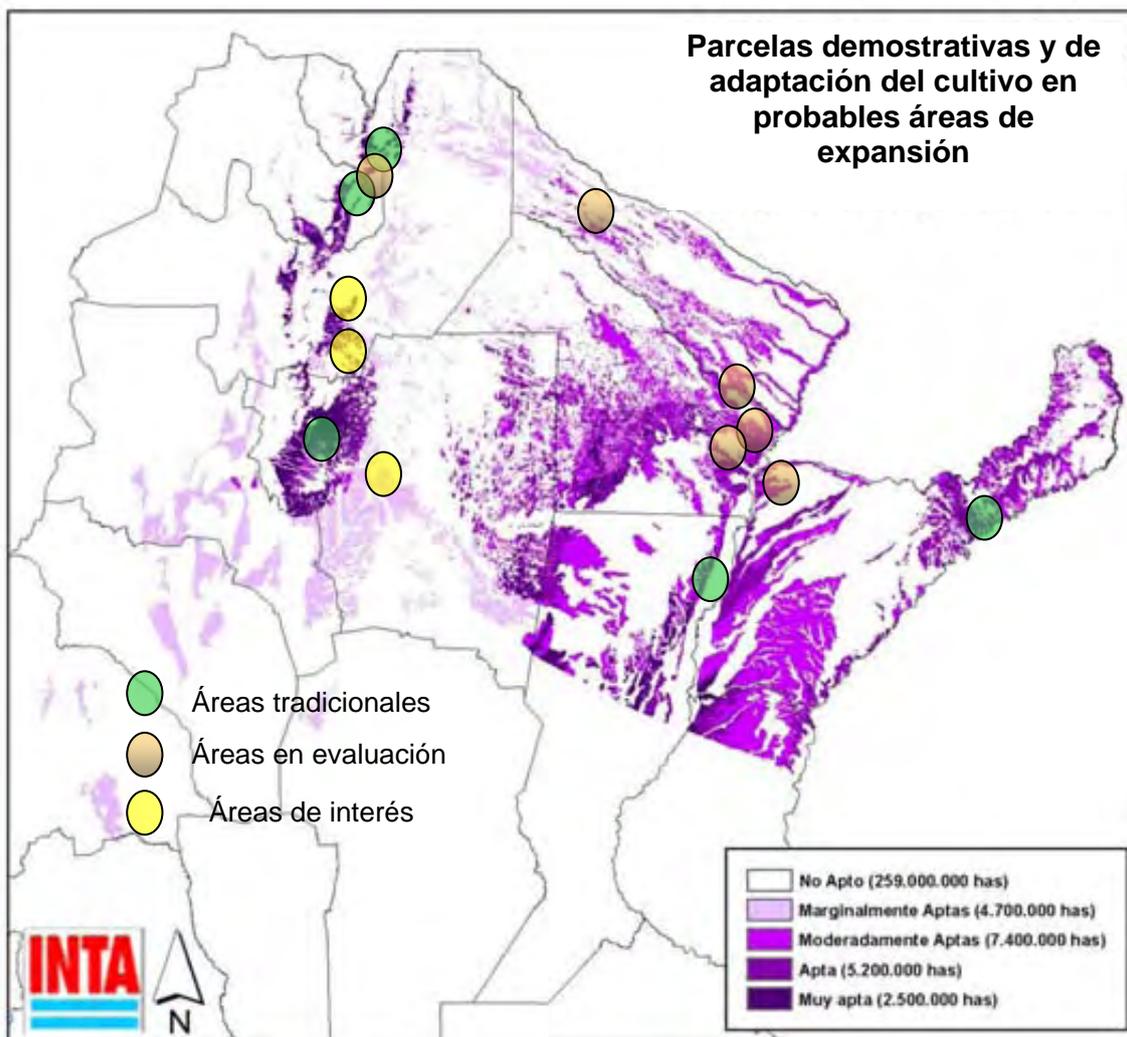


Figura 3: Áreas donde actualmente se planta caña de azúcar, áreas donde se llevan adelante parcelas demostrativas de materiales y áreas de interés para exploración futura.



B) Eficiencia energética y emisiones de gases de efecto invernadero:

B.1. Cálculo del balance energético y emisiones de gases de efecto invernadero de la agroindustria sucro-alcoholera de Tucumán (Martín Acreche y Alejandro Valeiro ⁴)

La ventaja ambiental de los biocombustibles resulta frecuentemente puesta en duda, con cuestionamientos respecto de la real eficiencia energética y el balance de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) durante su proceso productivo.

Considerando todas las operaciones involucradas en la cadena de producción del azúcar y etanol anhidro, tanto de la fase agrícola como de la industrial, en este trabajo se realizó una primera aproximación al cálculo de los balances energético y de emisiones de GEI de la agroindustria sucro-alcoholera de Tucumán.

Cuadro 1. Insumos utilizados en la producción de caña de azúcar para dos niveles tecnológicos y sus equivalentes energéticos en Tucumán (Argentina).

	NTB ^x	NTM-A ^y	Factores de conversión (MJ/unidad)	Consumo de energía (MJ/ha año)	
				NTB	NTM-A
Gas-oil (l/ha año)	131,4	163,9	47,73	6.072,2	7.881,9
Fertilizante N (kg/ha año)	76,5	96,6	54,0	4.131,0	5.054,4
Fertilizante P (kg/ha año)	-	3,6	3,2	-	11,5
Herbicidas (kg.i.a./ha año)	2,0	2,4	452,0	912,3	1.103,8
Maquinaria (kg/ha año)	136,6	136,6	13,07	1.785,4	1.785,4
Mano de obra (hr/ha año)	110,0	30,0	3,87	425,7	116,1
Caña semilla (%)	3,33	3,2	-	444,2	510,0
Total				13.770,8	16.463,5

^x Nivel tecnológico bajo: productores con rendimiento medio anual de 60 Mg/ha en un ciclo de seis cosechas que se realizan manual y/o mecánicamente). ^y Nivel tecnológico medio a alto: productores con rendimiento medio anual de 75 Mg/ha en un ciclo de cinco cosechas realizadas mecánicamente).

Cuadro 2. Insumos utilizados en la industrialización de la caña de azúcar y sus equivalentes energéticos en Tucumán (Argentina).

		Factores de conversión (GJ/unidad)	Consumo de energía (MJ/ha año)
Gas (m ³ /ha año)	659,4	0,026	17.486,3
95 % etanol hidratado a 99,5 % etanol anhidro (Gas, GJ/l)	-	0,0000377 ^w	16,2 ^x
Pesada de caña (m ² /ha año)	0,33	1,2	25,1
Edificios generales (m ² /ha año)	0,18	2,4	27,4
Edificios azúcar (m ² /ha año)	1,90	1,8	214,0
Edificios etanol(m ² /ha año)	0,08	1,8	9,4
Equipamientos generales (Mg/ha año)	0,30	30,0	769,6
Equipamientos azúcar(Mg/ha año)	0,12	30,0	301,1
Equipamientos etanol (Mg/ha año)	0,07	30,0/71,7 ^y	591,8 ^z
Químicos p/azúcar (Mg/ha año)	0,12	5,0	26,4
Químicos p/ etanol (Mg/ha año)	0,01	5,0	16,2
Total			19.727,7

⁴ Grupo de Gestión Ambiental de la EEA INTA Famaiyllá, Tucumán



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



^w GJ de gas por litro de etanol (9kcal/l).^x Dato basado en 430,9 l/ha (producción actual del ingenio).

^y 30,0 y 71,7 GJ/Mg para el acero y el acero inoxidable respectivamente. ^z Dato basado en 600 y 400 Mg para el acero y el acero inoxidable respectivamente.

El balance energético del ciclo de producción de azúcar y etanol anhidro en Tucumán resultó positivo, produciéndose tres unidades de energía por cada unidad consumida. Estos resultados coinciden con algunos trabajos de Brasil, pero se diferencian de otros de ese país en los que el combustible principal de las calderas es el bagazo y no el gas natural. Todos esos trabajos coinciden con el presente al señalar el peso central del consumo de gas-oil y fertilizantes nitrogenados en el balance energético del campo.

En cuanto a las emisiones de GEI de la producción de caña, el resultado de este trabajo indica que serían de 2.069 kgCO₂eq./ha año, similar a algunas referencias brasileñas. Sin embargo, cuando se comparan las de la etapa industrial (1.217 kgCO₂eq./ha año), las tucumanas resultan mayores debido al uso del gas natural.

Probablemente esta situación se revierta con la tendencia de la industria tucumana a utilizar cada vez más bagazo en la generación de energía, y con el posible incremento en la producción de etanol anhidro por parte de la industria. Precisamente, el análisis de sensibilidad de este trabajo muestra que la eficiencia energética podría ser incrementada a valores del orden de 8,3:1, mientras que las emisiones producidas de GEI de 3.282 kgCO₂eq./m³ año podrían transformarse en emisiones evitadas de 2.443 kgCO₂eq./m³ año.

B.2. Avances en el estudio de la demanda energética de las labores en caña de azúcar (Mario O. Tesouro *, Marcos A. Roba*, Enrique Fernández de Ulivarri**, Lidia B. Donato*, Ángel Romito*, Juan Vallejo** y Juan P. D'Amico**⁵).

De los resultados del trabajo anterior surge la preocupación por el alto consumo de gas-oil en las labores de caña de azúcar en Tucumán.

Se inició entonces una línea de trabajo para analizar integralmente los sistemas mecanizados en caña de azúcar y evaluar su desempeño en función de su demanda energética, como así también evaluar la calidad de las labores realizadas en el cultivo de caña de azúcar.



Los resultados preliminares indican que es posible que la labranza contribuya a mantener una condición física apropiada en los entresurcos transitados, favoreciendo la infiltración y el desarrollo del cultivo. Pero a juzgar por lo visto en los testigos, también resulta lógico especular con que la disminución de la capacidad portante del suelo por efecto de la remoción, puede estar favoreciendo su densificación ante la acción de las cargas ejercidas por el tránsito.

Para este ensayo, en todos los casos en que se utilizaron cinceles en forma profunda, al evaluar el perfil laboreado se observó que las máquinas habían superado el umbral de la profundidad crítica. En estas condiciones de operación, la masa de suelo ubicada en profundidad entre dos

⁵ * Instituto de Ingeniería Rural, INTA; ** Grupo Caña de Azúcar EEA INTA Famaillá.

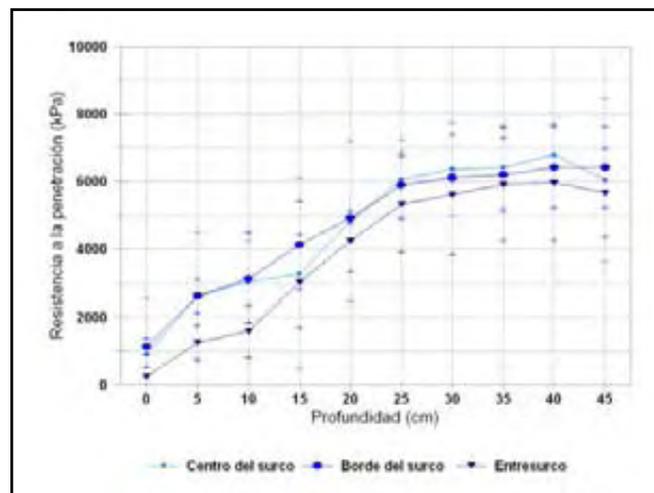


Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



arcos sucesivos, puede presentar una disturbación mínima o nula. La demanda de energía y el consumo de combustible, de las labores involucradas en la implantación y el mantenimiento del cultivo de la caña de azúcar, resultaron superiores a las observadas en trabajos equivalentes y en suelos de similares características texturales de la región pampeana. Debería evaluarse la sustentabilidad y la conveniencia económica de continuar con el sistema de manejo del suelo utilizado para la implantación y el mantenimiento del cultivo de la caña de azúcar en el área de influencia de la EEA Famaillá.

Las máquinas comúnmente utilizadas para efectuar las labores de labranza en el área relevada, poseen escasa aptitud tanto desde el punto de vista del aprovechamiento energético como así también, de la calidad del trabajo realizado.



C) Evaluación de impactos ambientales de la actividad cañera y desarrollo de soluciones:

C.1. Seguimiento de quemas de cañaverales en Tucumán a través de sensores remotos (Pablo Benedetti** y Alejandro Valeiro**) ⁶.

La práctica de quemar el cañaveral, antes y/o después de la cosecha de caña de azúcar, está ampliamente difundida en Argentina y otros países productores del mundo, donde el fuego elimina todo lo que sea considerado “basura o trash” en el proceso industrial.

Durante el proceso de quema, además de agua y dióxido de carbono (CO₂), otros elementos son liberados a la atmósfera, como por ejemplo monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), ozono (O₃) y partículas sólidas. Las consecuencias del fuego van desde pérdidas de la biodiversidad a contaminación ambiental producto del humo, entre las alteraciones inmediatas, mientras que a mediano y largo plazo puede producir erosión, desertificación y enfermedades respiratorias a los seres humanos (3). También resultan importantes los daños en infraestructuras rurales, eléctricas, etc., como consecuencia de incendios accidentales originados de las quemas de los cañaverales.

Esta línea de trabajo –que se lleva adelante desde 2004 a la actualidad- tiene como objetivo realizar un análisis de los focos de calor que se producen en Tucumán, determinar la línea de base para políticas de control del problema, y establecer áreas donde se registraron las mayores

⁶ ** EEA INTA Famaillá, Tucumán

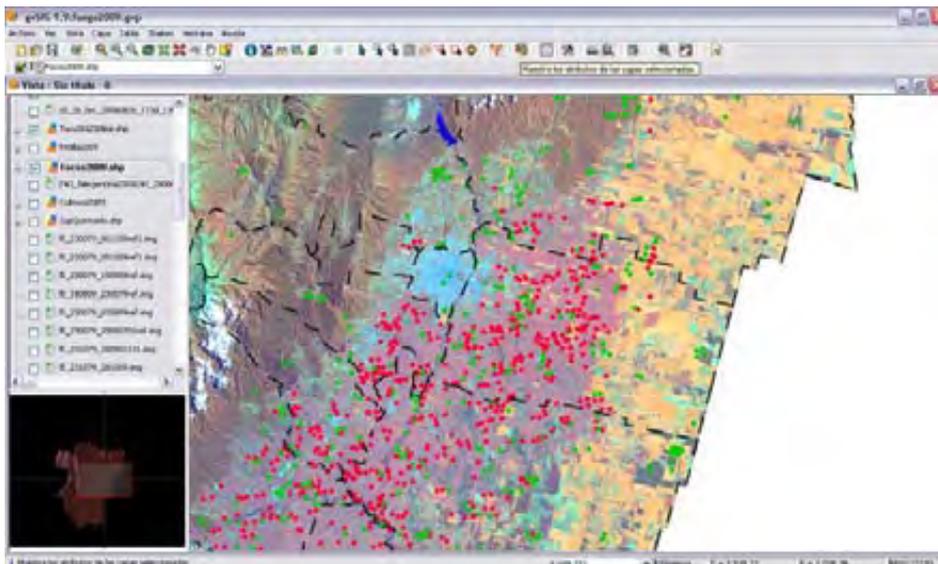
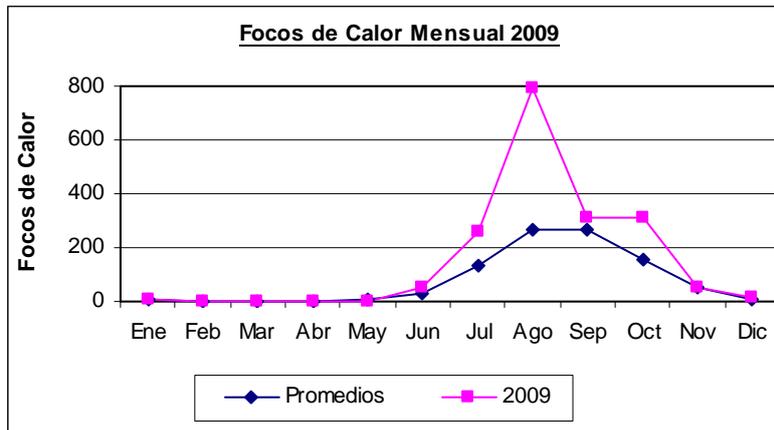


Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



frecuencias de fuegos en la provincia, determinando el uso del suelo al momento de iniciarse el mismo.

Los sensores remotos que se utilizan en este Seguimiento y Monitoreo de Fuegos son: MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) -ubicado a bordo de las plataformas satelitales TERRA y AQUA.



Este trabajo se refleja en un boletín electrónico mensual, que llega a cientos de suscriptores y tiene una amplia repercusión en los medios masivos de difusión.

También ha permitido, por ejemplo, detectar 9 “áreas calientes”, donde se llegaron a registrar hasta 52 focos de calor en promedio por año, por cada una. Tres de estas se ubican en el departamento Cruz Alta, un área además muy cercana a importantes poblaciones urbanas y por lo tanto potencialmente muy conflictiva.

C.2. Evaluación del potencial de generación de energía a partir del residuo de cosecha de la caña de azúcar en la provincia de Tucumán (Alicia Anschau * , Roberto A. Sopena, Pablo Benedetti y Alejandro H. Valeiro **) ⁷.

⁷ * INTA - Instituto de Clima y Agua: ** EEA INTA Famaillá, Tucumán



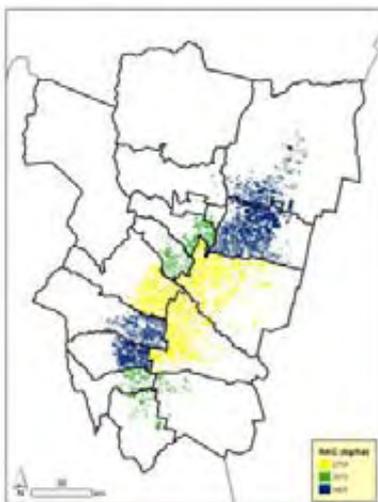
Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



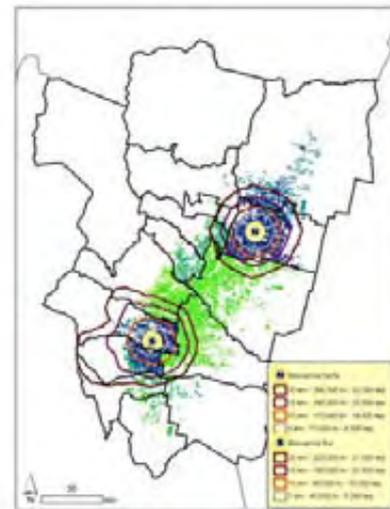
Desde el INTA se vienen desarrollando líneas de trabajo que buscan evitar la práctica de la quema previa y posterior a la cosecha, evaluando las rutas agronómicas para la cosecha en verde, con recuperación de residuos y finalmente, encuentre formas de valorización de los residuos de cosecha de la caña, contribuyendo a mejorar el ingreso del agricultor y evitando emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero.

Entre una de las alternativas de valorización del residuo de cosecha, su utilización como insumo para la producción de energía, se presenta como una alternativa viable, ya que contribuye a disminuir los problemas de déficit energético en la provincia, al mismo tiempo que colabora con el objetivo de diversificar la matriz energética del país.

El objetivo de esta línea de trabajo fué cartografiar la distribución de este residuo, para poder cuantificar el potencial de generación de energía a partir de él mismo, planteando distintos escenarios de aprovechamiento y transformación. Para determinar la biomasa potencial generada a partir del RAC, se clasificó el territorio provincial en tres niveles de rendimiento cultural del cañaveral. A partir de esta zonificación se asignaron los valores de RAC recolectable. De esta manera se obtuvo un mapa que refleja la disponibilidad de RAC en el territorio provincial, lo que permite identificar fácilmente áreas claves de intervención. A partir del mapa de RAC disponible obtenido, se pueden calcular cuencas de aprovisionamiento de biomasa o biocuenas para un determinado punto de consumo (por ejemplo una planta de generación).



Distribución del RAC útil



Ubicación tentativa de plantas de energía biocuenas y potencial de generación

C.3. Briquetas de carbón con residuos agrícolas de cosecha de caña de azúcar (Enrique Fernández de Ulivarri**, Juan I. Vallejo** y Alejandro H. Valeiro**) ⁸.

Considerando la importancia de aprovechar el valor energético del RAC y contribuir a disminuir la contaminación ambiental, los daños que la quema produce a la salud de la población y generar un ingreso extra a los productores, nos planteamos como objetivo desarrollar –entre otras alternativas potenciales- la alternativa de elaborar briquetas de carbón.

⁸ Y ⁸ ** EEA INTA Famaillá, Tucumán



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



En una primera etapa se diseñó un horno móvil de chapa lisa calibre N° 14 (2,5 mm), que constaba de un anillo de 2,5 m de diámetro y 1,2 m de altura, con una tapa superior desmontable en forma de campana, y chimenea en su parte central. Dentro del horno se colocaron 4 tambores de 200 L con tapa desmontable para facilitar su cargado, con una perforación de 5 cm de diámetro. Simultáneamente se diseñó una máquina briquetadora para la compresión del material, la cual estaba constituida por un tornillo sin fin (tipo extrusora) accionado por un motoreductor de 2 HP.



El principal uso que se les puede dar a las briquetas es en el hogar para asar carne y en calefacción. Si bien con esta propuesta se sigue quemando RAC, de esta manera la quema se lleva a cabo en forma controlada, con mucha menor emisión contaminante, generando un producto que puede ser utilizado para reemplazar el carbón de leña cuyo costo se está incrementando marcadamente dada la paulatina limitación de los desmontes.

C.4. Estimación de residuos de envases plásticos de agroquímicos generados por el cultivo de caña de azúcar en la provincia de Tucumán (Rocio Portocarrero **, Roberto Sopena y Alejandro Valeiro**) ⁹.**

Los residuos de envases de fitosanitarios y fertilizantes químicos representan una problemática creciente a nivel de ambiente, salud humana y gestión de las empresas agropecuarias. Si bien existen normativas que establecen pautas para la disposición final de los mismos hasta ahora no se implementaron sistemáticamente. En general, los envases utilizados quedan en los campos de producción donde son acumulados, o pueden ser quemados, enterrados, o reutilizados con fines domésticos. Dependiendo del destino que se le da a estos envases, pueden significar una fuente de contaminación del aire, agua o suelo, la intoxicación de fauna, la contaminación del espacio doméstico rural, o la generación de pasivos ambientales. Desde el punto de vista de la salud humana se ven afectados directamente los trabajadores y la población rural, e indirectamente la población en general, por la dispersión de los contaminantes a través del aire y el agua.

En este trabajo, se planteó estimar el volumen de los residuos de envases plásticos de fitosanitarios y de fertilizantes químicos generados por el cultivo de caña de azúcar en particular, y de otros cultivos priorizados junto a éste en la provincia de Tucumán. En cuanto a los agroquímicos usados en el cultivo de caña de azúcar, entre los fitosanitarios se emplean principalmente herbicidas mientras que otros productos como maduradores, insecticidas y fungicidas, registraron baja tasa de uso. El cañaveral se renueva cada cinco años aproximadamente y es el único momento en el que se emplean los herbicidas de predesboquille y

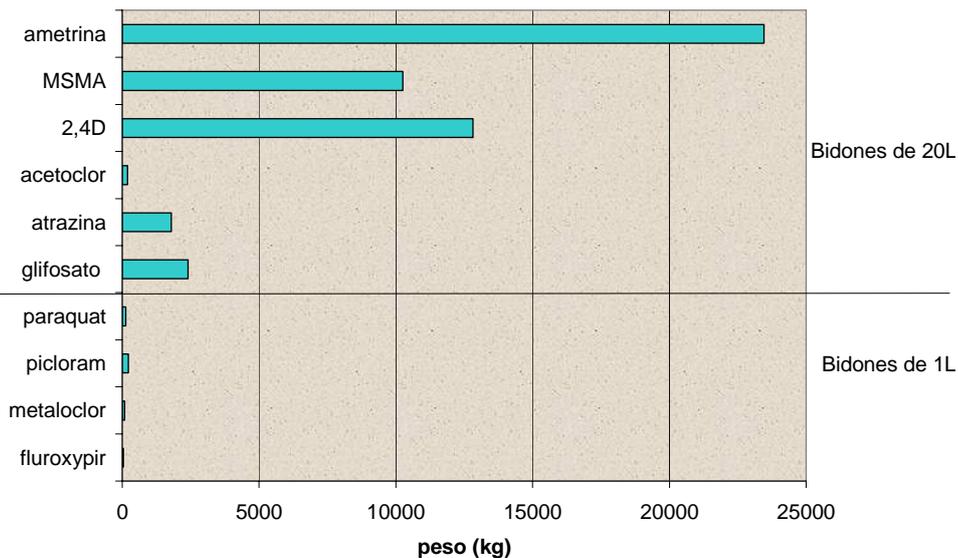


Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



preemergencia. Se considera que un 15 % de la superficie total se renueva anualmente, aunque no se aplican los herbicidas mencionados en toda la superficie renovada.

Los herbicidas utilizados se presentan en general en envases de 20 L y 5 L de polietileno de alta densidad (PEAD), que en la nomenclatura de tipos de plásticos corresponde al N° 2.



Peso de residuos de envases generados en el cultivo de caña de azúcar

Se concluyó que:

- En Tucumán se generan anualmente 330.400 kg de residuos de envases plásticos por el uso de fitosanitarios en los distintos cultivos.
- El orden de los cultivos según la cantidad de envases que generan es: soja (163.400 kg), trigo (51.600 kg), caña de azúcar (51.400 kg), limón (46.350 kg), maíz (15.200) y tabaco (2.500 kg).
- El cultivo de caña de azúcar genera principalmente residuos de envases de 20L asociados a diferentes herbicidas. La ametrina, el MSMA y el 2,4D, son los herbicidas de mayor impacto en la generación de residuos debido al número y capacidad de los envases (20L).
- Utilizando como indicador el peso de los envases generados sobre la superficie que ocupa cada cultivo, se observa que el cultivo de limón es el que tiene mayor impacto en la generación de residuos con 1,4kg de residuos por hectárea, le siguen el tabaco con 0,75 kg/ha, soja con 0,53kg/ha y maíz con 0,4kg/ha. El cultivo de trigo y **caña de azúcar** generan respectivamente 0,25 y **0,23 kg/ha**.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Mayor información

Ing. Agr. Alejandro H. Valeiro: avaleiro@correo.inta.gov.ar

Ing. Agr. Enrique Fernández de Ullivarri: eullivar@correo.inta.gov.ar

Ing. Agr. Roberto Sopena: rasopena@correo.inta.gov.ar

Ing. Agr. Juan Vallejo: jvallejo@correo.inta.gov.ar

INTA - EEA Famaillá



Módulo Cártamo **Informe final de los avances alcanzados.**

Resumen

En la actualidad el cártamo sólo tiene presencia como cultivo difundido en el noroeste de Argentina. Las acciones desarrolladas en el presente proyecto se dirigieron básicamente a la introducción del cultivo en la región semiárida pampeana y con riego, en el valle bonaerense del Río Colorado. Para ello, se realizaron actividades que comprendieron distintos aspectos de manejo del cultivo. Estos fueron: estudios bioecológicos para la determinación de la época de siembra óptima y adaptación de cultivares; determinación de la densidad y distanciamiento para la implantación del cultivo; evaluación de los sistemas de siembra directa y convencional; estudios de la nutrición del cultivo con fósforo y nitrógeno; estudios relativos a la sanidad del cultivo, con especial énfasis a plagas y sus enemigos naturales, monitoreo de enfermedades; evaluaciones exploratorias de control químico de malezas; evaluación de la competitividad cártamo/trigo (cultivo difundido en el área); efectos del riego gravitatorio y determinación del momento óptimo de cosecha. Desde el inicio de las actividades en cártamo, propuestas por el INTA de Hilario Ascasubi, se contó con el invaluable apoyo de la empresa Oleaginosa Moreno SA; quién financió las actividades en los 3 años del proyecto y creó el mercado en el sur del país con localización en Bahía Blanca. Si bien se han tenido excelentes resultados en el área de riego, por condiciones sostenidas de sequía en estos años en la región semiárida no se puede afirmar que la introducción del cultivo en el sur del país este consolidada.

Aportes realizados en el módulo cártamo:

Estudios bioecológicos – (Acciones pertenecientes al PNOLE 031011 “Desarrollo de material genético y manejo sanitario y agronómico de oleaginosas alternativas en diferentes ambientes productivos”).

Evaluación de época de siembra y cultivar:

En 2009, 2010 y 2011 se evaluaron en dos, seis y dos épocas de siembra respectivamente, con distintos materiales genéticos (híbridos y variedades), tanto linoleicos como oleicos.

El mes de agosto resultó la fecha óptima de siembra, con cosecha a mediados de enero. CW99OL, CW88OL y Arizona, (todas variedades oleicas) y CW1221 (como única linoleica) fueron los materiales destacados con potenciales de rendimiento que alcanzaron los 4500 kg/ha, con contenidos de materia grasa de hasta el 45 %.



Efecto de la distancia entre hileras y la densidad de siembra en el cultivo de cártamo con riego. EEA INTA H. Ascasubi.

Entre 2009 y 2010, en la condición de riego del valle bonaerense del Río Colorado, se evaluaron todas las combinaciones de distanciamientos entre hileras de: 0.35; 0.52 y 0.70 m y densidades de siembra de: 14.3; 28.6 y 42.8 plantas.m⁻²; equivalentes a: 7.5, 15 y 22.5 kg.ha⁻¹ de semilla.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Foto 2a. Adelante, distanciamiento a 0,70m; atrás a 0,35 m

Foto 2b. Adelante al medio, distanciamiento a 0,35 m en baja densidad

2a



2b



Triplicar la densidad de siembra (de 7,5 a 22,5 kg.ha⁻¹) produjo efectos significativos en las variables: número de capítulos/planta; número de semillas/planta, peso de las semillas/planta y P1000; no obstante a nivel de rendimiento de grano no se registraron diferencias significativas.

Esta "plasticidad" del cultivo frente a distintas configuraciones de densidad y distanciamiento le confieren al cultivo márgenes amplios para alcanzar rendimientos satisfactorios. No obstante, la densidad de 26 plantas.m⁻², parece ser un umbral mínimo para obtener óptimos rendimientos; densidades mayores a 30 plantas.m⁻², en seco, puede disminuir la eficiencia del uso del agua.

Por otra parte, con el distanciamiento entre hileras, a 0,70 m, se redujo el rendimiento significativamente y aunque el número de semillas y capítulos/planta fue mayor para este distanciamiento, no alcanzó a compensar el rendimiento de los distanciamientos menores.

Por lo expuesto, los menores distanciamientos evaluados tienen más oportunidades de lograr mayores rendimientos y adicionalmente, con ellos se alcanza una cobertura más rápida del suelo que ejerce mayor competencia con las malezas.

Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo.

En los tres años señalados, se evaluaron todas las combinaciones de fósforo aplicado a la siembra de: 0, 10, 20 kg de P.ha⁻¹ y 0, 25, 50 y 75 kg de N.ha⁻¹, aplicado en el estadio de roseta (V6) en un suelo de baja fertilidad (materia orgánica: 1-2 %; fósforo entre 15-20 ppm, pH: 7,1). En general se detectó un efecto muy importante sobre el desarrollo del cultivo, especialmente en las primeras etapas del cultivo. Ver fotos 2a y 2b.

Foto 3a. Adelante, de izq a derecha: (20P,25N)- (0P,0N) - (20P,0N)

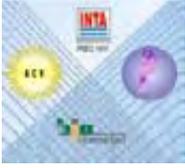
Foto 3b. De izq a derecha: (0P:25N). Parcela 20, (20P:25N)

3a



3b





Desde el punto de vista productivo se detectó una baja incidencia a la fertilización química NP.

La evidencia indica una mayor respuesta al P que al N. Se plantea la hipótesis que la alta capacidad de las raíces del cártamo de explorar volúmenes grandes de suelo compensa la baja fertilidad natural del suelo. Otro argumento que explica este resultado es que aunque los suelos son pobres en fertilidad no existen impedimentos físicos que obstaculicen el crecimiento de las poderosas raíces del cártamo.

Las plagas del cártamo y sus enemigos naturales

Las plagas insectiles y otros artrópodos dañinos representan una limitante en el rendimiento potencial del cártamo.

Las especies perjudiciales registradas fueron: el pulgón negro del cártamo *Uroleucon jaceae* y pulgón verde del alcaucil *Capitophorus elaeagi*; la chinche del cártamo *Dersagrena subfoveolata*, el trips californiano de las flores *Frankliniella occidentalis*; la chinche roja, sanguinolenta o chinche del poroto *Athaumasthus haematicus*; la chinche diminuta *Nysius simulans*; las cotorritas (Hemiptera: Cicadellidae: Agallinae); el escarabajo escrito *Chauliognathus scriptus*; los gorgojos de la alfalfa y la isoca verde (Lepidoptera). Los artrópodos registrados en la parte subterránea fueron: el gusano alambre *Conoderus* sp. y el bicho bolita *Armadillidium vulgare*.



Foto: Caracotche, V. y Dughetti, A.

Las especies benéficas registradas controlando distintos insectos plaga son:

- a. Depredadores: Las vaquitas coccinélidos como: *Eriopis connexa*, *Coccinella ancoralis*, *Hippodamia convergens*, *Adalia bipunctata* y *Harmonia axydiris*; las chinches depredadoras *Orius insidiosus*, *Geocoris* sp. y *Nabis*, las crisopas *Chrysoperla externa*, moscas sírfidas *Allograpta exotica*; juanita o boticario *Calosoma argentinense* y varias especies de arañas.

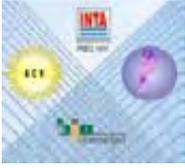


- b. Parasitoides: avispidas microhimenópteros *Aphidius ervi* parasitoide del "pulgón negro del cártamo" (organismo benéfico en el control de plagas).

Además de lo expuesto, se observaron microhimenópteros parasitoides perjudiciales en el control de plagas, porque se alimentan de organismos benéficos.

Ellos son:

1. *Dinocampus coccinellae*: avispidas parasitoide de *Hippodamia convergens* y *Eriopis connexa*;
2. *Conura* spp.: avispidas parasitoide de *Hippodamia convergens*;
3. *Diplazon lateatorius*: microhimenóptero parasitoide de larvas de moscas sírfidas *Allograpta exotica*;
4. *Dendrocerus* sp.: avispidas hiperparasitoide o parasitoide secundario del "pulgón negro del cártamo", vía Bracónido.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



No obstante de haber observado un amplio número de especies perjudiciales en el cultivo, sólo tres son destacables por su presencia y daño: el complejo de pulgones, la chinche *Dersagrena subfoveolata* y los trips.

La plaga más importante de este cultivo la constituye el complejo de pulgones alcanzando altas densidades poblacionales, debiendo en muchas oportunidades realizar control químico. El pulgón negro del cártamo ataca preferentemente el tercio superior de la planta, los brotes tiernos y cabezuelas o capítulos; siendo un factor de importancia para evaluar la incidencia de este insecto. El pulgón verde del alcaucil en cambio, se ubica en el tercio inferior de las plantas ramificadas o florecidas, cuando aumenta abundantemente su densidad se dispersa hacia la parte superior de la planta en busca de sustancias nutritivas, llegando a atacar las hojas superiores, incluso hasta las brácteas del capítulo. Se destaca el importante control natural llevado a cabo por larvas y adultos de coccinélidos (*Eriopis connexa* e *Hippodamia convergens*); así como por las larvas de moscas sírfidas (*Allograpta exotica*) en el control de estos áfidos

La chinche del cártamo *Dersagrena subfoveolata* se manifiesta fundamentalmente en los bordes de los lotes de producción. Esta chinche se observa cuando el cultivo se encuentra al estado de pimpollo hasta floración. El daño provocado por estas chinches se inicia primero por un marchitamiento de los brotes terminales de la planta llegando a secar los mismos. El ataque de estos insectos no está muy generalizado, pero puede significar una plaga potencial para el cultivo.

Los trips se observan en los brotes terminales, pimpollos en formación y en las brácteas de los pimpollos ya formados. En la fecha de mayor abundancia; las formas juveniles superan ampliamente en número a los adultos. Sus daños no fueron de significancia. Es de destacar que este cultivo significa un importante refugio o reservorio de enemigos naturales, principalmente en los meses de noviembre y diciembre, cuando el cultivo se encuentra al estado de pimpollo y floración. En general: las vaquitas, las moscas sírfidas y las avispias parasitoides se observan en gran abundancia, siendo un valioso factor de control natural.

Evaluación exploratoria de control químico de malezas:

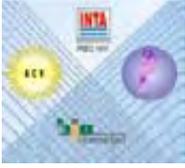
El lento crecimiento inicial del cártamo y el momento de siembra coincidente con la emergencia de malezas primaverales, hace que el cártamo sea poco competitivo con las malezas. La maleza que representó mayores problemas fue el cardo ruso *Salsola kali* y hasta el momento no se han probado herbicidas efectivos para ella.

Se evaluaron distintos tipos de herbicidas según el momento de aplicación: en presembrado con incorporación mecánica, en

preemergencia y en post emergencia. Entre los primeros la trifluralina fue un producto efectivo para el sistema de siembra convencional; en preemergencia la flurocloridona en combinación con el acetoclor, para sistemas de siembra convencionales y de directa controlaron un amplio espectro de malezas latifoliadas y gramíneas y en post emergencia el metsulfurón en bajas dosis mostró buen comportamiento, aunque en algunos casos mostró fitotoxicidad al cultivo cuando una lluvia sucedió inmediatamente a su aplicación.



Entre otros herbicidas se probaron sin éxito por fitotoxicidad al cultivo: carfentrazone, prosulfuron, sulfentrazone y diflufenican.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Monitoreo de enfermedades:

Si bien se detectó la presencia de roya del cártamo *Puccinia carthami*;

Fusarium spp y *Alternaria* spp; fue esta última la que provocó severos daños en la campaña 2010/11; la misma produjo la muerte prematura de hojas iniciando el ataque en las basales avanzando hacia la parte superior de la planta. Se registraron reducciones de hasta el 55 % en el rendimiento y del 50 % en el contenido de materia grasa.



No se detectaron materiales resistentes a la enfermedad, restando solamente el control químico como medida para mitigar el daño.

Evaluación comparativa de los cultivos de trigo y cártamo en seco

Para evaluar la competitividad del cultivo del cártamo se iniciaron ensayos en la modalidad de lotes demostrativos. En ellos se trabajó en la comparación con el cultivo de cártamo versus trigo, que es el principal cultivo de cosecha difundido en la región semiárida pampeana.

Aunque no hay resultados concluyentes debido a la severa epífita de *Alternaria* spp en cártamo estas actividades continuarán realizándose en el futuro mediano.



Otros aspectos abordados de manejo del cultivo:

Riego:

En la condición del valle bonaerense del Río Colorado se ha trabajado a nivel de lotes demostrativos, distintas variantes de oportunidad de riego en cártamo. Un aspecto clave a tener en cuenta en esta región es la presencia de la napa freática entre 1 a 1,5 m que contribuye de modo efectivo al desarrollo del cultivo.

Se validó la conveniencia de la aplicación de un riego presiembra y eventualmente otro en cultivo en el estadio de inicio de floración.





Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Cosecha:

Siguiendo las pautas de ajuste de la cosechadora de grano fino, citados en varias fuentes bibliográficas, no se registraron problemas significativos de pérdidas en la cosecha. Hay que considerar que ésta se realiza en el sur de Buenos Aires en el mes de enero, por lo que no hay problemas con la humedad en el grano (brotado); ni tampoco daños por pájaros ya que se trata de un capítulo cerrado.



Comentarios finales:

El presente proyecto en interacción con el citado de oleaginosas alternativas, generó los insumos básicos para la introducción del cártamo en el sur del país con proyección para la producción de biocombustible. El apoyo financiero de la Oleaginosa Moreno S.A. y la creación del mercado de cártamo en Bahía Blanca merced a la propuesta de la experimental fue un logro vital para el desarrollo del cultivo, al cual adhirió posteriormente Cargill Argentina SA. Aunque obvio, conviene aclarar que sin mercado no hubiera sido posible la adhesión de los productores para su introducción en el área de referencia.

Quedan como demandas pendientes: el ajuste de tecnologías de manejo puntuales como el control del cardo ruso que es un problema importante en el establecimiento del cultivo; la producción de semilla en el país que actualmente es importada y encontrar una solución al problema sanitario de *Alternaria* que en la última campaña produjo mermas significativas en la productividad. Es importante mencionar, que en la región semiárida pampeana, en los tres años de duración del proyecto se registraron severas condiciones de sequía, las cuales no fueron favorables para consolidar su introducción en los sistemas productivos de referencia.

Mayor información

Ing. Agr Julio Rivas: jrivas@correo.inta.gob.ar

Ing. Agr. . Arturo Dughetti: adughetti@correo.inta.gob.ar

INTA - EEA Hilario Ascasubi. CERBAS



CULTIVO DE COLZA



Introducción

La inserción del cultivo de colza presenta numerosas ventajas tanto para el productor como para la industria. Se debe tener presente que este cultivo se constituye en la segunda oleaginosa en importancia en el mundo.

Numerosos países son los que la producen el aceite con dos fines específicos: alimentación humana y producción de biocombustibles.

Importancia del cultivo en el sistema de producción argentino

Incorporar colza en la rotación implica numerosas ventajas tanto para el productor como para la industria:

- La colza por su ciclo invierno – primaveral accede al mercado en otro momento del año incrementado el abastecimiento a la industria y no superponiéndose con las otras oleaginosas.
- En las zonas que poseen una rotación restringida a cereales de invierno le brinda al productor la posibilidad de incorporar un cultivo que contribuye a la diversificación mejorando el control de malezas y la presencia de enfermedades.
- Mejora la estructura del suelo y el manejo del agua en el perfil debido al efecto de la raíz pivotante.
- Permite una utilización más eficiente de la maquinaria, dado que la siembra y la cosecha se realizan en momentos diferentes al de los cereales.
- La colza permite una cosecha anticipada que favorece la realización de cultivos de segunda en una fecha más temprana.
- Contribuye a dispersar riesgos agroeconómicos y permite disponer de ingresos antes que los cereales.
- A la industria le permite la producción de aceite de alta calidad, demandado por los mercados más exigentes. Además, se ocupan las plantas procesadoras en un momento en que están ociosas dado que la base de la industria aceitera argentina está dada por soja y girasol.
- El interés mundial creciente por los biocombustibles permitirá al país posicionarse como un productor mundial de aceite de colza importante con posibilidades de abastecer a los países productores de este tipo de energía.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Situación actual del cultivo

Este cultivo es la segunda oleaginosa en importancia después de la soja. Según la el USDA la producción mundial de colza en la campaña 2010/11 ha sido de 58.38 millones de toneladas. En la tabla 1 se pueden observar cuales son los principales países productores y su producción.

Tabla 1: Colza principales países productores y producción

Países productores	2008/09	2009/10	2010/11
UE	18.9	21.4	20.3
China	11.0	13.2	12.8
Canadá	12.6	11.8	11.8
India	6.6	6.8	7.0
Otros países	9.2	6.2	6.5
Total mundial	58.3	59.4	58.4

Existe en el mundo un aumento significativo en lo que respecta a producción y consumo de colza. Muchos de los principales países productores se han convertido también en importadores. Eso obedece principalmente al empleo de la colza como materia prima para la elaboración de biodiesel.

En nuestro país, los distintos componentes de la cadena productiva y comercial se encuentran abocados a la realización de los trabajos tendientes a lograr un desarrollo sostenido del cultivo. Desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) trabajamos en proyectos nacionales orientados al mejoramiento y manejo del cultivo en diferentes ambientes ecológicos. Se ha creado una red de evaluación de cultivares que cubre una amplia zona del país. En esta red participan los criaderos de semillas, que cuentan con cultivares comerciales introducidos de los principales países productores. El objetivo es contar con el mayor espectro varietal que permita la incorporación del cultivo en los diferentes ambientes. Trabajamos también en la investigación de los aspectos que hacen a la ecofisiología, al comportamiento sanitario y a la implementación de nuevas tecnologías. Se trabaja también en el programa de bioenergía incorporando al cultivo nuevas tecnologías que permitan mejorar el balance energético.

En la faz comercial hay nuevos compradores que realizan el procesamiento del grano para abastecer las diferentes demandas. El aceite de colza que se produce en los principales países productores sirve tanto para la alimentación humana como para la producción de biodiesel.

En Argentina, la mayor parte del grano que se produce es procesado por la industria aceitera con destino al consumo humano para la exportación. Hay empresas que realizan actualmente el acopio y envío de grano a países europeos para diferentes usos. En la campaña 2010 los rendimientos logrados fueron similares y hasta en algunos casos superiores a los obtenidos por los principales países productores. Con cultivares primaverales se han logrado rendimientos cercanos a los 3.000 kg/ha y 3.500 kg/ha en materiales invernales (con este tipo de material las zonas de producción están más restringidas).

La cantidad y calidad del aceite está acorde a lo solicitado por los mercados mundiales más exigentes.

En lo que respecta a los aspectos comerciales el precio internacional de la colza con calidad canola se incrementos en un 43 % entre los ciclos 1993/94 y 2009/10. Actualmente, se están realizando negocios con valores que superan los 500 US\$ la tonelada de grano. Las harinas y el aceite también han sufrido un incremento similar.

Perspectivas

En nuestro país la principal zona productora ha sido históricamente el sudeste y sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. Actualmente, se han incorporado otras regiones ubicadas en el norte de la provincia de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos. Existen también áreas promisorias con un gran potencial en Mendoza y Santiago del Estero.

Nuestro país presenta ventajas competitivas tales como: condiciones climáticas y edáficas que permiten la producción de colza de muy buena calidad para poder abastecer a los mercados más exigentes. El país



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



cuenta con una industria aceitera desarrollada que puede procesar esta oleaginosa sin competir con las producciones de girasol y soja. Además, podemos participar del mercado internacional de colza aportando volúmenes de producción en contra estación con el hemisferio norte que necesita volúmenes importantes para cubrir el mercado cada vez más creciente de los biocombustibles.

La perspectiva es que el cultivo crecerá en superficie y en producción debido fundamentalmente a la preferencia del productor que encuentra en la colza una excelente opción para diversificar sus rotaciones y mejorar su rentabilidad. Por otra parte, la actividad de investigación, experimentación y comercialización que se realiza para corregir las limitaciones que aun se presentan tienen como objetivo fundamental lograr la inclusión del cultivo en nuestros esquemas de producción.

Dado que Argentina es uno de los principales países exportadores de aceites vegetales y la colza el segundo oleaginoso en importancia, sería relevante que el país participe con continuidad de este mercado.

Aceite: Composición - Usos

El aceite de colza de acuerdo a la composición que presenta puede utilizarse para la alimentación humana, animal y para uso industrial.

En términos cuantitativos, el porcentaje de aceite de la semilla de colza oscila entre 45 y 52 %, valores promedios comparables con otras oleaginosas como el girasol.

En la **alimentación humana** se presenta como un producto de alta calidad debido a la baja proporción de ácidos grasos saturados que posee y a la combinación de los no saturados (linoleico, alfa linoleico y grasa monosaturada).

Dentro de los ácidos grasos no saturados, los principales son el oleico y el linoleico. El porcentaje de ácido oleico que naturalmente posee el aceite de colza contribuye a mejorar la calidad equiparándolo al aceite de oliva tan recomendado en las dietas por su valor nutritivo.

Existen en el mercado, variedades de colza mejoradas genéticamente con alto contenido de ácido oleico que alcanzan valores superiores al 80 %.

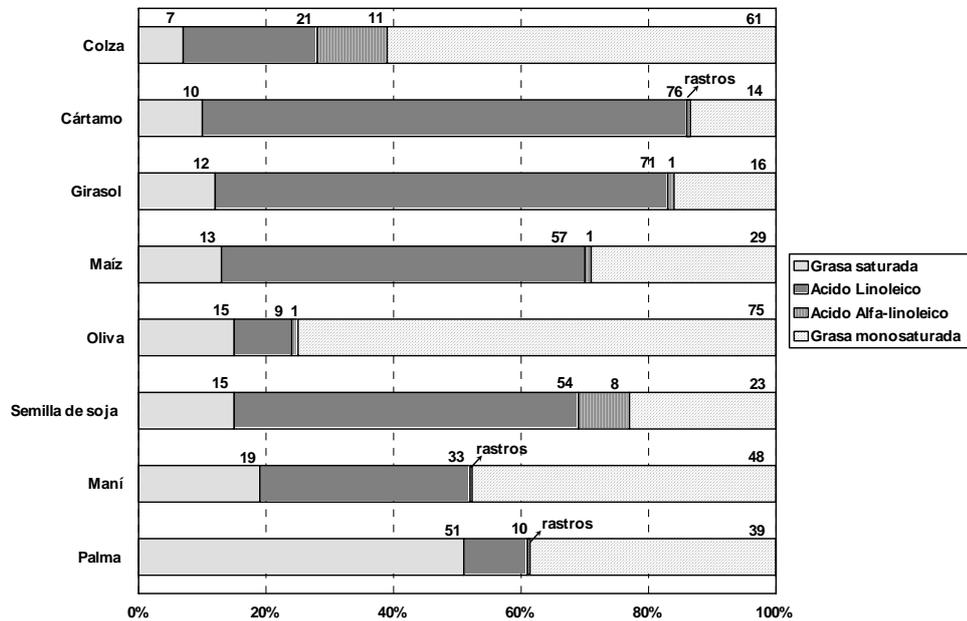
Tabla 2 - Porcentaje de ácido oleico y linoleico en las distintas oleaginosas

Cultivo	Ácido	
	Linoleico	Oleico
Colza	21	61
Girasol	71	16
Maíz	57	29
Oliva	9	75
Soja	54	23
Maní	33	48
Algodón	54	19
Palma	10	39
Coco	2	7

Gráfico 1: Composición de las diferentes grasas alimenticias



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Fuente: POS Pilot Plant Corporation Saskatoon, Saskatchewan Canada, 1994

Las grasas monosaturadas son las que ayudan a reducir el nivel de colesterol

El 98 % del aceite de colza está constituido por esteres de ácidos grasos como el ácido Palmítico, oleico, esteárico. Posee además, dos ácidos grasos esenciales para las dietas, el linoleico u Omega 6 y el alfa – linoleico u omega 3. Estos dos compuestos tienen un papel muy importante en el crecimiento, reproducción, visión, mantenimiento de la piel y estructura celular. Los estudios muestran que ayudan a prevenir enfermedades del corazón y otras autoinmunes. Los ácidos omega se encuentran en hojas y semillas de varias plantas. El omega 3 además se halla presente en la leche materna y pescados grasos. El 2 % restante está representado por esteroides y tocoferoles como la vitamina E.

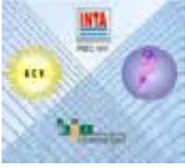
Una pequeña parte del aceite que se produce se emplea como aceite de mesa puro o combinado con aceite de girasol y la mayor parte en la fabricación de margarinas, materias grasas, harinas, pastas en la industria agroalimentaria.

Actualmente, se están desarrollando cultivares de colza con una alta proporción de ácido oleico y baja proporción de linoléico. Los cultivares con esta composición se denominan en Europa triple 0. Son recomendadas porque poseen una buena relación omega 6/omega 3 y además pueden ser utilizados en cociones dado que no producen olor desagradable a fritura.

En **nutrición animal**, una vez extraído el aceite de los granos, los residuos se secan y compactan en forma de gránulos. Las tortas o expeller contienen un 35 % de proteína, 12 % de celulosa, 7 % de minerales, 12 % de agua y 1 – 2 % de aceite residual. Estas tortas o expellers se usan en la alimentación de bovinos de carne y lecheros, porcinos y aves. Existen también colzas de tipo forrajero desarrolladas fundamentalmente en Canadá.

Uso industrial de acuerdo a la composición ácida el aceite se utiliza para diferentes industrias. Los aceites ricos en ácido erúico se usan en la fabricación de jabones, detergentes, lubricantes, solventes y materiales plásticos. También tienen utilidad para la industria de la cosmética, pinturas y agroquímicos (tensoactivos). El aceite rico en ácido laúrico se usa para producir detergentes.

Para la producción de biocombustibles se usa el mismo aceite que se usa en consumo humano o sea sin ácido erúico o con muy bajo contenido de este. El aceite mediante un proceso que se denomina transesterificación se transforma en Ester de ácido metílico y se utiliza en mezclas con el gasoil en una proporción de 5 a 30 %. El aceite de colza es muy utilizado en Europa con este fin.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Las ventajas de la utilización de este combustible son la disminución de contaminantes en la atmósfera como los gases causantes del efecto invernadero y el mejoramiento de los inyectores del motor.

De acuerdo a la bibliografía consultada tomando un rendimiento medio de 2.500 kg de colza por hectárea se pueden obtener de 1.3 a 1.5 toneladas de biocombustible. Más de 2 toneladas de tortas para animales y 130 a 150 kg de glicerina.

El porcentaje de aceite que posee la colza es similar al del girasol. Si tomamos valores medio de 45 % de aceite en girasol y colza y un valor de 22 % para la soja.

Para producir una tonelada de aceite necesitamos:

5000 kg de grano de soja

2100 kg de grano de colza

2040 kg de grano de girasol.

Balance energético

Se conoce que para producir biodiesel de colza el 45 % de la energía fósil necesaria se emplea en la producción del cultivo. Uno de los objetivos principales de este proyecto es poder disminuir la energía fósil utilizada y mejorar el balance energético.

Para ello es necesario fundamentalmente:

- optimizar la fertilización nitrogenada
- mejorar el rendimiento en aceite
- limitar el uso de maquinarias por ejemplo empleando siembra directa
- reducir las pérdidas de cosecha
- realizando rotaciones equilibradas
- mejorar la genética disponible en lo que se refiere a rendimiento en grano y aceite y en calidad.

Con ese fin se está evaluando genética y tecnologías que nos permitan ser más eficientes en la producción de grano.

Evaluación de diferentes tecnologías en el cultivo de colza

➤ **EVALUACION DE CURASEMILLAS. Campaña 2009/10**

La implantación de colza muchas veces se ve afectada por enfermedades e insectos que afectan al cultivo. Los hongos del complejo del dumping – off que producen la muerte de las plantas en los primeros estadios también existen coleópteros del género *Phyllotreta* llamados comúnmente escarabajo pulga o Flea Beetles. Estos insectos producen daños en los cotiledones provocando la muerte de las plantas.

En Canadá existe un producto que contiene los principios activos Thiamethoxam, difenoconazole, como funguicidas y metalaxyl fludioxonil como insecticida y además, posee micronutrientes que garantizan una adecuada implantación. Este producto es usado por los semilleros que hacen la provisión de la semilla tratada al productor.

En la Argentina no existen actualmente curasemillas registrados para el cultivo de colza.

Para poder realizar el registro en nuestro país se requiere contar con un número importante de ensayos en diferentes ambientes.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



El objetivo de estos ensayos es generar información básica que permita avanzar en el proceso de inscripción del producto en la Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se realizaron dos ensayos empleando cultivares distintos de tipo primaveral.

Los tratamientos acordados fueron: un testigo y dos dosis 1000 y 1500 cc. Cada 100 kg de semilla.

Ensayo N° 1

Cultivar primaveral Katia.

Este ensayo se sembró el 21 de mayo de 2009, en parcelas de 4 surcos a 0.32 m entre surcos y 6 m de largo.

El Control de malezas se hizo empleando Trifluralina en presiembra 1.500 lts/ha. Clorpirallid 250 cc/ha en postemergencia. Se realizó el control de *Plutella maculipennis* con 100 cc/ha de Novaluron.

Se fertilizo en presiembra con 90 kg/ha de PDA . En estado de roseta se aplicaron 80 kg/ha urea + 32 kg/ha de SO₄Ca

Se empleó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se realizaron las observaciones fenológicas correspondientes a emergencia e inicio de floración y la medición del número de plantas emergidas por metro en emergencia, materia seca de raíz y de planta en el mismo estado.

Observaciones fenológicas:

Tratamientos	Fecha emerg.	Fecha l. Florac.
1 – testigo	16/06	28/09
2 – dosis 1000 cc/100 kg	16/06	28/09
3 – Dosis 1500 cc/100kg	16/06	28/09

Resultados:

Tratamientos	N° pl/m en emergencia	Materia seca raíz (gr.)	Materia seca aérea (gr.)
1 – testigo	16	0.030	0.21
2 – Dosis 1000 cc	16	0.037	0.27
3 – Dosis 1500 cc	21	0.023	0.21
C.V. %	7.3	13.6	13.4
LSD 5 %	7.7	0.009	0.121

Ensayo N° 2

Cultivar primaveral Nexera 8450

La siembra se realizó el 15 de julio de 2009 en parcelas de 4 surcos a 0.32 m entre surcos y 6 m de largo.

El Control de malezas se hizo empleando Trifluralina en presiembra 1.500 lts/ha. Clorpirallid 250 cc/ha en postemergencia. Se realizó el control de *Plutella maculipennis* con 100 cc/ha de Novaluron.

Se fertilizo en presiembra con 90 kg/ha de PDA . En estado de roseta se aplicaron 80 kg/ha urea + 32 kg/ha de SO₄Ca

Se empleó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se realizaron las observaciones fenológicas correspondientes a emergencia e inicio de floración y la medición del número de plantas emergidas por metro en emergencia, materia seca de raíz y de planta en el mismo estado



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Observaciones fenológicas:

Tratamientos	Fecha emerg.	Fecha l. Florac.
1 – testigo	28/07	26/09
2 – Dosis 1500 cc/100 kg	28/07	26/09
3 – Dosis 1000 cc/100 kg	28/07	26/09

Tratamientos	Nº pl/m en emergencia
1 – testigo	17 c
2 – Dosis 1500 cc	20.5 b
3 – Dosis 1000 cc	24.0 a
C.V.	6.6
LSD 5 %	3.0 pl/m

Las condiciones climáticas afectaron el desarrollo de los dos ensayos. La sequía prolongada que se presentó en la zona hizo que fuera muy difícil lograr una implantación adecuada.

En el ensayo realizado en el mes de junio, con la mayor dosis de producto se encontraron 5 plantas mas por metro con respecto al testigo y a la dosis de 1000 cc.

Pero estas diferencias no son significativas estadísticamente. Tampoco se encontró mayor velocidad de emergencia en las parcelas con plantas tratadas.

En el ensayo realizado en el mes de julio, Se registraron diferencias significativas entre tratamientos se encontraron mayor cantidad de plantas emergidas con la menor dosis de producto.

Se observa un efecto del producto curasemillas, pero entendemos que es necesario realizar más ensayos para poder ser concluyentes al respecto.

BIBLIOGRAFÍA:

- CANOLA COUNCIL OF CANADÁ. 2006. Canola Growers Manual.
- Colza Cahier Technique. Centre & est 2009. FOP – CETIOM – ONIDOL - SOFIPROTEOL
- INDEX PHYTOSANITAIRE ACTA 2003. Association de coordination Technique Agricole. 39 e Edition. Paris, France.

➤ EVALUACIÓN DE INOCULANTE. Campaña 2009/10

Los inoculantes compuestos por micorrizas y bacterias promotoras del crecimiento están siendo utilizados en varios cultivos extensivos con resultados promisorios en algunos de ellos.

El inoculante evaluado producido por la empresa Crinigan está compuesto por micorrizas y bacterias tales como: *Beijerinckia mobilis*, *Saccharomyces* sp. y *Endonge* ssp.

Diferentes razas de estas bacterias, principalmente *Beijerinckia* son aisladas con frecuencia de la rizosfera principalmente de leguminosas (Lynch 1990)..

Estos microorganismos producen metabolitos tales como citoquininas, auxinas y giberelinas que estimulan el crecimiento. Además de incrementar la productividad también mejoran la calidad de los cultivos debido a la promoción del aumento de proteínas, vitaminas y aminoácidos esenciales (Polyanskaya, 2002). Otro efecto beneficioso de estos microorganismos es la colaboración que prestan en la fijación de N molecular y la síntesis de sustancias que mejoran la utilización de los nutrientes principalmente fósforo y hierro.

Esta evaluación tuvo por objetivo evaluar el comportamiento productivo del cultivo de colza al tratar las semillas con este inoculante experimental.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



MATERIALES Y MÉTODOS:

En ensayo se sembró el 29 de mayo de 2009 en el campo experimental ubicado en la chacra Experimental de Barrow.. El cultivar evaluado fue el híbrido primaveral intermedio Hyola 433.

Previo a la siembra la semilla se inoculo con el producto experimental. Se emplearon parcelas de 4 surcos a 0.32 m entre surcos y 6 m. de largo.

Los tratamientos realizados fueron:

1. Testigo sin inocular fertilizado con N de acuerdo a análisis de suelo
2. Testigo sin inocular fertilizado con 30 % menos de N que el recomendado de acuerdo a análisis.
3. Inoculación con producto experimental y fertilizado con N de acuerdo a análisis de suelo
4. Inoculación con producto experimental y fertilizado con 30 % menos de N que el recomendado de acuerdo a análisis.

Caracterización del sitio experimental:

- P: 27.7 ppm
- MO: 3.3 %
- NO₃: 273.8 ppm

La fertilización realizada en el ensayo fue la indicada en el protocolo preparado para esta experimentación. Se aplicó 90 kg/ha de PDA antes de la siembra, el mismo fue incorporado y en el estado de roseta de 5 - 6 hojas se emplearon 80 kg/ha de urea y 32 kg/ha de SO₄Ca en los tratamientos fertilizados de acuerdo al análisis y 56 kg/ha en los tratamientos que requerían un 30 % menos de N.

Se usaron herbicidas de presembrado y de postemergencia. Se realizó control de insectos principalmente *Plutella maculipennis*.

No se observaron diferencias en lo que respecta al desarrollo del cultivo, todos los tratamientos comenzaron la floración el 15 de septiembre. La cosecha simulando corte e hilerado se realizó el 16 de noviembre y 5 días después se hizo la trilla empleando una trilladora fija.

La evaluación de materia grasa se realizó en el laboratorio de calidad de la experimental con el equipo de resonancia magnética adquirido mediante el proyecto de mejoramiento y manejo de colza.

RESULTADOS

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Peso 1000 granos	Rendimiento relativo al promedio	% Materia grasa S.S.S
3 – inoculado y fertilizado con N	1.587 a	2.28 a	105	34.0
2 - Testigo sin inocular fertilizado con 30 % menos de N	1.506 a	2.34 a	100	33.4
4 - inoculado y fertilizado con 30 % menos de N	1.478 a	2.24 a	98	33.2
1 – Testigo sin inocular fertilizado con N	1.470 a	2.44 a	97	33.0
Media	1.510	2.32		33.4
C.V. %	11.7	8.9		2.63
LSD 5 %	353.5	0.41		1.75

Letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel del 5 % de LSD



DISCUSIÓN

La campaña 2009 fue sumamente difícil desde el punto de vista climático. La falta de agua en el momento de mayor necesidad no permitió alcanzar rendimientos mayores. Se afectó principalmente el número y llenado de granos por lo que se obtuvieron pesos de 1.000 granos bajos. La diferencia entre los dos tratamientos inoculados fue de 109 kg/ha la falta de precipitaciones adecuadas hicieron que no se pudiera aprovechar la fertilización nitrogenada realizada.

El tratamiento que más rindió es el que fue inoculado con el producto y fertilizado con N de acuerdo a la dosis propuesta en base al análisis de suelo realizado previo a la siembra y teniendo en cuenta el requerimiento del cultivo. Este tratamiento estuvo en un 5 % por encima del rendimiento medio del ensayo.

El testigo que se realizó sin inoculación y con fertilización nitrogenada fue el tratamiento que menos rindió. No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para ninguno de los parámetros evaluados.

BIBLIOGRAFÍA:

- IRIARTE, L. 2004. Protocolo para la conducción de ensayos de Colza (*Brassica napus*). Chacra Experimental Integrada Barrow.
- IRIARTE, L.; VALETTI, O. Cultivo de colza 2008. Chacra Experimental Integrada Barrow.
- POLYANSKA L.M. et al. 2002. The growth promoting effect of *Beijerinckia mobilis* and *Clostridium* Sp. Cultures on some agricultural crops. En *Microbiology* Vol. 71 pp. 109 – 115. *Nauka interperiodica*

➤ EVALUACIÓN DE CULTIVARES INVERNALES FRANCESES. Campaña 2010/11

En nuestro país los cultivares que se encuentran disponibles en el mercado pertenecen a las *Brassicas napus*. Dentro de esta especie existen dos tipos: invernales y primaverales.

Los cultivares de tipo invernales exigen la acumulación de bajas temperaturas para poder florecer. La floración se produce cuando durante el crecimiento vegetativo se acumula una determinada cantidad de horas – frío, esta cantidad es variable según el cultivar, ya que existen materiales con alto y bajo requerimiento de baja temperatura. La bibliografía indica que el tiempo necesario es de 4 a 6 semanas con temperaturas medias diarias entre 0 y 7 °C.

Estas variedades deben ser sembradas en zonas donde haya garantía de lograr esas sumas térmicas por ejemplo sur del país o si se trata de zonas de temperatura templada, la fecha de siembra debe ser temprana (principios de otoño) para que el cultivo tenga la posibilidad de acumular las horas de frío necesarias. Son cultivares usados en la Unión Europea y provienen de centros de investigación y criaderos de esos países.

En la campaña 2010 se estableció un contacto con la empresa francesa Euralis. El servicio de desarrollo de la empresa nos envió cultivares de tipo invernales y de bajo requerimiento de frío para ser evaluados en nuestras condiciones.

OBJETIVO: Evaluar el comportamiento productivo y sanitario de cultivares invernales de origen francés

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se evaluaron 9 cultivares de tipo invernales provistos por la empresa Euralis, junto con dos testigos invernales presentes en el mercado de semillas Argentino.

Los ensayos fueron sembrados en el campo experimental de la Chacra Experimental Integrada Barrow. Antes de la siembra se hizo el análisis de suelo correspondiente:



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Análisis de suelo sitio experimental:

- P: 20.7 ppm
- MO: 3.5 %
- NO₃: 284 ppm

Para la siembra se usó maquinaria experimental, se utilizaron parcelas de 4 surcos a 0.32 metros entre surcos y 6 metros de largo el ensayo se sembró el 28 de abril de 2010.

El control de malezas se hizo con 1.5 litros por hectárea de trifluralina en presiembra y 0.250 litros por hectárea de clorpiralid en postemergencia temprana. Previo a la siembra se fertilizó con 90 kg/ha de fosfato diamónico y en estado de roseta con 90 kg/ha de urea y 32 kg/ha de Sulfato de calcio. Se realizó el control de *Plutella maculipennis* empleando el insecticida Novaluron.

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. La cosecha se realizó en forma manual y la trilla se realizó empleando trilladoras fijas.

OBSERVACIONES REALIZADAS:

Se realizaron observaciones fenológicas tales como fecha de emergencia, inicio de floración, madurez fisiológica, ciclo total y también la presencia de las enfermedades mas importantes que presenta el cultivo

EVALUACIONES REALIZADAS:

Sobre una superficie de 3.45 m² se determinó el rendimiento en kg/ha, el peso de 1000 granos y el contenido de aceite. La determinación de aceite se realizó con un equipo de resonancia magnética nuclear Broker que se encuentra en el laboratorio de calidad de la Chacra Experimental Integrada Barrow. Se realizó análisis de varianza para bloques al azar y separación de medias por LSD al 5%.

RESULTADOS

Observaciones fonológicas

Cultivares	Fecha			Ciclo total
	Emergencia	Inicio Floración	Madurez fisiológica	
1 - Ella	12/5	9/10	30/11	202
2 - ES Astrid	16/5	9/10	2/12	200
3 - Elvis	12/5	7/10	6/12	208
4 - Olphi	12/5	5/10	4/12	206
5 - Saphir	10/5	5/10	5/12	209
6 - Es Hydromel	10/5	4/10	6/12	210
7 - ES Nectar	15/5	8/10	10/12	212
8 - EGC 461	12/5	6/10	12/12	214
9 - Es Betty	16/5	30/9	28/11	196
10 - Lilian	12/5	28/9	23/11	195
11 - SRM 660	14/5	30/9	26/11	196



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Rendimiento en grano, Peso de mil y porcentaje de aceite

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Peso de 1000 granos (gr.)	Rendimiento relativo	% de aceite	kg de materia grasa
1 - Ella	2230 c	3.9 bcd	0.87	44.1	983
2 - ES Astrid	2488 bc	4.1 abc	0.97	38.4	955
3 - Elvis	2648 bc	4.0 abcd	1.03	41.4	1096
4 - Olphi	2256 c	4.3 a	0.88	42.5	959
5 - Saphir	2214 c	3.7 d	0.86	39.1	866
6 - Es Hydromel	2674 bc	3.9 bcd	1.04	40.5	1083
7 - ES Nectar	2591 bc	4.0 abcd	1.01	36.5	946
8 - EGC 461	2867 ab	4.1 abc	1.12	39.5	1132
9 - Es Betty	2217 c	3.8 cd	0.87	40.7	902
10 - Lilian	3272 a	3.8 cd	1.28	43.1	1410
11 - SRM 660	2710 bc	4.2	1.06	42.0	1138
Media del ensayo	2560	3.97		40.7	
C.V. %	12.5	5.0			
LSD 5 %	545.8	0.34			

Conclusiones

Los cultivares presentaron excelente adaptabilidad a las condiciones climáticas del sitio de evaluación.

No se presentaron enfermedades.

Con respecto al ciclo de cultivo el material de ciclo mas extenso fue EGC 461 con 214 días y el mas corto ES Betty con 196 (similar a los cultivares comerciales argentinos).

El promedio del ensayo fue de 2.560 kg/ha. Se destacó el cultivar Lilian presente en el mercado argentino que presento un rendimiento de 3.272 kg/ha un 28 % por encima del rendimiento promedio. Entre los cultivares franceses el de mejor comportamiento fue EGC 461 que tuvo un rendimiento de 2.867 kg/ha un 12 % mayor que el rendimiento promedio.

Con respecto al porcentaje de materia grasa, es conocido que los cultivares invernales no presentan porcentajes de aceite tan altos como los primaverales. EN este ensayo se destaco el material Ella con 44.1 % de aceite. El porcentaje más bajo de materia grasa lo presentó Nectar con 36.1 %.

Mayor información

Ing. Agr Liliana Iriarte: liriarte@correo.inta.gob.ar

Ing. Agr. Cristian Appella: cappella@correo.inta.gob.ar

Chacra Experimental Integrada Barrow – Convenio MAA – INTA



EVALUACIÓN DE CAMELINA SATIVA

Introducción:

La camelina sativa es una planta herbácea perteneciente a la familia de las Brassicaceas. Es nativa de Europa del norte y Asia central. Se la conoce también como falso lino.

El aceite de esta planta se emplea desde el Neolítico, pero está siendo actualmente investigado debido a los niveles excepcionalmente altos que posee de ácidos grasos omega – 3 (alfa – linoleico). También tiene omega 6 y antioxidantes naturales como tocoferoles. En residuo de extracción tiene muy bajos niveles de glucosinolatos lo cual la hace muy recomendada para la alimentación animal. Esta composición ácida lo hace un aceite muy estable y resistente a la oxidación y el enranciamiento.

Puede usarse como aceite de cocina y hay un interés mayor en lo que respecta a la producción de biocombustibles para la aeronavegación.

Antecedentes:

El cultivo de camelina sativa se desarrolla especialmente en regiones áridas de Estados Unidos, hay referencias de su siembra en Montana, Dakota del Norte y Dakota del sur. Es una planta anual de ciclo otoño – primaveral, posee un ciclo de desarrollo muy corto entre 90 y 100 días. La semilla es muy pequeña el peso de 1000 granos e encuentra entre 0.6 y 1.2 gr.

Su cultivo se realiza con fines industriales y comestibles. La camelina posee de acuerdo a la bibliografía consultada entre 29 a 39 % de aceite.

De acuerdo a la información disponible los mercados potenciales de esta oleaginosa son la producción de aceite con fines culinarios, cosméticos, biolubricantes y biocombustibles. El residuo de extracción posee entre 23 a 30 % de proteína lo cual permite hacer tortas para la alimentación de vacas, peces, aves y animales lecheros.

En nuestro país, se comenzaron las primeras experiencias en el año 2009. Diversas empresas relacionadas con el desarrollo de los biocombustibles comenzaron con su estudio.

Una de estas empresas recurrió a la Chacra Experimental Integrada Barrow solicitando la evaluación de 5 cultivares de Camelina en un ensayos realizado en dos fechas de siembra y diferentes densidades.

Objetivo:

Evaluar el la posibilidad de cultivo y el comportamiento agronómico de camelina sativa en dos fechas de siembra y con dos densidades.

Materiales y métodos:

Los ensayos fueron sembrados en el campo experimental de la Chacra Experimental. Antes de la siembra se hizo el análisis de suelo correspondiente:

Análisis de suelo sitio experimental:

P: 20.7 ppm

MO: 3.5 %

NO3: 284 ppm



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Para la siembra se empleó maquinaria experimental. Se realizaron parcelas de 4 surcos a 0.32 metros entre surcos y 6 metros de largo. Se evaluaron 5 cultivares, en dos fechas de siembra el 10 de agosto y el 8 de septiembre y con dos densidades 3 y 6 kg por hectárea.

El control de malezas se hizo con 1.250 litros por hectárea de trifluralina en presiembra. Previo a la siembra se fertilizó con 70 kg/ha de fosfato diamónico y con 120 kg/ha de urea en postemergencia temprana. Se empleó un diseño experimental de parcela dividida con tres repeticiones. La parcela principal fue el cultivar y la subparcela la densidad.

Una vez llegado a madurez se realizó el corte de 3.45 m² y el producto cosechado fue enviado para la trilla a los depósitos de la empresa en Buenos Aires.

Se realizaron las observaciones fenológicas: fecha de emergencia, inicio de floración, fecha de madurez, ciclo total y altura.

También se realizaron observaciones sanitarias.

Resultados

PRIMERA FECHA DE SIEMBRA

- Observaciones fenológicas:

Tratamientos	Fecha				Ciclo total E-C	Altura (cm)
	Fecha de emergencia	Fecha inicio floración	Fin de floración	Fecha madurez		
1 A – DJ 101 3 KG/HA	22/8	25/10	15/11	4/12	104	74 ab
1 B – DJ 101 6 KG/HA	22/8	25/10	15/11	4/12	104	78 a
2 A – DJ 102 3 KG/HA	22/8	19/10	12/11	5/12	105	62 c
2 B – DJ 102 6 KG/HA	22/8	19/10	12/11	5/12	105	75 ab
3 A – DJ 103 3 KG/HA	22/8	21/10	10/11	2/12	102	71 ab
3 B – DJ 103 6 KG/HA	22/8	21/10	10/11	2/12	102	69 b
4 A – DJ 104 3 KG/HA	22/8	20/10	12/11	4/12	104	68 bc
4 B – DJ 104 6 KG/HA	22/8	20/10	12/11	4/12	104	70 b
5 A – DJ 105 3 KG/HA	22/8	25/10	13/11	10/12	110	67 bc
5 B – DJ 105 6 KG/HA	22/8	25/10	13/11	12/12	112	72 ab
Promedio						70.3
C.V. %						6.13
LSD 5 %						7.4



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



SEGUNDA FECHA DE SIEMBRA

- Observaciones fenológicas:

Tratamientos	Fecha				Ciclo total E-C	Altura (cm)	
	Fecha de emergencia	Fecha inicio floración	Fin de floración	Fecha madurez			
1 A– DJ 101 3 KG/HA	18/9	3/11	24/11	12/12	85	65 ab	
1 B – DJ 101 6 KG/HA	18/9	6/11	24/11	12/12	85	70 a	
2 A – DJ 102 3 KG/HA	18/9	30/10	19/11	14/12	87	62 b	
2 B – DJ 102 6 KG/HA	18/9	1/11	20/11	14/12	87	64 ab	
3 A – DJ 103 3 KG/HA	18/9	28/10	18/11	6/12	79	67 ab	
3 B – DJ 103 6 KG/HA	18/9	30/10	20/11	6/12	79	67 ab	
4 A – DJ 104 3 KG/HA	18/9	27/10	19/11	8/12	81	66 ab	
4 B – DJ 104 6 KG/HA	18/9	29/10	20/11	8/12	81	67 ab	
5 A – DJ 105 3 KG/HA	18/9	3/11	20/11	15/12	88	64 ab	
Promedio							65.7
C.V. %							6.51
LSD 5 %							9.0

- Evaluación sanitaria

- Incidencia de *Peronospora*

Tratamientos	Incidencia <i>Peronospora</i> (%)
1 A– DJ 101 3 KG/HA	9
1 B – DJ 101 6 KG/HA	10
2 A – DJ 102 3 KG/HA	12
2 B – DJ 102 6 KG/HA	12
3 A – DJ 103 3 KG/HA	10
3 B – DJ 103 6 KG/HA	9
4 A – DJ 104 3 KG/HA	8
4 B – DJ 104 6 KG/HA	6
5 A – DJ 105 3 KG/HA	14

El material que presentó mayor incidencia de *Peronospora* fue Dj 105, el de menor cantidad de plantas enfermas fue el 104.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



En la primera fecha de siembra no se pudo determinar exactamente el valor de severidad, pero una observación realizada sin recuentos, muestra valores muy similares a los de la segunda fecha de siembra que oscilan entre 8 y 10 % de plantas enfermas.

Por referencia de la empresa que solicitó el ensayo conocemos que los rendimientos logrados oscilaron entre 600 y 1200 kg por hectárea, valores similares a los obtenidos en las regiones productoras de Estados Unidos con valores de aceite cercanos al 28 – 30 %.

Conclusiones

El cultivo se presenta como promisorio para nuestras condiciones.

Es un cultivo que tiene un muy bajo requerimiento de insumos. Sería interesante poder evaluarlo en zonas marginales, donde la competencia con los cereales y oleaginosas convencionales sea menor.

Una de las principales dificultades que se presentaron fue la presencia de la principal enfermedad que tiene el cultivo *Peronospora camelianae* conocida vulgarmente como mildiu, esta enfermedad provocó vuelco lo que seguramente dificulte la cosecha con maquinaria convencional.



Ensayo camelina



Camelina Inicio floración



Camelina plena floración



Camelina medurez



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Bibliografía:

- Evaluation of *camelina sativa* oil as a feedstock for biodiesel production. Industrial crops and products. Vol 12 Issue 1. pp. 25 – 31.
- Great plains. The camelina company. En www.camelinacompany.com.
- PILGERAM, A. et al. Camelina sativa, A Montana Omega – 3 and fuel crop. En www.hort.purdue.edu.
- Sustainable oils. Camelina information en www.susoils.com.

Mayor información

Ing. Agr. Liliana Iriarte: liriarte@correo.inta.gob.ar

Ing. Agr. Cristian Appella: cappella@correo.inta.gob.ar

Chacra Experimental Integrada Barrow – Convenio MAA – INTA



EVALUACION DE BRASSICA CARINATA COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCION DE BIODIESEL

Introducción:

En el marco del proyecto PNEG 1411 se decidió evaluar cultivos no tradicionales como fuente de materia prima para la producción de biodiesel.

Investigadores españoles de visita en el país, cedieron para este trabajo de experimentación un cultivar de *Brassica carinata* (mostaza etiope) y otro de *Sinapis alba* (mostaza blanca). Ambas pertenecientes al género *Brassicas* y empleadas en España para la producción de energía.

En el primer año se decidió incrementar la semilla para poder disponer de una cantidad adecuada de material, que permitiera la posterior realización de ensayos. La semilla de *Sinapis alba* carecía de energía germinativa lo que hizo imposible la implantación, se continuó con la multiplicación de *Brassica carinata*.

Antecedentes:

En algunos países europeos se emplea este cultivo, fundamentalmente en zonas marginales y solamente con el fin de producir energía.

En España la *Brassica carinata* se emplea de dos formas, como biomasa de planta entera para la alimentación de centrales de generación eléctrica y también se usa el aceite para la transformación en biodiesel.

Como biomasa los rendimientos obtenidos oscilan entre 6 y 8 toneladas por hectárea.

En nuestro país el cultivo ha sido evaluado en el año 2008 por la Universidad Nacional de Buenos Aires junto con la Universidad de Córdoba (España) y el Instituto de Agricultura sostenible de España. Estas instituciones realizaron la experimentación en diferentes localidades de la Argentina con el objetivo de explorar la adaptabilidad agronómica del cultivo y la cantidad y calidad del aceite producido. Se determinó que el comportamiento de la especie *carinata* fue promisorio en las condiciones de evaluación Argentinas

Dentro del proyecto PNEG 1411, se comenzó con la evaluación de prácticas de manejo para el cultivo de *Brassica carinata*. El primer interés fue determinar cuál es la fecha de siembra más apta para esta oleaginosa.

Objetivo:

Determinar la fecha de siembra más apta para la producción de grano y aceite de *Brassica carinata*.

Materiales y métodos:

Los ensayos fueron sembrados en el campo experimental de la Chacra Experimental Integrada Barrow. Antes de la siembra se hizo el análisis de suelo correspondiente:

Análisis de suelo sitio experimental:

- P: 20.7 ppm
- MO: 3.5 %
- NO₃: 284 ppm



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



El manejo empleado para el ensayo fue el mismo que se emplea para la realización de los ensayos de colza (*Brassica napus*)

Para la siembra se usó maquinaria experimental, se utilizaron parcelas de 4 surcos a 0.32 metros entre surcos y 6 metros de largo. Se planearon 6 fechas de siembra pero solo pudieron evaluarse 4 debido a que las heladas afectaron las fechas del mes de junio. Se mantuvieron las fechas de siembra: 18 de mayo, 28 de julio, 18 de agosto y 30 de agosto.

El control de malezas se hizo con 1.5 litros por hectárea de trifluralina en presembrado y 0.250 litros por hectárea de clorpiralid en postemergencia temprana. Previo a la siembra se fertilizó con 90 kg/ha de fosfato diamónico y en estado de roseta con 80 kg/ha de urea y 32 kg/ha de Sulfato de calcio.

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. La cosecha se realizó en forma manual y la trilla se realizó empleando trilladoras fijas.

Observaciones realizadas:

Se realizaron observaciones fenológicas tales como fecha de emergencia, inicio de floración, madurez fisiológica, ciclo total.

Evaluaciones realizadas:

Sobre una superficie de 3.45 m² se determinó el rendimiento en kg/ha, el peso de 1000 granos y el contenido de aceite. La determinación de aceite se realizó con un equipo de resonancia magnética nuclear Broker, que se encuentra en el laboratorio de calidad de la Chacra Experimental Integrada Barrow.

Se realizó análisis de varianza para bloques al azar y separación de medias por LSD al 5 %.

Resultados

Evaluación fenológica:

Tratamientos	Fecha			Ciclo total
	Emergencia	Inicio Floración	Madurez fisiológica	
1ra FS 18 de mayo	31/05	12/09	16/11	169
2da FS 28 de julio	12/08	17/10	12/12	122
3ra FS 18 de agosto	29/08	03/11	22/12	115
4ta FS 30 de agosto	09/09	16/11	03/01	116

Rendimiento en grano, Peso de mil y porcentaje de aceite



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Tratamiento	Rendimiento o kg/ha	Peso de 1000 granos (gr)	Rendimiento relativo	% de aceite	kg de materia grasa
1ra FS 18 de mayo	1999 b	2,59 a	0,87	20,5 b	410
2da FS 28 de julio	1875 b	2,58 a	0,82	26,4 a	495
3ra FS 18 de agosto	2708 a	2,33 ab	1,18	28,2 a	764
4ta FS 30 de agosto	2607 a	1,96 b	1,14	26,1 a	680
Media del ensayo	2297	2,34		25,2	
C.V. %	5,4	8,9		4,9	
LSD 5 %	249,5	0,42		2,51	

Condiciones climáticas durante la campaña 2010

Mes	Temperatura (°C)			Precipitaciones (mm)	Nº heladas agronómicas
	media	máxima	mínima		
Marzo	18.6	24.7	12.5	80.3	0
Abril	12.8	20.4	6.0	38.8	8
Mayo	11.0	17.6	5.4	50.5	10
Junio	8.2	13.6	2.2	47.7	14
Julio	6.2	1.7	11.2	91.6	16
Agosto	7.6	15.0	1.1	5.9	20
Septiembre	10.6	17.5	4.5	51.4	6
Octubre	14.1	20.5	6.9	71.0	2
Noviembre	16.6	22.5	9.7	139.3	0
Diciembre	22.2	29.8	12.7	32.0	0



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Conclusiones

El cultivo mostró un comportamiento promisorio para las condiciones de cultivo de Barrow.

No se presentaron problemas con plagas o enfermedades.

En el aspecto fenológico se observa un ciclo total de 169 días para la fecha de siembra de mayo y de 115 a 116 días para las siembras de agosto. El comportamiento en cuanto a duración de ciclo es similar al que presenta una *Brassica napus* (colza) de tipo primaveral.

Las fechas de siembra de agosto son las que presentaron mayor rendimiento tanto en grano como en aceite. En la fecha del 18 de agosto se obtuvieron 2708 kg/ha de grano y 764 kg de materia grasa por hectárea. En la del 30 de agosto el rendimiento de grano fue de 2607 kg/ha y 680 kg de materia grasa.

En la presente campaña se han sembrado tres fechas de siembra que ya están próximas a ser cosechadas.

Cuando se obtengan los resultados de este año, se podrá ser más concluyente con respecto a la evaluación de *Brassica carinata* en el centro sur bonaerense.

Sería muy interesante evaluar la calidad del aceite que se obtenga para la producción de biodiesel. También sería de interés evaluar el comportamiento del cultivo en áreas de cultivo marginales.



Fechas de siembra

Detalle de la planta



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Plena floración

Carinata para cosechar

Bibliografía:

- IRIARTE, L.; VALETTI, O. 2008. Cultivo de colza. Ediciones INTA.
- LEZAUN, J.; ARMESTO, A.; LAFARGA, A. 2004. Experimentación de nuevas variedades. Navarra Agraria. Instituto Navarro de tecnologías e infraestructuras agroalimentarias.

Agradecimientos:

La semilla fue cedida por la Ing. Agr. Silvia Falasca que fue quien estableció el contacto con los investigadores españoles.

Mayor información

Ing. Agr Liliana Iriarte: liriarte@correo.inta.gob.ar

Ing. Agr. Cristian Appella: cappella@correo.inta.gob.ar

Chacra Experimental Integrada Barrow – Convenio MAA – INTA

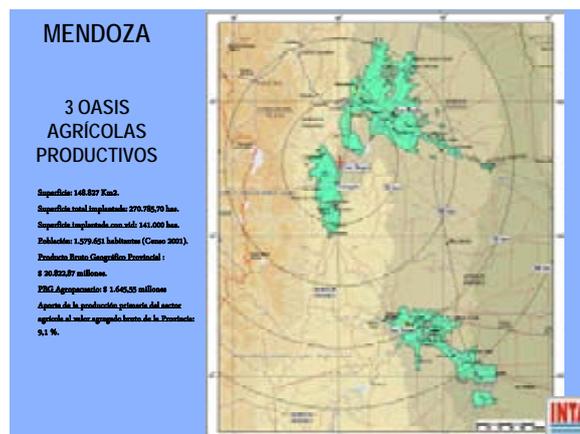


Producción de colza bajo riego en Mendoza



INTRODUCCIÓN

La provincia de Mendoza posee una amplia superficie territorial en un ambiente árido. El 96% de la misma es seco con precipitaciones anuales que no superan los 200mm y solo un 4 % posee riego sistematizado. Más del 90% de una población de 1.600.000 habitantes viven en estos oasis.



Los ríos traen agua de deshielo de la montaña proveyendo este recurso para las ciudades e industrias y para regar la agricultura que se cultiva en esta escasa superficie. El crecimiento del turismo obliga a socializar la disponibilidad de agua que en un porcentaje menor al 30 se utiliza en la zona urbana. La mayoría del volumen hídrico se aplica para regar las 270.000 ha que producen para la agroindustria



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



provincial. La superficie con preparación para riego es de aproximadamente 430.000ha pero en la actualidad más de 100.000 se encuentran abandonadas por distintos problemas.

Superficie apta para cultivos - Mendoza, 2008

Mendoza 2008 - Superficie Apta para cultivos anuales y perennes (actuales y potenciales)			
Departamento	Superficie sistematizada para riego (Has)		
	Cultivada	No Cultivada	Total
s San Rafael	40.489	24.911	65.400
s Gral Alvear	14.499	10.714	25.213
s Malargue	895	442	1.337
c San Carlos	14.408	9.407	23.815
c Tunuyán	12.572	8.486	21.058
c Tupungato	11.648	6.538	18.186
n San Martín	34.265	15.295	49.560
n Llavalle	18.040	12.864	30.904
n Luján de Cuyo	13.555	9.835	23.390
n Santa Rosa	12.471	8.261	20.732
n Maipú	24.586	7.443	32.030
n Rivadavia	19.607	6.864	26.471
n Junin	15.849	3.156	19.005
n Las Heras	2.139	2.966	5.106
n Guaymallén	2.901	975	3.876
n La Paz	1.295	871	2.166
Godoy Cruz	35	18	53
Capital	0	0	0
TOTALES	239.257	129.044	368.301

Fuente: Registro Permanente del Uso de la Tierra (RUT) - Mendoza (Marzo, 2008)

Según CNA 2002	TOTALES	270.978	178.540	449.518
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------



Entre ellos la variabilidad de los precios de las principales cadenas de valor, la división de la tierra por herencia, escasez de agua en el oasis este, problemas en mercados internacionales y especialmente las contingencias climáticas (granizo, y heladas) que destruyen anualmente en promedio un 20% de la superficie en producción.



Ciruelos dañados por precipitación de granizo

La principal cadena de valor es la vitivinicultura que cumple un rol importante en la generación de empleo en todos los rincones de la superficie irrigada. Su plan estratégico y su apoyo a todos los actores de la cadena incluyendo al turismo enológico brindan un aporte relevante para la competitividad territorial.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



La fruticultura es la segunda cadena en relevancia pero en los últimos años ha perdido competitividad en casi todas las especies y actualmente los productores se incorporan al cultivo de la vid. La horticultura sufre vaivenes por su fuerte dependencia con el mercado brasilero.

La apicultura es un negocio interesante que se afianza como complemento en la cadena frutícola o en el secano como miel orgánica. La ganadería crece en los pastizales naturales gracias a la organización del sector privado y al desplazamiento de la vaca de cría en San Luis y La Pampa hacia el oeste dejando espacio a la agricultura. La mas de 100.000 ha abandonadas con derecho a riego buscan una alternativa para evitar el avance del desierto sobre estas tierras que los antepasados pusieron al servicio de la comunidad.

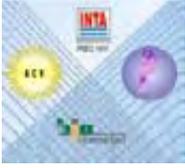
Las heladas tardías son combatidas calentando el ambiente con gas oíl, subvencionado en parte por el gobierno provincial, lo cual produce un costo adicional a la producción y una importante contaminación ambiental.



Contaminación ambiental por quemado de gas-oil

La protección del cultivo mediante uso de agua presurizada es limitada por la disminución en la disponibilidad de agua por contaminación de acuíferos y antigüedad de pozos con escaso mantenimiento. El costo energético también es un inconveniente.

Desde la Dirección de Agricultura y Contingencias se comenzó a buscar alternativas que limitarán la contaminación sin abandonar la lucha activa contra las heladas tardías. Con el apoyo de la EEA Junín de Mendoza, el Programa de Bioenergía del INTA (Ing. Agr. Jorge Hilbert) y con la Chacra Experimental Integrada Barrow (Ing. Agr. Liliana Iriarte) se comenzó a capacitar a distintos actores en la cadena del biodiesel sobre la base de la producción de colza bajo riego.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Ing. Agr. Liliana Iriarte capacitando sobre variedades de colza; la acompañan el Ing. Agr. Jorge Hilbert y el Ing. Agr. Jorge Silva Colomer

Este cultivo al ser de invierno escapa a las precipitaciones de granizo que se dan en verano y al ser un cultivo que soporta bien las heladas es interesante para la diversificación productiva.

PROPUESTA

El objetivo era producir colza que permitiera vender semilla a cooperativas o asociaciones de productores que elaboraran aceite o biodiesel para su quemado y también este último para uso en los vehículos de labranza o móviles de municipios. La rentabilidad se veía favorecida por la venta de harina proteica a las 2 millones de aves que existen en la producción aviar provincial y que compran este producto en la provincia de Buenos Aires o en Santa Fe; también existe criaderos de porcinos y feed-lot interesados en el producto. Interesa destacar que la flor de colza es muy buscada por las abejas y por su época de floración permite a los productores no gastar en comida sintética hasta la floración de los frutales.

En el marco de un proyecto integrado PROFEDER se organizó una mesa de actores que consideraron interesante que pequeños productores tuvieran una hectárea de colza y que una pequeña planta les hiciera biodiesel y el pago se negociara con la harina proteica. El mercado de harina proteica es factible localmente y exportando a Chile. Por otro lado considerando la enorme superficie de tierra abandonada, era factible que empresas que utilizan muchos colectivos o camiones para desarrollar su negocio hicieran biocombustible para sus vehículos, disminuyendo costos y apoyando el cuidado del ambiente. Entre ellas los municipios locales veían esta alternativa interesante.

En su comienzo empresas pusieron plantas pequeñas para instalar el negocio pero intereses ajenos al proyecto infirieron en la apertura de estas fábricas.

El INTA desarrolló la tecnología para la producción de colza bajo riego, pero la falta de un mercado cercano para la entrega de semillas frenó el proceso ya que no se lograba rentabilidad. Por otro lado el precio elevado del aceite de colza limitaba su uso para disminuir las bajas temperaturas aunque no se consideró la importancia de bajar la contaminación en los frutales que comienza a limitar su ingreso a mercados externos.

La municipalidad de Junín puso a disposición un camión recolector de residuos para probar la calidad del biodiesel elaborado por la planta piloto de la Universidad de Cuyo con aceite de colza extraído de semilla cosechada en la provincia. Los resultados fueron positivos.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



El Intendente de la Municipalidad de Junín junto al Rector de la UNC y otras autoridades del INTA y la Universidad.

Los resultados de los ensayos fueron procesados y publicados para que aquellos interesados en este cultivo puedan contar con la tecnología disponible.



Alumnos de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Tecnológica Regional San Rafael diseñaron y construyeron una trilladora de colza para pequeñas superficies. La Municipalidad de Junín financió el trabajo y el INTA asesoró sobre las especificaciones técnicas a cumplir. La innovación



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



tecnológica se presentó al concurso INNOVAR del Gobierno Nacional ganando un segundo puesto en tecnologías para pequeños productores.



Los miembros del Consejo Regional Mendoza-San Juan observan la trilladora

Los rendimientos fueron superiores a la media nacional en los ensayos de variedades y también en producciones en campos de productores.



Ensayo de variedades en la Experimental La Consulta

En conjunto con Doctores y alumnos de la Universidad Tecnológica Regional Mendoza se hicieron trabajos de investigación para medir el impacto ambiental de la producción de semilla; los mismos fueron publicados en congresos y revistas internacionales.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



CONCLUSIONES

El trabajo realizado conjuntamente entre PROFEDER, PNEG1411 y actores locales, permitió desarrollar la tecnología apropiada para la producción de colza bajo riego, por otro lado se capacitó a productores en el tema y se formó a alumnos en los conceptos de biocombustible y su relación con un ambiente saludable.

A nivel de investigación las publicaciones en congresos y revistas científicas demostraron que producir colza en Mendoza no perjudica el ambiente frágil de la región.

Los estudios económicos marcan la influencia que tienen los rendimientos y la distancia al mercado para la rentabilidad en venta de semilla. Los rendimientos son económicamente apropiados pero el flete al mercado es limitante si se vende semilla. La extracción de aceite localmente permite lograr rentabilidad.

La propuesta de contar con una planta elaboradora de biocombustible en la provincia permitiría un desarrollo local integrando la cadena de valor.

La idea principal de lograr que los productores cambien semilla y harina por biodiesel o aceite para uso en sus propiedades sigue siendo válida.

En estos momentos la Municipalidad de Junín con el INTA y la UNC buscan poner en funcionamiento la propuesta original, tratando de comprar una extractora de aceite o una planta menor de elaboración de biodiesel.

Mayor información

Ing. Agr Jorge Silva Colomer: jsilvacolomer@correo.inta.gov.ar

INTA – EEA Junín - Mendoza



Pasto Varilla, cultivo bio-energético

El Pasto Varilla (*Panicum virgatum*), es una especie forrajera perenne de crecimiento primavero-estival originaria de los pastizales de Norteamérica (Switchgrass), con difusión desde Canadá hasta México.



La fertilización nitrogenada puede **doblar** la producción de materia seca.



Los suelos arenosos producen biomasa con mejor calidad energética.

Existen numerosos cultivares adaptados a diferentes condiciones de clima y suelo.



Principales ventajas comparativas del Pasto Varilla como cultivo Bioenergético:

- Moderada a alta productividad (5-12 Tn MS/ha año)
- Adaptado a zonas con suelos de baja aptitud para cultivos agrícolas.
- Cultivo largamente perenne.
- Bajo requerimiento de consumo de energía fósil para producción excepto en establecimiento y cosecha.
- Eficiente en el uso del agua.
- Excelente fuente de reposición de carbono en suelo y restaurador de propiedades edáficas debido a su extenso sistema radicular.





Pasto Varilla, la energía verde (*Panicum virgatum*)

El Pasto Varilla pertenece a los denominados cultivos de segunda generación "2G", aquellos que aportan materia prima que no se destina a la alimentación y, en lo posible que se cultivan en terrenos sin aptitud agrícola. Con lo que se resolvería el problema de competencia entre alimentos y carburantes.



Panicum virgatum puede ser convertido en **energía** en varias maneras de acuerdo a las condiciones de demanda del mercado:



▪ **Calefacción (pellets)**



▪ **Bio-etanol**



▪ **Bio-digestión**



▪ **Co-combustión con carbón**

Pasto Varilla tiene una relación producción de energía versus insumos de aproximadamente 20:1. Con una producción de biomasa 10 tn/ha se producen unos 185 GJ de energía.



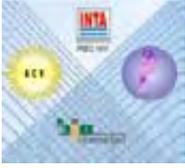
La cosecha invernal reduce los contenidos de potasio y cloro de la biomasa con lo que se mejora notablemente la calidad energética.



Mayor información

Ing. Agr. Horacio Petruzzi: hpetruzzi@anguil.inta.gov.ar

INTA - EEA Guillermo Covas (Anguil)



Remolacha azucarera para Biocombustibles



¿Por qué remolacha azucarera?

La remolacha azucarera es un cultivo que en muchos países se realiza con la finalidad de producir azúcar y bioetanol. Este no es el caso de la Argentina, donde es necesario estudiar el comportamiento de cultivares comerciales y potenciales cultivares comerciales con el fin de obtener, al final del proyecto, información para la elaboración de ciclos de vida y aportar a los encargados de la certificación de los sistemas de producción de bioenergía con este cultivo como insumo de bioetanol. Además, se considera una alternativa a estudiar para los productores hortícolas de los valles rionegrinos debido a que conocen el cultivo de especies emparentadas (acelga, espinaca, etc.) y la oportunidad de otras vías de comercialización para diversificar la explotación y aportar a su estabilidad económica ya que el destino principal es la producción de bioetanol.

¿Qué características tiene?

La remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. *saccharata*) es una planta perteneciente a la familia de las Chenopodiaceas, con un desarrollo bianual. El primer año tiene un crecimiento vegetativo, con la producción de la parte aérea, la parte cosechable (la raíz) y la acumulación de la sacarosa, mientras que el segundo año desarrolla el aparato reproductor (floración o espigado) en condiciones de la zona templada.

- Cultivo de primavera verano.
- Excelente productora de azúcares en climas templados.
- Ciclo anual para la producción de raíces.
- Se adapta a distintos tipos de suelos.
- Buena tolerancia a suelos salinos.
- Requiere de 600 a 800 mm de agua.
- Rinde entre entre 70 y 90 tn/ha.
- 1 tn de raíz= **90 l de BIOETANOL**

51 kg. de fibra seca (alimento ganado).

17 kg de pectina.

2.9 kg de lignina.

¿Cuánto Bioetanol se puede obtener por hectárea?



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Asumiendo una concentración de azúcares totales de 19% en las raíces (varía típicamente entre 15 a 20%), se estima una producción de etanol de 80 a 100 litros por tonelada de raíces, y 51 kg de torta fibrosa seca que puede ser utilizada como alimento animal. El desarrollo de la remolacha en condiciones normales de cultivo muestra una formidable fábrica de fotosimilados, con **rendimientos potenciales superiores a 8000 litros de alcohol por hectárea.**



¿Qué variedades se pueden sembrar?

Se está estudiando la adaptación del germoplasma comercial actual a los valles de la norpatagonia con condiciones de días largos y veranos templados

Es por este motivo, que parte del trabajo en este proyecto fue realizar contactos con empresas interesadas. Se habló con técnicos de las empresas Syngenta y KWS, lográndose importar desde Alemania 8 cultivares de semilla de ésta última empresa.



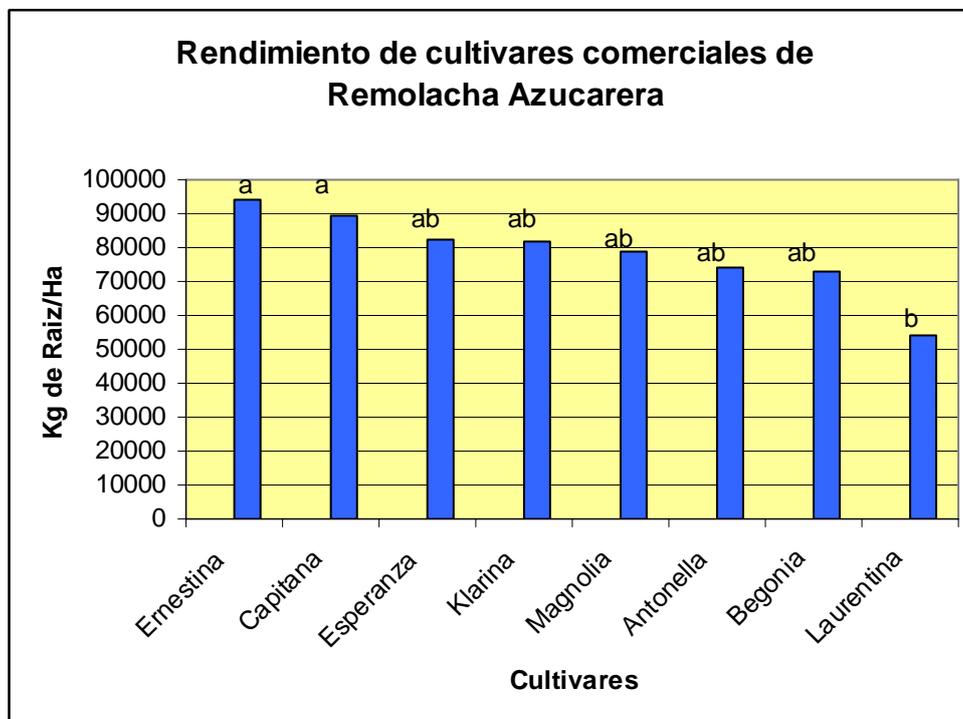


Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Con el objetivo específico de evaluar comportamiento agronómico y rendimiento en el área agroecológica estudiada se plantearon ensayos comparativos con distintos cultivares comerciales de remolacha en distintas localidades. Se evaluaron 8 variedades monogermen de origen europeo y chileno provistos por semilleros comerciales. Estos ensayos se llevaron a cabo en la EEA Valle Inferior, EEA Hilario Ascasubi y en el campo de un productor en General Conesa. En la región de valle medio (Luis Beltrán) se realizó una siembra demostrativa de 12 surcos por 100 metros de largo con una sembradora de grano grueso

En Valle Inferior, las 7 variedades que presentaron buen comportamiento agronómico rindieron un promedio de **80.850 kg/ha** de raíces, que fue superado por Ernestina **-94.193 kg/ha-**, Esperanza **-82.090 kg/ha-**, Klarina **-81.977 kg/ha-** y Capitana **-81.517 kg/ha-**, valores que se consideran adecuados. En este cálculo no se incluye la variedad Laurentina, que sólo rindió **53.837 kg/ha** porque fue muy afectada por enfermedades de las hojas. En Hilario Ascasubi, el primer año se obtuvieron rendimientos superiores a los **100.000 kg/ha**.



¿Cuándo y cómo sembrar?

La fecha de siembra tiene una incidencia importante en la productividad del cultivo. Como norma general, cuanto más temprano se siembre, mayor será el potencial de rendimiento. Teniendo en cuenta este criterio, la fecha efectiva de siembra está determinada por la humedad y temperatura de suelo, la cual no debe ser inferior a 10°C. Para la zona del valle inferior del río negro las condiciones adecuadas para la siembra se dan **entre el 20 de agosto al 30 de septiembre**. Se debe sembrar en surcos a 50 o 70cm y una densidad de 12 plantas/m².

¿Cuánto fertilizante aplicar?

Depende de las características físicas del suelo, el contenido inicial del potrero y el cultivo antecesor. Como regla general aplicar 150 de fosfato diamónico a la siembra y completar una dosis de 150 unidades de nitrógeno en dos aplicaciones durante el ciclo de cultivo. En cuanto a potasio y azufre se aplica si el nivel del análisis de suelo es inferior a 120ppm y 16 ppm respectivamente.

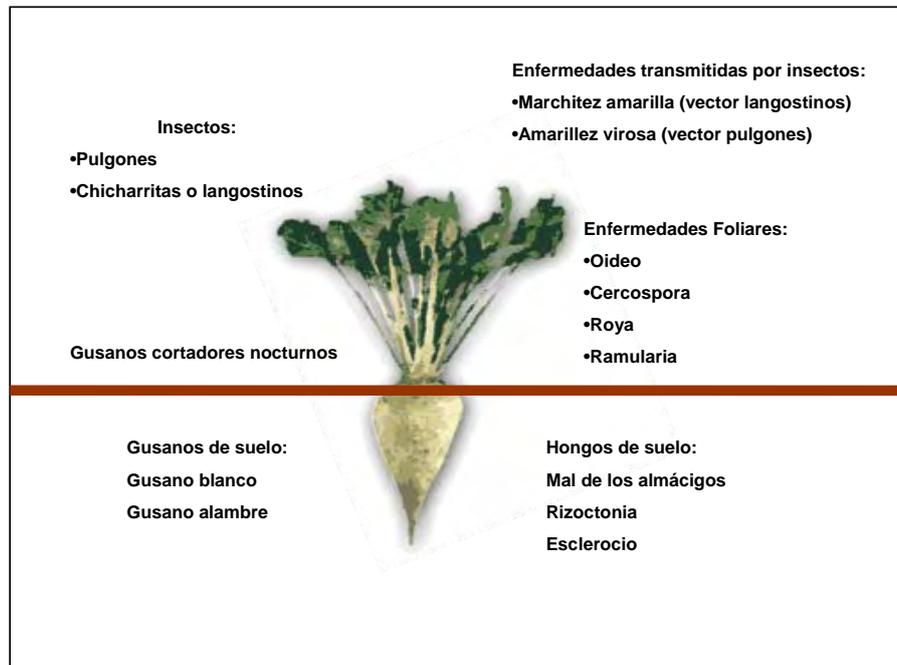


¿Cómo controlar las malezas?

Se debe mantener el cultivo libre de malezas los primeros 60 días, o hasta que el cultivo cierre el surco. Se puede hacer control mecánico en la hilera y aplicar herbicidas de preemergencia y postemergencia. Existe una gran diversidad de principios activos posibles de utilizar en el cultivo de remolacha por lo que se recomienda el diagnóstico de un técnico para cada caso en particular.

¿Cuáles son las principales plagas y enfermedades?

En general, la zona del valle inferior del río negro las condiciones climáticas no son muy favorables para el desarrollo de enfermedades de gran importancia en la mayoría de los cultivos, aunque se exige el monitoreo continuo y controles oportunos. Sin embargo, en el caso de la remolacha el segundo año de trabajo se observó una incidencia muy grande, casi de pérdida total en algunos lotes, de una enfermedad de marchitez de las hojas que incidía sobre el rendimiento (Valle Inferior del Río Negro, Hilario Ascasubi, General Conesa).



A través de este proyecto, en convenio con el grupo de trabajo del Dr Luis Conci del IFFIVE, se enviaron plantas enfermas y sanas para analizar la presencia de virus. La observación visual de síntomas no indicó mucho así que se realizó un análisis, mediante la técnica de PCR, en los 4 materiales, incluyendo la planta sana. Las muestras resultaron positivas para fitoplasmas, en las dos repeticiones hechas. La muestra sana resultó negativa para este análisis lo cual se confirmó la presencia **del virus de la marchitez amarilla de la remolacha en la zona del valle inferior del río Negro**. El agente causal es un **fitoplasma** que pertenece al grupo 16SrIII (X-disease) subgrupo j.

Hay chicharritas o langostinos portadores del virus de la **marchitez amarilla**. De detectarse la presencia de langostinos (*Paratanus sp.*) sobre las hojas de remolacha en los primeros estadios del cultivo el control debe ser inmediato. El umbral de tratamiento es cuando se capturan 3 langostinos en 100 redadas realizada con malla entomológica al medio día. El control se realiza exclusivamente con tratamientos insecticidas al follaje durante los primeros estadios de la remolacha.

Entre los insecticidas utilizados para el control se encuentra el Thiacloprid y el B-Cyflutrin.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Planta enferma y chicharritas fotografiadas en los sitios de ensayo



Plantas sin y con síntomas de marchitamiento amarillo



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Cultivo de Remolacha en General Conesa, (Río Negro), antes y después de los síntomas de marchitamiento amarillo

¿Cuánto cuesta?

El valor aproximado del costo de producción que incluye los costos de agroquímicos; semilla, un estimado de la cosecha, labores mecanizadas de preparación de tierras, aplicación de insumos, transporte, agua, mano de obra, seguro e intereses ronda de 5.000 a 7.000 pesos por ha.

Desafíos

Los resultados no muestran problemas graves de adaptación de las variedades estudiadas y se plantea profundizar estudios de densidad de siembra, distancia entre surcos, fertilización, control de la Marchitez Amarilla y riego para el adecuado manejo del cultivo en la región. En lo que respecta a la industrialización se plantea continuar con los análisis de contenido de azúcares totales y el rendimiento de bioetanol bajo distintos manejos.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Equipo de trabajo junto con Lidia Donato (Coordinadora Nacional del Proyecto) y Gabriela Menichetti (Prensa, Difusión y Comunicación Institucional PNEG 1411)

Mayor información

Ing. Agr. Roberto S. Martínez rsmartinez@correo.inta.gov.ar

Ing. Agr. Francisco Margiotta. fmargiotta@correo.inta.gov.ar

Ing. Agr. Lucio Reinoso lreinoso@correo.inta.gov.ar

INTA – EEA Valle Inferior del Río Negro (IDEVI)



Sorgo como Cultivo Bioenergético

Introducción

Biocombustibles son en la actualidad el único sustituto directo para combustible en el transporte disponible a gran escala. De acuerdo a IEA(International Energy Agency), 1030 billiones de litros de biocombustible (85 billiones de bioetanol y 18 billiones de litros de biodiesel) fueron producidos en 2010, y la participación global de biocombustibles en el transporte total será el 27% en 2050.(Shi-Zhong Li, 2011. A Sustainable Technology Roadmap for Global Development of Biofules)

Diferentes países están invirtiendo para incrementar su seguridad energética y reducir el uso de combustible dependientes de hidrocarburos fósiles, las emisiones de CO₂ y polución ambiental incrementando el desarrollo y uso de bioenergía. “Dentro de los próximos 10 años, el uso de biomasa para energía debería triplicarse debido a la extensión de cultivos asociados los que incrementarían de 2.8 % al 50% del total de biomasas para el 2030” (Biomasa Action Plan, 2005).

El sorgo se adecúa a tres esquemas de producción de bioetanol: se puede obtener a partir del almidón del grano (sorgo granífero de alta productividad y calidad), a partir del azúcar de tallos (sorgos azucarados con alto contenido, >18° Brix) y a partir de la biomasa de sorgos forrajeros sileros (producción celulósica y lignocelulósica de etanol) Consecuentemente algunos autores consideran al sorgo como una especie de “1,5 generación de tecnologías”, considerando las siguientes :

- 1) Biocombustible de 1ra generación (de carbohidratos solubles y no solubles)
- 2) Biocombustible de 2da generación (a partir de compuestos celulósicos).
- 3) Biocombustible de 3ra generación (a partir de algas)
- 4) Biocombustible de 4ta generación (de fotosíntesis – “solar fuel”)

Existen actualmente cadenas de bioetanol en gran escala como Brasil, USA, India y China basado en cultivos tradicionales como caña de azúcar maíz y sorgo (cultivos que contienen azúcar o almidón). Estos biocombustibles de “primera generación” son generalmente producidos a partir de la fermentación (generalmente usando cepas de *Saccharomyces cerevisiae*) de carbohidratos fácilmente convertibles, provenientes de cultivos usados para alimento. La discusión sobre la problemática de usar estos cultivos para biocombustible llevó al desarrollo de la “segunda generación de biocombustibles” los cuales son producidos principalmente de componentes estructurales (lignocelulosa) de cultivos no alimentarios (herbáceos, forestales), restos de cultivos (residuos agrícolas), bagazo, y otros. Esta última tecnología aún en fase de desarrollo es una alternativa más económica de producción de bioetanol para el futuro.

No obstante, existen ventajas que pueden obtenerse de la “primera generación de tecnologías para biocombustible” que aún no han sido totalmente explotadas como por ejemplo el empleo del sorgo azucarado. Esta especie ha sido propuesta como el cultivo energético ideal ya que puede producir azúcar del tallo y grano, fácilmente convertibles y también proveer de importantes cantidades de biomasa celulósica (Hicks,K.B.2008; Reddy, B.2008).

El etanol del jugo de tallos azucarados de sorgo produce aproximadamente 8 unidades de energía por cada unidad de energía usada en su producción, que es similar a la caña de azúcar pero 4 veces más aproximadamente del rendimiento obtenido del almidón del grano de maíz (foxnews.com,2008 May14).



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



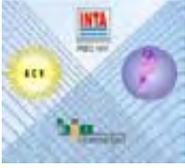
Brasil es el principal productor de etanol proveniente de caña de azúcar y posee más del 53% del mercado mundial de etanol (usatoday.com,2006). Asimismo India y Tailandia obtienen etanol de caña de azúcar fundamentalmente y actualmente están desarrollando a partir del sorgo azucarado como China. USA produce etanol fundamentalmente de maíz habiéndose incrementado en 2007/08 a 81,3 mill de tn, estimándose una utilización a nivel mundial del maíz para etanol de 93 mill de tn(on24.com- Info341.com.ar).

Por qué etanol de sorgo azucarado?

- Usa menos agua que la caña de azúcar además de un crecimiento más rápido, amplia adaptabilidad tanto a climas tropicales como templados, ambientes húmedos y semiáridos - mayor tolerancia a sequía y consecuentemente menor requerimiento de agua para altos rendimientos de almidón o azúcar en tallo. Tiene menor requerimiento de agua (200 m³/ton) que la caña de azúcar(1/3) y maíz.(1/2).(Grazzian(Giuliano GRASSI, EUBIA eubia@eubia.org).
- Se adapta a distintos tipos de suelos, y condiciones climáticas contribuyendo a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas si se lo utiliza con un manejo adecuado.
- El uso potencial del sorgo para bioenergía esta asociada a la susceptibilidad de la fibra del tallo a hidrólisis enzimática (asociado a tipos y distribución de lignina) como así también al contenido de azúcares solubles. Se requiere una alta productividad de biomasa por planta (tallos gruesos, jugosos con alto contenido de azúcar) para equiparlo lo más posible a la caña de azúcar.
- Por otra parte este tipo de sorgos azucarados, de alta energía, requiere un manejo adecuado para optimizar su utilización, ya que el clima y la densidad de plantas afectan el contenido de azúcar. Durante el desarrollo del cultivo, a temperaturas más elevadas y ambientes más secos mayor es la producción de azúcar. Asimismo, la respuesta genotípica es distinta a la fertilización nitrogenada en relación al contenido de azúcar y a la producción de biomasa. Hay una fuerte interacción ambiental sobre algunos de los parámetros industriales como así también en la productividad de biomasa,
- Presenta alto potencial de productividad de azúcares, biomasa, lignocelulosa, grano y gran variabilidad y disponibilidad de líneas/variedades para mejorar.
- Potencial de producción de 4.200 a 6700 l etanol/ha en materiales mejorados y adecuado manejo, utilizando eficientes tecnologías de procesamiento en la producción de etanol.
- Planta C4 , que le permite una alta eficiencia fotosintética (4 g biomass/MJ de radiación solar)
- Sorgo Azucarado absorbe gran cantidad de CO₂(~45 t CO₂/ ha durante ciclo de crecimiento)
- El sorgo azucarado como la plantación de caña de azúcar produce importantes cantidades de residuos lignocelulósicos como bagazo y otros (15-20 tn/ha) o sea unos 16-22 tn /ha/año de "agropellets" lo cual a través de la utilización de eficientes y modernas tecnologías podría disponerse de estos para distintos tipos de producción(Giuliano GRASSI, EUBIA eubia@eubia.org).

Utilización de sorgo para bioetanol en Argentina

El sorgo azucarado es objeto de un creciente interés a nivel internacional, del cual Argentina no es la excepción, ya que constituye un cultivo complementario a la caña de azúcar permitiendo



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



extender el sistema de explotación de este cultivo, ampliando el abastecimiento de materia prima a los ingenios, a la vez que disminuye o evita el uso de combustibles adicionales para energía. (Valeiro, A.-INTA Famaillá, com. Pers.).

Desafíos

- Barreras comerciales para biocombustibles
- Costos competitivos con el combustible fósil
- Criterios de Sustentabilidad
- Disponibilidad de tierra, no competitiva con otros cultivos.
- Infraestructura existentes y potenciales inversiones.
- Disponibilidad de híbridos comerciales de sorgo azucarados competitivos en productividad y características industriales, a la caña de azúcar.
- Manejo del cultivo para su optimización industrial.
- Adaptación de los actuales sistemas de producción de etanol, al sorgo azucarado.
- Seguridad Alimentaria.

Oportunidades

- Nuevas fuentes de alimentación animal (i.e bagazo fermentado para alimentación de bovinos).
- Fuente de energía calórica/electricidad
- Uso de áreas con limitantes edafoclimáticas, marginales a cultivos como caña de azúcar.
- Nuevas Tecnologías.
- Complementación a caña de azúcar.

Logros

Se lograron y se están logrando líneas graníferas, doble propósito y azucarados promisorias e híbridos experimentales que a través del CVT permite su liberación al mercado en forma competitiva.

Asimismo, las variedades que se están desarrollando contribuyen a que INTA llegue a un sector de productores relegados por la industria semillera en la utilización del sorgo. Son resultados logrados con la colaboración de las Unidades participantes.

Se establecieron tres objetivos que fueron desarrollados exitosamente como consecuencia de los productos y germoplasma en distinta etapa de mejoramiento proveniente del Proyecto anterior (PNCER1333).

En relación al **OBJETIVO 1**, germoplasma de calidad doble propósito, se avanzó en retrocruzas para la obtención de líneas A/B bmr, en la selección de líneas "R" de alta calidad, a partir de poblaciones bmr, tanto en Manfredi en ciclos intermedio-largo y Bordenave en ciclos cortos y materiales blancos sin tanino de alta productividad de biomasa y grano.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



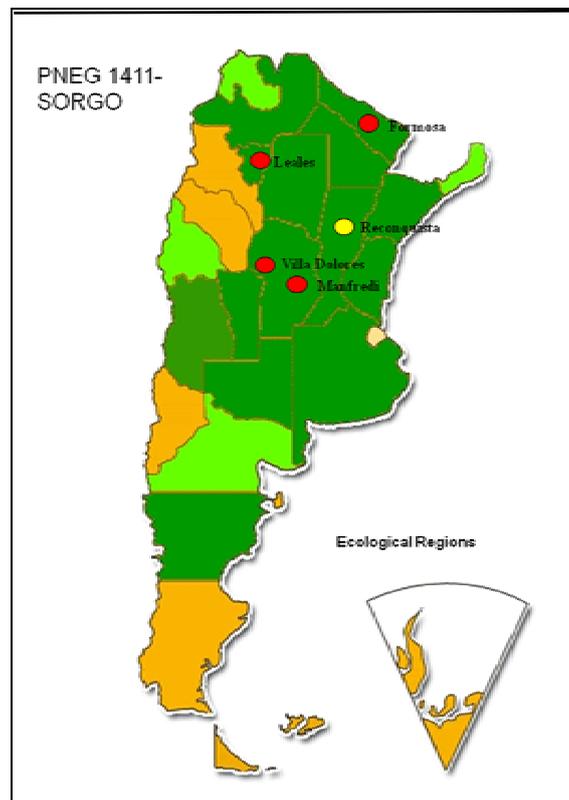
Se contó con la colaboración de la AER Concarán como otro ambiente de prueba para materiales para silaje bajo condiciones de ambientes limitantes.

Se inscribió y transfirió por CVT:

- 1) **SILEROBLANCO INTA PEMAN.** (Giorda, L.M.y Feresin, O .Sorgo granífero forrajero para silaje, grano grande blanco sin taninos condensados-Res.INASE N° 523/10-).
- 2) **ANTEL INTA PEMAN.** (Giorda, L.M., Alverani, D., y Feresin, O. Variedad granífera forrajera, azucarada, bmr -bajo contenido lignina-,planta color castaña, de alta productividad de biomasa y grano -rojo y grande sin taninos condensados y alta proteína, 11.6%-Lab.SENASA);
- 3) **CUYEN INTA** (blanco granífero grano grande y calidad)
- 4) **ALCA INTA** (línea "R" bmr y ciclo precoz)
- 5) **PAKARI INTA**, híbrido granífero de ciclo corto de alta productividad y proteína.

Respecto al **OBJETIVO 2** relacionado a germoplasma para biocombustibles, además de los resultados en la selección de nuevos ideotipos adaptados a deficiencias hídricas y líneas androestériles con alto contenido de azúcar , se inscribió y transfirió por CVT el híbrido de sorgo azucarado **BIOSILERO INTA PEMAN.**(Giorda, L.M.,y Feresin, O. Híbrido de 3.50 m de altura, diámetro de tallo $\geq 2,5$ cm, azúcar en tallo $\geq 18^\circ$ Brix y alta productividad de tallo limpio; de utilización para producción de etanol y alimentación animal.-(INASE Res. N° 523/10-).

El conocimiento de la respuesta de los distintos materiales azucarados a distintos ambientes se logra gracias a ensayos realizados en otras Unidades participantes como EEA. Colorado, EEA. Reconquista, EEA. Paraná y colaboradores como INTA Leales, AER Concarán, AER 9 de Julio.





También se obtuvieron importantes resultados en relación al **OBJETIVO 3**: Respecto a los marcadores moleculares para ergot del sorgo, se logró avance de generaciones F3/F4 de la totalidad de familias que componen la población de mapeo por autofecundación controlada para obtención de RILs. Se evaluó la severidad de la infección natural de Ergot en líneas endogámicas de sorgo (A, B y R). para seleccionar nuevos parentales para conformar poblaciones adicionales de mapeo tradicional y por asociación; cosecha de materiales autofecundados. Se continuó con el genotipado de los parentales de la población de mapeo (IS 8525 x AMF55) con marcadores microsatélites o SSR. Inicio del genotipado de las F2 con los microsatélites que resultaron polimorfos entre parentales

La integración interdisciplinaria (mejoramiento, ecofisiología y biotecnología, además de manejo) permitió el articulado de objetivos y protocolos conjuntos, y la visión integral de las actividades previstas. Se consolidó el armado de un sitio experimental en Los Cerrillos Villa dolores, Córdoba para selección de genotipos bajo estrés hídrico gracias al apoyo del productor de la localidad del ensayo (Sr. Juan Viale) y a la interacción con el mismo. Se obtuvieron resultados promisorios para la selección de germoplasma granífero, doble propósito y azucarado por estrés hídrico, tanto en el ajuste y aplicación de conocimientos ecofisiológicos, como también en la selección de materiales contrastantes, indicando ya la gran utilidad de este ambiente y por su cercanía a la EEA Manfredi, resulta eficiente, considerando los limitados recursos humanos, económicos y de infraestructura. La selección de genotipos extremos posibilitará el desarrollo de cruzamientos biparentales destinados a conformar poblaciones de mapeo destinadas a identificar los genes involucrados en éstos caracteres a través de marcadores moleculares. Asimismo la participación



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



de la EEA. Paraná en la toma de datos y evaluación colabora con otro ambiente al cumplimiento de este objetivo.

Debe destacarse en general, la articulación con otros Proyectos con énfasis en el PNEG 1411- en sorgos azucarados.

En resumen: además de los avances indicados, se realizaron 14 publicaciones, se dictaron 14 conferencias nacionales y 5 internacionales, 4 jornadas a campo, video, una exposición y entrevistas radiales y televisivas (INTA, Sembrando Federal, Todo-Agro y canal 6 Corral de Bustos entre otras), y 5 creaciones fitotécnicas. Además, se generaron vínculos con otras instituciones (UN Córdoba, UN Rosario, EMBRAPA-CNPMS, Belo Horizonte, CIRAD (Francia), INDIA (ICRISAT) y CIAT (Colombia) a través de diferentes reuniones y jornadas a campo generados en el marco del PNCER 021331 y con la interacción del PNEG 1411-Módulo Sorgo en el tema sorgos azucarados. Esto permitió el intercambio de conocimiento, protocolos y germoplasma.



Mayor información

Dra. Laura María Giorda: lauramariagiorda@gmail.com

INTA – EEA Manfredo



TOPINAMBUR: Implicancias de su uso como cultivo energético



Introducción

Los cultivos susceptibles de ser utilizados como productores de energía deben seleccionarse de acuerdo a una serie de condicionamientos, entre ellos obtener la máxima cantidad posible de energía neta compatible con las condiciones edafoclimáticas de cada zona, no deben tener un alto valor alimentario y elegir aquellos que ofrecen los mayores índices de productividad.

En este contexto, el Topinambur es una especie susceptible de ser aprovechada para fines energéticos. Es originaria de Norteamérica, cultivada por los nativos en la época que entraron los colonizadores en América. Fue introducida en Europa, rápidamente se transformó en un cultivo para alimentación animal y humana. En Estados Unidos no es tan importante como alimento y a veces considerada como una maleza. En años recientes el topinambur tuvo un incremento en su cultivo debido a que posee altos contenidos de fructosa y biomasa para la obtención de etanol. Algunos estudios indican que el rendimiento de etanol alcanza los 5600 litros/ha a partir de los tubérculos.

Esta especie pertenece a la familia de las Asteraceae. Es una planta anual, con reproducción predominantemente asexualizada, con una nula producción de semilla, con un ciclo de crecimiento primaveral-estival, finalizando su floración en el mes de marzo, en la latitud del área central de la Argentina. Su parte aérea y tubérculos tienen una gran diversidad de usos, entre ellos como alimento a distintos tipos de ganado, producción de inulina, cosméticos, etc.

En Argentina, por Decreto 256 de 13 de junio de 1962 se incorpora el Topinambur al Reglamento para el Registro y Control de Alimentos y Bebidas (G.O. 14.677 de 20 de julio de 1962). En cumplimiento de lo ordenado por el Código Sanitario se incorpora en el Artículo 35, apartado 15, con los nombres de Topinambur, Tupinambo, Cotufa, Papa árabe y Pataca, a los tubérculos de *Helianthus tuberosum*, L.

FUNDAMENTOS PARA SU UTILIZACIÓN

A los efectos de discutir las ventajas y desventajas de la especie, se realizó un análisis de las mismas considerando la inclusión del topinambur como cultivo energético en el marco de una política orientada al apoyo de la producción de biocombustibles.

Fortalezas

Las razones que se aducen por parte de diversos grupos para frenar el desarrollo incipiente de los biocombustibles responden a planteamientos muy simples, en los que se supone que el desarrollo futuro de estos combustibles se basará en el modelo actual que utiliza materias primas alimentarias. Sin embargo, previsiones realizadas en la UE, reflejadas en el VII Programa Marco de Investigación, indican que el futuro de los biocombustibles pasa por el desarrollo de cultivos energéticos, alternativos a los tradicionales, todos considerados de primera generación (ver definición en ANEXO) y que sean capaces de producir la materia prima apropiada en un contexto sostenible.

No obstante, los futuros cultivos energéticos, que sin duda serán diferentes de los cultivos tradicionales, deberán producirse en tierras no requeridas para la producción de alimentos además de tener un balance energético positivo y un balance favorable respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Especies como el Topinambur, pueden ser ejemplo de posibles cultivos productores de materias primas para obtención de biocombustibles, adaptados a zonas marginales para los cultivos tradicionales.

Estudios biológicos y bioquímicos hacen posible contar con métodos de obtención de etanol, existiendo referencias sobre todo el proceso (Battiston, R. y col, 2008), algunas a nivel nacional y extensa bibliografía a nivel internacional. Estas referencias harían posible seleccionar métodos y composición de la materia prima más adecuada a las posibilidades de producción en Argentina.

Oportunidades

Como se ha visto en el punto anterior, el gran desarrollo previsto para los biocombustibles no puede basarse en el uso de las materias primas alimentarias tradicionales, debido a las limitaciones productivas que tienen los cereales y cultivos oleaginosos tradicionales y a la concurrencia con las industrias productoras de alimentos, que siempre tendrán prioridad. Por este motivo, una postura inteligente de las empresas que podrían entrar en competencia con los biocombustibles, tanto por la materia prima como por el producto final, debería ser apoyar y potenciar el correcto desarrollo de esta nueva agroindustria (promoción de nuevas especies vegetales), lo cual, además de eliminar la competencia por las materias primas alimentarias, podría ampliar su campo de actuación y les podría permitir diversificar su actividad en un futuro.

El desarrollo de las agroindustrias de biocombustibles, además de los consabidos beneficios energéticos y medioambientales, potenciará el desarrollo rural de las zonas en que se instalen, con los consiguientes beneficios económicos y sociales para la comarca.

En definitiva, los biocombustibles, en lugar de un problema, pueden representar una oportunidad importante para potenciar la actividad agraria.

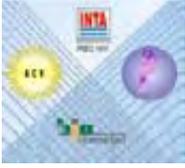
Debilidades

El cultivo de esta especie no puede realizarse en forma aislada, ya sea de otros productores o alejada de plantas de procesamiento debido a los volúmenes a transportar. Otro aspecto a tener en cuenta cuando se expande la escala a cultivar, se refiere a la desuniformidad en la brotación. De los tres años que se cultivo en la EEA Manfredi, en dos de ellos, las parcelas presentaron, a los dos meses de plantadas, brotes de casi un metro a plantas que apenas tenían veinte cm de altura. Es evidente que si se contara con una máquina para la labor de plantación, lo que permitiría una cierta uniformidad en la profundidad del tubérculo, algunos de estos problemas serían resueltos. Esta posibilidad y la necesidad de cosechar con altos rendimientos en cortos plazos conllevan a la necesidad de mecanizar tanto la plantación como la cosecha en lotes de cierta magnitud.

Por los antecedentes que se tienen, es posible producir esta especie en áreas agroecológicas bastante disímiles. De cualquier manera, no se conoce la respuesta de clones, cultivares u orígenes en esas zonas potencialmente aptas para su cultivo. En base a la experimentación que se ha hecho en el país, poco es también lo que se puede contar en lo referido a respuesta a fertilización, riego, momento de cosecha, manejo, etc. Quedan aspectos sustantivos a investigar a los efectos de apoyar su utilización como cultivo energético, por ejemplo diseñar un paquete tecnológico para la producción de Topinambur en secano y bajo riego.

Otros problemas de su cultivo se relacionan con varias enfermedades que causan pérdidas en esta especie, tanto en hojas, como en los tallos y tubérculos, presentándose diferencias en la tolerancia entre cultivares y clones. Las más citadas son roya, mildew y *Sclerotium* sp. Localmente, no se han detectado situaciones graves y lo que se ha observado con mayor frecuencia son plantas afectadas en tallo por el hongo *Sclerotinia sclerotium*, en niveles que varían entre el 5-7% de las poblaciones observadas.

En cuanto a la podredumbre de tubérculos se producen como consecuencia del daño causado por el gusano blanco (*Deliboderus* sp).



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Amenazas

Opiniones de diversas fuentes consideran que la aparición de los biocombustibles a nivel global, se presenta como la responsable de los aumentos en el precio de los cereales. Se reconoce que, sin ser neutros, su incidencia actualmente es relativamente baja, debido a que la causa de ese incremento se debe buscar en otros factores como el aumento de la demanda de cereales en los países asiáticos, sequías en Europa, políticas equivocadas en la Comunidad Europea y, por supuesto, las tierras dedicadas a la producción de biocombustibles. Se agrega que todo esto refleja el peligro de dejar al mercado el rumbo de la agricultura.

Pero el protagonismo de los biocombustibles tiene otro perfil más alarmante y es la expansión de los cultivos energéticos en países empobrecidos para satisfacer las necesidades de los países desarrollados, con el consecuente impacto ambiental. Deja implícito la necesidad de controles que garanticen una autosuficiencia alimentaria y precios justos para el productor y para el consumidor.

Ya en mayo de 2008, en un Curso Avanzado sobre cultivos energéticos en España, uno de los propósitos del curso era "...la estrategia europea intenta promover la producción y uso de los biocombustibles en la UE y en los países en desarrollo, preparar el camino para la producción a gran escala, apoyar la investigación en biocarburantes de "segunda generación" (ver definición en ANEXO), y explorar las posibilidades de producción de biocarburantes en países en desarrollo." Estos conceptos deberían alertar a los planificadores, si los hubiera o a los funcionarios responsables en los aspectos de la producción agrícola, a manejarse con mayor información sobre aspectos sociales y económicos de los cultivos energéticos; panorama general sobre criterios/aspectos de sostenibilidad, efecto de los cultivos energéticos sobre el uso de la tierra, sobre el paisaje y la biodiversidad, sobre el clima y los ciclos de vida, sobre los mercados agropecuarios y competencia con la producción de alimentos (humano y animal) y esquemas de certificación de bioenergía. (Informe Ing. Basigalup, EEA Manfredi)

Actualmente, en EE.UU. esta seriamente cuestionada la producción de bioetanol a partir del maíz por –entre otras cosas- el desfavorable balance energético del proceso, el alto consumo de agua que conlleva, los altos costos de producción y la distorsión que ha provocado en los precios de alimentos.

Entonces ¿Por qué el Topinambur? Es una especie que, a pesar de presentar ciertos interrogantes sobre su cultivo, tiene alta producción, puede reemplazar al maíz, es factible de manejar a pequeña escala, condición que unida a la cercanía de plantas de procesamiento pueden infundir desarrollo en zonas actualmente empobrecidas. Por referencias nacionales presenta adaptación a diversas áreas ecológicas del país y es factible de obtener clones seleccionados sobre poblaciones que están en cultivo actualmente. La gran ventaja de esta especie frente a la caña de azúcar, la materia prima más importante en producción de etanol, es que no deja un residuo contaminante (vinaza).

EL CULTIVO DEL TOPINAMBUR: Características agronómicas de la especie

El tubérculo de topinambur se conserva muy bien bajo tierra donde las fuertes heladas no lo perjudican. Una vez arrancado su conservación se hace dificultosa, dependiendo su descomposición de la temperatura y humedad ambiente.

Generalmente se lo puede conservar hasta 15 días fuera de la tierra, siempre que se lo guarde en un local seco, bien aireado y fresco, extendiéndolo en capas delgadas para evitar su fermentación. Por lo tanto, lo más conveniente es cosechar a medida que las necesidades lo exijan.

La cosecha puede llevarse a cabo con máquinas arrancadores- recolectoras de papas previa eliminación de la parte aérea de la planta, teniendo la precaución de reducir la separación entre dientes de los peines con el fin de poder recoger los tubérculos de menor tamaño.

El método más común para los pequeños cultivos es el arrancado con arado de mancera o el arado de rueda de una sola reja, complementado con la recolección manual de los tubérculos. La cosecha en lotes pequeños puede hacerse con una pala de punta (Bauer, H. A. y R. H. Lasso, 1974).

Es compleja la operación de plantación, debido a que no se han desarrollado adaptaciones de máquinas potencialmente útiles, con alta capacidad, como para plantar una superficie importante. También si una



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



plantación llega a cierta escala, con destino a industria, el cultivo de esta especie debe entrar en rotación a determinar en base a los patógenos e insectos más comunes de la zona. Por ejemplo, si existe la posibilidad de infestación con *Sclerotinia* (muy común, se debe tener en cuenta que sus esclerocios tienen una vida media relativamente larga), con los antecedentes e información actuales es posible plantear una rotación que consiste en salir del topinambur con un maíz, luego un girasol o soja con tolerancia a *Sclerotinia* y volver a Topinambur. (Marraro, Francisco; comunicación personal).

Ante presencia de insectos de suelo es recomendable efectuar aradas para exponer las larvas a predadores y aplicar insecticidas en el momento de formación del tubérculo antes de un riego o en momentos previos a una posible precipitación (Fava, F., comunicación personal). En lo referido a control químico se recomienda aplicar en el momento de la siembra, los siguientes productos: Benfuracarb 5% 12-15 Kg/ha Granulado, Cadusafos 10% 40-60 Kg/ha Granulado y Clormefos 5% 60 Kg/ha Granulado.

En principio, el topinambur no tendría problemas por malezas si es que no se siembra sobre un cebollinal (*Cypero*) o un sitio donde haya alta densidad de maleza estival de hoja ancha. Las labores de preplantación recomendadas son: arada, una o dos rastreadas de disco y dientes, si es posible pasar vibro y aplicación de glifosato para controlar la maleza que emerja luego de esas labores.

Si la plantación es correcta no tendrían que presentarse problemas por malezas ya que si se hace en cuadros de 50x50, por ejemplo o también a 70 cm. entre líneas (para poder aporcar) y 50 cm. entre plantas, entre los 60 a 90 días el crecimiento de la planta sombrea el surco y la maleza que nazca posteriormente no interferirá en la producción.

Una opción para control de gramíneas de verano es la aplicación de Centurión a razón de 700 cc más dos litros de aceite/ha. También se pueden hacer labores mecánicas con escardillo y aporques.

DESAFIOS PARA LA INVESTIGACIÓN

En base al conocimiento adquirido por la realización de ensayos propios y por referencias de multiplicadores del país, es posible proponer líneas de investigación, asignarle una importancia relativa y la factibilidad de llevarlas adelante.

- 1) A los efectos de incrementar la escala del cultivo de esta especie, tiene alta prioridad la adaptación de máquinas, tanto para la plantación como para la cosecha. La estrategia a utilizar para obtener información debería ser la experimentación adaptativa en áreas hortícolas del país, sobre todo donde se cultivan especies similares.
- 2) Unido al tema anterior se deben realizar estudios experimentales con el objetivo de ampliar el conocimiento local acerca del efecto del momento de cosecha sobre la cantidad y calidad del tubérculo y la incorporación de distintas combinaciones de insumos, fundamentalmente riego y fertilización.
- 3) La conservación del tubérculo puede constituir un obstáculo para darle continuidad a un proceso industrial. Es necesario realizar pruebas para conocer las modificaciones que pueden ocasionar distintos métodos de conservación sobre la calidad del tubérculo, tanto en el aspecto industrial como sobre su condición de "semilla".
- 4) Es necesaria una caracterización botánica y agronómica del germoplasma de topinambur disponible en relación a su aptitud agronómica e industrial, con el propósito de contar con un material inscripto, que permita cierta seguridad en su adaptación.
- 5) En base a lo observado experimentalmente, pueden producirse importantes pérdidas de plantas por infestación con el hongo *Sclerotinia* y de tubérculos por presencia de una especie de *Diloboderus*. Con la intención de producir biomasa con un mínimo de aplicación de insumos, es recomendable iniciar algunos estudios sobre rotaciones con gramíneas y cultivos de cosecha con tolerancia al hongo y realizar laboreo para exponer a las larvas de "gusano blanco" a los predadores naturales.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



CONCLUSIONES

Los resultados de las investigaciones a nivel internacional mas algunas pruebas locales de tipo agronómico en áreas seleccionadas del país, pueden proporcionar suficiente información para conformar un paquete tecnológico sencillo y flexible que permita la promoción de su cultivo y formular el ciclo de vida de la especie.

Algunas referencias existentes de la especie deben ser revisadas, sobre todo aquellas que indican su posible adaptación a áreas con fuertes restricciones edafoclimáticas.

Para su utilización como fuente de biomasa, es preciso contar con maquinas adaptadas para su plantación y cosecha.

De acuerdo a los antecedentes, la especie presenta alta eficiencia en el proceso industrial para la obtención de etanol en lo referido a balance energético y emisiones de gases con efecto invernadero.

Si bien no se intenta lograr un sistema de cultivo orgánico, es recomendable disminuir, en lo posible, el uso de agroquímicos y labores, tanto por su impacto en la contaminación ambiental como en el incremento de la eficiencia energética del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Msc. Roberto Battistón - Ing. Augusto Roggiero - Ing. Sandra Dimarco OPTIMIZACIÓN Y PRODUCCIÓN A NIVEL DE PLANTA PILOTO DE BIOETANOL INTEGRADO AL APROVECHAMIENTO DEL HELIANTHUS TUBEROSUS. Jornadas Cultivos Energéticos en la Región de Cuyo. Mendoza, 9 de mayo de 2008



ANEXO

Determinación de Grados Brix en tubérculo de Topinambur cosechados en la E.E.A. Manfredi.

Las determinaciones se realizaron en el mes de junio, separadas 15 días la primera de la segunda sobre la misma extracción, conservada en heladera a 4 °C aproximadamente.

Se extrajeron aproximadamente 20 tubérculos, se clasificaron seis de ellos en cada categoría: chicos (4 a 5 cm), medianos (6-7 cm) y grandes (mas de 8 centímetros). Se los trozó y molió en una procesadora tipo Moulinex, a cada grupo en forma separada. El material triturado se volcó en un lienzo, se lo exprimió y se guardaron 100 cm en un frasco gotero.

RESULTADOS

	1º Medición	2º Medición
Tubérculos Chicos	15,5	16,0
Tubérculos medianos	16,2	16,2
Tubérculos grandes	15,8	15,2

No se presentaron diferencias sustanciales entre distintos tamaños ni entre fechas de determinaciones. El procedimiento debe ser verificado con repeticiones de un cultivo, tomando muestras de diversos lugares pero su practicidad resulta útil para una medición rápida del contenido de azúcares totales.

CLASIFICACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES SEGÚN SU ORIGEN Y PROCESAMIENTO

La producción de biocombustibles está avanzando con tanta rapidez que últimamente se esta hablando de los «biocombustibles de cuarta generación». La web de Biopact describe las características principales de las diferentes generaciones de biocombustibles, que se distinguen unas de otras por lo siguiente: (1) la materia prima utilizada, y (2) la tecnología de proceso adoptada.

Los «biocombustibles de primera generación» utilizan materias primas de uso alimentario (como el maíz, la caña de azúcar, la soja y el topinambur) y tecnologías de proceso como la fermentación (para el etanol) y la transesterificación (para el biodiesel). Los «biocombustibles de segunda generación» se obtienen a partir de materias primas que no tienen usos alimentarios (el *Panicum virgatum* o el álamo) y semillas oleaginosas no comestibles (la *Jatrofa*) por las vías convencionales antes mencionadas y por medio de procesos termoquímicos (para la producción de «biocombustibles sintéticos» líquidos). Los «biocombustibles de tercera generación» utilizan métodos de producción similares en cultivos bioenergéticos específicamente diseñados o «adaptados» (a menudo por medio de técnicas de biología molecular) para mejorar la conversión de biomasa a biocombustible. Un ejemplo es el desarrollo de los árboles «bajos en lignina», que reducen los costes de pretratamiento y mejoran la producción de etanol, o el maíz con celulasas integradas.

Los «biocombustibles de cuarta generación» simplemente llevan la tercera generación un paso más allá. La clave es la «captación y almacenamiento de carbono (CAC)», tanto a nivel de la materia prima como de la tecnología de proceso. La materia prima no sólo se adapta para mejorar la eficiencia de proceso, sino que se diseña para captar más dióxido de carbono, a medida que el cultivo crece. Los métodos de proceso (principalmente termoquímicos) también se combinan con tecnologías de «captación y almacenamiento de carbono» que encauza el dióxido de carbono generado a las formaciones geológicas (almacenamiento geológico, por ejemplo, en yacimientos petrolíferos agotados) o a través del almacenamiento en minerales (en forma de carbonatos).



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



De esta manera, se cree que los biocombustibles de cuarta generación contribuyen más a reducir las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), porque son más neutros o incluso negativos en carbono si se comparan con los biocombustibles de las otras generaciones. Los biocombustibles de cuarta generación encarnan el concepto de «bioenergía con almacenamiento de carbono».

Para requerir información sobre el cultivo del Topinambur, se recomienda consultar a:

- Anahí Tropeano, Neuquén dearco8992@yahoo.com.ar
- Guillermo Atencio, San Luis crecimiento_sa@hotmail.com
- María del Carmen Maraggi, Mendoza fincatopinambur@gmail.com
- Bernardo von Hermann, Córdoba berhermann@arnet.com.ar
- Carlos Ariel Mammoli, Mendoza ventas@doncarlos.com.ar
- Agrofederal, Buenos Aires info@agrofederal.com
- Daniel Casares, Mendoza dcasares@yahoo.com



Tubérculos de Topinambur



de un cultivo en pleno verano

Mayor información

Ing. Agr Julio César Mombelli: jcmombelli@manfredi.inta.gov.ar

INTA – EEA Manfredi



Estudios prospectivos sobre nuevas especies con potencial bioenergético

RESUMEN

La pregunta central sobre la que se desarrolla la investigación es:

¿Qué cultivos habría que elegir para incrementar la superficie sembrada en Argentina para producir biocombustibles en cantidad suficiente para satisfacer la demanda interna (corte obligatorio por ley y su posterior adenda) y parte de la demanda mundial, asegurando la sustentabilidad del sistema productivo?

De esta pregunta central se desprende el objetivo general

- Definir la aptitud agroclimática de las zonas semiárida y árida argentinas para producir cultivos lignocelulósicos.

Objetivos específicos

- Analizar los factores climáticos que limitan la expansión de cultivos lignocelulósicos para producir biocombustibles de segunda generación. (Evaluar para cada especie, regímenes térmico e hídrico, necesidades fotoperiódicas y necesidad de frío, según el caso, a partir de datos bibliográficos).

- Evaluar las disponibilidades agroclimáticas regionales. (Se analizarán los factores climáticos que en intensidad, frecuencia y época de ocurrencia, posibilitan el cultivo o su expansión a nivel internacional, para inferir si los mismos pueden repetirse en Argentina y deducir qué posibilidades de éxito le caben a cada una de las especies estudiadas).

- La cartografía resultante a escala 1:500000 definiendo áreas óptimas, apropiadas, marginales e ineptas para cada cultivo aporta una visión panorámica del potencial de

expansión de cada especie considerada en Argentina.

Cuando lo que se busca es determinar la aptitud agroclimática local o regional para una especie en particular, es necesario considerar las exigencias biometeorológicas de cada subperíodo crítico para que el cultivo pueda cumplir los procesos fásicos de crecimiento y desarrollo.

Entre las exigencias del bioclima del cultivo y la disponibilidad agroclimática del lugar donde se desea implantar, pueden existir distintos grados de coincidencia: desde una complementación total hasta una disidencia tal que sea imposible introducir la especie. Cuando las diferencias no son excesivas, es posible modificar alguna de las condiciones. La modificación por ampliación del bioclima se logra aumentando el número de tipos bioclimáticos existentes. Pero la extensión del agroclima se hace modificando artificialmente aquellas condiciones adversas del microclima del lugar, para adecuarlas al bioclima del cultivo.

Las especies lignocelulósicas estudiadas hasta el momento son: *Brassica carinata* (carinata, mostaza etíope); *Cynara cardunculus* (cardo de Castilla); *Arundo donax* (caña común); *Phalaris arundinacea* (reed canary grass); *Paulownia* spp. (kiri, paulownia); *Hibiscus cannabinus* (kenaf).

Las especies productoras de biodiesel de primera generación estudiadas fueron: *Jatropha curcas*, *hieronymi* y *macrocarpa*, *Moringa oleifera* (moringa), *Thlaspi arvense* (carraspaque), *Crambe abyssinica* (crambe), *Illicium verum* (anis estrellado), *Sesamus indicum* (sésamo), *Ricinus communis* (tártago), *Syagrus romanzoffiana* (pindó), *Sinapis alba* (mostaza blanca), *Pongamia pinnata* (karanja), *Melia azedarach* (paraíso), *Guitotia abyssinica* (niger), *Camelina sativa* (camelina).

Las especies productoras de bioetanol de primera generación estudiadas fueron: *Opuntia ficus indica* (tuna, nopal), *Euphorbia tirucalli* (árbol de los dedos), *Moringa oleifera*.

El tema de investigación es el que corresponde a mi plan de trabajo de CONICET. La zonificación agroclimática de todas estas especies, ya está publicada.

Mis expectativas no fueron satisfechas en cuanto al aporte económico brindado por INTA, para pago de inscripciones a congresos que me fueron negadas, que tuve que pagar de mi bolsillo.



No obstante durante estos 3 años presenté 14 artículos en revistas con referato, 3 capítulos de libro, 21 presentaciones a congresos y 9 presentaciones en Internet.

a) Artículos en revistas con referato

1. "El árbol del Neem (*Azadirachta indica*) para controlar enfermedades endémicas en Argentina". S. Falasca y M. Bernabé. Revista Geográfica del IPGH N° 146. 111-124. (2009)
2. "Zonificación agroclimática de la moringa (*Moringa oleifera*) en Argentina para producir biodiesel y bioetanol". S. Falasca y M.A. Bernabé. Revista AVERMA Vol 13 (Avances en Energías Renovables y Medioambiente). (2009). ISSN 0329-5184
3. "Crambe abyssinica: an almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel". S. Falasca, N. Flores, M. Lamas, S. Carballo y A. Anschau. International Journal of Hydrogen Energy. 35. 5808-5812 (2010).
4. "La producción de mostaza etíope (*Brassica carinata*) en Argentina como cultivo energético". S. Falasca y A. Ulberich. Revista Geográfica del IPGH N° 148. 7-22 (2010).
5. "La potencial área de cultivo de anís estrellado (*Illicium verum*) en Argentina". S. Falasca, G. Galvani y M.A. Bernabé. Geográfica del IPGH N° 148. 83-96 (2010).
6. "Aptitud Agroclimática Argentina para la implantación de bosques energéticos de *Paulownia* spp". S. Falasca y M. A. Bernabé. Revista Geográfica del IPGH N° 148. 151-164 (2010).
7. "Las potenciales áreas productivas de sésamo (*Sesamus indicum*) en Argentina, materia prima para biodiesel". S. Falasca, A. Anschau y G. Galvani. Revista AVERMA Vol 14 (Avances en Energías Renovables y Medioambiente). (2010). ISSN 0329-5184.
8. "Aptitud agroclimática de sectores áridos y semiáridos de Argentina, para el cultivo de tuna (*Opuntia ficus indica*) como fuente de bioetanol". S. Falasca, M. Bernabé y M. Lamas. En prensa Revista Quebracho N° 19. Junio 2011
9. "La maleza palán-palán (*Nicotiana glauca* G) como cultivo energético en sectores semiáridos de Argentina". S. Falasca y A. Ulberich. Enviado a Revista Zonas Áridas. Perú. (2011).
10. "El cultivo de la borraja (*Borago officinalis*) como fuente de biodiesel en el sur de Argentina". S. Falasca y M.A. Bernabé. Enviado a Geográfica del IPGH. (2011).
11. "Euphorbia tirucalli L de especie ornamental a cultivo energético para zonas semiáridas de Argentina". S. Falasca y M.A. Bernabé. Aceptado Revista Geográfica del IPGH. (2011).
12. "Agro-climatic zoning of castor bean (*Ricinus communis* L) in Argentina to produce industrial oil and biodiesel". S. Falasca y A. Ulberich. Enviado a Industrial Crops and products.
13. "Possibilities for growing queen palm (*Syagrus romanzoffiana*) in Argentina as a biodiesel producer under semi-arid climate conditions". S.L. Falasca, C. Miranda del Fresno, Ulberich, A. Enviado al International Journal of Hydrogen Energy (2011).
14. "The possibilities of the kenaf crop (*Hibiscus cannabinus* L) as a biomass feedstock in Argentina. Falasca S., Anschau A., Pizarro M.J. and Cazenave G. Enviado al International Journal of Hydrogen Energy (2011).

b) Capítulos de libro

1. "Aptitude of the lands of the semiarid zone of Argentina to cultivate non traditional species to produce biodiesel". S. Falasca and A. Ulberich. In: Biodiesel: Blends, Properties and Applications. Editor: Jorge Mario Marchetti and Zhen Fang. Nova Publishers. N.Y. 2011. Chapter 5: 1-28. ISBN 978-1-61324-660-3



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



2. "La Mostaza blanca (*Sinapis alba*), fuente de biodiesel para Argentina". S. Falasca y A. Ulberich. En prensa Estudios Ambientales 3- Tandil. CINEA, FCH. UNICEN. ISBN: 978-950-658-217-3. 2011.
3. "¿Puede una maleza utilizarse como cultivo energético? El caso del "Alpiste Rojo" (*Phalaris Arundinacea*). S. Falasca y M. Bernabé. En prensa Estudios Ambientales 3-Tandil. CINEA, FCH. UNICEN. ISBN: 978-950-658-217-3. 2011

c) Presentaciones a congresos

1. *Crambe abyssinica*: un cultivo casi desconocido pero promisorio para producir biodiesel". S. Falasca, N. Flores; S. Carballo y A. Anschau. Actas. Hyffusen 2009. San Juan, 8-12 junio de 2009.
2. "Un nuevo cultivo invernal resistente a la sequía para producir biodiesel en el partido de Tandil". S. Falasca y M. Bernabé. V Jornadas sobre Medioambiente. Facultad de Ciencias Humanas. UNICEN. Presentación oral. Tandil, 5 junio 2009.
3. "Aptitud agroclimática Argentina para el cultivo de *Jatropha curcas* L". S. Falasca y M. A. Bernabé. Actas XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorología. Belo Horizonte, 22-25 de septiembre de 2009.
4. "El reemplazo del cultivo de *Jatropha curcas* en Argentina por *Pongamia pinnata*". S. Falasca y M.A. Bernabé. Actas XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belo Horizonte, 21-25 de septiembre de 2009.
5. "El cultivo de la tuna (*Opuntia ficus indica*) en sectores áridos y semiáridos de Argentina como materia prima para bioetanol". S. Falasca, S. M. Carballo, N. Flores y A. Anschau. XIII Congreso Forestal Mundial. FAO. 18-23 de Octubre 2009.
6. "Las potenciales áreas de cultivo de la moringa (*Moringa oleifera*) en Argentina con fines energéticos y como proyecto social". S. Falasca y M. A. Bernabé. XIII Congreso Forestal Mundial. FAO. 18-23 Octubre 2009.
7. "Zonificación agroclimática de la moringa (*Moringa oleifera*) en Argentina para producir biodiesel y bioetanol". S. Falasca y M.A. Bernabé. XXXII Congreso ASADES 2009. Universidad Nacional de Río Cuarto. 16 al 19 de noviembre de 2009.
8. ¿Puede una maleza utilizarse como cultivo energético? El caso del "alpiste rojo o red canary grass" (*Phalaris arundinacea*). S. Falasca y M.A. Bernabé. VI Jornadas de Medioambiente. UNICEN y Municipio de Tandil, 4-5 junio 2010.
9. "La mostaza blanca (*Sinapis alba*), fuente de biodiesel para Argentina." S. Falasca y A. Ulberich. VI Jornadas de Medioambiente. UNICEN y Municipio de Tandil, 4-5 junio 2010.
10. "Posibilidades de producción de *Paulownia* spp en Argentina como cultivo energético". S. Falasca y M.A. Bernabé. 5º Congresso Internacional de Bioenergía. Curitiba, Paraná, Brasil, 10-13 de agosto de 2010."
11. "Puede usarse una especie invasora como *Arundo donax* (caña común) con fines energéticos en Argentina? S. Falasca, N. Flores y G. Galvani. XIII Reunión Argentina de Agrometeorología y VI Reunión Latinoamericana de Agrometeorología. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 20-22 octubre de 2010.
12. "Delimitación de las áreas de cultivo de *Guitzotia abyssinica* (Alpiste Negro) en Argentina como materia prima para biodiesel." S. Falasca, N. Flores y G. Galvani. XIII Reunión Argentina de Agrometeorología y VI Reunión Latinoamericana de Agrometeorología. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 20-22 octubre de 2010.
13. "La pongamia (*Pongamia pinnata* L) materia prima para biodiesel en Argentina y América Latina". S. Falasca y M.A. Bernabé. CIIME 10. Conferencia Internacional sobre Ingeniería Mecánica y Energía. Universidad de Oriente. Cuba, 9 -11 de noviembre de 2010.
14. "Las potenciales áreas productivas de sésamo (*Sesamus indicum*) en Argentina, materia prima para biodiesel". S. Falasca, A. Anschau, G. Galvani. XXXIII Congreso ASADES 2010. Cafayate. Salta, 16 - 19 de noviembre de 2010.
15. "Las posibles áreas de cultivo del Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L) como productor de biomasa y biodiesel en Argentina". Falasca, S, Anschau, A y Galvani, G. Hyffusen 2011. Mar del Plata. 6-8 de Junio 2011.



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



16. "Posibilidades de cultivo del Pindó (*Syagrus romanzoffiana*) en Argentina como productora de biodiesel bajo condiciones de clima semiárido". Falasca S., Miranda del Fresno, C y Ulberich, A. Hyffusen 2011. Mar del Plata. 6-8 de Junio 2011.
17. "Forestaciones con paraíso (*Melia azedarach*) como especie mitigadora del cambio climático en Argentina" S. Falasca, A. Ulberich y C. Miranda del Fresno. III Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Desarrollo Sustentable. La Plata, 8-11 agosto 2011.
18. "La introducción del cultivo del algarrobo aceitero (*Pongamia pinnata*), especie promisoría para afrontar el cambio climático". S. Falasca, A. Ulberich, C. Miranda del Fresno y M.A. Bernabé. III Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Desarrollo Sustentable. La Plata, 8-11 agosto 2011.
19. "Aptitud argentina para producir aceite industrial y biodiesel a partir del tártago (*Ricinus communis* L)". S. Falasca y A. Ulberich. Congreso Internacional de Biocombustibles. World Trade Center. Boca del Río, Veracruz, Venezuela. 10 - 15 de octubre 2011.
20. "Potencialidad Argentina para producir Bioinsecticidas a partir de cultivos energéticos. S.L. Falasca, A.C. Ulberich, M.C. Miranda del Fresno y M.A. Bernabé. Aceptado Congreso Argentina Ambiental 2012. Mar del Plata, Buenos Aires. 28 de mayo - 1 de junio de 2012.
21. "¿Camelina sativa, el biocombustible para la aeronavegación? Posibilidades para Argentina". S.L. Falasca y A.R. Anschau. Aceptado Congreso Argentina Ambiental 2012. Mar del Plata, Buenos Aires. 28 de mayo - 1 de junio de 2012.

d) Presentaciones en sitios de Internet.

1. ¿Es posible la producción de *Thlaspi arvense* en Argentina para obtener biodiesel?. S. Falasca y M.A. Bernabé. Ergomix. com 15/01/09.
2. ¿Que es el *Crambe*, para que sirve y que importancia puede tener para Argentina?. Fuente: Silvia Falasca y Noelia Flores. Instituto de Clima y Agua, INTA. Download PDF Publicado en la web de BIODIESEL ARGENTINA.
3. "Neem, una planta multipropósito". S. Falasca. El Nuevo Agro. Newsletter 31 de agosto de 2009. Disponible en: <http://www.elnuevoagro.com.ar/noticia/neem-unaplanta-multiproposito/191>
4. "La importancia de las heladas en Argentina para el cultivo de *Jatropha curcas*". S. Falasca y M.A. Bernabé. Disponible en la web de BIODIESEL ARGENTINA. Trabajos/Download PDF Bioenergy
5. "La planta del Neem.¿Para Biodiesel o para Bioinsecticida? S. Falasca y M. Bernabé. Publicado en la web de Biodiesel de Argentina. 19 de mayo 2010. Disponible en: <http://biodiesel.com.ar/3544/el-arbol-del-neem-%c2%bfacite-para-la-produccionde-biodiesel-o-para-bioinsecticida>
6. Informe Técnico IT nº 07 - ¿ Puede usarse una especie invasora como *Arundo Donax* (caña común) con fines energéticos en Argentina ? [.pdf] Publicado en la web de Bioenergía de INTA. S. Falasca, N. Flores y G. Galvani. 2011.
7. Informe Técnico IT nº 09. Delimitación de las áreas de cultivo de *Guitztia Abyssinica* (alpiste negro) como materia prima para biodiesel en Argentina [.pdf] Publicado en la web de Bioenergía de INTA. S. Falasca, N. Flores y G. Galvani. 2011.
8. Informe Técnico. IT nº 10. Puede una maleza utilizarse como cultivo energético? El caso del "alpiste rojo" o reed canary grass" [.pdf] Publicado en la web de Bioenergía de INTA. S. Falasca, N. Flores y G. Galvani. 2011.
9. Informe Técnico. IT nº 12. El agroclima del cardo (*Cynara cardunculus*) como cultivo energético en áreas semiáridas de Argentina [.pdf] Publicado en la web de Bioenergía de INTA. S. Falasca y A. Ulberich. 2011.

Mayor información

Ing. Agr. Silvia Liliana Falasca: sfalasca@conicet.gov.ar; sfalasca@cni.inta.gov.ar

Investigadora de CONICET



Residuos y cultivos agrícolas para la producción de bioenergía



Instituto de Clima y Agua – CIRN – INTA, Castelar.