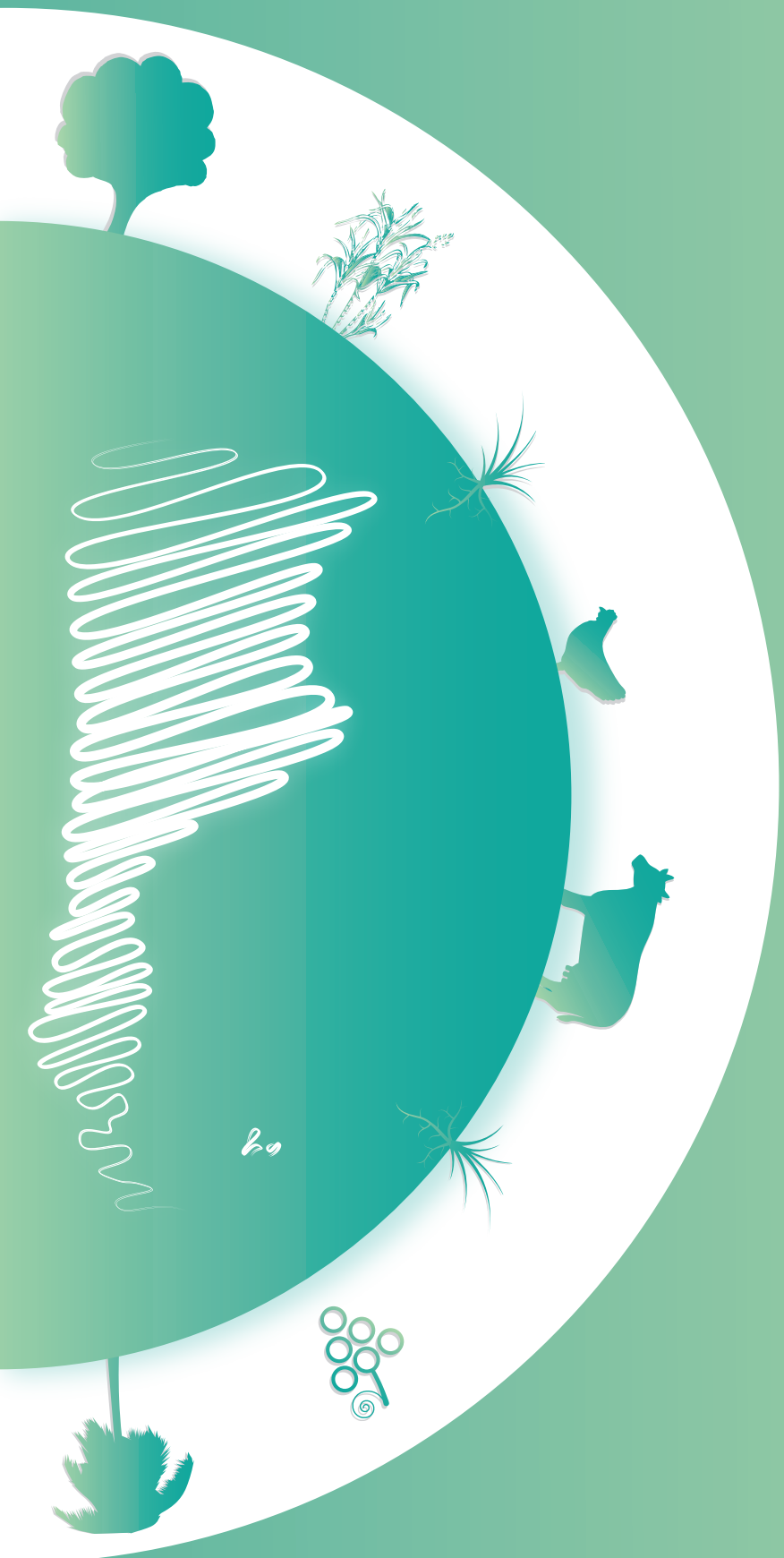


ESTUDIO PILOTO
INDICADORES GBEP DE SUSTENTABILIDAD DE LA BIOENERGIA EN ARGENTINA



ESTUDIO PILOTO
INDICADORES GBEP DE SUSTENTABILIDAD DE LA BIOENERGIA EN ARGENTINA

UCAR
UNIDAD PARA EL CAMBIO RURAL

BID

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Este taller es una contribución a la GBEP
Global Bioenergy Partnership

Estudio realizado por el Centro iDeAS de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

ESTUDIO REALIZADO POR EL CENTRO IDEAS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN (UNSAM)

EQUIPO DE TRABAJO:

Dr. Martina Chidiak
Dr. Luis Panichelli
Ing. Gerardo Rabinovich
Lic. Ayelen Buyatti
Lic. Cecilia Filipello
Lic. Guillermo Rozenwurcel
Lic. Mariana Fuchs
Lic. Ricardo Rozemberg

Diseño y maquetación
Cecilia Perriard - María Mac Lean

AUTORIDADES

PRESIDENTA DE LA NACIÓN ARGENTINA
Cristina Fernández de Kirchner

JEFE DE GABINETE
Aníbal Fernández

MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA
Carlos Casamiquela

SECRETARIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA
Roberto Gabriel Delgado

COORDINADOR EJECUTIVO DE LA UCAR
Jorge Neme

ACRÓNIMOS

AABH: Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno
AAPRESID: Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa
ACV: Análisis de Ciclo de Vida
ADEFA: Asociación de fabricantes de Automotores
AFAC: Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes
CAMMESA: Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico
CARBIO: Cámara Argentina de Biocombustibles
CDB: Convenio de Diversidad Biológica
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPREB: Cámara Argentina de Empresas Regionales Elaboradoras de Biocombustible
CIARA: Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina
CIMA: Centro de Investigaciones del Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata
CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CNA: Censo Nacional Agropecuario
CUS: Cambios en el uso de suelo
EEAOC: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres
EICV: Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida
EPA: Environmental Protection Agency.
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
FAUBA: Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires
GBEP: Global Bioenergy Partnership
GEI: Gases de efecto invernadero
GPS: Grupo de Países Productores del Sur
HLPE: High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition
IARC: Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer
ICV: Inventario de Ciclo de Vida
IFPRI: International Food Policy Research Institute
IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INAI: Instituto para las Negociaciones Agrícolas Internacionales
INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial
LCEGV: Laboratorio de Control de Emisiones Gaseosas Vehiculares
MAGyP: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
MAIZAR: Asociación Maíz Argentino
MECON: Ministerio de Economía
MO: Materia orgánica
MTEySS: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social
OEDE: Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial
OIT: Organización Internacional del Trabajo
OTBN: Ordenamiento territorial de bosques nativos
PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PyMEs: Pequeñas y medianas empresas
RAC: Residuo agrícola de cosecha
SAyDS: Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sostenible
SD: Siembra directa
SIIA: Sistema Integrado de Información Agropecuaria
TEP: Tonelada Equivalente de Petróleo
UNSAM: Universidad Nacional de San Martín
VA: Valor agregado
VBP: Valor Bruto de la Producción



PRÓLOGO

En la última década, la producción y el uso sustentable de la bioenergía han cobrado sustancial interés a nivel mundial. La Argentina, no escapa a este fenómeno, ya que en pos de dar respuesta a la necesidad de diversificar su matriz energética, ha logrado expandir sus horizontes productivos hacia la obtención y uso de la bioenergía. Especialmente, la promoción de los biocombustibles líquidos ha tenido un gran desarrollo basado principalmente a las ventajas comparativas que nuestro país tiene en la producción de materias primas basado en la gran variedad de zonas agroecológicas. La meta primordial de este desarrollo fue mejorar la independencia energética, promover el desarrollo rural y reducir los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero, generando beneficios en el corto, mediano y largo plazo en aspectos relacionados al desarrollo agroindustrial del país. El avance en esta materia, determinó la necesidad de mejorar los sistemas productivos, siendo cada vez más eficientes y agregando valor a las diferentes cadenas agroindustriales. Siguiendo este paradigma, el desarrollo de los biocombustibles líquidos sigue siendo un reto si consideramos que los aspectos ambientales, sociales y económicos, y su relación con la seguridad alimentaria y con la mitigación del cambio climático, son cruciales para su sostenibilidad futura.

Diseñar una estrategia de desarrollo para permitir la expansión del crecimiento económico y mejora de la calidad de vida de la comunidad, sin afectar la sustentabilidad de los recursos que brinda el medioambiente, es probablemente el principal desafío que enfrentan los países hoy en día. Consecuentemente, es importante destacar que el compromiso de cada uno de los actores del sector en el ámbito público y privado, así como la cooperación con organismos internacionales, es un factor que ayudará a alcanzar el éxito de las estrategias bioenergéticas.

El desarrollo del proyecto se enfocó en mensurar los efectos ambientales, sociales y económicos de la producción y uso de los biocombustibles líquidos con mayor desarrollo en el país, con el énfasis de apoyar las acciones necesarias para mejorar las políticas públicas sobre la sustentabilidad de la bioenergía. Dicho proyecto, ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, a través de su Dirección de Agroenergía, se llevó a cabo gracias al apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a la asistencia administrativa de la Unidad para el Cambio Rural (UCAR).

En tal sentido, el informe intentó reflejar la realidad del sector bioenergético, considerando en forma conjunta diferentes aristas de la producción y uso de los biocombustibles líquidos, de manera de actuar como herramientas con el fin de respaldar las actuales políticas con una base significativa.



Dr. Agustina Branzini
Técnica Dirección de Agroenergía



Lic. Miguel Almada
Director de Agroenergía

I INTRODUCCIÓN

La Asociación Global para la Bioenergía (GBEP, por sus siglas en inglés) es una iniciativa internacional, donde existe un trabajo de cooperación voluntaria, el cual ha demostrado ser una asociación de países desarrollados y en vías de desarrollo y de organizaciones internacionales, que permite el diálogo y el debate y permite identificar y analizar resultados exitosos, siendo además un vehículo efectivo e innovador para el progreso coordinado hacia el desarrollo sostenible con baja generación de carbono. El GBEP está constituido por 23 países (incluyendo Argentina) y 14 organizaciones internacionales que participan como Miembros, junto con 27 países y 12 organizaciones internacionales que participan como Observadores.

A finales del año 2011, luego de una serie de reuniones y de un largo proceso de debate y consulta, el "Grupo de Trabajo en Sustentabilidad" del GBEP, acordó un conjunto de 24 indicadores voluntarios para la determinación y monitoreo de la sustentabilidad de la bioenergía a nivel nacional, buscando que los mismos sean prácticos, relevantes y que presenten una base científica[1]. El desarrollo de estos indicadores se pensó bajo tres pilares estratégicos: Ambiental, Social, y Económico y de Seguridad Energética. Asimismo, la implementación de este conjunto de indicadores pretende brindar a los legisladores y a otros actores interesados, herramientas que sirvan para suministrar información acerca de los diferentes aspectos de la *performance* del sector bioenergético a nivel país, y guiarlos a desarrollar políticas y programas nacionales de bioenergía, bajo la premisa del desarrollo sustentable.

El desarrollo de los indicadores fue realizado utilizando diferentes fuentes bibliográficas en desarrollo sostenible, discutidas a nivel global, y específicamente teniendo en cuenta los Objetivos de Desarrollo del Milenio (MDGs), y las propuestas de desarrollo de la Comisión de Desarrollo Sustentable (CSD), y la Agenda 21. Específicamente, el GBEP, en el desarrollo del set de indicadores ha considerado aspectos conectados con el impacto social asociado al acceso a los servicios de energía moderna, salud humana, y desarrollo rural y social. En virtud de lo mencionado, se consideró que el acceso a los servicios de energía moderna a partir de bioenergía para hogares e industrias, promueve el desarrollo social y la reducción de la pobreza, y contribuye a alcanzar los MDGs, incluyendo los objetivos relacionados a la salud, la educación y la igualdad de género. Por otro lado, los conceptos de desarrollo económico, seguridad energética, disponibilidad de recursos, eficiencia de uso, desarrollo de infraestructura y acceso a la tecnología, son aspectos relevantes que fueron considerados en el pilar económico de sustentabilidad. Por último, dentro del pilar ambiental, un número de temas centrales fueron considerados en las discusiones de los indicadores de sustentabilidad, incluyendo los relacionados a las emisiones de gases de efecto invernadero, la capacidad productiva de las tierras y los ecosistemas, la calidad de aguas y aire, la diversidad biológica, y el cambio en el uso del suelo. Dentro de estos temas, la mitigación de las emisiones de los gases de efecto invernadero, y la protección de la diversidad biológica, son dos de los aspectos importantes que fueron discutidos e incorporados dentro de los indicadores relevantes. Por lo tanto, el desarrollo de estos indicadores fue informado por los procesos internacionales pertinentes en estos, entre ellos la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Es claro que los indicadores GBEP cuentan con una base científica y ofrecen metodologías que han sido consensuadas entre los miembros del GBEP. Más allá de que su desarrollo se oriente a dar mayor certidumbre a la contribución de los procesos de producción y uso de los biocombustibles al desarrollo sustentable, su validación a campo bajo los contextos de cada país, es una condición primordial a la hora de evaluar la sustentabilidad de los procesos bioenergéticos en la práctica.

Como se mencionó, la validación los indicadores GBEP debe hacerse testeándolos bajo condiciones de campo. Esta validación, ayudaría a incrementar la utilidad de los indicadores como herramientas para diseñar políticas, y proveer un mayor entendimiento de cómo establecer medidas a largo plazo, así como realizar el monitoreo periódico del sector bioenergético, resultando en una importante mejora del conocimiento y comprensión del sector. Asimismo, en última instancia, la evaluación de los indicadores contribuirá a la evaluación del desarrollo nacional sustentable.

Específicamente, la implementación de los indicadores GBEP en América Latina, es un paso importante a seguir para ratificar el potencial productivo en el sector bioenergético que existe en los países pertenecientes a la región.

La participación de la Argentina y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en las reuniones donde se acordó el set de 24 indicadores, así como en aquellas que permitieron llegar a un acuerdo sobre las metodologías de medición de los mismos, ha despertado el interés de cuantificar localmente los indicadores GBEP para evaluar las actuales políticas desarrolladas en Argentina para la producción y uso sustentable de la bioenergía.

A partir de este interés, surgió el proyecto denominado

1. El informe "The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy. First Edition" publicado por el GBEP en 2011, se encuentra disponible en: www.globalbioenergy.org

"Indicadores sobre sustentabilidad en la producción y uso de bioenergía", el cual está financiado por Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y cuenta con el apoyo administrativo de la Unidad para el Cambio Rural (UCAR). Específicamente, se espera que con la implementación de los indicadores GBEP, se fortalezca el sector bioenergético y le permita a la Argentina seguir actuando como un importante exportador de biocombustibles, así como seguir incrementando su uso doméstico de manera sustentable.

Objetivos del proyecto y actividades

La creciente demanda mundial, derivada de los intentos de establecer matrices energéticas basadas en combustibles de fuentes renovables, ha producido que una amplia gama de cereales y oleaginosas, como el maíz y la soja, se reorienten parcialmente a la producción de biocombustibles (Bisang et al., 2009). Esta tendencia, en la demanda mundial, representa una oportunidad de lograr mayor industrialización para economías regionales de Argentina.

La bioenergía moderna, además de brindar grandes oportunidades para la diversificación de la matriz energética, propone soluciones para la mitigación de cambio climático, bajo el paradigma de un desarrollo sostenible. Sin embargo también presenta desafíos, algunos de ellos de importancia internacional. Bajo esta perspectiva, la cooperación internacional es una herramienta esencial para lograr consenso acerca del éxito de la bioenergía ayudando a implementar soluciones exitosas cuando fuere necesario.

Las oportunidades y desafíos de la bioenergía son dos conceptos que deben ser definidos en cada uno de los países, según las condiciones a las que se encuentran inmersos. En tal sentido, es necesario el testeo del set de indicadores que evalúa la sustentabilidad de la bioenergía y el estudio de la practicidad de los mismos dentro del contexto de cada país, lo cual podría contribuir además, al desarrollo nacional.

El objetivo principal del proyecto ejecutado por la Dirección de Agroenergía del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina fue cuantificar 24 indicadores de sustentabilidad de la bioenergía en Argentina, pensados como herramientas para favorecer y evaluar el diseño de políticas y programas nacionales para la producción y uso sustentable de la bioenergía.

El proyecto se compone de cuatro actividades principales:

1.- La primera actividad constó de la realización de un Seminario Regional de Presentación del proyecto, durante el cual se expusieron frente a diferentes expertos nacionales e internacionales tanto del ámbito público como del privado, los objetivos, metas y resultados esperados, así como resultados de estudios preliminares. Además, durante el mismo se logró un fluido intercambio de información y experiencias entre los países de la región y nuestro país.

2.- La segunda actividad, incluye el testeo de las metodologías propuestas para la determinación de los 24 indicadores GBEP. Para tal fin, fue llevado adelante un procedimiento de identificación, concurso y selección de una firma consultora. Como resultado de este procedimiento, fue contratado el Centro IDeAS de la Universidad Nacional de San Martín. En el plan de trabajo propuesto por la firma, se contemplaron actividades referidas a trabajo de campo, consultas y entrevistas a los actores clave del sector de biocombustibles, recopilación de datos y determinación de los 13 indicadores GBEP seleccionados como prioritarios para su evaluación en el caso argentino. Asimismo, se estimarán los 11 indicadores restantes con información secundaria. Por último, se harán recomendaciones de mejoras para las actuales políticas implementadas para la promoción de los biocombustibles.

3.- La tercera actividad contempló la realización de 3 talleres de discusión a fin de exponer los avances obtenidos para cada una de las mediciones. En el primer taller de discusión se presentaron los avances preliminares del Proyecto, y se intercambiaron ideas y opiniones entre expertos sobre calidad y vías de acceso a la información existente, alternativas posibles para la información faltante, metodologías utilizadas y pasos a seguir en el proceso de investigación. En los otros dos talleres regionales (uno en el Noroeste Argentino y otro en la Región Pampeana), se presentaron los resultados para cada actividad productiva en su región agroclimática, a fin de discutir sobre los desafíos particulares de cada región.

4.- La última actividad generada por el proyecto estará basada en la presentación final de los resultados obtenidos durante la cuantificación de los 24 indicadores del GBEP en Argentina. En esta última actividad se propondrán futuros pasos a seguir según la información obtenida en este proyecto.

II. CONTEXTO NACIONAL

De acuerdo a la información provista por el Balance de Energía Nacional (BEN), la oferta del sector energético ha crecido sostenidamente, aumentando 40% entre 2000 y 2013. El sector del transporte consume un 30% de toda la energía utilizada en el mundo, y la Argentina no escapa a dicha tendencia (BEN, 2013). Más allá del transporte, la industria y el consumo residencial aparecen como importantes demandantes de energía en el país, representando aproximadamente un 25% del consumo total cada uno de estos sectores. El resto lo explican el agro, el comercio y el sector público, entre otros.

Actualmente, la biomasa representa aproximadamente el 5% de la oferta interna de energía primaria, la cual está conformada por leña (0,75%), bagazo (1%), aceite (2,7%) y otros primarios -cáscara de girasol, licor negro, marlo de maíz, cáscara de arroz y residuos pecuarios- (0,9%), mostrando esto que la composición de la matriz energética nacional se caracteriza por la elevada dependencia de combustibles fósiles, proviniendo de los mismos casi el 90% (Figura 1). Sin embargo, la escasa utilización de la biomasa como recurso energético en Argentina no coincide con la importante disponibilidad estimada de este recurso (NAMA Probiomasa, en prensa).

Debido a los riesgos de seguridad energética que esto genera, surge la necesidad crítica de diversificar (aunque sea parcial y gradualmente) nuestras fuentes de energía primaria. El desarrollo de energías renovables puede dar respuesta a los problemas ambientales a escala regional y global, a problemas de ampliación del acceso a recursos energéticos y ofreciéndose como nuevas oportunidades de desarrollo económico (Moreira y Garrido, 2013).

Con el objetivo de diversificar la matriz energética y aprovechando las privilegiadas condiciones agroecológicas, las cuales, junto con las ventajas comparativas en diferentes eslabones de la cadena productiva, impulsan a la cadena de valor de los biocombustibles, la Argentina ha venido promoviendo desde hace años la producción y uso de la bioenergía, y en particular de los biocombustibles líquidos. Esta estrategia también se orienta al objetivo de agregar valor a las actividades agropecuarias, y al desafío de promover una fuente complementaria de energía, que ayude a mitigar el cambio climático.

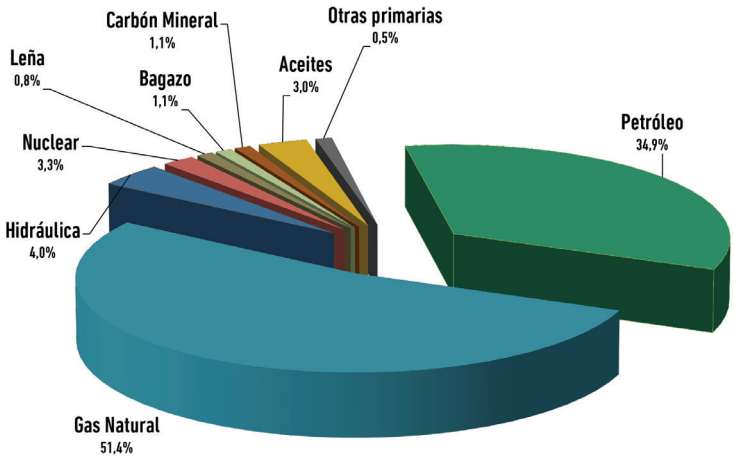
En tal sentido, partiendo de la premisa que la producción y uso de la bioenergía, además de ser una fuente inagotable de energía ya que proviene de la luz del sol, brinda diversos beneficios sociales, económicos y ambientales, y en función al alto potencial de biomasa que existe en la Argentina, surgen los programas de promoción de la energía derivada de biomasa, agregando valor a nuestras producciones primarias.

Los inicios del desarrollo de los biocombustibles datan entre fines de los años 70 y principios de los 80, período en el que funcionó el "Programa de Alconafta", que consistía en la mezcla de alcohol etílico anhidro con nafta para su uso como combustible para los automotores. A este programa se sumaron 12 provincias, las cuales consumían alrededor de 250 millones de bioetanol. Sin embrago, con la mejora del precio internacional del azúcar y problemas en la producción de caña, el programa dejó de funcionar.

No obstante ello, a partir del año 2000 y luego de algunos intentos previos, resurge el interés por desarrollar la industria de la bioenergía en Argentina, promocionando fuentes alternativas de combustibles para el parque automotor. Este interés surge tanto por parte del Estado Nacional como del sector privado, lo cual queda plasmado en la sanción de la Ley N°26.093 (2006) y la Ley N° 26.334 (2007), las cuales establecieron el régimen de producción y uso sustentable de los biocombustibles por el término de 15 años. Con la implementación de la Ley N° 26.093, a partir del año 2006, la Argentina incrementó sustancialmente la producción de sus biocombustibles líquidos, en particular de biodiesel a partir de soja y bioetanol a partir de caña de azúcar.

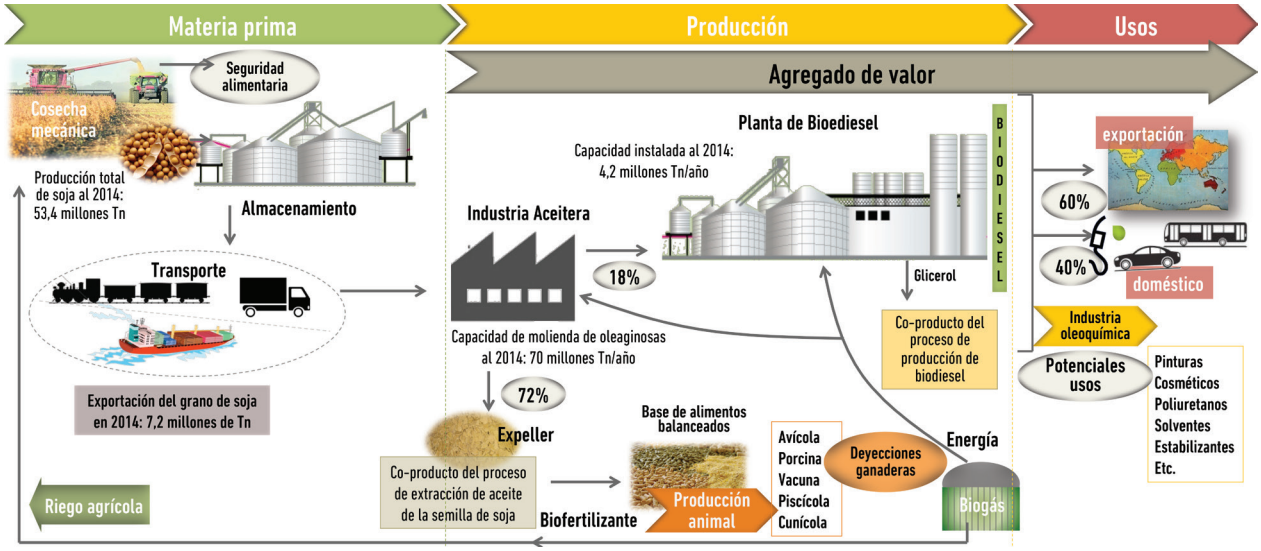
El sector de biocombustibles se ha desarrollado rápida y notoriamente durante la última década en el país, convirtiéndose en una actividad muy dinámica de la economía nacional, y en un caso interesante de desarrollo productivo.

FIGURA 1 **Oferta interna de energía primaria por fuente (2013)**



FUENTE: BALANCES ENERGÉTICOS NACIONALES; SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN

FIGURA 2 Esquema de producción de biodiesel a partir del cultivo de soja en la Argentina



Industria del Biodiesel

La primera rama en desarrollarse en la última década fue el sector de biodiesel. Amén de la importancia del marco regulatorio y promocional propio, varios otros factores contribuyeron al rápido crecimiento de este sub-sector.

En primer lugar, impulsada por el competitivo complejo oleaginoso, la producción de biodiesel atrajo importantes inversiones nacionales y extranjeras tendientes a incorporar un nuevo eslabón en la cadena productiva. En segundo lugar, su desarrollo inicial fue motivado por una demanda internacional creciente desde mediados de la primera década de los años 2000. En efecto varios países, tanto desarrollados como en desarrollo, establecieron políticas que comenzaron a exigir la mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles, en un contexto de altos precios del petróleo hasta 2008, de reemplazo de aditivos y de mayor peso por las preocupaciones por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En tercer lugar, beneficios impositivos[2] favorecieron la creación de este nuevo eslabón en la cadena oleaginosa durante su etapa de despegue, complementando los derivados de la Ley de promoción, orientada fundamentalmente a construir las bases de un mercado interno de biocombustibles.

En la Argentina, el biodiesel es producido exclusivamente a partir del cultivo de soja (*Glycine max*) como materia prima. Esta oleaginosa se ha expandido en el país a un ritmo considerable desde los años 80. En rigor de verdad, el principal insumo en la fabricación de este biocombustible en el país es el aceite de soja. Del procesamiento del grano de soja se obtiene aceite, concentrados y harinas proteínicas. A través de un proceso químico denominado transesterificación, mediante el cual el aceite se combina con alcohol, se obtienen ésteres metílicos, es decir biodiesel. Estos metilésteres se alcanzan una vez que pasaron por varias fases que incluyen la separación, purificación y estabilización. Como subproducto de este proceso, se obtiene glicerina, la cual representa un alto valor agregado para la industria farmacéutica (Figura 2).

Como se mencionó anteriormente la industria del biodiesel ha sido una de las actividades económicas con mejor desempeño relativo durante los últimos años en Argentina, ya que a partir del año 2007 surge como un sector totalmente nuevo que agrega un eslabón adicional de valor a la cadena productiva soja/harina-aceite de soja, fortaleciendo el desarrollo productivo del país (Rozemberg y Affranchino, 2011).

Para que ello fuera posible, la capacidad productiva de la industria aceitera se había expandido notoriamente desde los 90 y, fundamentalmente, durante los años 2000. Así la producción de aceite de soja pasó de 3,1 millones de toneladas en el año 2000 a 7,2 millones de toneladas en el año 2014 (Figura 3). Cabe destacar que una de las principales características de la industria aceitera es su perfil estructuralmente exportador, destinando gran parte de su producción al mercado mundial. La irrupción de los biocombus-

2. Principalmente un fuerte diferencial de derechos de exportación en favor del biodiesel.

FIGURA 3 Producción de aceite de soja en la Argentina

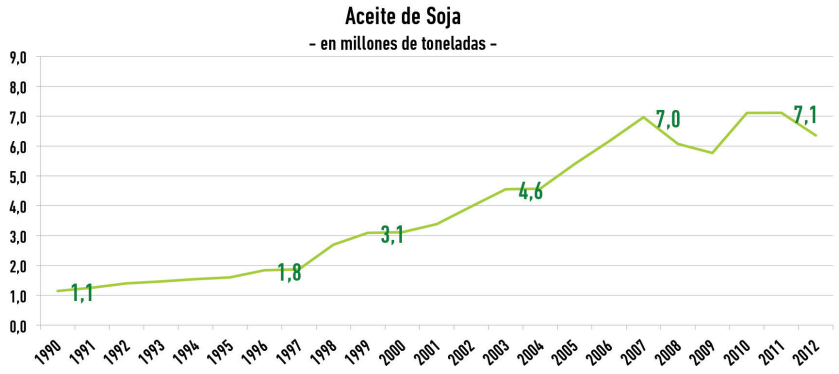
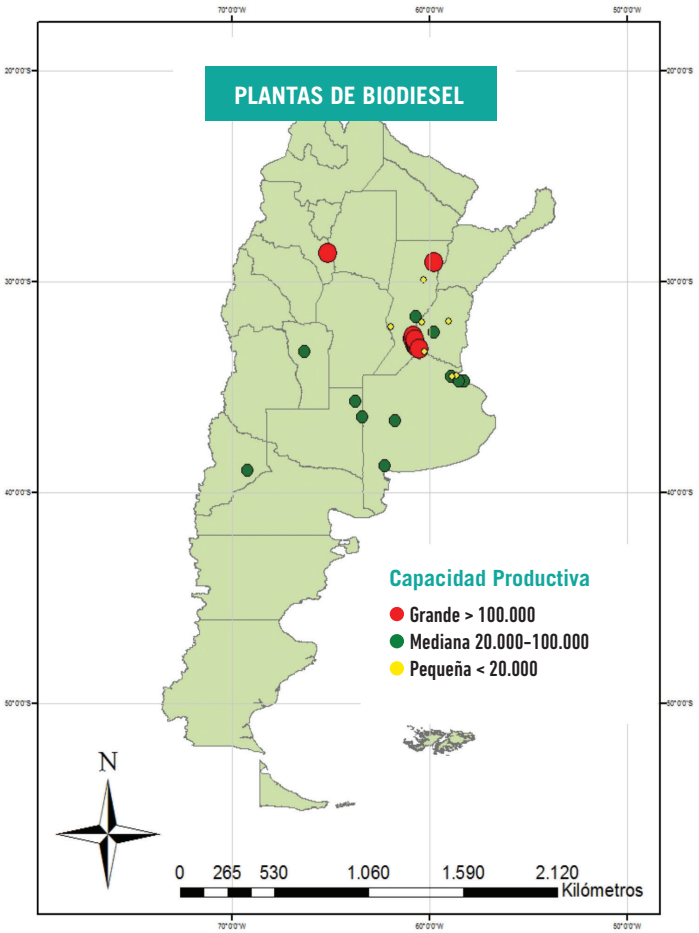


FIGURA 4 Distribución de las 37 plantas de biodiesel en Argentina



Grande	CARGILL S.A.C.I.
	LDC ARGENTINA S.A.
	MOLINOS RIO DE LA PLATA S.A.
	RENOVA S.A.
	TERMINAL 6 INDUSTRIAL S.A.
	VICENTIN S.A.
	VILUCO S.A.
	NOBLE
Grande no integrada	EXPLORA S.A.
	PATAGONIA BIOENERGIA S.A.
	UNITEC BIO S.A.
Mediana	ADVANCE MATERIAL ORGANICS S.A.
	AGRUPACION DE COLABORACION SAN ANTONIO
	ARIPAR CEREALES S.A.
	BIO MADERO S.A.
	CREMER ARGENTINA S.A.
	DIASER S.A.
	DIFEROIL S.A.
	ENERGIAS RENOVABLES S.A.
	MAIKOP S.A.
	ROSARIO BIOENERGY S.A.
	PAMPA BIO
	BIOBAHÍA
	BIO NOGOYÁ
	El Albardon
Pequeña	BH BIOCOMBUSTIBLES SRL
	COLALAO DEL VALLE S.A.
	HECTOR BOLZAN Y CIA. S.A.
	SOY ENERGY S.A.
	PROCHEM S.A.
	ENERGIAS RENOVABLES ARGENTINAS SRL
	New Fuel

tibles aparece como una vía para avanzar en la cadena de valor, con un canal exportador importante y con una mirada estratégica hacia el mercado interno.

Actualmente, la Argentina cuenta con un total de 37 plantas productoras de biodiesel para abastecer el mercado interno y el internacional. El 85% de la capacidad instalada de producción se concentra en diversas localidades situadas en el litoral santafecino, las cuales están asociadas a la presencia de plantas aceiteras. La concentración de dichas plantas en esa región, hace que las distancias desde la zona de producción hasta los puertos de embarque sean, en promedio, de unos 300 kilómetros (Figura 4). Además, en general estas localidades cuentan con la infraestructura necesaria para exportar los agroproductos a través de la Hidrovía Paraná-Uruguay, lo que implica la existencia del cluster más grande a nivel mundial en el sector de las oleaginosas. Sumado a esto, los puertos utilizados para la carga del biocombustible, instalados dentro de los predios de las industrias de aceite y biodiesel, presentan grandes barrancas que permiten recalar convenientemente a los buques de ultramar, minimizando el consumo de energía de la carga y la incidencia del transporte. Relativo a las características nombradas, este nuevo sector se ha orientado con gran éxito a la exportación, alcanzando escala y competitividad.

En definitiva, y por factores tan amplios y diferentes como la existencia en el país de un complejo oleaginoso competitivo y moderno, el desarrollo de importantes inversiones para la producción de biodiesel con un componente de logística de fundamental importancia, un marco regulatorio propio, y fuertes estímulos en la fase de despegue de la actividad, se observó desde 2007 un aumento significativo en la producción de biodiesel, lo cual convirtió a la Argentina en el tercer productor y primer exportador mundial (Figura 5). Durante el transcurso del último año (2014), la producción total de este biocombustible alcanzó los 2,6 millones de toneladas, destinándose alrededor de un 60% al mercado internacional y un 40% fue utilizado para el mercado interno. Actualmente, el corte obligatorio en el mercado interno es del 10% y se prevé que este porcentaje de mezcla pueda ir incrementándose en el tiempo.

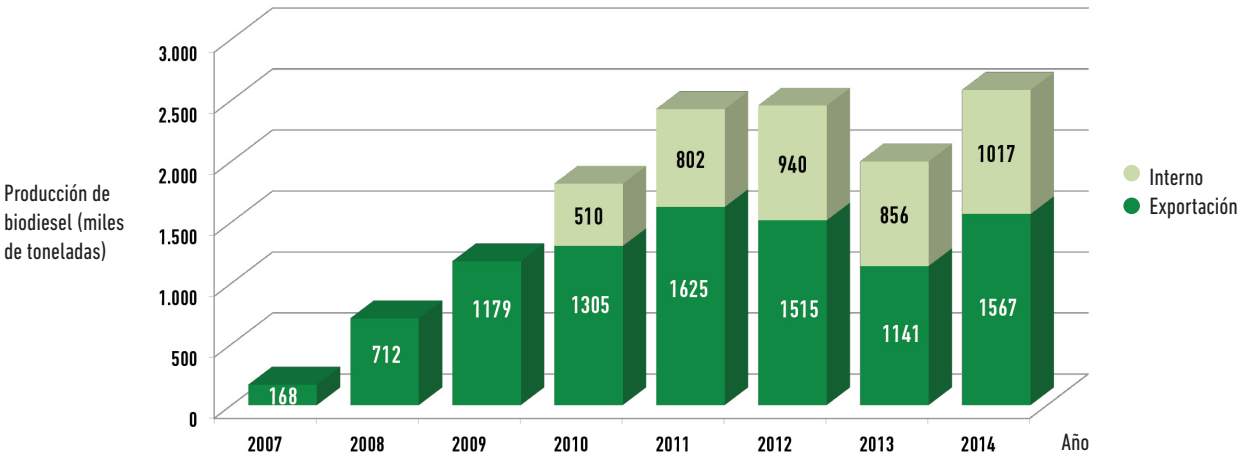
Industria del Bioetanol

El bioetanol, obtenido mediante el proceso de fermentación a partir de biomasa, puede utilizarse mezclado con nafta en cantidades variables, en estado puro (sin mezclar) como una alternativa a la nafta, o bien, para la fabricación del etil-tributil-eter, un componente de naftas reformuladas que reemplaza al metil-tert-butil éter.

Actualmente, la totalidad de producción de bioetanol en la Argentina se elabora en base a la melaza, un sub-producto de fabricación de azúcar, de jugo directo de caña de azúcar (*Sacharum officinarum L*) y de los cereales, principalmente el maíz (*Zea mays*), el cual fue incorporado con posterioridad a la caña. Luego de la conclusión del "Programa Alconafta", se retomó la producción de bioetanol en la Argentina a partir de la implementación de la Ley N° 26.093 (2006) y de la 26.334 (2007). Así, si bien ya se contaba con cierta capacidad de producción en base a caña de azúcar desde fines de la década de 1970, la misma fue modernizada y ampliada notablemente en los últimos 5 años, sumando como novedad el surgimiento de proyectos orientados a obtener etanol de maíz con tecnologías modernas.

La mayor concentración de plantas productoras de bioetanol se da, principalmente, en el noroeste argentino (NOA).

FIGURA 5 Evolución del mercado de biodiesel en Argentina luego de la implementación de la Ley N° 26.093



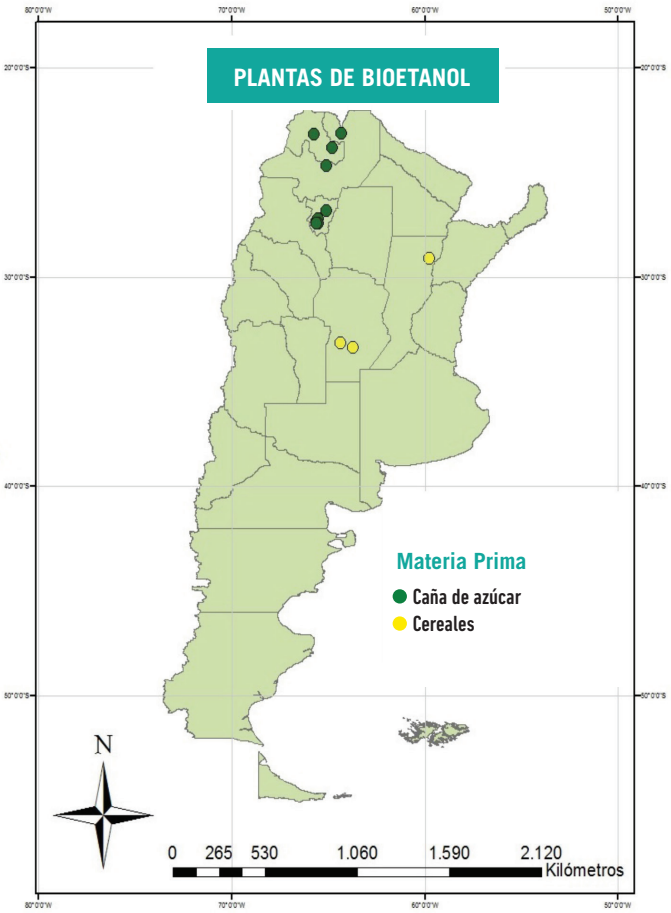
Al momento, existen, en total, 14 plantas productoras de bioetanol, de las cuales nueve producen a partir de caña de azúcar y cinco a partir de maíz. En cuanto a la distribución geográfica de las plantas productoras a partir de caña, se encuentran localizadas entre las provincias de Tucumán (5), Salta (2) y Jujuy (2), mientras que las de maíz están en la región centro-este del país (Córdoba (3), San Luis (1) y Santa Fé (1)) (Figura 6). Las mismas, en conjunto, destinan la totalidad de su producción al mercado interno a fin de cumplir con el corte obligatorio de las naftas con este biocombustible, que actualmente es del 10%.

El procesamiento de la caña de azúcar ofrece productos de alto valor, y en particular, la generación de energía de diferentes formas. En tal sentido, la generación de biocombustibles líquidos, es un agregado de valor a la cadena de transformación de la caña. El proceso de obtención de bioetanol incluye varias etapas una vez que se recibe en la planta de producción: i) preparación de la materia prima, ii) fermentación alcohólica mediante el uso de levaduras, iii) recuperación de etanol, y iv) recuperación de co-productos (Figura 7). En nuestro país, la obtención total de bioetanol durante el año 2014 alcanzó los 633 mil m3, lo que representó un corte del 8,2%. De ese total, 310 miles de m3 correspondieron a bioetanol proveniente de caña de azúcar. Para el 2015 se espera una producción de 815 mil m3 para poder cumplir con el corte de 10% (Tabla 1).

Con la incorporación de 2 plantas de bioetanol de maíz en 2014, la participación del bioetanol a partir de este cereal llegó al 60% del total producido en ese año, superando por primera vez al obtenido a partir de caña de azúcar (Figura 8).

Por otro lado, y como consecuencia de la tendencia descendente de los precios del azúcar en el mercado interno y la caída en las exportaciones, los ingenios azucareros del país solicitaron un aumento en la mezcla de nafta con bioetanol en un 2%, para llevar la mezcla total al 12%. Si existe un aumento en el corte obligatorio, deberá ser consensuado en-

FIGURA 6 Distribución de las 14 plantas de bioetanol en Argentina



Plantas	Ubicación
A partir de caña de azúcar	
Bioenergía La Corona S.A.	Concepción, Tucumán
Alconoa S.R.L.	Orán, Salta
Compañía Bioenergética La Florida S.A.	La Florida, Tucumán
Bioenergía Santa Rosa S.A.	Santa Rosa, Tucumán
Bio San Isidro S.A.	Campo Santo, Salta
Biotrinidad S.A.	La Trinidad, Tucumán
Rio Grande Energía S.A.	Río Grande, Jujuy
Bio Ledesma S.A.	Ledesma, Jujuy
Energías Ecológicas del Tucumán S.A.	Aguilares, Tucumán
A partir de cereales	
Bioetanol Río Cuarto S.A. (BIO4)	Río Cuarto, Córdoba
Vicentín	Avellaneda, Santa Fe
Promaíz S.A.	Alejandro Roca, Córdoba
ACABIO	Villa María, Córdoba
Diaser S.A.	San Luis

FIGURA 7 Esquema de producción de bioetanol a partir de caña de azúcar.

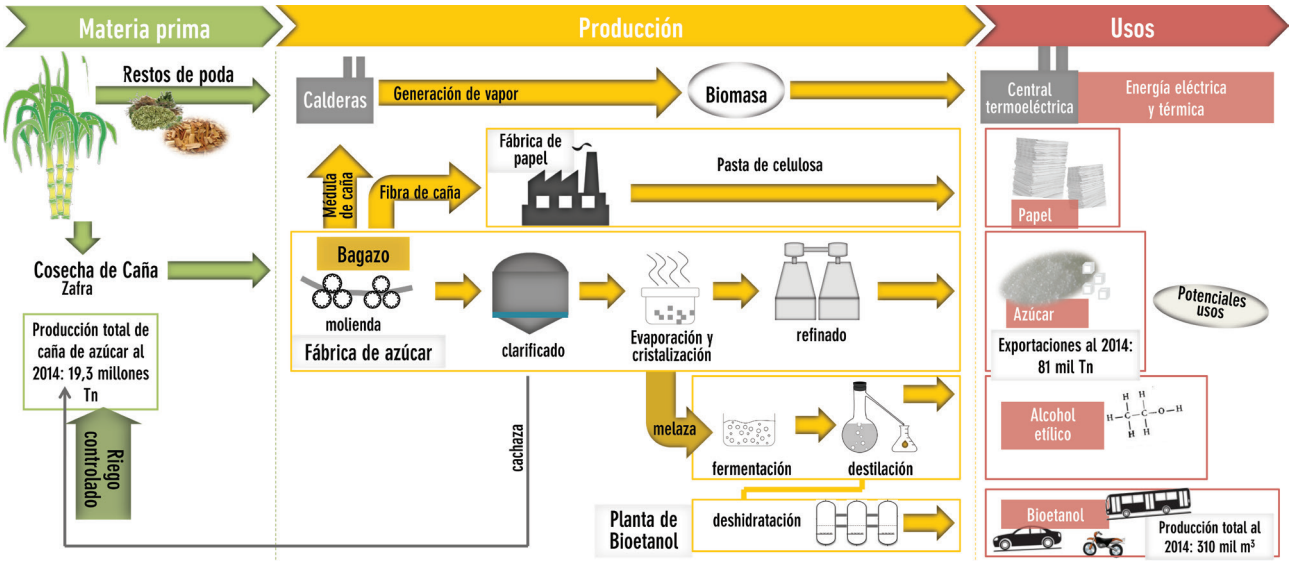


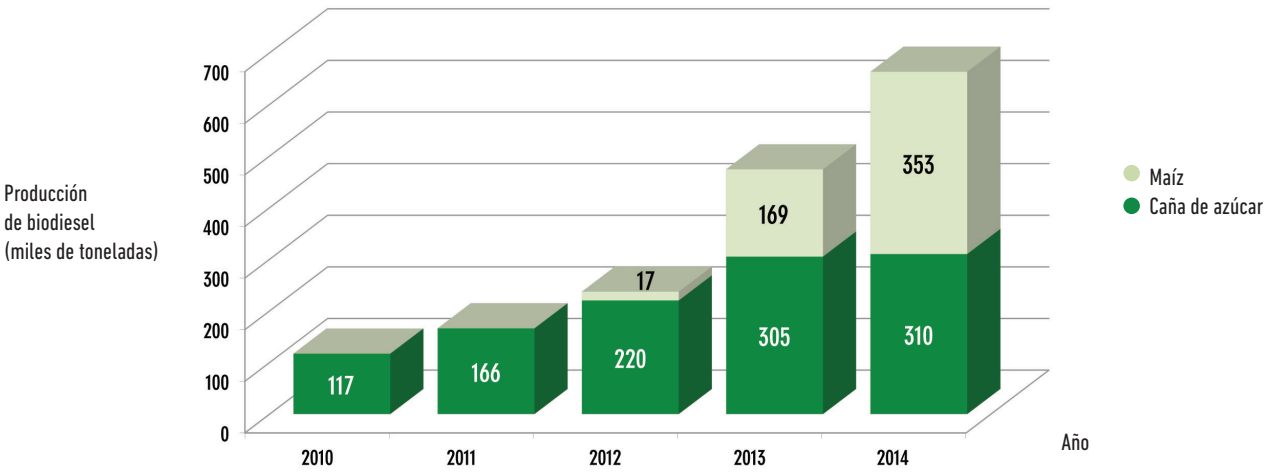
TABLA 1 Consumo de nafta y de bioetanol durante el período que abarca el año 2010 y 2015

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nafta (miles de m³)	6.200	6.970	7.500	8.170	8.080	8.150
Bioetanol total (miles de m³)	118	170	237	475	663	815
Mezcla (%)	1,9	2,4	3,2	5,8	8,2	10

Nota: Valores estimados en color verde

FUENTE: ELABORADO EN BASE A INDEC, SECRETARÍA DE ENERGÍA Y RESOLUCIÓN 1294/2008

FIGURA 8 Producción de bioetanol total en Argentina, a partir de caña de azúcar y cereales



tre los fabricantes de motores, las automotrices, y las empresas petroleras. Por otro lado, es de esperar que en los próximos años se incremente el porcentaje de mezcla, fenómeno que contribuirá a la expansión de la actividad.

Uno de los principales desafíos en la producción de bioetanol están vinculadas a las altas inversiones necesarias para el incremento de la capacidad de procesamiento instalada y, especialmente, al tratamiento adecuado de los efluentes como la vinaza derivados de la producción de etanol a partir de la caña de azúcar (EEAOC, 2011).

Corolario Final

Sobre la base de un conjunto de factores tales como la competitividad de las materias primas, la elevada capacidad de procesamiento, una demanda creciente en el ámbito internacional -y luego en el nacional-, y ciertos beneficios promocionales que redundaron en una interesante rentabilidad inicial, la inversión privada permitió crear una importante capacidad de producción de biocombustibles en Argentina, destinada tanto a abastecer al mercado interno como al internacional.

Esto último se aplica sobre todo al biodiesel, pero podría en menor medida visualizarse como el futuro para las capacidades de producción de etanol a partir de las inversiones recientes.

Así, la creación de este nuevo segmento de actividad constituye un ejemplo positivo de las capacidades de mayor aprovechamiento de los recursos naturales en el país, y de su incorporación en las redes globales de producción y consumo. De este modo, los biocombustibles han contribuido en estos años a aumentar la creación de valor a partir del procesamiento de materias primas agrícolas, estimulando la generación de empleo industrial. En igual sentido, se han constituido en una fuente para diversificar la producción y exportación de los complejos azucarero, maicero y oleaginoso. Y, finalmente, se han convertido en una herramienta para contribuir a la seguridad energética, diversificando (aunque sea en una pequeña proporción) la matriz energética nacional y facilitando cierto reemplazo de combustibles fósiles importados.

NORMATIVA ASOCIADA A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Luego de la recuperación económica que el país experimentó a partir del año 2003, surgieron señales de inminente crisis energética, lo cual pudo interpretarse como un cuello de botella para el crecimiento del país (Garrido, 2013). Los mayores problemas estuvieron asociados a la infraestructura de generación y distribución de energía que no alcanzaba para responder a la creciente demanda, la alta dependencia de los combustibles fósiles y altos costos en materia energética que afectaban la recuperación industrial. Frente a estos problemas, el Estado asumió un papel activo para modificar esta situación, fomentando la generación y uso de energías renovables a través de una serie de políticas públicas.

Ley Nacional N° 26.190

La implementación de la Ley Nacional N° 26.190[3] (2006) que declara de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir de fuentes alternativas (sólo limitando a las hidroeléctricas hasta 30 MW), tiene el objetivo de "lograr una contribución de las fuentes de energías renovables hasta alcanzar el 8% del consumo de energía eléctrica nacional, en el plazo de 10 años a partir de la puesta en vigencia del presente régimen". A fin de alcanzar dicho objetivo, la ley define, entre otros, los siguientes programas e instrumentos:
-Programa Federal para el Desarrollo de las Energías Renovables: elaborado en coordinación con las jurisdicciones provinciales para tomar en consideración todos los aspectos tecnológicos, productivos, económicos y financieros necesarios para la administración y el cumplimiento de las metas;
-Régimen de inversiones: por un período de 10 años para la construcción de obras nuevas;
-Beneficios: exoneraciones fiscales (IVA, impuesto a las ganancias, etc.);
-Fondo Fiduciario de Energías Renovables: incrementa el gravamen dispuesto en el artículo 70 de la Ley N° 24.065 a fin de destinarlo a dicho fondo y establece la distribución del mismo a través de remuneraciones adicionales – una prima por kWh generada - para las energías renovables, según su tipo. Bajo la Ley 26.190, se determinó como prima para proyectos derivados en biomasa un valor máximo de 0.015 $/kWh. La ley prevé que este monto se actualice con un Coeficiente de Adecuación Trimestral (CAT).

En el marco de dicha ley y su Decreto Reglamentario 562/2009, diversos programas y acciones han surgido (dentro de los que se encuentra el Proyecto para la Promoción de la Energía derivada de Biomasa – PROBIOMASA, iniciativa de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, y de la Secretaría de Energía dependientes del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca y del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios).

Decreto N° 562/2009

El presente decreto [4] define las pautas para la instrumentación de la Ley N° 26.190, dentro de las cuales se destacan, el desarrollo del "Programa Federal para el Desarrollo de las Energías Renovables", que establece las responsabilidades para la elaboración del mismo, las cuales recaen sobre la SE en coordinación con las provincias por intermedio del Consejo Federal de la Energía Eléctrica y la inclusión de las remuneraciones adicionales bajo dicho programa, y del "Fondo Fi-

3. Ley Nacional N° 26.190 - http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/120000-124999/123565/norma.htm
4. Decreto 562/2009 Energía Eléctrica - http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/150000-154999/153580/norma.htm

duciario de Energías Renovables", el cual ordena la creación de este fondo, administrado y asignado por el Consejo Federal de la Energía Eléctrica por un periodo de 15 años, destinado al pago de una prima por la electricidad producida.

Resolución N° 712/2009

Esta resolución [5] de la Secretaría de Energía, habilita la realización de contratos de abastecimiento entre el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada a partir de fuentes de energía renovables. Dichos contratos vincularán al MEM, a través de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) como comprador, con las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada, presentadas por parte de Energía Argentina S.A. (ENARSA)[6], en su calidad de agente del mercado.

Resolución N° 108/2011

Al igual que la resolución anterior, ésta [7], de fecha posterior, habilita la realización de contratos de abastecimiento entre el MEM y las ofertas de disponibilidad de generación y energía asociada a partir de fuentes de energía renovables. La diferencia radica en que la Resolución 108/2011 extiende a cualquier tipo de vendedor (no limitado a ENARSA) el régimen de contratos de abastecimiento de energía a partir de fuentes renovables.

Ley Nacional N°26.093

La presente ley [8], sancionada en el año 2006, establece el Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles en el país, por el término de 15 años. En su Art. 5, la normativa define "- … se entiende por biocombustibles al bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, que cumplan los requisitos de calidad que establezca la autoridad de aplicación." Además, dicha ley estableció en su Art. 7, que a partir de 2010 la nafta y diesel comercializados dentro del territorio nacional, deberán ser mezclados como mínimo con un 5% de bioetanol y de biodiesel respectivamente a partir del primer día del año 2010.

La "Autoridad de aplicación", el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios" (a través de la SE), tendrá la atribución de aumentar el porcentaje de mezcla, cuando lo considere conveniente en función de la evolución de las variables de mercado interno, o bien disminuir el mismo ante situaciones de escasez fehacientemente comprobadas. Por otro lado, la misma tiene la función de establecer normas de calidad, los criterios para la aprobación de proyectos elegibles, los requisitos para la habilitación de plantas productoras y de mezcla de biocombustibles y administrar los subsidios que eventualmente otorgue el Congreso de la Nación.

La ley otorga incentivos a la inversión e incentivos fiscales, y los beneficiarios de esta promoción son las industrias radicadas en el país, con mayoría de capital social en poder del Estado, provincias o municipios o de productores agropecuarios; siendo priorizados los proyectos con promoción de i) la pequeña y mediana empresa, ii) productos agropecuarios y iii) economías regionales (FAO, 2010).

Dicha ley fue reglamentada mediante el Decreto N° 109/2007.

Ley Nacional N°26.334

La Ley N° 26.334, sancionada en 2007, establece el "Régimen de Promoción para la Producción de bioetanol" y modifica la Ley N° 26.093. Dicha ley permite la incorporación de los ingenios azucareros en el abastecimiento de bioetanol al mercado interno, impulsando la conformación de cadenas de valor, mediante la integración de productores de caña de azúcar e ingenios azucareros en los procesos de producción de bioetanol.

REFERENCIAS

Balance Energético Nacional (BEN) (2013). Secretaría de Energía. http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366

Global Bioenergy Partnership (GBEP) (2011). The Global Bioenergy Partenership Sustainability Indicators for Bioenergy. First Edition. FAO. p 211.

Moreira, A.J. y S. Garrido (2013). Energías renovables, cooperativismo y desarrollo local. Un análisis socio-técnico de la experiencia de las cooperativas eléctricas en Argentina. X Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Rozemberg, R. y M. Affranchino (2011). La economía política del desarrollo de los biocombustibles en Argentina. Documento de Trabajo, Centro de iDeAS, Universidad Nacional de San Martín. Seminario de discusión "Biocombustibles y Desarrollo Sustentable", Abril 2011, Buenos Aires, Argentina.

5. Resolución N° 712/2009 de la Secretaría de Energía - http://mepriv.mecon.gov.ar/Normas2/712-09.htm
6. Energía Argentina S.A, fue creada en el 2004 por el Gobierno nacional y es administrada por el Estado. Entre sus actividades se encuentran la explotación y comercialización de combustibles fósiles y la generación, transmisión y comercialización de energía eléctrica.
7. Resolución N° 108/2011 de la Secretaría de Energía (29/03/2011) - http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/180000-184999/181099/norma.htm
8. Ley Nacional N° 26.093 - http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116299/norma.htm

III. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE LA BIOENERGIA

INDICADORES AMBIENTALES

INDICADOR 1.

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

DEFINICIÓN

Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) debido a la producción y uso de bioenergía, calculadas según la metodología de análisis de ciclo de vida definida a nivel nacional y reportada usando el *"Marco Metodológico Común GBEP para el Análisis de Ciclo de Vida de emisiones de GEI de la Bioenergía, versión 1".*

UNIDAD DE MEDIDA: g CO2-eq/ MJ

MEDICION DEL INDICADOR 1 EN ARGENTINA

Se aplicó la metodología de **Análisis de Ciclo de Vida (ACV)** para estimar las emisiones de GEI derivadas de la producción y uso de biocombustibles en Argentina (para biodiesel de aceite de soja y etanol de caña de azúcar).

Se construyó una base de datos de **Inventario de Ciclo de Vida (ICV)** con la información disponible de fuentes públicas, considerando la diversidad de rendimientos y características de los sistemas productivos agrícolas en diferentes zonas del país (tomando en cuenta los métodos de cultivo, los tipos de cambio en el uso del suelo, y la escala de las plantas industriales productoras de biodiesel). El ICV cubre las fases de aprovisionamiento de tierras (cambio directo en el uso del suelo), cultivo de materia prima (soja/caña de azúcar), industrialización (producción de biocombustible y co-productos), transporte y distribución (según mercado de destino) y uso del biocombustible.

En base a los datos de ICV de cada fase productiva se construyó una Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida (EICV), que considera las emisiones de GEI para cada fase. Estas estimaciones toman en cuenta el mercado de destino de la producción (mercado interno; exportación a la Unión Europea). Los factores de emisión han sido tomados de la literatura internacional en algunos casos dado que no se cuenta de factores estándar adaptados específicamente a la realidad productiva local.

Asignación entre co-productos

Debido a la característica multi-producto de la soja y la caña de azúcar, se realizó una asignación de emisiones de GEI entre el biocombustible y otros co-productos. Se consideró el uso final de los productos derivados de la materia prima, según tipo de industrialización y mercado de destino.

• Para el caso de la soja, se consideraron 6 productos: 1) Grano de soja para exportación, 2) aceite de soja para exportación, 3) harina de soja para exportación, 4) biodiesel de soja para exportación, 5) biodiesel de soja para el mercado interno y 6) glicerina de soja para el mercado interno.

• Para el caso de la caña de azúcar, los productos considerados incluyen: 1) bagazo de caña para autoconsumo, 2) azúcar para el mercado interno y 3) etanol para el mercado interno.

La asignación de emisiones entre diferentes productos se realizó en dos fases y siguiendo diferentes criterios:

FASE 1) Aprovisionamiento de tierras: asignación de emisiones por cambios en usos del suelo (CUS) asociados a la producción de materia prima utilizada para obtener biocombustibles:

- **Biodiesel:** La asignación de emisiones se realizó de acuerdo a dos criterios:

1) Valor de mercado (default) y

2) Participación en Área Cosechada de Soja, según método empleado en Indicador 8.

- **Bioetanol:** Asignación según la participación en el área cosechada de caña de azúcar, según el método indicado en el indicador 8.

FASE 2) Industrial: la asignación de emisiones industriales entre co-productos se realizó del siguiente modo:

• Para el caso del biodiesel: Asignación entre harina/aceite y biodiesel/glicerina de acuerdo a: (1) Contenido energético (default), (2) valor de mercado, (3) contenido de masa, y (4) contenido de carbono.

• Para el caso del bioetanol, solo se considero la asignación por contenido de masa. La falta de datos primarios impide la aplicación de otros métodos de asignación entre co-productos.

Cálculo de emisiones por cambio en el uso del suelo

Se calcularon las emisiones por cambio en el uso del suelo (gCO2-eq./MJ/año) según la metodología de O'Hare et al. (2013):

Las emisiones anualizadas de CO2-eq. por MJ de biodiesel debido al aprovisionamiento de tierras para la producción de soja empleada para obtener biodiesel se obtienen como el ratio (1)/(2), donde:

(1) Cambio efectivo en el área cosechada de soja x Factor neto de desplazamiento x Factor de emisión promedio por conversión de tierras (según participación en CUS); y

(2) Cantidad de biodiesel producido (2007-2011) x Años de ocupación con soja x Poder Calorífico Inferior del Biodiesel

El Factor neto de desplazamiento es un factor que asigna parte de las emisiones del cambio en área cosechada de soja al biodiesel.

Estimación de un Valor Promedio Nacional

La emisión neta de GEI de cada fase de la cadena produc-

tiva se agregó para determinar el balance total de emisiones del biocombustible. Finalmente, se agregaron las emisiones de GEI mediante una suma ponderada de emisiones de cada región productiva para obtener un **valor promedio nacional**.

La ponderación se realizó de acuerdo a la participación provincial en el área cosechada de materia prima a nivel nacional. En el caso de la fase industrial, se ponderaron las emisiones de GEI según la participación provincial en la producción nacional total.

Biodiesel: Se trabajó con información secundaria para reconstruir un balance de emisiones de GEI según datos de inventario empleados en Panichelli (2012) y estimaciones agrícolas a nivel provincial (SIIA, 2014). Se estableció como año inicial el 2007 (inicio producción biodiesel), y año final (2011), último año con información "consistente" disponible.

Etanol de caña: Se trabajó con información secundaria para reconstruir un balance de emisiones de GEI según datos de inventario de Amores et al (2013) y estimaciones agrícolas a nivel provincial (SIIA, 2014). Se estableció como año inicial: 2009 (inicio producción etanol) y año final (2011), último año con información completa disponible.

Análisis de Sensibilidad

Para evaluar la variabilidad del valor promedio nacional se desarrollaron una serie de análisis de sensibilidad. La gran variabilidad geográfica de la producción de soja y la importancia de aspectos metodológicos resultaron en los siguientes factores críticos a analizar:

Escenarios de cambio de uso del suelo

- Se consideraron las tasas de conversión de tierras, por tipo de uso del suelo en base a dos fuentes de información: (1) Volante y Mosciaro (2014) (default), y 2) Winrock (2009)
- El método de asignación de emisiones de CUS (factor de desplazamiento) se basó en: (1) Valor de Mercado (default) y (2) participación en el área cosechada.
- Tiempo de ocupación del suelo para el cultivo de soja: (1) 20 años (Default), y (2) 30, 10, y 5 años.

Escenarios: Perfil productivo en cultivo de Soja

- Zonas de producción de soja
- Métodos de cultivo de soja (sistema de labranza y ocupación): 1) SP-SD, 2) SP-LC, 3) SS-SD [9]

Escenarios: Industria y comercio

- Métodos de asignación de emisiones entre productos comerciales
- Mercado de destino del biodiesel: 1) Mercado interno, 2) Exportación

Validación de Resultados

La discusión de la metodología adoptada para la medición del indicador en Argentina y los resultados preliminares durante el Primer Seminario de Evaluación de Indicadores GBEP realizado en Septiembre de 2014 en Buenos Aires, Argentina aportó comentarios para la mejora de la estimación. Esto contribuyó principalmente a la mejora de los siguientes aspectos: (i) la estimación de emisiones de GEI por CUS; (ii) los valores de referencia de los substitutos fósiles para el mercado local, (iii) la inclusión de emisiones de fijación biológica de nitrógeno en soja, (iv) la inclusión de emisiones de residuos de cosecha, (v) la definición del método de asignación de emisiones entre co-productos y (vi) incorporación de datos de consumos energéticos de la industria, para ambas cadenas productivas.

CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE DATOS

Para la medición del indicador 1 en Argentina se realizó una revisión bibliográfica de los principales estudios de balance de emisiones de biocombustibles en Argentina. Varios estudios previos han estudiado el balance de emisiones de GEI en Argentina. En el caso del biodiesel de soja, cabe citar los realizados en instituciones técnicas del país y del exterior de prestigio, en particular, por el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Hilbert y Galbusera (2011; 2014) y por la EPFL (*École Polythechnique Fédérale de Lausanne*) (Panichelli et al, 2009; Panichelli, 2012). En el caso del etanol de caña de azúcar, se han consultado los siguientes trabajos: Amores et al (2013); Acreche y Valeiro (2013).

Los estudios consultados arrojan, para cada biocombustible, resultados diversos debido a las diferencias en la escala temporal y espacial y los perfiles tecnológicos de referencia para representar el sistema de producción de biocombustibles en Argentina. Además, los estudios presentan diferencias metodológicas, principalmente en relación al método de asignación de co-productos y el tipo de emisiones consideradas, particularmente en las fases de aprovisionamiento de tierras y cultivo de materia prima.

A los efectos de la medición del indicador 1 en Argentina en el marco del presente trabajo se realizó una recolección de datos que permitieran construir el balance comercial de cada cultivo (producción/consumo de materia prima y productos derivados) y los datos específicos requeridos para la construcción del ICV de cada biocombustible (a partir de bases de datos de SIIA, INDEC, CIARA y FAO-STAT). [10]

9. SP: Soja de Primera Ocupación del Suelo, SS: Soja de segunda ocupación del suelo, LC: Labranza convencional, SD: Siembra directa
10. Los datos empleados para cada fase se detallan en la Tabla A.1.1 (Anexo 1).

En general se ha encontrado una limitada disponibilidad de datos de base a nivel nacional para estimar balances comerciales de cultivos y el ICV. La información se encuentra dispersa entre varios organismos públicos y privados que organizan los datos diferentemente, lo que dificulta la construcción de inventarios consistentes. Los datos faltantes se han cubierto a partir de entrevistas durante el trabajo de campo y gracias a la discusión con expertos locales, en especial durante el Primer Seminario de Evaluación de Indicadores GBEP en Argentina (Buenos Aires, 4-5 de septiembre de 2014).

La falta de factores de emisión específicos para el país (y a nivel sub-regional) es una de las principales limitaciones en la estimación del indicador 1 en Argentina.

RESULTADOS

Los resultados se refieren al nivel nacional y cubren el periodo 2007-2011 para el biodiesel de soja, y el periodo 2009-2011 para el etanol de caña de azúcar[11]. A continuación se resumen los principales resultados; las tablas A.1.2-A.1.5 en el Anexo 1 al final del capítulo presentan los resultados con mayor detalle.

Biodiesel

La tabla siguiente reporta el valor promedio nacional de balance de emisiones de GEI y de reducción de emisiones, para el biodiesel de soja.

El valor promedio nacional de reducción de emisiones del biodiesel de soja Argentino es de 70% y varía entre 75 y 81%, dependiendo del método de asignación de emisiones entre productos: La mayor reducción se obtiene al emplear el método de balance de masa y la menor reducción se obtiene por la asignación por valor de mercado (Figura 1.1). El método de asignación afecta no sólo la distribución de emisiones entre productos, sino también el valor total de emisiones.

Por otra parte, al considerar el cambio en uso del suelo, la reducción de emisiones (promedio nacional: 70%) varía entre 51% y 72% dependiendo del escenario de cambio de uso del suelo contemplado (Figura 1.1).

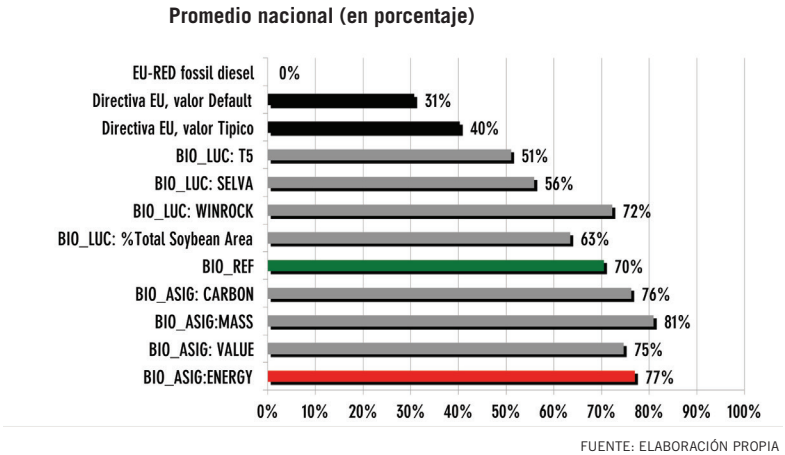
Como se observa en la Figura 1.2, el caso de referencia (BIO_REF) que considera cambios en uso del suelo (con tasas de expansión según Volante y Mosciaro, 2014), para el periodo 2006-2011, y una asignación de emisiones entre productos derivados de la soja según su valor de mercado, tomando en cuenta una ocupación del suelo de 20 años, resulta en un valor de emisiones por CUS asignadas al biodiesel de 5,43 gCO2-eq./MJ.

Si se consideran los valores de tasas de conversión de usos del suelo de Winrock (2009), (BIO_WINROCK) se obtienen estimaciones más bajas de emisiones en comparación con el caso de referencia que considera los datos de Volante y Mosciaro (2014). El mayor tiempo de ocupación del suelo con soja impacta significativamente las emisiones de CUS. Una ocupación de 5 años resulta en emisiones netamente mayores (BIO_T5), debido al menor periodo de amortización de las emisiones de CUS. Naturalmen-

TABLA 1.1 Balance de emisiones de GEI. Biodiesel de Aceite de Soja (Argentina)

	g CO2-eq/MJ		
Biodiesel de soja sin CUS			
Caso cont. energético (BIO_ASIG:ENERG)	**19,26**	Sin CUS	Asignación s/contenido energético
Biodiesel de soja, con CUS			
Caso referencia (BIO_REF)	**24,70**	Con CUS	Asignación s/valor de mercado
Directiva EU, valor Típico	50		
Directiva EU, valor Default	58		
EU-RED diesel convencional	**83,7**		

FIGURA 1.1 Reducción de Emisiones del Biodiesel de Aceite de Soja



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

11. Los valores se reportan en promedio para todo el periodo, pero están disponibles para cada año y zona de producción.

te, la conversión de ecosistemas como la Selva de Yungas (BIO_SELVA) o el Bosque Chaqueño (BIO_BOSQ) resulta en las mayores emisiones de CUS debido a la conversión de grandes stocks de carbono (Figura 1.2). La asignación de emisiones de CUS al biocombustible por participación en el área cosechada de soja aumenta las emisiones asignadas al biodiesel (BIO_ALL:%ToalArea).

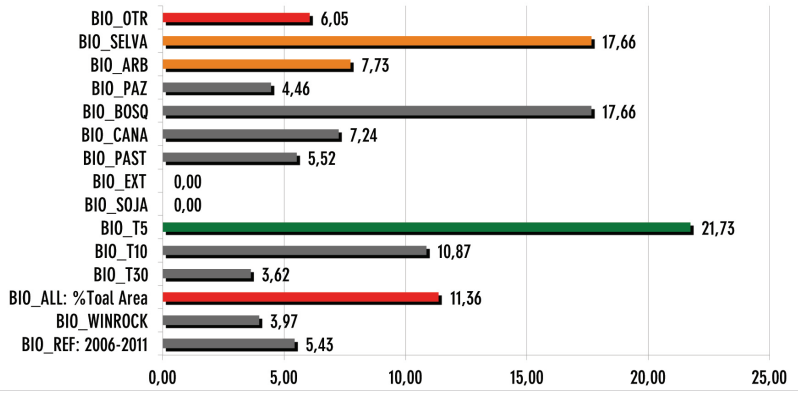
Emisiones de Cultivo de Soja: Variación Regional

- por zona de referencia, método de cultivo
- por método de cultivo, participación de emisiones agrícolas

La Figura 1.3 muestra la variación de emisiones de cultivo de soja según el sistema productivo y la zona de referencia. Se observa que las emisiones del cultivo de soja por hectárea (gCO2-eq./ha) varían según los método de producción en cada zona de referencia. Los sistemas basados en siembra directa (SD) y soja de segunda ocupación (SS) en Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba resultan en las menores emisiones. Contrariamente, los sistemas basados en labranza convencional (LC) y soja de primera ocupación (SP), resultan en las mayores emisiones en el cultivo de soja.
El rendimiento agrícola sin embargo juega un rol crítico en la asignación de emisiones al biodiesel de aceite de soja (gCO2-eq./MJ). En consecuencia, existen sistemas de SP-LC en el sur de Santa Fe (19.12 gCO2-eq./MJ) que arrojan valores comparables con sistemas de SP-SD en Santiago del Estero (19.30 gCO2-eq./MJ).

FIGURA 1.2 Biodiesel de Aceite de soja

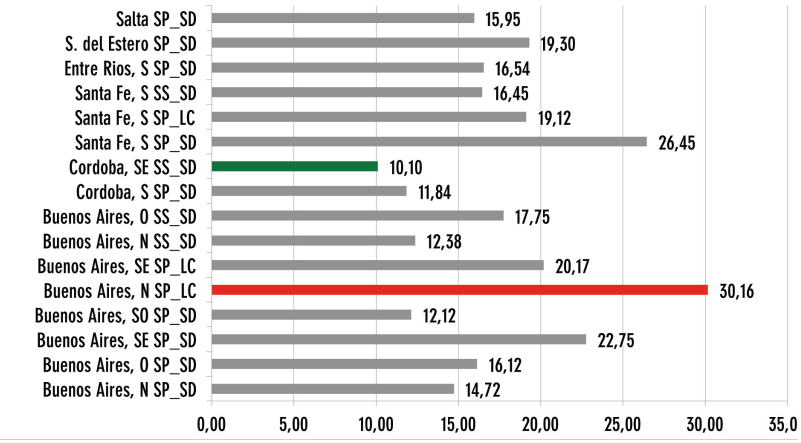
por Cambio Directo de Uso del Suelo (gCO2-eq./MJ)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 1.3 Emisiones de GEI en la fase agrícola: cultivo de soja (gCO2eq/MJ)

Según método de producción y zona de referencia



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Emisiones de Cultivo de Soja: Contribución por Procesos

La contribución por procesos varía según el método de producción de soja. Los sistemas de siembra directa en primera ocupación requieren mayor cantidad de agroquímicos y fertilizantes, pero menores labores agrícolas que sistemas de labranza convencional. Los sistemas de segunda ocupación con siembra directa no requieren fertilizantes y hacen un uso reducido de labores agrícolas y agroquímicos, resultando en las menores emisiones de cultivo de soja (Figura 1.4).

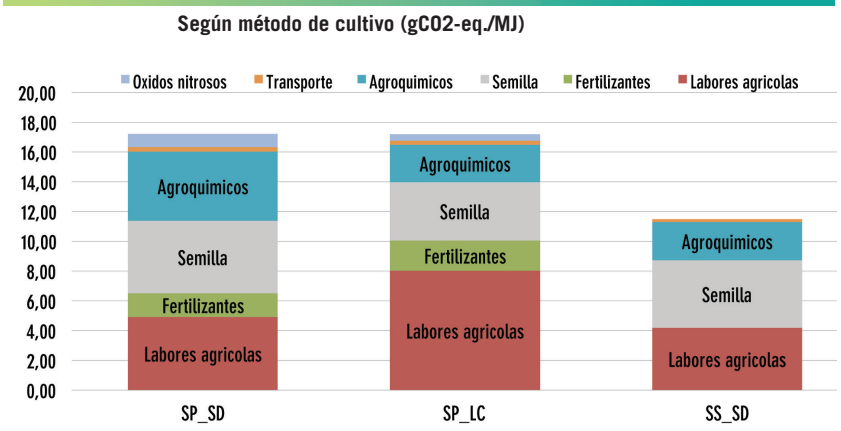
Etanol

Para el caso del etanol de caña de azúcar, el valor promedio nacional de reducción de emisiones varía entre 64% y 62%, dependiendo del combustible de referencia considerado (Tabla 1.2).

Contribución por etapas del ciclo de producción y uso

La Tabla 1.3 reporta la contribución de cada etapa del ciclo al balance de emisiones de cada uno de los dos biocombus-

FIGURA 1.4 Emisiones de GEI por cultivo de soja



SP: Soja de Primera, SS: Soja de segunda, LC: Labranza convencional, SD: Siembra directa

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 1.2 Balance de emisiones de GEI. Etanol de caña de azúcar producido en Argentina

	EMISIONES TOTALES: PRODUCCIÓN Y USO	g CO2-eq/MJ
	Mercado interno	27.38
	REDUCCIÓN DE EMISIONES	
Etanol de caña de azúcar	Reducción de emisiones respecto de emisiones asociadas a producción y uso de nafta (disponible en mercado argentino)	64%
	Reducción de emisiones vs valor de referencia (emisiones de gasolina convencional estimados por US-EPA)	62%

TABLA 1.3 Emisiones de GEI. Contribución por etapas (biodiesel y etanol)

EMISIONES	BIODIESEL SOJA, MERCADO INTERNO	ETANOL CAÑA DE AZÚCAR, MERCADO INTERNO
Aprovisionamiento de tierra agrícola	19%	-7%
Etapa Agrícola	21%	75%
Industria	28%	4%
Transporte y distribución	17%	27%
Uso	15%	0%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

tibles analizados.

Para el caso del biodiesel, la fase industrial es la principal emisora de GEI, debido principalmente al uso de metanol en la transesterificación del aceite. El impacto de la fase agrícola se ve disminuido debido a la asignación de emisiones del cultivo al aceite (34%, según contenido energético). Además, el aprovisionamiento de tierras y el transporte de grano contribuyen significativamente al balance de emisiones.

Para el caso del etanol, la fase de cultivo de materia prima es la principal emisora de GEI, representado el 75% de las emisiones totales del etanol de caña de azúcar. Además, el transporte y la distribución ocupan un lugar significativo debido a las mayores distancias entre zonas de producción de caña y consumo de etanol.

Las emisiones de cambio de uso del suelo debido al aprovisionamiento de tierras varían según el tipo de cultivo.

Para el caso de la soja, el 65% del área cosechada ya se encontraba bajo soja en el 2006. El cultivo se expandió principalmente a expensas de otras tierras manejadas (pasturas y otros cultivos extensivos) y sobre el Bosque Chaqueño. La conversión de dichos usos del suelo a soja, genera un impacto negativo en la reducción de emisiones.

Para el caso de la caña, el 81% del área cosechada ya se encontraba bajo caña en el 2009. El cultivo se expandió principalmente sobre otros cultivos extensivos, soja y pasturas. Debido a que la caña de azúcar posee un stock de carbono mayor al de la soja, otros cultivos y pasturas, la conversión de dichos usos del suelo a caña de azúcar, genera un impacto positivo en la reducción de emisiones.

La contribución relativa de cada etapa depende de factores críticos, que pueden ser comunes a cualquier sistema productivo y factores específicos, que dependen del tipo de materia prima y de las condiciones locales de producción o industrialización de la materia prima, o de consumo. En consecuencia, dichos factores difieren entre el biodiesel de soja y el etanol de caña de azúcar.

Factores críticos

Para el caso del **biodiesel**, los factores críticos comunes incluyen el consumo de combustible en la producción de semilla y en la cosecha. El uso de glifosato y fertilizantes, y las distancias de transporte varía según las zonas de produc-

ción de soja. En la etapa industrial, los consumos dependen del tamaño de planta. El uso de metanol (origen fósil) en la transesterificación del aceite es el principal factor que afecta significativamente las emisiones industriales.

Para el caso del etanol, el tipo de cosecha (manual/mecánica) impacta significativamente la quema de caña en la fase de recolección. La utilización de RAC (residuo agrícola de cosecha) y bagazo de caña en la fase industrial para la generación de energía eléctrica impacta positivamente en el balance de emisiones del etanol, substituyendo el uso de energía eléctrica y la generación de vapor necesarios en los procesos industriales. La asignación de emisiones entre co-productos impacta significativamente en el balance de emisiones del biocombustible. Para el caso del biodiesel, la asignación por contenido de masa en la fase industrial, disminuye la asignación de emisiones al biocombustible, mientras que la asignación por valor de mercado incrementa el impacto sobre el biocombustible, respecto de la asignación por contenido energético (default). Esto ocurre debido al mayor peso (en masa) de harina obtenida (80%) sobre el aceite de soja (20%), en la fase de extracción de aceite y debido a los mayores precios de mercado del aceite, respecto de la harina. Por el contrario, para el caso del etanol, la asignación por balance de masa aumenta la asignación de emisiones al biocombustible, respecto de la asignación por contenido energético (Amores et. al, 2013).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de Resultados

Los resultados de la medición del Indicador 1 obtenidos son los siguientes:

Biodiesel de aceite de soja: **27,92 gCO2-eq/MJ** (mercado interno) (Tabla A.1.2)

Etanol de caña de azúcar: **27,38 gCO2-eq/MJ** (mercado interno) (Tabla A.1.4)

Los balances de emisiones de gases de efecto invernadero, para ambos biocombustibles, indican un impacto positivo en la reducción de emisiones, tanto para el mercado local como para la exportación (Tablas A.1.2 y A.1.4).

Para el caso del biodiesel de aceite de soja, el valor de referencia nacional, está en línea con los valores típicos de otros estudios si bien el ahorro de emisiones es algo superior (67% para el mercado interno) (Tabla A.1.3).

Los estudios previos muestran un variado rango de resultados de emisiones totales de producción y uso del biodiesel. En un estudio de caso previo (IFEU) citado en Hilbert y Galbusera (2014) se reportaron valores de reducción de emisiones de hasta un 89%, debido principalmente a escenarios de mejora en prácticas agrícolas, que resultan en una captación de carbono en la fase agrícola por parte del cultivo de soja. La diferencia entre los resultados de los estudios depende de varios factores, que incluyen: la diferente escala temporal y geográfica de los datos, la calidad de los datos utilizados, los perfiles tecnológicos asumidos, los factores de emisión utilizados, y opciones metodológicas tales como el tipo de emisiones contabilizadas, el tipo de método de asignación entre co-productos y los límites del sistema. Los factores críticos (que afectan las emisiones) y la contribución por etapas varían también entre los estudios comparados. En el caso del biodiesel de soja, las principales diferencias entre las estimaciones realizadas en el marco del presente trabajo con los estudios anteriores radican en que el primero incluye las emisiones asociadas a cambios en el uso del suelo y las relativas al uso del biocombustible, que no fueron incluidas en estudios previos.

Además, se observan diferencias en los inventarios de ciclo de vida, principalmente en el tipo de inputs agrícolas (combustible, fertilizantes y pesticidas) y las distancias de transporte, que generan diferencias en la contribución relativa de cada etapa. El rendimiento agrícola además tiene un impacto significativo sobre el balance total de emisiones.

Para el caso del etanol de caña de azúcar el valor de referencia nacional de reducción de emisiones de GEI obtenido en el presente estudio es del 64%. Existen diferencias significativas entre los resultados de este estudio y los estudios previos (Tabla A.1.5). El estudio de Acreche y Valeiro (2014) calcula una reducción de emisiones del 55%, pero no incluye emisiones de cambio en uso del suelo ni las asociadas al transporte y distribución de productos y materias primas. Además, en el ICV y EICV de la fase industrial hay diferencias significativas, debido principalmente al método usado para la asignación entre co-productos y la re-utilización de los mismos en el proceso productivo del etanol (principalmente, la substitución de vapor/electricidad por bagazo). En el caso de Amores et al. (2013) los valores reportados presentan inconsistencias que deben ser verificadas. Las inconsistencias en el cálculo derivan del balance de carbono y del método de asignación entre co-productos.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 1 en Argentina

Para mejorar la calidad de la estimación del indicador 1 en Argentina se recomienda:

- Generar datos faltantes para cubrir el horizonte temporal y espacial de medición del indicador, incluyendo el periodo de producción de biocombustibles y una base histórica de referencia (sin producción de biocombustible).
- Revisar inconsistencias entre valores de diferentes fuentes que dificultan la producción de una base de datos coherente en tiempo y espacio (un valor para cada variable, para cada región, para cada año).
- Generar datos faltantes para la representación de los diversos perfiles tecnológicos y zonas de producción de materia prima y procesamiento industrial existentes en Argentina.

En el caso del **ACV para el biodiesel de aceite de soja,** los principales faltantes se refieren a datos sobre:

• Cambios en uso del suelo y consumos energéticos industriales.

• Balance de masa y mercado de destino de los diferentes subproductos de la cadena de soja. Se han detectado incoherencias entre bases de datos de diferentes fuentes para los mismos ítems (ej. producción, área sembrada, uso de materias primas).

• Factores de emisión de validez a nivel nacional y regional, que representen la diversidad de sistemas productivos y características de las regiones agro-ecológicas del país.

Se recomienda una medición y reporte del indicador en forma desagregada según zona de producción y perfil tecnológico, debido a la influencia de estos factores sobre las emisiones de GEI debido a la producción de soja.

Emisiones que requieren mayor estudio: aquellas asociadas a cambios en uso del suelo, prácticas agrícolas (siembra directa), fijación biológica de nitrógeno y residuos de cosecha, mezcla, uso y distribución del biocombustible. Se recomienda extender el análisis para contemplar emisiones de cambio en manejo de suelo agrícola y emisiones de N2O-N.

Se sugiere realizar un estudio profundo para estimar las tasas de expansión de la soja sobre otros usos del suelo, independientemente de su uso como materia prima para biocombustible (ver Indicador 8).

Debido a la diversidad de metodologías y de datos empleados entre diferentes estudios para la medición del indicador 1 en Argentina, todavía no existe consenso sobre un valor promedio nacional de emisiones de GEI para el biodiesel de soja. Para mejorar la calidad de la medición del indicador se recomienda realizar un estudio conjunto de comparación de estudios (y resultados) y consensuar en un valor promedio nacional (oficial) para el biodiesel de soja.

En el caso del **ACV Etanol de caña de azúcar** los datos faltantes se refieren a numerosos aspectos, dada la escasa literatura disponible en Argentina:

Se requieren mejores estadísticas de producción y balance de masa y mercado de destino de los diferentes subproductos a lo largo del tiempo.

Es necesario un mayor estudio de cambios en uso del suelo, quema de caña, recuperación de residuos agrícolas de cosecha, cogeneración y uso de bagazo, mezcla, uso y distribución del biocombustible.

Factores de emisión deben diferenciarse según perfil tecnológico (cosecha manual-con quema, cosecha semimecanizada), escala de producción de etanol (PyME, Grande), zona de producción (Tucumán, Salta, o Jujuy).

Se recomienda extender el análisis para captar diferencias entre perfiles tecnológicos y regiones productivas en la producción de caña y etanol. La descripción del perfil tecnológico corresponde a las condiciones de Tucumán (65% de la producción nacional de caña de azúcar), que se basa en la producción de etanol a partir de melaza y una estructura agrícola de pequeños/medianos cañeros. En Salta y Jujuy se aplica un modelo industrial más integrado y de mayor escala.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

El indicador 1 es de alta relevancia para el análisis de la sustentabilidad de la producción de bioenergía en Argentina. Principalmente, es uno de los indicadores de mayor interés para la industria y para el gobierno debido a su inclusión como criterio de sustentabilidad en la regulación para el suministro de biocombustibles a ciertos mercados internacionales (USA, UE) a los cuales Argentina exporta biodiesel.

En cuanto a la metodología y la base científica del indicador, cabe hacer dos comentarios:

Por un lado, se considera que el análisis de ciclo de vida provee un enfoque adecuado para la estimación del indicador. Y el hecho de haber definido una única unidad de medida para el reporte del indicador facilita la estimación y la comparación de resultados.

Por otro lado, si bien la metodología de ACV marca los lineamientos generales para la cuantificación de emisiones de GEI, la disponibilidad de diversas opciones metodológicas especificas al ACV de bioenergías plantea dilemas de elección que deben ser resueltas. Tal desafío incluye: la definición de una metodología precisa y los aspectos a considerar para la cuantificación de emisiones de CUS, la representación de la diversidad de sistemas productivos agrícolas e industriales a nivel nacional y su forma de agregación en un valor promedio nacional, la escala temporal de la medición del indicador y la forma de monitoreo en el tiempo, y los modos de asignar emisiones al biocombustible. Específicamente, al enfrentar cultivos multi-producto, se debe resolver el problema de asignación entre productos simultáneamente obtenidos a partir de la misma materia prima agrícola y a lo largo de la misma (u otra rama) de la cadena industrial. Actualmente se vuelve necesario definir un método generalmente aceptado en vista de que la metodología seleccionada afecta considerablemente, como hemos visto, los resultados obtenidos. GBEP reconoce algunas de estas limitaciones en la descripción de la base científica del indicador.

En este estudio se han considerado dos cultivos multi-producto (tal es el caso de la soja y la caña de azúcar). Por ello se propuso un método inicial para el cálculo de emisiones de CUS según el valor de mercado de los productos derivados de la materia prima. El método incluye el cálculo del aumento en área cosechada de materia prima en dos periodos diversos (con y sin producción de biocom-

bustible), la estimación de tasas anuales de conversión de otros usos del suelo (naturales y manejados) y la asignación de emisiones de CUS al biocombustible. Sin embargo, se ha aplicado también (para comparación) un método de estimación que considera una asignación en función del balance de masa de los productos obtenidos. Se propone a GBEP avanzar en el desarrollo metodológico de las especificidades del ACV de Bioenergías para lograr obtener una estimación del indicador de mayor precisión y mayor comparabilidad.

Se recomienda a GBEP avanzar en el desarrollo de una metodología integrada de ACV de sistemas productivos, que enmarque a la bioenergía en un sistema integrado de producción. Se comprobó que para el caso del biodiesel de soja no es posible establecer un área de producción de soja para biodiesel. La estimación de dicha área es un cálculo teórico, debido a la característica multi-producto de la soja. Por lo tanto, se debe actuar sobre la sustentabilidad de la producción de soja y del complejo o cadena industrial y comercial asociado, independientemente de cómo luego se asignan las emisiones a los diferentes productos elaborados: grano, harina, aceite, biodiesel y glicerina.

La asignación de emisiones al biocombustibles es un método para estimar el efecto marginal de la demanda adicional de materia prima para la producción de biocombustibles. Sin embargo, las emisiones de GEI del biocombustible no representa la sustentabilidad global del sector, que además de producir biocombustible también produce otros productos que en ciertos casos, como en el de las harinas de soja, pueden resultar de mayor valor e importancia como sustento de la demanda de materia prima.

En este sentido, se recomienda a GBEP considerar un enfoque integrado sectorial para la medición del indicador que estime las emisiones de GEI totales de la industria/sector y luego asigne a cada co-producto su participación en las emisiones. Un enfoque integrado requiere entender la estructura de la cadena productiva, las relaciones comerciales entre los diferentes sectores y de la dinámica de los mercados de los productos obtenidos y sus substitutos.

Desde la perspectiva de la sostenibilidad del sistema productivo a nivel nacional, sería útil que el indicador contribuya a estimar las emisiones de GEI totales por industria/sector, considerando la integración de la línea de producción de biocombustibles en el resto de las actividades de la industria. De este modo, se evitaría la necesidad de asignar emisiones entre productos que desde el punto de vista científico no tiene sustento y en que en la práctica genera problemas metodológicos que influencian en gran medida los resultados y debates en torno a los balances de emisiones de GEI.

La generación de un valor promedio nacional es compleja debido a la falta de disponibilidad de datos diferentes áreas geográficas que cubran el horizonte temporal de la estimación del indicador. Sumado a la diversidad de datos empleados en balance de emisiones de biocombustible, no existe una metodología estándar que permita estimar el balance de emisiones de la producción de bioenergías.

GBEP provee un marco para el reporte de la metodología adaptada a nivel nacional, reconociendo la diversidad de enfoques para la estimación de emisiones de GEI de la bioenergía. Se comprobó que para el caso de balances de biocombustibles, el resultado depende fuertemente en la cobertura geográfica y horizonte temporal de la estimación, la metodología empleada y la calidad de los datos disponibles. Debido a la importancia del indicador se recomienda a GBEP refinar una metodología estándar para el reporte del indicador e incentivar a los gobiernos a adoptar la metodología estándar, de modo de armonizar las variables metodológicas y facilitar la comparación y seguimiento de los resultados en el tiempo.

El factor más crítico en la disponibilidad de datos es la falta de valores nacionales/regionales de factores de emisión. Debido a la influencia significativa de dichos factores para los resultados del cálculo de emisiones de GEI, se recomienda a GBEP promover la generación de factores de emisión específicos locales que contemplen las diferentes realidades productivas y condiciones agro-climáticas de los sistemas agrícolas presentes en los países.

REFERENCIAS

Acreche, M. y A. Valeiro (2011). Balance energético y emisiones de gases de efecto invernadero de la industrial sucro-alcoholera de Tucumán. Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar. Orán, Salta: E.E.A. Famaillá – INTA.

Acreche, M. y A. Valeiro (2013). Greenhouse gasses emissions and energy balances of a non-vertically integrated sugar and ethanol supply chain: A case study in Argentina. Energy, 54: 146-54.

Acreche, M. y A. Valeiro (2014). El análisis del Ciclo de Vida y su utilidad para determinar puntos de ineficiencia en sistemas agroindustriales. Cap.37 en MAGyP (2014).

Amores, M., F. Mele, L. Jiménez y F. Castells (2013). Life cycle assessment of fuel ethanol from sugarcane in Argentina. Int. J. Life Cycle Assess., 18: 1344-57.

Donato, L. e I. Huerga (2009): "Balance Energético de la Producción de Biodiesel a Partir de Soja en la República Ar-

gentina", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
Egeskog A., F. Freitas, G. Berndes, G. Sparovek y S. Wirsenius (2014). Greenhouse gas balances and land use changes associated with the planned expansion (to 2020) of the sugarcane ethanol industry in Sao Paulo, Brazil. Biomass and Bioenergy, 63: 280-90.
Hilbert, J.A. y S. Galbusera (2011). Análisis de Emisiones Producción de Biodiesel – AG-Energy. Buenos Aires: INTA Ag-Energy Viluco; 2011.
Hilbert, J.A. y S. Galbusera (2014). Evolución de la reducción de emisiones producida por el corte obligatorio y la exportación de biodiesel argentino. Ediciones INTA. Informes Técnicos Bioenergía 2014, Año 3, N° 6.
Márgenes Agropecuarios (2014). Costos y márgenes agrícolas. Márgenes Agropecuarios. 2001-13; Octubre: pp.57–59
Panichelli, L., A. Dauriat y E. Gnansounou (2009). Life cycle assessment of soybean-based biodiesel in Argentina for export". Int. J. Life Cycle Assess., 14: 144-59.
Panichelli, L. (2012). Impact of biofuels production on land-use change and greenhouse gas emissions: Methodological framework and system dynamics modeling applied to soybean-based biodiesel production in Argentina. PhD Thesis. Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL).
SAyDS (2007). Segunda Comunicación Nacional de Argentina a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable; Buenos Aires.
Volante, J.N. y M.J. Mosciaro (2014). Análisis de cambios en el uso del suelo de cultivos para biocombustibles en las provincias de NOA entre los años 2000 y 2010. INTA, EEA Salta, Salta.
Winrock (2009) The Impact of Expanding Biofuel Production on GHG emissions: Accessing and interpreting existing data. Winrock International, Arlington, VA.

Bases de datos consultadas:

Ecoinvent: Base de datos de Inventarios de Emisiones de Ciclo de vida. Version 2 (2009).
http://www.ecoinvent.org/database/database.html
SIIA. Estimaciones Agricolas - Series: Sistema Integrado de Informacion Agropecuaria. 2014.
http://www.siia.gov.ar.
INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
www.indec.gov.ar
CIARA. Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina
http://www.ciaracec.com.ar/
FAO-STAT: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de Estadística.
http://faostat3.fao.org/home/S

ANEXO 1

TABLA A.1.1. FUENTES DE DATOS

Datos empleados para el ACV del biodiesel de aceite de soja

Aprovisionamiento de tierras: Las tasas de conversión de otros usos del suelo para la producción de soja se obtuvieron de la estimación realizada en este estudio, reportadas en el Indicador 8.4.

Cultivo de la materia prima: Los perfiles tecnológicos se diferencian según tipo de labranza (convencional/directa), tipo de ocupación (primera/segunda) y zona de producción. Para este estudio, se consideraron 3 perfiles tecnológicos: soja de primera en labranza convencional, soja de prima en siembra directa, soja de segunda en siembra directa) según perfiles tecnológicos correspondientes a zonas de referencia de producción de soja, reportados en Márgenes Agropecuarios (2014). La descripción de los perfiles incluye emisiones asociadas a labores, insumos, materias primas y fletes para la producción y comercialización de soja producida en las principales zonas sojeras del país. Márgenes Agropecuarios reporta mensualmente valores de márgenes para el cultivo de soja que se actualizan únicamente según las variaciones de precio. La descripción de los perfiles tecnológicos, sin embargo es estática para cada zona de referencia, por lo que no es posible evaluar la evolución de la estructura de los perfiles tecnológicos.

Industrialización: Los perfiles tecnológicos industriales fueron tomados de Panichelli (2012), y corresponden a condiciones Europeas. Los rendimientos y consumos industriales corresponden a datos de refinerías de Córdoba y Rosario (periodo 2000-2005) y del caso "Planta Frías" reportado en Hilbert y Galbusera (2014).

Transporte y distribución: Las distancias promedio de transporte de materias primas, insumos y productos se para cada zona de referencia se obtuvieron de Márgenes agropecuarios (2014) para el flete largo/corto a escala nacional y de Panichelli (2012) para el flete internacional.

Uso: Las emisiones de uso del biodiesel se obtuvieron de Panichelli (2012), y corresponden al uso de biodiesel en mezcla de 7% v/v (B7) con diesel de origen fósil, usado en un camión de 28 toneladas.
Factores de emisión: Los factores de emisión (FE) empleados fueron los mismos que los utilizados en Panichelli (2012) en base a Ecoinvent v2 (ecoinvent.org) y corresponden en general a condiciones europeas, salvo por los siguientes casos:
- FE emisiones de óxidos nitrosos locales: Según Segunda Comunicación Nacional de Argentina a la UNFCCC (SAYDS, 2007)
- FE cambio de uso del suelo: según Winrock (2009)

Datos empleados para el ACV de etanol de caña de azúcar

Estudios previos: Sobre cálculo de emisiones de GEI de etanol de caña de azúcar, particularmente para las condiciones de Tucumán: Amores et al (2013); Acreche y Valeiro (2013). Las diferencias entre estudios se reportan en la síntesis de resultados. Menor disponibilidad de información respecto del caso del biodiesel..
Balance del cultivo: Existen bases de datos de estimaciones agrícolas a nivel provincial y nacional que cubren el periodo de producción de biocombustibles (2009-2013): INDEC, FAO-STAT, Ministerio de Agricultura. Sin embargo los datos no están completos para todas las campañas agrícolas.
Aprovisionamiento de tierras: Las tasas de conversión de otros usos del suelo debido a la producción de caña de azúcar para etanol se obtuvieron de la estimación realizada en este estudio, reportadas en el Indicador 8.4.
Cultivo de materia prima, fase industrial, transporte y distribución: Perfil tecnológico, distancias de transporte y consumos industriales se obtuvieron de Amores et al. (2013): Producción de etanol de caña a partir de melaza, cobertura Tucumán.
Factores de emisión: Los factores de emisión se obtuvieron de Ecoinvent v2 y corresponden a condiciones Europeas, salvo por:
-FE cambio de uso del suelo: Tierras Naturales: Winrock (2009), Tierras Manejadas: Egeskog et al (2014).

TABLA A.1.2. BALANCE DE EMISIONES DE GEI: BIODIESEL DE SOJA

Biodiesel de soja, AR, promedio nacional	M. Interno	Exportación	M. Interno	Exportación
Balance total de Emisiones	gCO_2-eq./MJ	gCO_2-eq./MJ	%	%
Aprovisionamiento de tierras	5,43	5,43	19%	18%
Cultivo de soja	5,89	5,89	21%	19%
Transporte de soja	2,93	2,93	10%	10%
Crushing	0,22	0,22	1%	1%
Procesamiento de aceite	0,01	0,01	0%	0%
Transporte de aceite	0,05	0,05	0%	0%
Refinación de aceite	0,48	0,48	2%	2%
Transesterificación de aceite	7,02	7,02	25%	23%
Transporte de biodiesel, interno	0,78	0,00	3%	0%
Transporte de biodiesel, exportación	0,00	3,32	0%	11%
Distribución de biodiesel	0,88	0,88	3%	3%
Uso de biodiesel	4,23	4,23	15%	14%
Total, biodiesel de soja, AR	27,92	30,46		
Sin CUS	22,49	25,03		
Sin Uso del biocombustible	23,69	26,23		
Sin CUS, Sin Uso	18,26	20,80		
Reducción de emisiones	%	%		
Total, biodiesel de soja, AR	67%	64%		
Sin CUS	73%	70%		
Sin Uso del biocombustible	72%	69%		
Sin CUS, Sin Uso	78%	75%		

TABLA A.1.3. COMPARACIÓN CON ESTUDIOS PREVIOS: BIODIESEL DE SOJA

								Valores directiva: Anexo V - Articulo D		
	Estudio	Patagonia*	Molinos *	IFEU*	Hilbert y Galbusera (2011)*	Panichelli (2012)	Presente estudio	Valores Típicos	Valores por Default	
	Emisiones g CO_2-eq/MJ		Nov. 2009	2012	2011-2012	2007-2025	2007-2011	2008	2008	Asignación entre co-productos
Dluc	Aprovisionamiento de tierra agrícola	-	-	-	-	13,00**	5,43***			Valor de mercado
Eec	Etapa Agrícola	15,5	19	6,23	18,53	16,73	5,89	19,00	19,00	
Ep	Industria	12,5	13,24	14,87	14,05	18,13	7,73	18,00	26,00	Contenido Energético
Etd	Transporte y distribución	7,77	6,43	12,88	6,18	2,72	4,64/7,18****	13,00	13,00	
EB	Uso	-	-	-	-	0,00	4,23	-	-	
	Emisiones totales	35,77	38,67	33,98	38,76	50,57	27,92/30,46	50,00	58,00	
EF	Referencia fósil, Diesel EU-RED	83,80	83,80	83,80	83,80	83,80	83,80	83,80	83,80	Directiva Europea - Anexo V - Art, 19
	Referencia fósil, Diesel, AR	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	I-GEI Fundación Bariloche
RED	Reducción = (EF-EB)/EF: EU	57%	54%	59%	54%	40%	64%	40%	31%	
RED	Reducción = (EF-EB)/EF: AR	56%	53%	58%	53%	38%	67%	39%	29%	

*Ver estudios comparativos en Hilbert&Galbusera (2014): Tabla 3 Estudios realizados en la Argentina sobre el biodiesel
** Valor nacional, según Winrock (2009) *** Valor regional según Volante y Mosciaro (2014) **** Biodiesel para mercado: interno/exportación

TABLA A.1.4. BALANCE DE EMISIONES DE GEI: ETANOL DE CAÑA DE AZÚCAR

Balance de emisiones de GEI: Etanol de caña de azúcar			
Emisiones de GEI		kg CO_2-eq/ kg etanol deshidratado	g CO_2-eq/ MJ
Emisiones por cambio directo de stock de carbono en suelo	asignación: masa	(0,05)	-2,02
Emisiones totales de cultivo de caña de azúcar	asignación: substitución	0,55	20,66
Emisiones totales de transporte de caña de azúcar		-	Incluido en cultivo
Emisiones totales de extracción de jugo de caña	asignación: substitución	0,01	0,24
Emisiones totales de procesamiento de jugo de caña		0,02	0,83
Emisiones totales de producción de etanol		0,02	0,15
Emisiones totales de transporte y distribución de combustible	Mercado interno	0,20	7,53
Emisiones totales de combustión de etanol		-	0,00
Emisiones totales: Etanol de caña de azúcar, AR	Mercado interno		27,38
Comparación con el combustible fósil			gCO_2-eq/MJ
Emisiones totales: Nafta, AR	Mercado interno		76,4
Emisiones totales: Gasolina, US-EPA	Mercado exportación		71,1
Reducción de emisiones: Etanol de caña de azúcar, AR			
Nafta, AR	Mercado interno		64%
US-EPA fósil gasolina	Mercado exportación		62%

TABLA A.1.5. COMPARACIÓN CON ESTUDIOS PREVIOS: ETANOL DE CAÑA DE AZÚCAR

		Amores et al (2013)	Acreche y Valeiro (2014)	GBEP-ARG (2014)
	Período considerado	2010-2011	2013	2007-2011
	Emisiones	g CO_2-eq/MJ	g CO_2-eq/MJ	g CO_2-eq/MJ
CUS (Dluc)	Aprovisionamiento de tierra agrícola	-	-	-2,02
Eec	Etapa Agrícola	258	22,24	20,66
Ep	Industria	245	12,24	1,22
Etd	Transporte y distribución			7,53
Eu	Uso			0
EB	Emisiones totales	502,90	34,49	27,39
EF	Referencia fósil, Nafta (SAyDS, 2007)	76,4	76,4	76,4
	Reducción =(EF-EB)/EF	-558%	55%	64%

INDICADOR 2.

CALIDAD DEL SUELO

DEFINICIÓN

Porcentaje de tierra en la cual la calidad del suelo (carbono orgánico) es conservada o aumentada sobre el total de tierra cultivada con materias primas para la obtención de bioenergía.

UNIDAD DE MEDIDA

Indicador expresado en porcentaje (%). Tierras donde se cultivan materias primas para biocombustibles (en ha o km2); contenido de carbono orgánico en cada sitio productivo (mg de carbono por cada g de muestra de suelo).

MEDICIÓN DEL INDICADOR 2 EN ARGENTINA

Frente a la falta de información suficiente para estimar el indicador tal como lo indica la metodología GBEP, se realizó una adaptación de la metodología en función de la información disponible y para cubrir varios aspectos relevantes que hacen a la calidad del suelo. La información obtenida para los indicadores/criterios considerados no se refiere específicamente a las áreas de producción de materias primas para la obtención de biocombustibles sino más bien a la calidad de suelos en áreas agrícolas (en general).

Metodología

Se adoptó un enfoque cualitativo basado en una combinación de información referida a los siguientes criterios/indicadores:

i- **Adopción de buenas prácticas** que mejoran la calidad del suelo (ej. siembra directa)

ii- Contenido de **materia orgánica** en suelos

iii- **Balance de nutrientes**

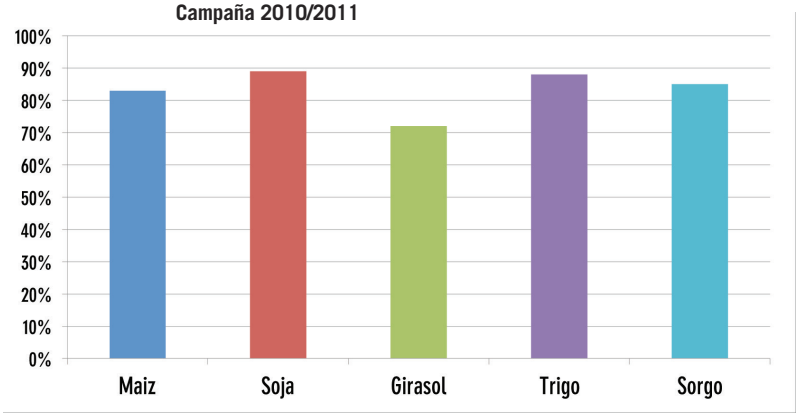
Además de la revisión de los trabajos disponibles se realizaron entrevistas y consultas con expertos de distintas instituciones: FAUBA - Instituto de Suelos, INTA - FAO – Ing. Agr. Roberto Álvarez (FAUBA) - Dr. Alejandro Costantini (FAUBA, INTA). Asimismo, se validaron y recibieron comentarios de otros profesionales de dichas instituciones durante el taller de discusión de septiembre de 2014.

RESULTADOS

i- Adopción de buenas prácticas

La fuerte adopción de prácticas conservacionistas, como la siembra directa para el cultivo de soja es una medida que favorece el mantenimiento de determinadas propiedades del suelo. El sistema de siembra directa comenzó a tener una fuerte difusión desde principios de los años 1990 y en la actualidad la superficie cultivada bajo este sistema en Argentina es del 78,5%. Específicamente en el caso del cultivo de soja, alcanza aproximadamente al 90% (Figura 2.1).

FIGURA 2.1 **Superficie en Siembra Directa por cultivo en Argentina**



FUENTE: AAPRESID (2012)

El uso de sistemas de siembra directa se basa en la ausencia de labranza y en el mantenimiento de la cobertura del suelo por los rastrojos de los cultivos, reduciendo la erosión y conservando la humedad. En particular, estos rastrojos protegen al suelo del impacto de la gota de lluvia y actúan como barreras al desplazamiento del agua de lluvia, facilitando su infiltración en el suelo (Casas, 2000).

ii. Materia orgánica

Los trabajos consultados proveen medidas y estimaciones del indicador de materia orgánica con intervalos prolongados entre mediciones (10-20 años). Por ello, la utilización de dicho indicador no permitió alcanzar un diagnostico certero para el período considerado acerca de si la calidad de suelos aumentó, se mantuvo o redujo en los últimos 5-10 años.

Por un lado, de acuerdo con el trabajo de Alvarez el al.

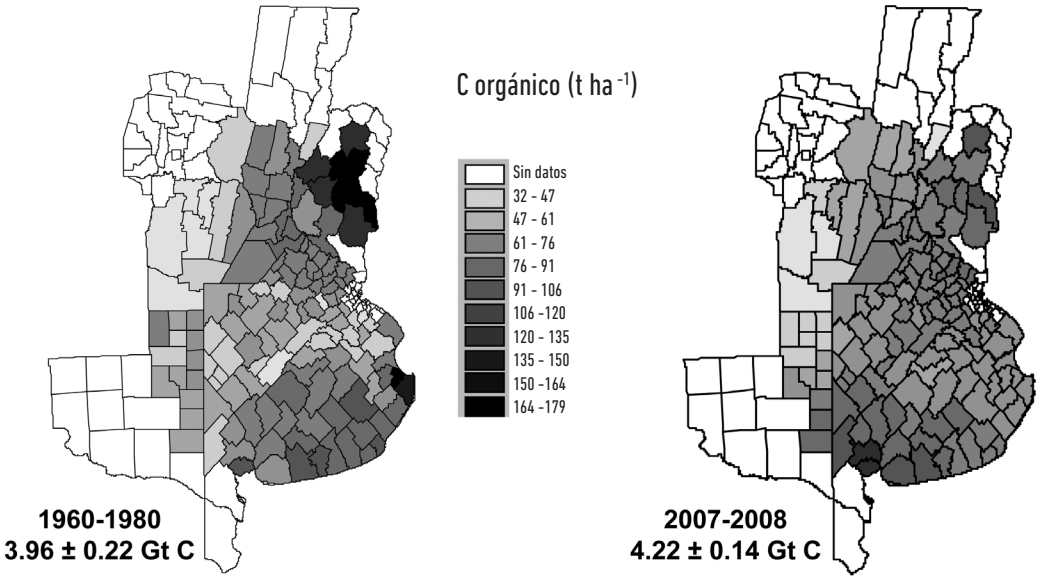
12. Los autores destacan varios factores explicativos. En primer lugar, los mayores aportes de carbono al suelo asociados a incrementos de rendimiento de trigo, maíz y también de la soja. Estos aportes equilibraron las pérdidas en suelos originalmente pobres en carbono pero no en suelos ricos. En segundo lugar, se ha incrementado la precipitación en la Región Pampeana, especialmente en la región semiárida en los últimos 40 años, incrementando la productividad en suelos arenosos de bajo nivel de carbono inicial. En tercer lugar, la adopción de siembra directa, la cual se ha estimado, incrementa entre 3 y 15% el carbono en la capa arable del suelo (con mayores incrementos en los suelos de bajo nivel de carbono más comunes en la porción semiárida).

(2014) el uso agrícola de los suelos en la región pampeana determinó una baja reducción (16 % en promedio) en el contenido de materia orgánica, en comparación con otras regiones cultivadas del mundo que reportan pérdidas de entre 30 y 50% de los primeros centímetros del perfil del suelo. Cabe notar que, a nivel regional, la intensificación agrícola y la adopción de la soja como componente principal de las rotaciones tuvieron un impacto dispar. Según se observa en la Figura 2.2, en aquéllos suelos que partieron con altos stocks de carbono orgánico hace 30-50 años tendieron a perderlos, mientras que las áreas con bajos niveles lo conservaron o incrementaron [12].

Por su parte, el trabajo de Sainz Rozas et al. (2011) evalúa los cambios en los contenidos de materia orgánica (MO) comparando datos de muestras extraídas durante las campañas 2005 y 2006 en la región pampeana y extra-pampeana, con los promedios de MO de suelos en condición prístina. Los autores concluyen que los contenidos de MO disminuyeron de este a oeste y de sur a norte del área relevada, con valores de MO que variaron de 1.0 hasta 6.5%, según las zonas, con los valores más bajos determinados al oeste de Buenos Aires, este de La Pampa y sur-suroeste de Córdoba, y los más elevados al sudeste de Buenos Aires, provincia que presentó la mayor variación.

Las conclusiones de un estudio reciente para la principal región productora de granos (región pampeana más Entre Ríos y La Pampa) confirman este panorama general: "La fuerte caída de MO determinada en toda el área relevada sugiere que es prioritario implementar medidas de manejo que incrementen la entrada de carbono al sistema suelo (rotaciones con mayor frecuencia de gramíneas adecuadamente fertilizadas, cultivos de cobertura, abonos verdes y rotaciones con pasturas)". Asimismo, los autores destacan una caída importante en los niveles de fósforo y calcio que requieren una adecuada evaluación para su reposición efectiva (Sainz Rozas et al., 2014).

FIGURA 2.2 **Mapas de carbono orgánico en suelos pampeanos 1960-1980 y 2007-2008**



FUENTE: ÁLVAREZ ET. AL. (2014)

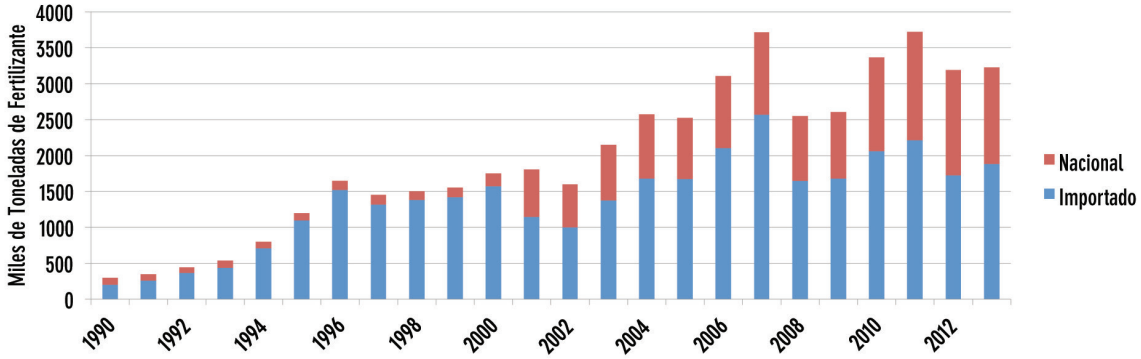
iii. Balance de nutrientes

La extracción total de nutrientes ha crecido debido al incremento en la superficie sembrada y cosechada así como en los rendimientos. Las áreas de mayor extracción de nutrientes están centralizadas en el sur de la provincia de Santa Fe; sudeste de Córdoba y en algunos casos norte de Buenos Aires (Cruzate y Casas, 2012).

Como resultado de dicha intensificación del sector agrícola en las últimas dos décadas se ha generado un deterioro en la fertilidad química de los suelos debido, entre otras cosas, a un inadecuado manejo del balance de nutrientes en los principales cultivos implantados (Fontanetto y Bianchini, 2006; Fontanetto y Gambaudo, 2010).

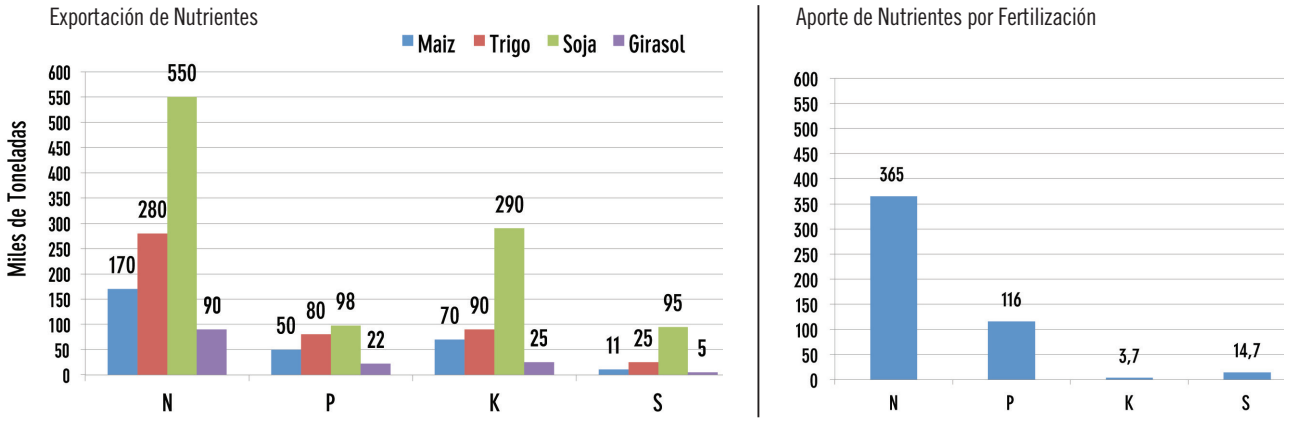
La reposición de los nutrientes extraídos con las cose-

FIGURA 2.4 Evolución del consumo de fertilizantes en Argentina



FUENTE: WWW.FERTILIZAR.ORG.AR

FIGURA 2.5 Exportación de Nutrientes y Aporte por Fertilización



FUENTE: FONTANETTO Y GAMBAUDO (2010)

chas y una fertilización balanceada son elementos prioritarios para una producción eficiente y sustentable en el tiempo. Si bien la Figura 2.5. muestra que durante las últimas dos décadas se incrementó el consumo de fertilizantes inorgánicos, la reposición de nutrientes extraídos con las cosechas ha sido insuficiente. Según estimaciones realizadas para el período 1996-2001 sobre la cantidad de nutrientes extraídos y aplicados en cultivos de maíz, soja, trigo y girasol para la región pampeana argentina (promedio anual), los niveles de reposición anuales han sido del orden del 25-30% para nitrógeno (N), 45-50% para fósforo (P), menos del 1% para potasio (K) y del 7-10% para azufre (S) (Figura 2.6.) (Fontanetto y Gambaudo, 2010).

Otros trabajos, algunos de los cuales son más recientes, confirman la evolución del balance de nutrientes negativo en la agricultura Argentina (Cruzate y Casas, 2003; 2009 y 2012) con una elevada extracción de nutrientes no repuestos en igual magnitud, que provoca un deterioro progresivo en la fertilidad de los suelos. Los autores calcularon la exportación de nutrientes promedio por cultivo y en base a esta información y la correspondiente a la producción pudo calcularse la extracción total de nutrientes en los granos (Tabla 2.1) y el balance de nutrientes de las dos últimas campañas.

En el caso de la soja, empleada como materia prima para obtener aceite de soja y biodiesel, la extracción de nutrientes es notoria en función de su volumen de producción y por su elevada extracción específica (por tonelada producida). Tal como muestran la Tabla 2.1 y la Figura 2.6, la soja dio cuenta del 50% de la producción de granos en la campaña

TABLA 2.1 Producción (ton), extracción de nutrientes (ton) y fertilización (ton) por cultivo durante el ciclo agrícola 2010/11

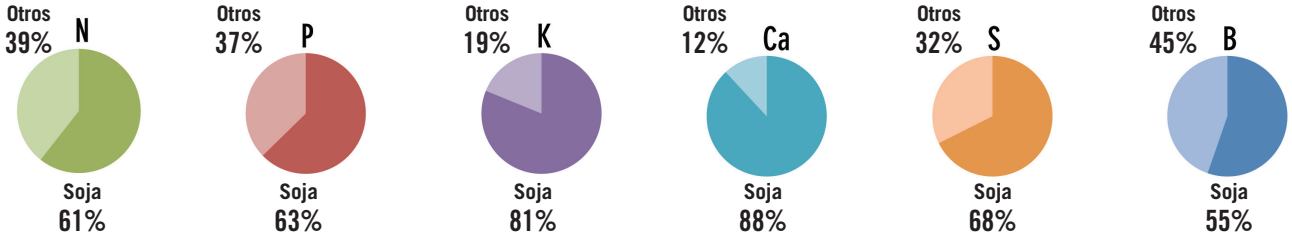
Nitrógeno (N) Fosforo (P) Potasio (K) Calcio (Ca) Azufre (S) Boro (B)

Cultivo	Producción	N	P	K	Ca	S	B
Soja	48.885.705	1.268.242	276.791	829.247	136.000	150.568	342
Girasol	3.669.166	83.166	17.282	23.002	3.999	5.944	26
Maíz	23.004.807	328.808	66.277	86.197	4.509	32.276	115
Trigo	15.962.127	304.238	59.635	61.742	6.193	23.943	112
Arroz	1.746.552	25.163	5.077	4.793	231	1.219	14
Sorgo	4.457.330	81.957	16.287	16.937	3.530	8.714	9
Total	97.725.687	2.091.572	441.348	1.021.921	154.462	222.664	618
Fertilizado	1.359.829	820.233	280.895	61.028	82.727	114.946	ND
Balance	-2.572.138	-1.271.339	-160.453	-960.893	-71.735	-107.718	ND
% Aportado	35	39	64	6	54	52	ND

FUENTE: CRUZATE Y CASAS (2012)

FIGURA 2.6 Participación de la soja en la extracción de los principales nutrientes durante el ciclo agrícola 2010/11

Nitrógeno (N) Fosforo (P) Potasio (K) Calcio (Ca) Azufre (S) Boro (B)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A CRUZATE Y CASAS (2012)

2010/2011. Su participación en la extracción total de cada uno de los nutrientes considerados en la producción total de granos se ubicó por encima del 50%.

En la campaña 2010/11 el porcentaje de reposición de nutrientes totales fue de un 35% de lo extraído (para cada nutriente el porcentaje de reposición fue variable, ver Tabla 2.1 y Figura 2.7). Cabe notar que la reposición promedio de la cosecha 2006/07 también fue del 35%, lo que determinó un progresivo empobrecimiento de los suelos para los macronutrientes más importantes (Cruzate y Casas, 2009).

Tomando una visión de largo plazo, la Figura 2.8 muestra la evolución de los balances de N, P, K y S para los cuatro principales cultivos de grano en Argentina entre 1993 y 2011, expresado como la relación Aplicación/Remoción. La figura muestra que, si bien la reposición de nutrientes es aún inferior a la remoción por las cosechas, el balance de N, P, y S ha mejorado en los últimos 20 años. Según García y González Sanjuan (2013), los bajos niveles de reposición de K se basan principalmente en la aún alta oferta del nutriente por parte de los suelos de la región.

La Figura 2.9 muestra los balances promedios de P estimados para los cuatro cultivos principales en cuatro periodos de 1993 a 2011 (valores inferiores a 1 indican balances negativos y valores superiores a 1 indican balances positivos). En líneas generales, los valores Aplicación/Remoción de P aumentaron marcadamente del periodo 1993-97 al periodo 1998-02 y esta tendencia se mantuvo en los dos periodos siguientes aunque con menores diferencias.

Sin embargo, existen importantes diferencias entre los cultivos. Las relaciones Aplicación/Remoción para trigo y

FIGURA 2.7

Extracción, reposición y balance de nutrientes en toneladas durante el ciclo agrícola 2010/11

Nitrógeno (N)
Fosforo (P)
Potasio (K)
Calcio (Ca)
Azufre (S)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A CRUZATE Y CASAS (2012)

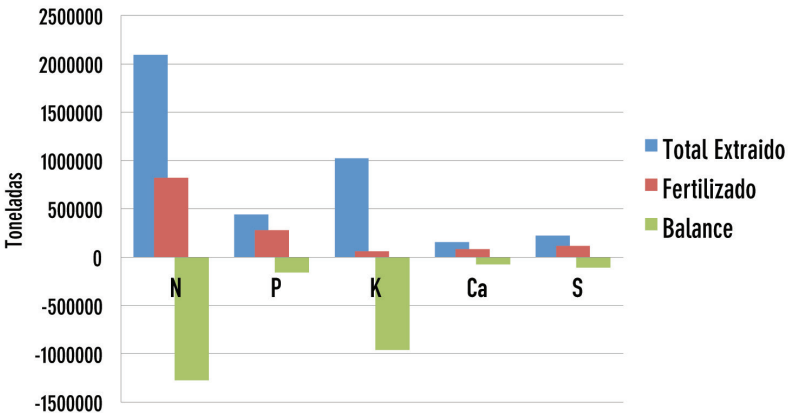


FIGURA 2.8

Relaciones Aplicación/ Remoción de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S) para los cuatro principales cultivos de grano de Argentina (soja, maíz, trigo y girasol) en el período 1993-2011

FUENTE: GARCÍA Y GONZÁLEZ SANJUAN (2013)

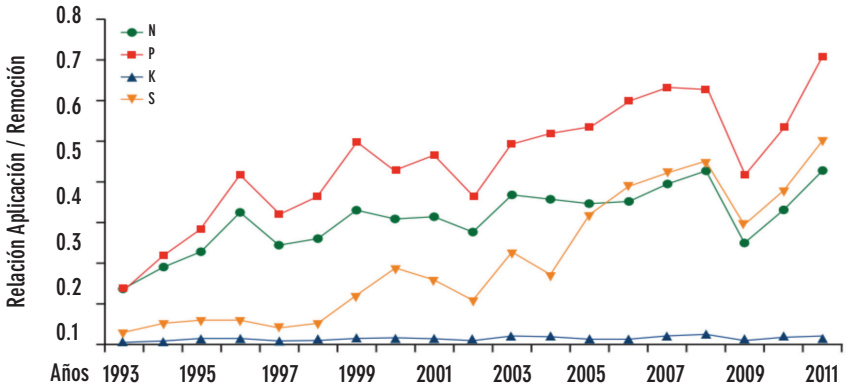
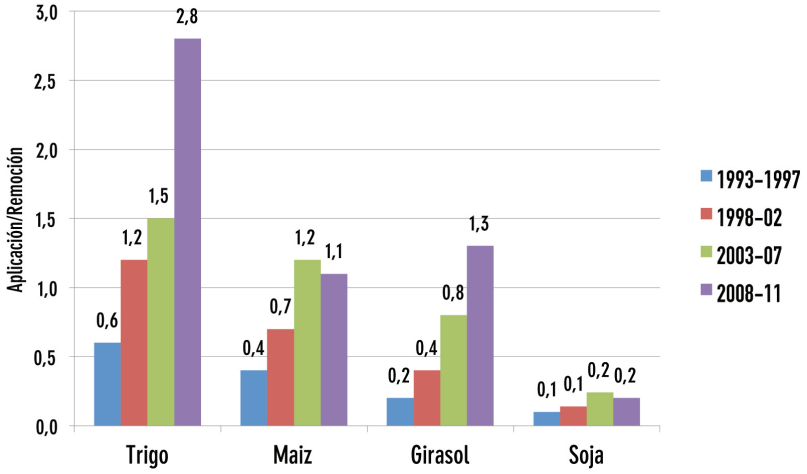


FIGURA 2.9

Balances de P, expresados como relación Aplicación/ Remoción, estimados para trigo, maíz, girasol y soja en cuatro períodos entre 1993 y 2011

FUENTE: GARCÍA Y GONZÁLEZ SANJUAN (2013)



maíz aumentaron por encima de la unidad indicando balances positivos a partir de 2003-07, mientras que para girasol se acercaron al valor 1 a partir de 2008-11. En el caso de la soja, si bien se observa una evolución similar a los otros tres cultivos, ya que el indicador mencionado se duplicó, la relación Aplicación/ Remoción sigue siendo baja (20%), indicando balances negativos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

Según la información analizada se concluye que en el caso argentino, los datos sobre materia orgánica no evidencian la evolución de la calidad de suelos, al menos en el corto período considerado (desde el inicio de la producción de biocombustibles).

Sin embargo, la consideración de información adicional relativa a las buenas prácticas y al balance de nutrientes contribuyó a complementar el análisis para obtener una visión de largo plazo sobre la evolución en la calidad de suelos, demostrando una tendencia general a la mejora en la fertilidad física y química del suelo.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 2 en Argentina

Cabe notar la falta de información en relación a dos cuestiones fundamentales:

(i) No se dispone de datos sobre calidad de suelos en región de cultivo de caña de azúcar.

(ii) No se cuenta con estimaciones ni mapas de erosión o de halomorfismo para la última década y media que informen sobre la situación en estos aspectos de la calidad de suelo.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

A modo de corolario del análisis efectuado, cabe hacer tres consideraciones:

(1) La hipótesis de construcción del indicador GBEP (esto es, el comportamiento esperado) es, aparentemente, que el cultivo de materias primas apara biocombustibles puede contribuir a cambiar (mejorar) las prácticas agrícolas. Esta hipótesis no se verifica en el caso argentino. El proceso de modernización y mejora de prácticas agrícolas fue previo al inicio de la producción de biocombustibles a gran escala y el inicio de la producción de biocombustible no ha dado un nuevo impulso a la mejora en dichas prácticas.

(2) Algunos expertos locales consultados durante el trabajo de campo han destacado que el indicador de materia orgánica propuesto por GBEP es muy estable y solo muestra variaciones ante procesos de degradación muy agudos.

(3) También se ha mencionado que se dispone de diversos métodos alternativos (competitivos) para medir la M.O y los resultados pueden ser muy sensibles al método elegido (aspecto no tenido en cuenta en la definición del indicador).

En función de (2) y (3), los expertos locales recomiendan monitorear la sostenibilidad de manejo de suelos con indicadores más sensibles a pequeños cambios (ej. balance de nutrientes, erosión) y más sencillos de medir a escala nacional.

REFERENCIAS

Alvarez, R., J.L. De Paepe, H.S. Steinbach, G. Berhongaray, M.M. Mendoza, A.A. Bono, N.F. Romano, R. Cantet y C.R. Álvarez (2014). Cambios de flujos y stocks de carbono y nitrógeno por el uso del suelo: impacto sobre la productividad pampeana. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas"

Casas, R. (2000) La Conservación de los Suelos y la Sustentabilidad de los Sistemas Agrícolas. Disertación acto entrega premio Antonio Prego. www.insuelos.org.ar

Cruzate, G. y R. Casas (2003). Balance de Nutrientes. Revista Fertilizar INTA Año 8 Número Especial "Sostenibilidad" ISSN 1666-8812 diciembre 2003 pp. 7-13.

Cruzate, G. y R. Casas (2009). Extracción de Nutrientes en la Agricultura Argentina. Instituto de Suelos, CIRN, INTA.

Cruzate, G. y R. Casas (2012). Extracción y balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina. IPNI, Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. IAH 6 - Junio 2012.

Fontanetto H. y A. Bianchini (2006). El balance de nutrientes en sistemas agrícolas. Agricultores, Nº71: 13-16

F**ontanetto H. y S. Gambaudo (2010):** "El balance de nutrientes para sistemas agropecuarios sustentables. Sitio Argentino de Producción Animal.www.produccion-animal.com.ar

García, F. y M. González Sanjuan (2013). La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Como estamos? Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica, 9, marzo 2013.IPNI.

Sainz Rozas, H., H. Echeverría, P. Barbieri y M. Eyherabide (2014). Relevamiento y mapeo de la fertilidad en suelos agrícolas de la región pampeana argentina. Revista Fertilizar, 29: 5-9.

Sainz Rozas, H., H. Echeverri y H. Angelini (2011). Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana. Informaciones Agronómicas, No 2.

Páginas web consultadas:

www.fertilizar.org.ar

www.aapresid.org.ar

INDICADOR 3.

EXTRACCIÓN DE RECURSOS MADEREROS

DEFINICIÓN

Extracción anual de recursos madereros -en volumen y en porcentaje del crecimiento neto de la producción- y porcentaje de extracción anual utilizada como bioenergía

UNIDADES DE MEDIDA

m3/ha/año, ton/ha/año, m3/año o ton/año

MEDICIÓN DEL INDICADOR 3 EN ARGENTINA

La extracción de recursos madereros no resulta un indicador relevante desde una perspectiva de sostenibilidad debido fundamentalmente a que el uso de leña como insumo energético es relativamente bajo en el país. Por otra parte, cabe notar que la producción argentina de biocombustibles no utiliza recursos madereros como materia prima y que los biocombustibles apuntan a reemplazar combustibles líquidos (naftas, gasoil), más que a sustituir usos tradicionales de biomasa.

RESULTADOS

A continuación se presenta la información disponible, que si bien es limitada, alcanza a reflejar la escasa relevancia de este indicador en el caso argentino.

En primer lugar, de acuerdo a las estadísticas forestales elaboradas por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, se verifica que el principal destino de los productos madereros en Argentina es energético. Los últimos datos disponibles (para el año 2013) muestran que se extrajeron en total 2,15 millones de toneladas de productos madereros, de las cuales el principal producto fue leña (cerca de 1 millón de toneladas) y otro rubro importante fue carbón vegetal (alrededor de 440 mil toneladas) (ver Tabla 3.1). Estos dos rubros explicaron el 66% del total de producción maderera.

Sin embargo, la Figura 3.1. muestra que la leña tiene un rol poco importante como insumo energético. Contribuye solamente con el 1% de la oferta total de energía primaria, según la matriz energética de 2013 (Secretaría de Energía, 2014). El 75% de la oferta interna de leña se destina a la transformación en centrales eléctricas o carboneras (Tabla 3.2).

Por último, cabe notar que según el Censo de 2010, sólo el 2,6% de los hogares en Argentina utilizan leña o carbón como combustible principal para cocinar (Tabla 3.3).

En suma, la extracción de recursos madereros con fines energéticos no representa una cuestión central en relación a la sostenibilidad de los biocombustibles en Argentina. De todos modos, cabe notar que el uso de leña puede tener importancia en algunas regiones rurales con escaso acceso a otros combustibles para cocinar y calefaccionar hogares.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No se evaluó el indicador ni se recomienda un monitoreo regular del mismo debido a su escasa relevancia en el caso argentino.

REFERENCIAS

Balance Energético Nacional (BEN) (2013). Secretaria de Energía.

INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Series Estadísticas Forestales 2007-2013, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS).

TABLA 3.1 **Extracción de productos forestales (toneladas)**

Año	Rollizos	Leña	Postes	Carbón	Durmientes	Otros Productos
	Toneladas					
2006	1.181.124	1.296.311	85.896	346.212	18.750	12.478
2007	986.871	1.312.327	70.299	338.721	22.127	22.500
2008	891.402	1.210.025	65.539	361.299	39.833	36.188
2009	636.720	1.069.640	36.415	378.817	22.511	21.260
2010	696.898	1.173.374	38.454	375.467	20.938	29.349
2011	705.038	1.185.979	51.934	405.583	17.260	13.551
2012	763.925	964.809	49.696	361.319	17.728	7.206

FUENTE: SERIES ESTADÍSTICAS FORESTALES 2007-2013, SAYDS

TABLA 3.2 Oferta Interna de leña en el Balance Energético nacional 2013

Año 2013 (miles de tep)	OFERTA INTERNA	TRANSFORMACION		CONSUMO FINAL		
		Centrales Electricas	Carboneras	Residencial	Comercial y Público	Industrial
Leña	797	-223	-374	124	58	18

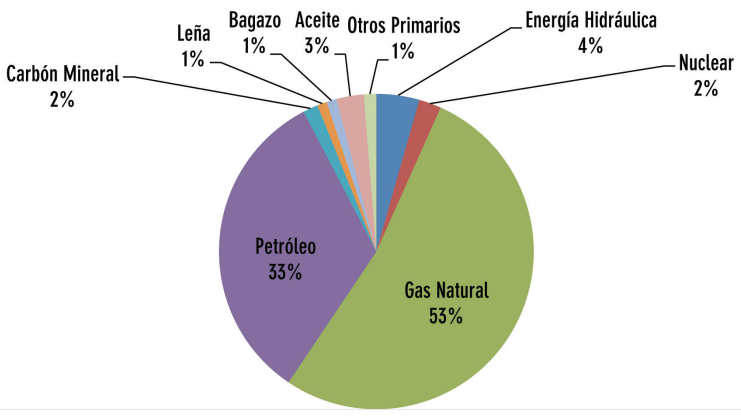
FUENTE: BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2013, SECRETARIA DE ENERGÍA.

TABLA 3.3
Combustible utilizado principalmente para cocinar, por hogar

Combustible utilizado principalmente para cocinar	Total de hogares
Total	12.171.675
Gas de red	6.834.327
Gas a granel (zeppelin)	54.908
Gas en tubo	351.808
Gas en garrafa	4.558.737
Electricidad	32.928
Leña o carbón	322.915
Otro	16.052

POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDAS 2010

FIGURA 3.1 Oferta Interna de Energía 2013



FUENTE: BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2013, SECRETARIA DE ENERGÍA.

INDICADOR 4.

EMISIONES DE CONTAMINANTES DEL AIRE DISTINTOS DE LOS GEI

DEFINICIÓN

Emisiones de PM2.5, PM10, NOX, SO2, VOC, benceno y otros generados por la producción de materias primas, el procesamiento, el transporte, los productos intermedios y finales y el uso.

UNIDADES DE MEDIDA

m3/ha/año, ton/ha/año, m3/año o ton/año

MEDICIÓN DEL INDICADOR 4 EN ARGENTINA

No dispone de información suficiente para evaluar este indicador tal como propone la metodología GBEP. En particular, no se cuenta con información confiable sobre las emisiones vinculadas a las etapas de producción de materias primas, producción industrial y transporte de productos intermedios y finales para el caso del biodiesel.

Los aspectos considerados durante la evaluación de los indicadores en Argentina son los únicos para los cuales se cuenta con información (aunque sea cualitativa):

a) Biodiesel. Se cuenta con información dispersa acerca de las emisiones vinculadas al uso del biodiesel. En algunos casos resultados se trata de recopilaciones de estimaciones disponibles en la literatura internacional realizadas por fuentes locales. En otros casos se trata de mediciones locales específicas que son contrastadas con la literatura internacional.

b) Etanol. No se dispone de información sobre emisiones asociadas al uso. En contraste, existe información cualitativa local sobre el problema de las emisiones durante la producción agrícola de materia prima debido a la quema de la caña de azúcar (pre y post cosecha) en la temporada de zafra (en especial en Tucumán).

Se reporta la información disponible en relación a estos dos temas a efectos de brindar un panorama general y una apreciación cualitativa de la relevancia y pertinencia del indicador y la metodología propuesta.

RESULTADOS

Biodiesel

En relación a las emisiones asociadas a la fase de uso del biodiesel, se relevó la información disponible y se identificaron tres trabajos locales que brindan información relevante pero donde las emisiones vehiculares y los factores críticos que las afectan son analizados con diverso grado de profundidad (Hilbert 2005; Rodriguez y Ribeiro, s/f y Vassallo et al., 2013). Todos ellos fueron elaborados por expertos de institutos técnicos locales: el INTA -Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-, el INTI -Instituto Nacional de Tecnología Industrial- y el Laboratorio de Control de Emisiones Gaseosas Vehiculares (LCEGV), organismo dependiente de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). Todos los estudios analizaron los resultados disponibles a partir de publicaciones internacionales en materia de emisiones vehiculares comparativas empleando gasoil convencional y biodiesel (Hilbert, 2005; Rodriguez y Ribeiro, s/f). Dichos resultados no fueron validados por mediciones locales.

Tal como se refleja en la Tabla 4.1, en Hilbert (2005) se destaca que los gases de escape de vehículos que emplean biodiesel en reemplazo parcial (B20) o total (B100) del diesel oil convencional lleva a menores emisiones de monóxido de carbono, de hidrocarburos y de partículas (con reducciones que alcanzan el 50%, 93% y 30% respectivamente para el caso de B100), y elimina las emisiones de dióxido de azufre (con el uso de B100). Con un corte del 20% (B20) la principal reducción en emisiones se logra en hidrocarburos aromáticos policíclicos nitrogenados (50%), hidrocarburos sin quemar -factor importante en la formación de smog- (30%), en partículas en suspensión (22%), en sulfatos (20%) y monóxido de carbono (13%). Por otro lado, el uso de biodiesel incrementa levemente las emisiones de óxidos de nitrógeno. De todos modos, el autor destaca que las emisiones de óxidos de nitrógeno dependen también del tipo de motor y de si el vehículo cuenta o no con convertidor catalítico (la ausencia de azufre en el biodiesel B100 permitiría el uso de convertidores catalíticos que reducirían drásticamente las emisiones de óxidos de nitrógeno -que se incrementarían un 13%).

TABLA 4.1 **Comparación de emisiones vehiculares:**

Biodiesel vs Diesel Convencional

Tipo de Emisión	B100 (%)	B20 (%)
REGULADAS		
Hidrocarburos totales sin quemar	-93	-30
Monóxido de carbono	-50	-13
Partículas en suspensión	-30	-22
Óxidos de Nitrógeno	13	2
NO REGULADAS		
Sulfatos	-100	-20
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	-80	-13
Hidrocarburos aromáticos policíclicos nitrogenados (nPAH)	-90	-50
Potencial de destrucción de la capa de ozono	-50	-10

FUENTE: HILBERT (2005)

En el segundo trabajo, Rodriguez y Ribeiro (s/f) llegan a conclusiones cualitativamente similares a las de Hilbert (2005). La única diferencia importante entre las dos publicaciones es que Rodriguez y Ribeiro comparan al biodiesel con un "Eurodiesel", es decir un diesel oil con bajo contenido de azufre. A partir de dicha comparación surge que:

(i) El potencial de destrucción de la capa de ozono del Biodiesel es menor que en el gasoil convencional. Al comparar B100 con gasoil de bajo azufre, la reducción es cercana al 50%, debido en gran parte a que la eliminación de sulfatos y óxidos de azufre en el biodiesel puro.

(ii) Las emisiones del monóxido de carbono (llamado gas venenoso) del biodiesel puro son, en promedio, 44% más bajas que las generadas por el diesel convencional

(iii) En cuanto a las partículas en suspensión, las emisiones generadas por el B100 son, en promedio, 40% más bajas que las generadas por el diesel.

(iv) Las emisiones de los hidrocarburos totales sin quemar son, en promedio, 68% más bajas para B100 que las generadas por el diesel.

(v) Por último, las emisiones de óxidos de nitrógeno aumentan, en promedio, de 6% usando B100 en comparación con el uso de diesel convencional. En realidad estas cifras dependen mucho del diseño del motor, de la composición del combustible y de su utilización. En efecto, según el tipo del motor, su edad, su uso, los datos varían ligeramente pero en general, la tendencia sigue el orden de magnitud expuesto anteriormente.

El tercer estudio revisado, Vassallo et al (2013) ofrece los resultados más actualizados y completos en materia de revisión de la literatura (considerando normas y métodos de medición habitualmente empleados en la Unión Europea y en EE.UU.). Los autores también presentan los resultados de varias pruebas de medición de emisiones en escapes vehiculares en Argentina (empleando las tecnologías requeridas para pruebas de nuevos modelos según las normas locales).

Los resultados validan cualitativamente los resultados anteriormente mencionados, pero amplían el análisis de los factores críticos que determinan la variabilidad de resultados posibles. Los autores destacan la gran multiplicidad de factores que alteran las emisiones vehiculares: la materia prima empleada para obtener biodiesel, la composición del combustible convencional de base para el corte, la tecnología automotriz y el método de medición. Por empezar, la literatura internacional indica que el biodiesel de aceite de soja genera menores reducciones de emisiones de partículas que el originado en grasa animal. Por otra parte, el biodiesel de aceite de soja genera mayores emisiones de óxidos de nitrógeno en comparación con el biodiesel obtenido de grasa animal, si bien las diferencias son poco notorias en el caso de un corte B20 pero son importantes en el caso de B100 (Vassallo et al., 2013).

Por otra parte, los autores destacan que el desempeño en emisiones del biodiesel difiere según el tipo de tecnología de obtención del biodiesel, del corte con diesel convencional, el tipo de vehículo (liviano o pesado) así como también de la tecnología de motor (en particular en lo relativo a su encuadre dentro de las normas de emisión EURO 3, 4, 5 o 6 esta última adoptada en 2014 en la UE). En Argentina, los vehículos de pasajeros nuevos comercializados actualmente siguen normas EURO 3 y 4, mientras que los vehículos de transporte pesado emplean actualmente la norma EURO III y pasarán a partir de 2016 a la norma Euro 5 (conforme a una norma adoptada en el Mercosur).

Datos de referencia internacionales. De acuerdo a lo reportado por Vassallo et al (2013) las mediciones de los estudios europeos muestran que hasta un corte B5-B10 no se detectan cambios sustanciales en las emisiones vehiculares de partículas ni óxidos de nitrógeno en vehículos pesados de cualquier tecnología de motor (Tabla 4.2)[13]. En cambio, si consideramos cortes en el rango B20-B100, se notarán cambios sustanciales según la tecnología de motor (en especial en normas Euro 3 vs. normas Euro 4, 5 o 6) y según la tecnología de producción de biodiesel (primera o segunda generación).

Con un corte B20-B100, empleando tecnologías Euro 3 de vehículos pesados, las emisiones de partículas pueden reducirse hasta un 70%; si se emplea biocombustibles de segunda generación, se reducen sólo hasta un 30%. En el caso de las emisiones de NOx, para una tecnología Euro 3, las emisiones se incrementan hasta un 30% para B20-B100 (Tabla 4.2).

Para B20-B100, empleando tecnologías Euro 4-Euro 5 las emisiones de partículas en vehículos pesados permanecen constantes o con ligera reducción; con Euro 6 no se detectan cambios, ni aún cuando se emplea biodiesel de segunda generación. En el caso de los óxidos de nitrógeno, en vehículos pesados con tecnología Euro 4 se detecta un incremento ligero y para Euro 5 y 6 no se detectan cambios significativos. Pero si se emplea biodiesel de segunda generación puro en vehículos pesados con tecnología Euro 5 se pueden lograr algunas reducciones de óxidos de nitrógeno (de hasta un 30%) (Tabla 4.2).

En el caso de vehículos livianos (Tabla 4.3), existe gran variabilidad de resultados. Con cortes B5-B10 en general no se detectan efectos claros hacia reducción o hacia el incremento (los resultados muestran una gran varianza que pueden implicar reducciones o incrementos de igual magnitud, pero puede observarse reducción de hasta 20% en emisiones de NOx en el caso de motores norma Euro 3). En cortes B20-B100 se pueden lograr reducciones de has-

13. Las mediciones de emisiones de material particulado se refieren a la masa total de partículas sin diferenciar partículas finas (<2,5 µm).

TABLA 4.2 Cambios en emisiones vehiculares con uso de biodiesel

Vehículos pesados (estudios europeos)

		Euro 3 y anteriores 2000-2005	Euro 4 2005-2009	Euro 5 2009-2014	Euro 6 >2014
PM	B5-B10	Sin efecto significativo	Sin efecto significativo		
	B20-B100	0 a -70%	constante o reducción		Sin efecto significativo
	Biodiesel 2° generación puro	0 a -30%	constante o reducción		Sin efecto significativo
NOx	B5-B10	Sin efecto significativo	Sin efecto significativo		
	B20-B100	0 a +30%	Incremento	Incremento o estable con circuito cerrado de control de NOx	probablemente estable
	Biodiesel 2° generación puro	0 a -20%	0 a -30%		Estable

FUENTE: ADAPTADO DE VASSALLO ET AL. (2013)

TABLA 4.3 Cambios en emisiones vehiculares con uso de biodiesel

Vehículos livianos (estudios europeos)

		Euro 3 y anteriores 2000-2005	Euro 4 2005-2009	Euro 5 2009-2014	Euro 6 >2014
Partículas	B5-B10	-20% a +20%	-20% a +20%, sin efecto en vehículos con DPF	Sin efecto significativo	
	B20-B100	-80% a +40%	-80% a +40%, sin efecto significativo en vehículos con DPF	Sin efecto significativo	
	Biodiesel 2° generación puro	0 a -40%	0 a -40%, sin efecto significativo en vehículos con DPF	Sin efecto significativo	
NOx	B5-B10	0 a -20%	Posible reducción o incremento mínimo	Posible reducción o incremento con B10, sin efecto significativo con B5	
	B20-B100	-10% a +20%	-10% a +20%	Riesgo de grandes variaciones en NOx con ciertos vehículos	
	Biodiesel 2° generación puro	0 a -20%	0 a -20%		

FUENTE: ADAPTADO DE VASSALLO ET AL. (2013)

TABLA 4.4 Evaluación comparativa de biodiesel (B5) y diesel convencional

(Euro III con y sin catalizador)

a) Vehículo de pasajeros con catalizador

Emisiones en gramos /Km					Consumo	Combustible	S (ppm)
THC	CO	NOx	CO_2	PM	l/100Km		
0,164	0,651	0,336	165,09	0,042	6,155	Diesel de Petróleo Grado 2	1130
0,161	0,613	0,339	162,65	0,035	6,052	Mezcla B5 DP Grado 2	1073
-1,8%	-5,8%	0,9%	-1,5%	-16,7%	-1,7%	Reducción (-) aumento (+) emisiones B5 vs Diesel Grado 2	-5,0%
0,122	0,377	0,347	166,78	0,037	6,29	Diesel de Petróleo Grado 3	26
0,118	0,394	0,36	165,89	0,035	6,246	Mezcla B5 DP Grado 3	24,7
-3,3%	4,5%	3,7%	-0,5%	-5,4%	-0,7%	Reducción (-) aumento (+) emisiones B5 vs Diesel Grado 3	-5,0%

b) Vehículo comercial liviano sin catalizador

Emisiones en gramos /Km					Consumo	Combustible	S (ppm)
THC	CO	NOx	CO_2	PM	l/100Km		
0,2555	2,0475	1,516	235,88	0,041	9,09	Diesel de Petróleo Grado 2	1247
0,262	1,995	1,5145	236,62	0,039	9,11	Mezcla B5 Grado 2	1201
2,5%	-2,6%	-0,1%	0,3%	-4,9%	0,2%	Reducción (-) aumento (+) emisiones B5 vs Diesel Grado 2	-3,7%
0,2735	2,2055	1,475	238,38	0,041	9,23	Diesel de Petróleo Grado 3	25
0,254	1,9695	1,547	234,27	0,0435	9,03	Mezcla B5 Grado 3	24
-7,1%	-10,7%	4,9%	-1,7%	6,1%	-2,2%	Reducción (-) aumento (+) emisiones B5 vs Diesel Grado 3	-4,0%

FUENTE: ADAPTADO DE VASSALLO ET AL. (2013)

ta 80% en emisiones de partículas o bien incrementos bajo normas Euro 3 y Euro 4 (mientras que con normas Euro 5 y Euro 6 no se detectan cambios en emisiones). En el caso de los óxidos de nitrógeno, para cortes B20-B100 se observa gran variabilidad que va desde una reducción del 10% a un aumento del 20% bajo normas Euro 3,4 y 5. Solo algunos vehículos exhiben riesgo de aumento en dichas emisiones bajo Euro 6. En cambio con vehículos empleando biodiesel de segunda generación puro llegarían a tener reducciones de emisiones de NOx de hasta el 20% bajo cualquier norma de motor.

Las mediciones realizadas y reportadas por Vassallo et al. (2013) muestran gran variabilidad según la tecnología vehicular y el combustible fósil empleado. Los resultados indican que en vehículos de pasajeros con catalizador las reducciones promedio derivadas de emplear una mezcla B5 se ubican, con un combustible diesel grado 2 (alto azufre), en un rango entre 1,5 y 17% (salvo para el caso de los óxidos de nitrógeno donde se reporta un incremento de emisiones de casi 1%). Si se trata de un combustible diesel grado 3 las reducciones se ubican entre 0,7 y 5,5% (salvo para el caso del monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno donde las emisiones aumentan entre un 4 y un 5%) (Tabla 4.4a). En el caso de un vehículo comercial liviano sin catalizador, se observa que el rango de reducciones para diesel grado 2 (alto contenido de azufre) se ubica entre 0,1 y 5% y con un combustible de bajo contenido en azufre, las reducciones logradas se ubican entre 2 y 11%, salvo para el caso del óxido nitrógeno que muestra un aumento de casi 5% (Tabla 4.4.b). En todos los casos, las mayores reducciones se logran en las emisiones de partículas.

Si consideramos el uso de B100 en reemplazo de diesel fósil, se reducen 100% las emisiones de compuestos de azufre y en grado variable las emisiones de partículas (en un rango de 16-43% con combustible de alto azufre y en un 5% con el uso de combustible de bajo azufre), de hidrocarburos (en un rango de 35-42% con combustible con alto contenido de azufre y en un 12% con combustible de bajo contenido en azufre). Las emisiones de monóxido y dióxido de carbono pueden reducirse o aumentar según el tipo de combustible.

De todos modos, los niveles de corte relevantes en el caso de Argentina a partir de la creación del mercado interno se ubican en el rango B5-B10. Para el corte B5 la literatura reporta en general una reducción de las emisiones de partículas (masa total), de las emisiones de monóxido de carbono, de compuestos de azufre, y de hidrocarburos con una mayor reducción si se emplea combustible de alto contenido de azufre y vehículos Euro 3 con catalizador (Figu-

ras 4.1. y Tablas 4.4 y 4.6). En contraste, las emisiones de NOx se incrementan hasta un 5% (Figura 4.2. y Tabla 4.6). En un corte B10 las reducciones son limitadas y la variabilidad de resultados es considerable (se reportan incrementos en algunos contaminantes como CO) debido a las menores emisiones generadas a partir de la tecnología Euro 4 que además requiere uso de combustibles de bajo contenido en azufre. Es por ello que el impacto del uso de biodiesel en corte B10 es difícil de predecir ya que resulta muy dependiente de la edad del vehículo y el tipo de combustible empleado.

Los autores destacan que la evaluación comparativa de emisiones generadas con el uso de biodiesel frente al combustible diesel de petróleo arrojó resultados muy dependientes de los combustibles evaluados y de la tecnología de los vehículos. Las variaciones relativas (entre emisiones biodiesel y diesel) promedio obtenidas por el LCEGV estuvieron dentro de las obtenidas a nivel internacional.

En el análisis comparativo uno de los contaminantes analizados prioritariamente fue el material particulado diesel (MP) que junto a los hidrocarburos aromáticos polinucleares e hidrocarburos tóxicos presentan los mayores coeficientes dosis efecto. Otro de los contaminantes analizados, son los Óxidos de Nitrógeno (NOx), no solo por sus afecciones a la salud sino también porque los motores diesel son unas de las principales fuentes de emisión de estos compuestos.

Cabe notar que las mayores reducciones de emisiones de partículas y de compuestos de azufre en el caso de los vehículos con tecnología Euro 3 empleando combustible con alto contenido de azufre, se debe a las mayores emisiones generadas por ese tipo de combustible. Al emplear combustible con bajo contenido de azufre y tecnología Euro 4 la emisión potencial de dichos contaminantes aún empleando combustible fósil se reduce (y por ende el potencial de reducción a partir del uso de biodiesel se vuelve limitado).

En el caso de los óxidos de nitrógeno, los resultados obtenidos tanto en cortes B5 y B10 como en B100 mostraron una tendencia a elevar la emisión relativa al diesel de petróleo.

A los efectos de lograr un panorama más completo sobre las emisiones del biodiesel será necesario contar en el futuro con estimaciones que consideren la composición del parque vehicular y que permitan identificar el volumen de partículas ultra finas (inferiores en tamaño a 2,5 µm) emitidas y el análisis de los hidrocarburos específicos presentes.

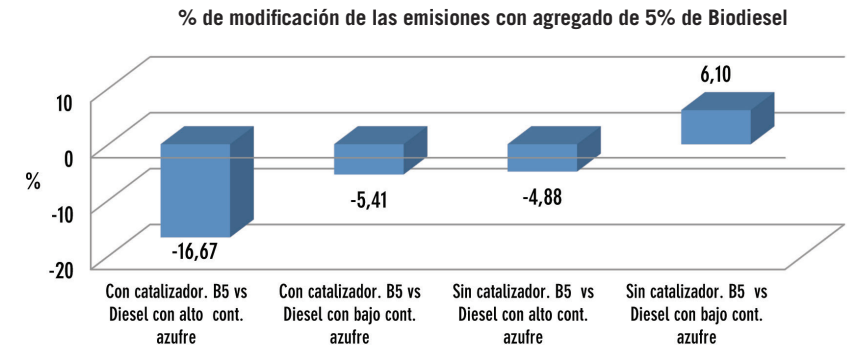
TABLA 4.5 **Evaluación comparativa de emisiones con uso de biodiesel (B100) vs diesel convencional (Euro III y IV con catalizador)**

Vehículo liviano, considerando diferentes tipos de combustible

Emisiones en gramos /Km					Consumo	Combustible	S (ppm)
THC	CO	NOx	CO_2	PM	l/100Km		
0,164	0,651	0,336	165,09	0,042	6,155	Diesel Grado 2 (BD)	1130
0,184	0,631	0,324	165,57	0,062	6,16	Diesel Grado 2 (AD)	359
0,122	0,377	0,347	166,78	0,037	6,29	Diesel Grado 3	26
0,107	0,59	0,449	168,52	0,035	6,257	Biodiesel B100	0
-34,8%	-9,4%	33,6%	2,1%	-16,7%	1,7%	Reducción (-) aumento (+) emisiones B100 vs Diesel Grado 2 (BD)	100%
-41,8%	-6,5%	38,6%	1,8%	-43,5%	1,6%	Reducción (-) aumento (+) emisiones B100 vs Diesel Grado 2 (AD)	100%
-12,3%	56,5%	29,4%	1,0%	-5,4%	-0,5%	Reducción (-) aumento (+) emisiones B100 vs Diesel Grado 3	100%

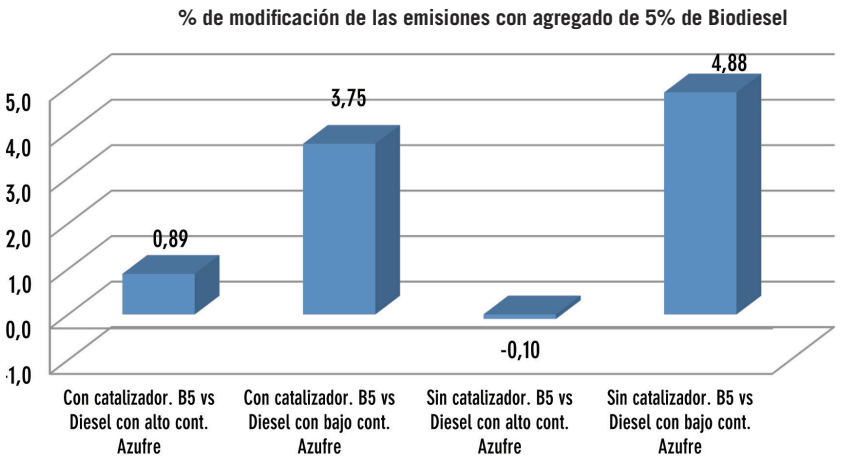
FUENTE: ADAPTADO DE VASSALLO ET AL. (2013)

FIGURA 4.1 Incidencia del Biodiesel (B5) en Emisiones de Partículas



FUENTE: ADAPTADO DE VASSALLO ET AL. (2013)

FIGURA 4.2 Incidencia del Biodiesel (B5) en Emisiones de NOx.



FUENTE: ADAPTADO DE VASSALLO ET AL. (2013)

FIGURA 4.3 Vehículos livianos EURO III y IV con el uso de diferentes combustibles y tecnologías

THC	CO	NOx	CO_2	PM	Tecnología
B5					
-1,7	-0,44	1,54	-0,67	-7,35	EURO III con cat.
-1,1	-3,54	2,05	-0,15	-2,1	EUROIII sin cat.
B10					
32,37	27,3	2,16	1,12	-9,37	EURO IV con cat.
B100					
-29,6	13,54	33,86	1,63	-11,87	EURO III con cat.

FUENTE: ADAPTADO DE VASSALLO ET AL. (2013)

REDUCCIÓN DE EMISIONES Y COMPOSICIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR

A efectos de estimar la incidencia del biodiesel en las emisiones totales causadas por el parque automotor, es necesario considerar el tamaño del parque, la edad y tipo de vehículos que lo componen, y el tipo de combustible que emplean.

Un informe reciente de la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC) y la firma Promotive estimó en 2014 una flota circulante total de 11.520.380 vehículos (con un incremento del 2,4 por ciento respecto del año anterior) (AFAC, 2014). Como resultado, Argentina se ubica en primer puesto en la región con más vehículos por habitante, ya que tiene 3,8 habitantes por unidad al cierre de 2014. La edad promedio del parque automotor total argentino es de 12,1 años. El informe reporta que el parque tiene "un carácter dual, con dos segmentos bien diferenciados por edad, con un parque moderno y otro antiguo". La flota circulante que incluye unidades de hasta 20 años de antigüedad, pasó de 8,8 millones en 2013 a 9,1 millones de vehículos en 2014", pero si se analiza el parque moderno con menos de 10 años, concentra el 54,5% de la flota vehicular circulante en el territorio nacional.

El informe consideró la composición del parque automotor por tipo de combustible, ubicación geográfica, marcas y segmento. Un 86,7% de los vehículos son automóviles, un 9,7% vehículos comerciales livianos y un 3,6% de pesados, incluyendo en este último segmento camiones y ómnibus. En lo que respecto al tipo de combustible, en los últimos años, hubo un crecimiento importante de conversiones a GNC, lo que hace que la flota actual llegue al 14% de vehículos que circulan a gas, 51% son exclusivamente a nafta y el 35% restante diesel.

Casi el 50% de la flota se encuentra concentrada en la Provincia de Buenos Aires y Ciudad Autónoma de Buenos Aires, secundado por Córdoba y Santa Fe que en conjunto suman 19,4 %.

FUENTE: AFAC (2014)

A modo de conclusión cualitativa, se propone tomar en cuenta en base a la información provista por el recuadro anterior, que el parque vehicular diesel ocupa más de un tercio del total y presumiblemente una alta proporción del mismo pertenece a vehículos con tecnología Euro III o anterior que emplea combustible con alto contenido de azufre. Desde esta perspectiva, cabe esperar que el corte B7-B10 que se ha aplicado en Argentina desde 2011 haya contribuido a reducir las emisiones de partículas, compuestos de azufre y de hidrocarburos totales, a la vez que posiblemente haya llevado a un leve incremento de las emisiones de óxidos de nitrógeno. A futuro, si se incorporan al parque una proporción creciente de vehículos Euro IV y Euro V deberán medirse específicamente los impactos en términos de cambio en emisiones de contaminantes al aire, diferentes de los GEI, ya que las estimaciones científicas disponibles sugieren una gran variabilidad de impactos según las condiciones específicas de uso del biodiesel en cortes B10-B20.

Bioetanol

No se dispone de datos sobre las emisiones al aire durante la fase de producción y uso del etanol. En contraste, existe información sobre las preocupaciones que despiertan las emisiones al aire generadas durante la fase agrícola de la producción de caña de azúcar debido a la práctica de "quema de caña" pre-y post-cosecha.

Biaggi y Valeiro (2014) analizan esta temática tomando en cuenta que los impactos ambientales de la actividad cañera puede convertirse en un obstáculo a su desarrollo futuro. Los autores vinculan la quema a un modo específico de producción de caña de azúcar (por parte de pequeños productores no integrados verticalmente que emplean métodos semi-mecanizados). Los autores destacan que en Tucumán (la principal provincia productora en términos de volumen) la producción se encuentra en manos de cañeros independientes (entre 4.500 y 5.500, según las fuentes) que entregan su producción a 15 ingenios, a diferencia de lo que

ocurre en Salta y Jujuy donde la producción azucarera se encuentra integrada verticalmente, con una participación preponderante de dos grandes ingenios en la producción de la materia prima y productos industriales. Los pequeños productores tucumanos se caracterizan por una gran variabilidad en sus niveles tecnológicos y su acceso a factores de producción.

En este contexto, Biaggi y Valeiro (2014) destacan que "[l] a quema del cañaveral y/o su rastrojo está ampliamente difundida en Argentina, al igual que en otros países productores de caña de azúcar. Los problemas ambientales, sanitarios y de infraestructura que provoca anualmente la quema en un territorio densamente poblado como es la provincia de Tucumán son cada vez más importantes. La combustión del material vegetal contamina la atmósfera con elevadas emisiones de gases y hollín, provoca diversos problemas de salud en la población, favorece las pérdidas de carbono y nitrógeno del suelo por volatilización y genera dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. También son habituales los daños en la infraestructura rural, eléctrica, etc. como consecuencia de incendios accidentales originados en las quemas de cañaverales. La quema de caña es un problema "visible" y sus externalidades negativas –aunque no cuantificadas- son conocidas por la sociedad en general. Este problema ha comenzado a ser explicitado por las instituciones locales desde hace 10 años, aproximadamente, en tanto que la promoción de propuestas tecnológicas al sector para evitar la quema es más reciente.

Es necesario diferenciar los dos tipos de quema que se realizan en la caña de azúcar: o la quema de la caña de azúcar durante la etapa de la cosecha (cosecha semimecanizada); y o la quema del rastrojo después de realizada la cosecha con maquinaria:

- Quema durante la etapa de cosecha: tiene como objetivo reemplazar el deshoje manual (pelado de la caña de azúcar). Se corta y despunta la caña, se separa y se quema. Las cañas quemadas – ya sin hojas-, son cargadas y llevadas al ingenio. A este proceso se lo llama cosecha semimecanizada porque el corte es manual, pero la carga es mecánica. La cosecha semimecanizada es habitual en las producciones familiares y de escala intermedia: aproximadamente el 85% de las explotaciones cañeras en Tucumán son de menos de 50 has. Las pequeñas explotaciones utilizan en general sólo esta manera de cosechar, y las de más de 50 has lo hacen en forma totalmente mecanizada (cosechadoras "integrales"), o utilizan los dos sistemas. Los productores sostienen que el 30% de la superficie total de la provincia solo es posible de ser cosechada con el sistema semi-mecanizado.

- Quema del cañaveral "en pie". De esta forma los tallos quedan libres de hojas y la cosecha –sea manual o mecánica- se facilita significativamente. Esta forma de quema está totalmente prohibida y los ingenios no pueden, por la ley vigente, recibir caña quemada antes de ser cortada. Además de ser contaminante para el ambiente, es una actividad muy peligrosa porque se generan llamas de más de tres metros de altura y se provoca un fuego prácticamente incontrolable. Los productores dicen que ellos no son responsables de este tipo de quema porque no les conviene cosechar caña quemada ya que "pierden rendimiento". Sin embargo, todos los años se producen numerosas quemas de cañaverales en pie y pese a las declaraciones parece poco probable que todas sean no intencionales.

- Quema de rastrojo después de la cosecha. Esta práctica es mucho más habitual, y se produce sobre todo en las explotaciones que utilizan cosechadoras integrales. En este caso, la maquinaria corta la mata, separa los tallos de las hojas con ventiladores y estas últimas quedan esparcidas sobre el suelo. La acumulación de las hojas sobre la superficie es lo que se llama rastrojo, una masa de materia vegetal que en las condiciones ambientales secas del invierno del norte argentino resulta altamente combustible. En algunas zonas, el rastrojo es dejado en la superficie porque protege de la pérdida de humedad; en otros casos, es picado e incorporado al suelo. Sin embargo, en parte de la provincia, se quema bajo el argumento que el rastrojo no cumple la función de preservar la humedad, y que es necesario quitarlo para permitir que aumente la temperatura y la recepción de insolación por parte del suelo para un adecuado rebrote y crecimiento. Otros deciden quemarlo frente al riesgo de expansión de fuegos vecinos que podrían quemar la caña después de que comience a brotar.

En el 2005, el Gobierno de la Provincia de Tucumán sancionó una disposición legal que prohíbe la quema de caña, rastrojos y otra materia vegetal. Se trata del artículo 38 de la Ley Provincial de Medio Ambiente (Nº 6.253) que establece: "se prohíbe la quema de vegetación enraizada, arraigada, aclimatada o seca para evitar la degradación de los suelos, la atmósfera, los daños a la salud de la población y el desequilibrio del ecosistema".

Su aplicación ha tardado en hacerse efectiva para reducir esta práctica. La ley considera la situación particular de los productores/as de menos de 50 has que no tienen una tecnología adecuada para evitar esta práctica, pero no se ha logrado implementar los mecanismos de control para la implementación de esta excepción: no existe un registro para los mismos y tampoco se han puesto en marcha otras acciones de promoción y fomento previstas por la ley.

De todos modos, en las entrevistas realizadas en Tucumán en septiembre de 2014 se mencionó que la práctica

de quema se ha reducido considerablemente y está prácticamente eliminada.

Esto parece ser producto de iniciativas multisectoriales. La Secretaria de Medio Ambiente de la Provincia de Tucumán ha creado un sistema de certificación de cosecha de caña de azúcar sin uso de fuego. El programa ha sido elaborado en el marco de la Mesa de Gestión Ambiental de Cruz Alta coordinada por la Estación Experimental Agropecuaria Famaillá del INTA, con la participación de distintos organismos públicos y privados comprometidos con la erradicación de la quema en Tucumán: Secretaría de Estado de Medio Ambiente, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), SIPROSA, Sub Secretaría de Asuntos Agrarios y Alimentos, Dirección de Defensa Civil, Dirección de Fiscalización Ambiental, Grupo CREA Cañaverales de Tucumán, Asociación de Bomberos Voluntarios de Las Talitas, Sociedad Rural de Tucumán, Asociación Cañeros Unidos, Fundación Pro - Yungas, Cooperativa de Trabajo Agropecuario La Merced, Transener S.A., Pluspetrol S.A. y productores cañeros. Los productores que adhieren voluntariamente al Sistema deben certificar el Protocolo Local GAP el cual comprende diversas medidas de prevención de incendios tales como el manejo de rastrojo post cosecha, limpieza de callejones, capacitación del personal de cosecha, entre otras. El programa incluye auditorías a cargo de entidades certificadoras habilitadas.

En vista de que se trata de una práctica en proceso de eliminación, parece necesario evaluar el impacto social de dicha práctica si persiste y los beneficios de su eliminación.

Para el año 2015 la Secretaría de Medio Ambiente de Tucumán y otras organizaciones han previsto actividades especificas para la prevención de la quema de caña durante la zafra, incluyendo varias orientadas a la capacitación, prevención y al combate de fuego (en conjunto con Defensa Civil). Las autoridades destacan el avance de la implementación del Programa de Certificación del Protocolo Local GAP, y campañas de control de quema con aplicación de multa a los infractores. No se dispone de información sobre el número de productores que han certificado en los diferentes años. Sería interesante monitorear dicho número y crear estadísticas sobre la adopción de estas buenas prácticas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

La escasa información disponible solo ha permitido una evaluación cualitativa del indicador 4. En particular, solo se ha podido considerar parcialmente las emisiones durante la fase de uso de biodiesel y las emisiones de la producción agrícola de caña de azúcar para etanol.

En cuanto a las emisiones del biodiesel se estima en función de los resultados de la literatura internacional y las mediciones locales que el corte realizado desde 2011 en Argentina -el cual se ha ubicado en el rango B5-B10- ha contribuido a reducir las emisiones (totales) de partículas, las emisiones de óxidos de azufre y las emisiones de hidrocarburos totales, si bien la información disponible no permite una cuantificación de dicha reducción. También cabe esperar que hayan incrementado levemente las emisiones de óxidos de nitrógeno.

En cuanto a las emisiones asociadas a la quema de la caña, la información obtenida en entrevistas y a través de publicaciones periodísticas sugiere que el problema tiene un creciente grado de control y que se está avanzando hacia su erradicación a través de la aplicación de la ley que prohíbe la quema de la caña y de la iniciativa de certificación. Sin embargo, parece prematuro hablar de su eliminación.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 4 en Argentina

Se trata de un aspecto clave para el aporte de los biocombustibles a la sostenibilidad del transporte. Por ello se recomienda profundizar y regularizar las mediciones y estimar el efecto agregado sobre emisiones totales (de partículas, óxidos de nitrógeno, compuestos volátiles orgánicos, hidrocarburos y sulfuros y óxidos de azufre) resultantes del reemplazo de biodiesel por gasoil y de etanol en naftas en el corte local considerando las características (combustible, tipo de vehículo y tecnología vehicular) del parque nacional.

Ciertamente, el parque automotor (básicamente vehículos de transporte de cargas y pasajeros) se compone mayormente de vehículos a gasoil, pero la mayor parte del parque automotor (automóviles livianos) funciona a nafta o GNC. Desde esta perspectiva resulta preocupante que todavía no se disponga de mediciones sobre el efecto del corte de naftas con etanol.

También se recomienda:

- Hacer un seguimiento y documentar la importancia de los episodios de quema de caña de azúcar durante la zafra (y su localización) así como incluir análisis sobre los efectos que tiene para la salud de la población circundante y los propios productores cañeros.
- Crear estadísticas de la adopción de buenas prácticas para evitar la quema de la caña y sobre el número de productores que participan en el sistema de certificación de producción libre de quema.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

Sería interesante incorporar una lista de emisiones asociadas a la producción de bioenergía y también una serie de recomendaciones acerca de cómo medir y reportar los cambios en emisiones vehiculares tomando en cuenta las características del parque vehicular de modo de facilitar la me-

dición y comparación. Los resultados son muy variables no sólo según el tipo de combustible considerado y la mezcla sino también de los métodos de medición y el tipo de vehículo y equipamiento considerados (ej. vehículo liviano o pesado/presencia o no de catalizador), elevando considerablemente la dispersión y confiabilidad de los resultados. Sería interesante lograr un consenso entre expertos de diferentes países que han evaluado el indicador 4 acerca de las mejores condiciones técnicas y tecnologías vehiculares de referencia para las pruebas y mediciones de modo de limitar el rango de variabilidad posible.

REFERENCIAS

AFAC (2014). Flota Vehicular Circulante en Argentina. Asociación de Fabricas de Componentes, marzo 2014, mimeo. Disponible en http://www.automotrix.com.ar/adjuntos/Env%C3%ADos/Circulares/INFORME_PARQUE_AUTOMOTOR_2014.pdf

Biaggi, C. y A. Valeiro (2014). Problemas ambientales, oportunidades de desarrollo territorial. Estación Experimental Agropecuaria Famaillá, INTA.

Hilbert, J.A. (2005). Empleo de los biocombustibles en motores diesel. mimeo, Instituto de Ingeniería Rural, INTA. Disponible en www.biodiesel.com

Rodriguez, G. y M. Ribeiro (s/f). Estudio comparado entre el combustible Diesel y Biodiesel. UPT en Biodiesel, Programa de extensión, INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), Argentina

Vassallo, J., H. Asprea y O. Oficialdeguy (2013). Biodiesel: Análisis Comparativo de las Emisiones de Vehículos Livianos diesel bajo Directivas Europeas 70/220/CEE y Posteriores. Revista AIDIS, Buenos Aires.

INDICADOR 5.

USO Y EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA

DEFINICIÓN

Indicador de uso de agua:

5.1. Agua extraída de cuencas hidrológicas determinadas a nivel nacional para la producción y procesamiento de materias primas para bioenergía, expresada como:

5.1.1. Porcentaje de recursos hídricos renovables reales totales

5.1.2. Porcentaje de las extracciones de agua anuales totales, desagregadas en fuentes de agua renovables y no renovables.

Indicador de eficiencia:

5. 2. Volumen de agua extraído de cuencas hidrológicas determinadas a nivel nacional, usado para la producción y el procesamiento de materias primas para bioenergía por unidad de bioenergía producida, desagregado en fuentes de agua renovables y no renovables

UNIDADES DE MEDIDA

5.1 %; 5.2 m3/GJ, m3/ha o m3/ton en la fase agrícola/industrial

MEDICIÓN DEL INDICADOR 5 EN ARGENTINA

En función de la disponibilidad de recursos hídricos totales de Argentina y la falta de datos a nivel de cuencas, se consideró de mayor relevancia medir el indicador 5.2 de eficiencia en el uso del agua (consumo de agua por tonelada de producto obtenido). El análisis del indicador se presenta de forma desagregada para cada una de las fases de producción del biocombustible: producción de materias primas y procesamiento.

Siguiendo la recomendación metodológica de GBEP no se considera el uso de agua de lluvia en el riego. Este factor tendría poco impacto en la recarga de los acuíferos y disponibilidad del recurso.

En la estimación del indicador se utilizaron bases de datos internacionales sobre agua (Aquastat FAO); trabajos de relevamiento y encuestas de organismos nacionales, datos provistos por proveedores de tecnología y entrevistas con expertos (S.Carballo-INTA).

Respecto al etanol de caña, el equipo de trabajo realizó una misión a la provincia de Tucumán para entrevistar a expertos de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Resultó escasa la disponibilidad de información sobre la situación de la producción en las provincias de Salta y Jujuy.

RESULTADOS

Biodiesel de aceite de soja

Materia prima: Las fuentes consultadas confirmaron que en general la producción de soja se realiza en condiciones de

secano. Las estimaciones de consumo de agua por el cultivo de soja se encuentran en el orden de 380-800mm para el ciclo completo según diversas fuentes y según año y región. Solo la producción de soja por semilleros emplea riego (2% del total), por lo que no se considera la etapa agrícola en el uso de agua.

Procesamiento: el uso industrial de agua para procesar materias primas (soja) y aceite es 1,028-1,800 m^3 por tonelada de biodiesel producido. Según una encuesta del INTA (Donato y Huerga, 2009): se emplea 1,2 m^3 de agua por ton de aceite obtenido, más 0,6 m^3 de agua para el procesamiento de aceite para la obtención de biodiesel. Según la información relevada de proveedores de tecnología para producir biodiesel a pequeña escala (50.000 ton/año), el uso de agua es de 1,028 m^3/ton biodiesel (estos datos también fueron validados en entrevistas y consultas).

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de agua para el proceso industrial de acuerdo a la producción de biodiesel en el año pico (2012). Para dicho año se estimó un consumo industrial de agua en el orden de 2,5-4,4 millones de m^3.

TABLA 5.1 Uso de Agua en proceso industrial de biodiesel

	Estimación máxima		Estimación mínima	
Uso ind.agua	m^3/ton	m^3	m^3/ton	m^3
2008	1,800	1.281.718,8	1,028	732.003,8
2009	1,800	2.122.470,0	1,028	1.212.166,2
2010	1,800	3.266.823,6	1,028	1.865.719,3
2011	1,800	4.368.025,8	1,028	2.494.628,1
2012	1,800	4.419.248,4	1,028	2.523.881,9
2013	1,800	3.594.727,8	1,028	2.052.989,0

Para referencia: Recursos Hídricos Renovables Totales en Argentina: 876,2 km3/año (FUENTE AQUASTAT) km^3 = mil millones m^3

Etanol de caña de azúcar

Fase agrícola: la caña de azúcar es un cultivo con elevados requerimientos hídricos, y las fluctuaciones en la disponibilidad hídrica durante el ciclo del cultivo pueden limitar la producción, enfatizando en esos casos la importancia del riego.

Según las fuentes consultadas, en la provincia de Tucumán el cultivo del cañaveral se da en secano (con 1000/1200 mm de lluvia por año en promedio), el riego es poco frecuente y en la provincia se prioriza el uso municipal e industrial del agua.

La cantidad de hectáreas bajo riego en Tucumán varía de un año a otro dependiendo de las características pluviométricas y la disponibilidad del recurso. Es casi nula la infraestructura existente para riego, y cuando ocurre, el método utilizado es generalmente por surco. Teniendo en cuenta la importancia marginal del riego en el cultivo de la caña en Tucumán, donde se cultiva el 70% de las hectáreas implantadas con caña en el país, no resulta relevante considerar la etapa agrícola en el uso de agua.

Distinto es el caso de las provincias de Jujuy y Salta, con un clima más cálido y menores precipitaciones, donde la caña se cultiva bajo riego (19% y 9% respectivamente de las hectáreas implantadas en el país). Sin embargo, no se dispone de datos sobre uso de agua para riego en estas provincias.

Fase industrial: de acuerdo al relevamiento realizado para la provincia de Tucumán (donde se elabora alrededor del 50% del alcohol del país), en el procesamiento de la materia prima para elaboración de etanol se realizan dos clases de usos de agua:

Proceso: para dilución de mieles y pie de cubas. En esta etapa se emplean en promedio 15-16 m^3 por tonelada de etanol. Esta agua en general no se reutiliza (aunque depende del proceso de producción específico).

Servicios auxiliares: agua para enfriamiento. En esta etapa se utilizan en el orden de 120 m^3 por tonelada de etanol. Esta cifra representa un valor de máxima, ya que según la tecnología empleada puede recircularse en buena medida.

Los expertos citan ejemplos de casos en Tucumán donde las empresas que han realizado esfuerzos en esta materia han logrado importantes mejoras de eficiencia: por ej., reduciendo el uso de agua hasta 2,5 - 5 m^3 por tonelada de etanol.

No se dispone de datos sobre uso de agua en la fase industrial de producción de etanol en las provincias de Salta y Jujuy.

Dado su carácter disperso e incompleto resulta poco confiable agregar los resultados de consumo de agua en las diferentes fases de la producción de biocombustibles.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

Sólo se ha podido obtener un rango de valores muy preliminares y estimativos relativos al uso de agua industrial en la producción de biodiesel y etanol. Para el caso del biodiesel, el consumo de agua fue estimado en un rango de 1,028-1,800 m^3/ton. En el caso del etanol, la estimación de mínima[14] es de 17,5 m^3 por tonelada de etanol, pero este valor puede aumentar considerablemente si no se dispone de tecnologías para recirculación del agua de enfriamiento. De todos modos, las estimaciones presentadas en el indicador 6 sugieren que el efluente líquido de la produc-

14. Sin considerar el consumo de agua en la producción de azúcar.

ción industrial de etanol (vinaza) -que sería una cantidad mínima a reponer para continuar con el proceso- es de 16 m^3 por tonelada de etanol. Este valor está en línea con la estimación de mínima arriba indicada.

Cabe notar que, de acuerdo a las opiniones de expertos recabadas durante el trabajo de campo, se verifica gran variabilidad de situaciones industriales en relación al uso de agua de acuerdo al lugar de implantación, organización del proceso productivo y tecnología de producción. Resulta importante monitorear el indicador a escala individual (estudio de caso) para obtener un panorama más completo no sólo del consumo total de agua en la fase industrial sino también de las fases productivas y procesos más relevantes de monitorear. Lamentablemente, Argentina no realiza cuentas del agua (existe la percepción de que existe gran abundancia de este recurso, lo cual puede ser cierto a nivel de disponibilidad total nacional, pero en términos de su disponibilidad efectiva regional esto no es tan así, ya que un 70% del territorio del país tiene carencia de este recurso mientras que el 30% restante tiene excedente). La falta de estadísticas públicas regulares sobre uso del agua redunda en una escasa disponibilidad de información sobre consumos sectoriales o individuales de las empresas. La información relativa a la tecnología empleada en las plantas es considerada sensible y por ello es difícil acceder a datos sobre uso industrial de agua cuando se realizan entrevistas a empresas.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 5 en Argentina

El uso de agua para la obtención de materias primas depende del cultivo, región y manejo del suelo. En Argentina existe una amplia variabilidad regional en materia de disponibilidad de agua, sin embargo en la mayor parte del área con cultivos empleados como materias primas para biocombustibles no se utiliza riego. En las regiones con uso de riego, específicamente Salta y Jujuy para el cultivo de la caña de azúcar, no se ha accedido a datos sobre uso de agua con este fin específico.

Desde el punto de vista del consumo industrial, sería importante monitorear regularmente el uso de agua en diferentes sectores productores y en diferentes regiones para poder elaborar parámetros de referencia y comparar obteniendo mediciones de mejoras a lo largo del tiempo.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

Las medidas propuestas para evaluar el indicador son muy intensivas en información, a la cual resulta difícil de acceder. Se recomienda proponer y avanzar conjuntamente con los expertos de países participantes que ya han evaluado los indicadores GBEP en la identificación de indicadores más simples de medir, por ejemplo un indicador de eficiencia en el uso del agua por planta por unidad de producto (ej. m^3 por ton) a escala de planta a efectos de obtener estimaciones comparables con *benchmarks* internacionales.

REFERENCIAS

AQUASTAT: Sistema de Información global sobre el agua, FAO. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm

Saulino, F. (2011). Implicaciones del desarrollo de los biocombustibles para la gestión y el aprovechamiento del agua. Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Donato, L. y I. Huerga (2009). Balance Energético de la Producción de Biodiesel a Partir de Soja en la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Gobierno de la Prov. Tucumán: Censo Cañero Provincial 2011. Gobierno de la Provincia De Tucumán, Ministerio de Coordinación, Dirección Provincial de Estadística y Secretaria de Agricultura de la Nación.

Figueroa, R., E. Romero y G. Fadda (2009). El Riego de la Caña de Azúcar. Manual del Cañero, Eduardo Romero, Patricia Digonzelli y Jorge Scandaliaris (eds.), LasTalitas, Tucumán, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

INDICADOR 6.

CALIDAD DEL AGUA

DEFINICIÓN

Contaminantes vertidos en cuerpos de agua atribuibles al uso de fertilizantes y pesticidas, y efluentes de la producción industrial de biocombustibles.

UNIDADES DE MEDIDA

m^3/ha/año, ton/ha/año, m^3/año o ton/año

MEDICIÓN DEL INDICADOR 6 EN ARGENTINA

La falta de información ha impedido la estimación cuantitativa completa del indicador tal como lo requiere la metodología GBEP.

La evaluación del indicador en el caso argentino ha sido cualitativa y parcialmente cuantitativa. Para ello se revisó la literatura y la evidencia periodística disponible a fin de identificar los principales contaminantes vertidos en cuerpos de agua como resultado de la producción de biocombustibles. En el caso de Argentina se han identificado por su importancia dos tipos de efectos de la producción de biocombustibles sobre los efluentes líquidos: los efluentes líquidos de la producción de etanol (vinaza) y en el caso del biodiesel, el escurrimiento de glifosato (empleado para fumigar cultivares de soja) a los cursos de agua.

RESULTADOS

Bioetanol

Según datos de la Estación Experimental Obispo Colombres de Tucumán, cada tonelada de caña molida permite obtener 12 litros de alcohol y da lugar a la producción de 130 litros de vinaza (efluente líquido). La proporción efluente/producción en volumen es importante: por cada litro de alcohol producido, se generan 10-15 litros de vinaza. De acuerdo a lo reportado en la literatura especializada local y regional (Saulino, 2011; EEAOC, 2011; Perera, 2009) en Tucumán se generan aproximadamente, en promedio, 13 litros de vinaza por cada litro de alcohol producido. Saulino (2011) cita a Perera (2009) indicando que una destilería que produce 100 metros cúbicos de alcohol por día genera como efluente 1.300 metros cúbicos de vinaza (nuevamente, resultando en un factor de 13 litros de vinaza por litro de etanol) (Perera, 2009). A diferencia de lo que ocurre en el Brasil, los suelos tucumanos son muy ricos en potasio por lo que la vinaza no suele utilizarse (reutilizarse) para la ferti-irrigación (EEAOC, 2011). “

A partir de este factor de emisión, Saulino (2011) estimó que -suponiendo una producción de 200.000 litros anuales de etanol, se vierten 2,6 millones de metros cúbicos de vinaza sobre el sistema hidrológico argentino, de los cuales más de 1,7 millones son recibidos por la cuenca del río Salí, generando serios impactos en la calidad del agua. De acuerdo a las últimas estadísticas disponibles en el SIIA, en 2014 se produjeron unos 310.000 litros de etanol de caña de azúcar, lo cual estaría incrementando la generación y descarga total de vinaza al sistema hidrológico a un total de 4,03 millones de litros.

En particular, la vinaza descargada (que contiene altos niveles de carga orgánica y alta concentración en sales) en los ríos genera un importante problema por su alta demanda biológica de oxígeno. En el caso de la provincia de Tucumán, la evidencia periodística y legal de los últimos 6 años da cuenta de fenómenos de mortandad de peces en la cuenca Salí-Dulce durante el período de zafra que se genera al menos una vez por año (en 2011 se experimentaron 3 episodios masivos), debido a la falta de oxígeno en el curso de agua, que se produce en el dique Frontal de Santiago del Estero. El Dique Frontal recibe aguas del río Salí proveniente de Tucumán (el cual recibe las descargas de todos los ingenios azucareros de la provincia). El río nace como Río Grande en Salta y continúa por áreas montañosas en Catamarca y luego atraviesa Tucumán con el nombre de Salí y para continuar su curso a través de Santiago del Estero (donde se abre en dos brazos, el más caudaloso recibe el nombre de Rio Dulce) y finalmente desemboca, luego de alimentar numerosos humedales, en la laguna de Mar Chiquita, en Córdoba. Al ingresar a Santiago del Estero, el río Salí alimenta el lago del dique El Frontal (compartido por Tucumán y Santiago del Estero). Es en este punto es donde se verifican año a año episodios de mortandad de peces, afectando la salubridad y la vida en el cuerpo de agua, así como las actividades turísticas en Termas de Rio Hondo, ciudad turística radicada a orillas del lago.

La recurrencia y magnitud de estos episodios dio lugar en 2011 a la denuncia y la presentación de cuatro amparos por parte del Defensor del Pueblo de Santiago del Estero y del Fiscal de Estado de Santiago del Estero ante la Justicia provincial (por delito ambiental), la cual fue puesta en manos de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (y ratificada su jurisdicción).

Luego de dichas demandas contra los ingenios azucareros se han iniciado numerosas acciones de control y de política con intervención de los gobiernos de las dos provincias y con participación de la autoridad nacional (la SAyDS). Las iniciativas incluyen un plan de reconversión industrial con financiamiento del Banco Nación para los ingenios (cuya aplicación se venía dilatando pese a su anuncio en 2008). Adicionalmente, en 2012-2013 se implementó el plan Vinaza cero y Ceniza cero destinados a eliminar la llegada de vinaza y cenizas derivadas de la limpieza de filtros de calderas de ingenios azucareros a los cuerpos de agua.

En este marco se implementaron varias medidas:

1) Un acuerdo con los ingenios azucareros para realizar inversiones (parcialmente financiadas por el crédito antes mencionado) de modo de canalizar y tratar adecuadamente los efluentes de vinaza.

2) La realización de controles periódicos por parte conjunta de las autoridades de Tucumán y Santiago del Estero.

3) La realización de varias clausuras preventivas, la aplicación de multas y la creación de un comité de seguimiento y gestión de la cuenca, radicado en Santiago del Estero.

Lamentablemente los episodios de mortandad de peces han continuado durante 2012, 2013 y 2014. Pero diversos documentos y fuentes periodísticas coinciden en destacar que desde el involucramiento de la Corte Suprema, los controles se han intensificado y se están evitando los vuelcos indiscriminados y directos de vinaza a los cursos de agua. Durante 2013-2014 se buscó eliminar el uso de tanques por parte de los ingenios ya que estaban en situación de desborde y con lluvias podrían llevar los efluentes acumulados directamente a los cursos de agua.

Se espera que el monitoreo y control y el compromiso de los ingenios para controlar este serio impacto ambiental continúen intensificándose y permitan reducir este impacto negativo de la producción de etanol sobre los cursos de agua y la salud de los seres vivos de la cuenca.

Biodiesel

En el caso del biodiesel, se destaca el problema de los agroquímicos y su escurrimiento hasta los cursos de agua, espe-

cialmente en el caso de glifosato (empleado en tándem junto con las semillas de soja transgénica que se emplea casi para la totalidad de la producción de soja del país).

Este herbicida de amplio espectro es considerado inocuo por diversas asociaciones técnicas y productores quienes suponen un manejo y aplicación responsable pero, en realidad, su verdadero impacto para la salud está siendo reevaluado y se han manifestado preocupaciones crecientes por parte de organismos internacionales. La Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer (IARC) que provee de información para la fijación de normativas de control sobre cancerígenos por parte de la Organización Mundial de la Salud anunció en marzo de 2015 -luego de una investigación de un año- que el glifosato es "probablemente cancerígeno para los humanos" en base a "evidencia convincente" a partir de pruebas de laboratorio con animales y "evidencia limitada" sobre efectos similares en trabajadores agrícolas (Guyton et al., 2015). La agencia ambiental de EEUU (EPA) ha iniciado una revisión amplia para cubrir todos los efectos del glifosato para la salud humana (actualmente en curso), luego de la cual determinará si modifica o no su declaración de 1991 donde estableció que el glifosato era inocuo para la salud.

El grado de inocuidad tiene también relación con las dosis y las condiciones de aplicación. Si el herbicida es aplicado de modo seguro en dosis seguras posiblemente tenga un riesgo limitado. Pero a nivel local, el principal problema se origina por la falta de controles en relación a la cantidad aplicada y las condiciones de aplicación de glifosato a los cultivos de soja. La preocupación radica en su aplicación, realizada en grandes extensiones a través de sistemas aéreos de fumigación (con aviones) cuya actividad y aplicaciones en gran escala ocurren a veces con escaso control y confiabilidad y afectan a las poblaciones rurales e incluso escuelas [15]. Dicha falta de control, de medidas de seguridad (incluso para los aplicadores) y la falta de toma de responsabilidad por parte de los prestadores del servicio de fumigación estaría afectando la salud de las poblaciones rurales aledañas y también la calidad de los cursos de agua. Los expertos también destacan que se conoce poco acerca de cómo se concentran los restos de agroquímicos en el ambiente y en el cuerpo humano. Un estudio publicado por investigadores del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata encontró que los agrotóxicos se evaporan y luego vuelven a la tierra con las lluvias (Alonso et al., 2014). En dicho estudio, el glifosato fue el herbicida más encontrado en el agua de lluvia de zonas periurbanas de la Región Pampeana (con 90% de resultados positivos) y con una media y máxima de concentraciones respectivamente de 6,4 µg/l y de 67,3 µg/l. Las provincias con mayores concentraciones fueron (por orden decreciente de importancia) Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires y Entre Ríos. Los investigadores consideran que las sustancias producidas por la química de síntesis pueden combinarse y sinergizarse por lo cual sustancias que en su formulación original era inocua al combinarse pueden resultar tóxicas y demandando mayores controles y estudios al respecto. "Su presencia en el período de gestación, o en un niño en crecimiento, o en un adolescente en desarrollo genera efectos dispares. Lo mismo en un anciano o en una persona mal nutrida. Una persona expuesta a agrotóxicos de modo cotidiano, es más proclive a enfermar", advirtieron los integrantes del equipo CIMA.

Un estudio encargado por el gobierno al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (2009) encontró "en base a la información relevada a la fecha del presente estudio que bajo condiciones de uso responsable (entendiendo por ello la aplicación de dosis recomendadas y de acuerdo con buenas prácticas agrícolas) el glifosato y sus formulados implicarían un bajo riesgo para la salud humana o el ambiente. Ello sin perjuicio de la necesaria ejecución sostenida en el tiempo de controles sistemáticos sobre los niveles residuales del herbicida y los compuestos de degradación en alimentos, en la biota, en el ambiente y en la población expuesta, así como de estudios exhaustivos de laboratorio y de campo, que involucren a los formulados conteniendo glifosato y también su(s) interacción(es) con otros agroquímicos, bajo las condiciones actuales de uso en Argentina."

Lamentablemente las condiciones indicadas en la última frase parecen no verificarse en el caso argentino.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

La información disponible destaca dos problemas asociados a la contaminación de aguas con riesgos para la salud de la población y la vida en cuerpos de agua que tienen gran relevancia social y ambiental. Se trata del escurrimiento de glifosato en producción de soja hacia cursos de agua y la

15. En función de la acumulación de evidencia de escuelas cercanas a zonas agrícolas que son fumigadas 3 o 4 veces al año en varias provincias (se reportan numerosos casos en Entre Ríos, Santa Fé, Córdoba, y Chaco) haciendo caso omiso de leyes provinciales que regulan el uso de agroquímicos y por ende no respetando las dosis máximas ni las distancias mínimas que deben mediar entre la zona fumigada y las escuelas y centros urbanos, el Defensor del Pueblo de la Nación mediante Resolución 147 de 2010 ha recomendado al Secretario de Agricultura que revise la clasificación del glifosato para dar cuenta de su verdadera peligrosidad en función de los impactos que hoy ya tiene sobre la población. También recomienda modificar la clasificación toxicológica de los agroquímicos de modo de cubrir todos los daños que se pudieran ocasionar (letal-subletal-agudo-crónico), y que hasta que se decida su reclasificación se los identifique con banda roja y se los indique como "sumamente peligrosos, muy tóxicos". Sin embargo la recomendación no fue escuchada y el glifosato se sigue vendiendo como Clase IV (inocuo).

contaminación del agua de lluvia con glifosato y efluentes líquidos de vinaza en la producción de alcohol (la estimación total para la industria de etanol de caña de azúcar -de acuerdo a los niveles actuales de producción- es que se generan 4.030 m3 de vinaza por año, buena parte de los cuales llega a los cursos de agua). Lamentablemente no se dispone de datos para cuantificar exactamente cuanto llega a los cursos de agua en cada región y sería necesario un relevamiento más exhaustivo por parte de organismos técnicos (SAyDS, INTA, organismos especializados sobre sector cañero como la EEAOC) para darle un adecuado seguimiento a estos dos problemas.

Cabe notar que los dos problemas señalados no tienen igual relación directa con la producción de biocombustibles.

Por un lado, mientras que el uso de glifosato y su escurrimiento plantea un problema ambiental más general derivado o asociado a la producción de soja (independientemente del producto final obtenido: harinas, aceites o biodiesel) y otros cultivos agrícolas.

Por otro lado, la vinaza es un subproducto directamente obtenido (si bien no deseado) de la producción de alcohol/etanol.

Es por ello que, en aras de la producción sustentable de biocombustibles en Argentina, parece necesario iniciar un monitoreo cuidadoso y regular de estas cuestiones en búsqueda de una producción sustentable (cabe notar que el glifosato también se aplica en cultivos de maíz que proveen materia prima para producir etanol).

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 6 en Argentina

Como se mencionó en la discusión del Indicador 5, se requiere de mayores esfuerzos específicos para generar información y monitorear el impacto de la producción de bioenergía sobre el uso de agua, la generación de efluentes líquidos y su carga contaminante. Ambos casos relevados aquí dan cuenta de fenómenos de contaminación difusa que resulta difícil de regular y que ocurre e impacta a veces lejos del lugar donde se produce o consume el producto.

Es necesario vincular más estrechamente las producciones agropecuarias e industriales en los impactos sobre la calidad del agua y la vida en cuerpos de agua.

Este indicador se considera muy relevante para la sostenibilidad de los biocombustibles en Argentina. Si bien no es requerida su medición en sistemas de certificación internacionales (que pueden establecerse como requisito para exportar) revisten una gran importancia para la sostenibilidad local de la producción de biocombustibles en Argentina.

Recomendaciones para futuras revisiones de GBEP

Sería interesante, a partir de la primera ronda de mediciones piloto de los indicadores GBEP identificar temáticas de contaminación de agua vinculadas a diferentes formas de bioenergía para contribuir a su monitoreo y tratamiento local. Esto puede contribuir también a generar y difundir buenas prácticas de gestión de efluentes (ej. gestión y reciclado de vinaza) o de políticas públicas y buenas prácticas de seguridad para la gestión de plaguicidas. Es importante brindar información y capacitar para evitar accidentes y aparentemente queda mucho por hacer en esta materia en Argentina.

REFERENCIAS

Alonso, L., A Ronco y D. Marino (2014). Niveles de glifosato y atrazina en agua de lluvia de la región pampeana. Artículo presentado en el V° Congreso Argentino de SETAC (Sociedad de Toxicología y Química Ambiental), Neuquén Argentina.

EEAOC (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres) (2011). Biocombustibles en la Argentina y Tucumán, cifras de la industria en el período 2009-2011. Reporte Agroindustrial. Estadísticas y Márgenes de Cultivos Tucumanos, Las Talitas, Tucumán.

Guyton, K., D. Loomis, Y. Grosse, F.El Ghissassi, L. Benbrahim-Tallaa, N. Guha, C. Scoccianti, H. Mattock y K. Straif (2015). Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. The Lancet Oncology, 16(5): 490-491.

Perera, J.G. (2009). Concentración y Combustión de Vinazas. Ministerio de Gobierno y Justicia de la Provincia de Tucumán, Secretaría de Estado de Gobierno y Justicia, Subsecretaría de Asuntos Técnicos.

Saulino, F. (2011). Implicaciones del desarrollo de los biocombustibles para la gestión y el aprovechamiento del agua. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

INDICADOR 7.

DIVERSIDAD BIOLÓGICA

DEFINICIÓN

(7.1) Áreas de alta biodiversidad o ecosistemas críticos convertidos a la producción de biocombustibles en valor absoluto y porcentaje del área total
(7.2) Área utilizada para la producción de biocombustibles donde se cultivan especies invasivas
(7.2) Área utilizada para la producción de biocombustibles donde se aplican métodos de conservación reconocidos nacionalmente.

UNIDADES DE MEDIDA

m^3/ha/año, ton/ha/año, m3/año o ton/año

MEDICIÓN DEL INDICADOR 7 EN ARGENTINA

Diversos estudios sugieren que durante las últimas dos décadas se ha producido una importante pérdida y fragmentación de ecosistemas en las regiones chaqueña, de yungas, y espinal en el norte argentino causando como resultado una pérdida de biodiversidad y afectando la provisión de servicios ecosistémicos (Viglizzo et al., 2010; Pincén et al., 2010). Por lo tanto se considera relevante el indicador (7.1). Sin embargo, cabe notar que es difícil o imposible asociar la pérdida de ecosistemas a un producto o sector específico por las múltiples presiones que generan simultáneamente el corrimiento de la frontera agropecuaria (biocombustibles, agricultura, ganadería) y cambios en los usos del suelo, además de tener en cuenta los múltiples productos obtenidos a partir de algunos cultivos clave (como soja y caña de azúcar). Por ende, no existe información ni método confiable para evaluar el indicador (7.1) tal como lo propone la metodología GBEP. En contraste, se recopila y ofrece la información disponible en relación a la pérdida de áreas críticas por biodiversidad y a los esfuerzos de protección y control realizados dado que se trata de una temática de gran interés y relevancia en el caso argentino.

En función de lo anterior, se considera muy importante la generación de información específica y el seguimiento futuro de este indicador (en especial en relación a 7.1 y a 7.3). Este último indicador, resulta en una nueva visión sobre el tema y resulta necesario un trabajo previo de generación de información para identificar buenas prácticas de conservación y monitorear de un modo más detallado la conversión de ecosistemas naturales para la producción agrícola ya sea con fines alimenticios y/o energéticos y la producción ganadera, habida cuenta que es difícil asociar unívocamente la conversión de tierras a un uso específico (tal como se indica en la discusión de los indicadores 1 y 8). Asimismo, sería deseable considerar tanto la reducción de áreas forestales y ecosistemas así como la fragmentación de ambientes naturales (procesos en los cuales la pérdida de biodiversidad es el efecto último) (Viglizzo y Jobbagy, 2010).

Por otro lado, cabe notar que la pérdida de biodiversidad es un aspecto clave que recibe creciente atención en el marco del surgimiento de diversos sistemas de certificación de sostenibilidad de la agricultura y de la producción de materias primas para obtener biocombustibles (ej. palma, soja, etc.) y por ello, el desarrollo de indicadores (por ejemplo, de buenas prácticas de conservación y ordenamiento) y su monitoreo resulta de gran interés en Argentina tanto desde la perspectiva de la agenda de conservación como la orientada a la producción agro-ganadera sustentable.

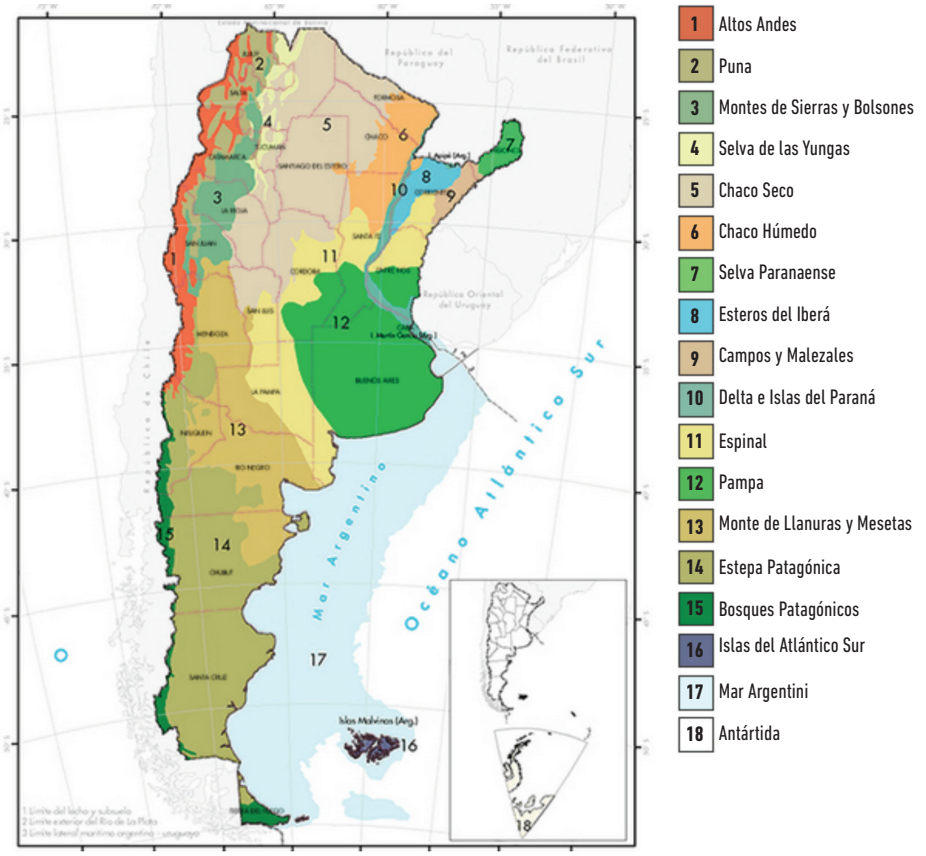
RESULTADOS

Contexto

Argentina ratificó el Convenio de Diversidad Biológica de 1992 (lo cual fue avalado por el Congreso Nacional mediante la Ley N° 24.375 de 1994), elaboró su Estrategia Nacional de Biodiversidad (SAyDS, 2003). Asimismo, el país realiza los reportes regulares en el marco de dicho convenio. El cuarto informe nacional a la CBD fue presentado en 2010 (SAyDS, 2010). Argentina fue un país pionero en la creación de áreas protegidas (que datan de los años 1930), contando actualmente con 4,2 millones de ha protegidas en el sistema nacional de áreas protegidas. Adicionalmente, el país es muy activo en el desarrollo de iniciativas de aprovechamiento sustentable en el marco del CBD y de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) aprobada en 1973 y ratificada por ley (Ley N° 22.344 de 1980). Asimismo, se han realizado diferentes iniciativas de gran valor para la generación y difusión de información vinculada a la protección de la biodiversidad: el Observatorio de Biodiversidad (en el ámbito de la SAyDS) y el Sistema de Información de Biodiversidad (en el ámbito de la Administración de Parques Nacionales, Ministerio de Turismo) y el Sistema Nacional de Datos Biológicos (del Ministerio de Ciencia y Tecnología).

De acuerdo a los informes nacionales remitidos en el marco del CBD, Argentina es considerado un país de alta diversidad biológica, ya que posee una considerable variedad de ecosistemas, con 18 eco-regiones (15 zonas continentales, 2 zonas oceánicas y la región Antártica) (Figura 7.1). La diversidad climática y geomorfológica del país da lugar a una considerable variedad y riqueza de ecosistemas. Sin embargo, la mejor situación relativa de las llanuras pampeanas (calidad de sus suelos, grandes ríos que la cursan, clima templado y generoso régimen de precipitaciones) ha condicionado la alta predominancia económica de la zona Centro Este del país (que ocupa casi la totalidad de la provincia de Buenos Aires menos su extremo sur), el oeste de La Pampa, sur de Córdoba y sur Santa Fe (SAyDS, 2010).

FIGURA 7.1 Eco regiones de Argentina



OBSERVATORIO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD (SAYDS).

Estado de Situación

De acuerdo a los informes presentados a la CBD, las principales amenazas a la diversidad biológica han sido identificadas: la degradación de los hábitats naturales, la conversión de los espacios naturales en tierras agropecuarias y la deforestación (SAyDS, 2010).

Las eco-regiones con mayores amenazas a la biodiversidad por la expansión de la frontera agrícola según los informes nacionales son las regiones más ricas desde este punto de vista (mayormente ubicadas en la porción subtropical del norte del país), las cuales incluyen:

a) Selva de las Yungas: La deforestación constituye el principal problema de esta unidad. En pocos años extensas superficies de selvas y bosques yungueños de gran biodiversidad se han transformado en monocultivos (por ejemplo, de caña de azúcar y soja). La pérdida de la cobertura vegetal facilita procesos erosivos en esta región de relieve tan abrupto.

b) Chaco Seco (porción del Parque Chaqueño): Esta eco-región presenta una fuerte presión en el uso de los recursos. En toda la eco-región del Chaco Seco la ganadería y la explotación forestal han modificado profundamente la composición de las comunidades vegetales. La deforestación para cultivos anuales en las franjas de transición a las eco-regiones húmedas vecinas (las Yungas al Oeste y Chaco Húmedo al Este) y, más recientemente, para ganadería con pasturas implantadas (por desplazamiento de esta actividad hacia zonas más secas por parte de esa expansión agrícola) resulta en los factores más importantes para la conservación de la biodiversidad en esta eco-región. La fauna ha sido afectada indirectamente por la modificación del hábitat y directamente por la caza y captura, principalmente de subsistencia y comercial. En esta ecorregión se advierte la necesidad de fortalecer el sistema de áreas protegidas.

c) Chaco Húmedo (porción del Parque Chaqueño): Si bien toda el área presenta buenas condiciones climáticas, la actividad agrícola-ganadera se ha establecido en las tierras altas; las cuales están actualmente ocupadas en casi su totalidad. Esta ecorregión requiere fortalecer el sistema de ordenamiento territorial a fin de promover un uso adecuado acorde a las aptitudes de cada zona y fortalecer el sistema de áreas protegidas.

d) Espinal: En la región del Espinal se verifica una alta tasa de reemplazo de los ecosistemas naturales por usos agrícola-ganaderos, restringiéndose las áreas boscosas a bosques de caldén (*Prosopis caldenia*) en la provincia de La Pampa, los cuales se encuentran afectados por un proceso de fragmentación y alta frecuencia de incendios de grandes dimensiones.

Si bien el área total deforestada anualmente en Argentina no se ubica entre las mayores del mundo, y si bien la tasa anual promedio se ha ido reduciendo lentamente en las últimas décadas (en la década de 1990 fue de 0,9% anual y en la década de 2000 fue de 0,8%), el fenómeno de defo-

restación es importante en nuestro país. Argentina muestra una tasa de deforestación muy alta de acuerdo a estándares internacionales. De acuerdo al último informe de FAO en la década terminada en 2010, la tasa anual promedio de deforestación mundial es de 0,13%, en la región de América Latina ha sido de 0,46% y en Argentina ha sido 0,8%, seis veces superior a la media mundial y casi el doble de la tasa regional (FAO, 2011).

Respuesta de política

En el marco del fenómeno de pérdida de bosque nativo que se venía manifestando desde la segunda mitad de los años 1990 y que fue monitoreada y documentada gracias a los inventarios forestales que comenzaron a realizarse a mediados de los años 1990 y el posterior seguimiento regular mediante imágenes satelitales, finalmente Argentina aprobó en 2007 una Ley Nacional de Protección de Bosque Nativo (N°26.331), reglamentada en 2009.

Dicha ley forma parte del sistema de presupuestos mínimos -establecido en la reforma constitucional de 1994- y según el cual la Nación debe fijar los presupuestos mínimos para la protección ambiental y la autoridad nacional de aplicación para su seguimiento (la SAyDS en este caso), la implementación local debe ser regulada por las provincias (quienes tienen el dominio sobre los recursos naturales en sus jurisdicciones) mediante leyes provinciales. Según la mencionada ley, localmente llamada "Ley de Bosques" las provincias deben elaborar planes de ordenamiento territorial de bosques nativos (OTBN) que identifiquen las áreas con diferente valor de conservación y protejan los bosques nativos [16].

Si bien la mayor parte de las provincias ya han establecido sus sistemas de ordenamiento territorial de bosques nativos fijando las áreas donde se prohíbe la concesión de permisos de desmonte y áreas selectivas para su otorgamiento, el desmonte continúa. El último informe de la SAyDS reconoce la importancia de seguir de cerca lo que sucede en las regiones en riesgo antes mencionadas cuando destaca que "continuando con el monitoreo que se viene realizando desde el año 2006, se ha evaluado la pérdida de bosque nativo en los años 2013 y 2014 en las regiones forestales con mayor impacto en los últimos veinte años, las cuales son Parque Chaqueño, Yungas (Selva Tucumano Boliviana), Selva Paranaense (Selva Misionera) y Espinal (Distritos del Caldén y del Ñandubay)" (para referencia a las eco regiones ver Figura 7.1) (SAyDS, 2015).

Los resultados de dicho informe sugieren que la tasa de deforestación ha caído, pero muy lentamente desde la reglamentación de la ley. Diversas fuentes (fundamentalmente informes de ONGs) sugieren que desde 1998 a 2006 el ritmo anual de deforestación fue de alrededor de 250.000 ha por año en promedio. Las estimaciones del último informe de pérdida de bosque nativo (SAyDS, 2015) sugiere que la deforestación promedio anual ha sido superior a 310.000 ha por año en el período 2006-2014, pero que en los últimos años se redujo considerablemente: en 2013-2014 fue de 94.400 ha (Tabla 7.1). Los datos presentados en dicha tabla y la Figura 7.2. muestran que una parte mayoritaria de pérdida de bosque nativo en cada período considerado se produjo en la región chaqueña. En cuanto a la tasa de deforestación, en los últimos años habría caído de un promedio anual de 0,9 % (2006-2007) a 0,34% (2013-2014) (Tabla 7.2).

TABLA 7.1 Pérdida de bosque nativo por período y eco-región (en hectáreas)

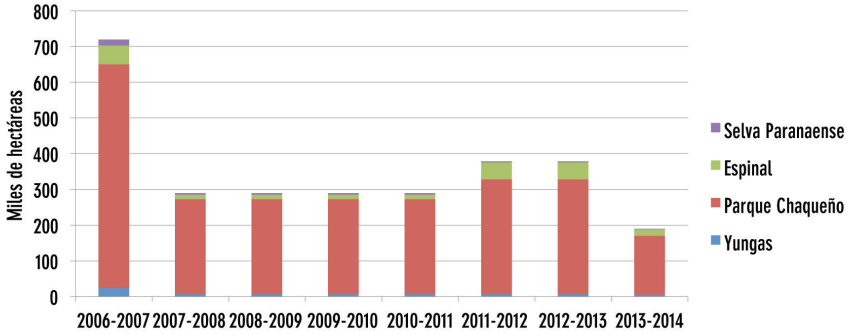
Región Forestal	2006-2007	2007-2011	2011-2013	2013-2014	Total (9 años)
Yungas	23.670	24.592	13.024	4.493	65.779
Parque Chaqueño	626.819	1.065.997	643.950	165.262	2.502.028
Espinal	52.812	48.942	94.837	18.033	214.624
Selva Paranaense	16.989	21.453	5.614	1.011	45.067
Total	720.290	1.160.984	757.425	188.799	2.827.498
Promedio anual	360.145	232.197	252.475	94.400	314.166

FUENTE: ADAPTADO EN BASE A SAYDS

Adicionalmente, el relevamiento de SAyDS ha considerado los planes de ordenamiento provinciales y los cambios en la superficie de bosque nativo en las áreas de conservación definidas bajo los planes de ordenamiento provinciales. Durante 2013-2014 la deforestación en las áreas clasificadas de este modo explican poco más de 176.000 ha, un 93% de la pérdida de bosque nativo para dicho período (188.799) (Tabla 7.3).

16. Cada provincia debe sancionar una ley provincial que, basada en los criterios de sostenibilidad ambiental establecidos en la Ley 26.331, zonifique territorialmente el área de los bosques nativos existentes de acuerdo a tres categorías de conservación: Categoría I (rojo) -sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse-; categoría II (amarillo) -sectores de mediano valor de conservación que podrán ser sometidos a los siguientes usos: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica- y categoría III (verde) -sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad aunque dentro de los criterios de la Ley. Casi todas las provincias (menos dos) han aprobado aún sus leyes provinciales de OTBN (las dos pendientes tienen proyectos en tratamiento parlamentario).

FIGURA 7.2 Pérdida de bosque nativo por período y eco-región (en hectáreas)



FUENTE: ELABORADO EN BASE A DATOS DE SAYDS (2015)

TABLA 7.2 Pérdida de bosque nativo por período (en porcentaje)

Región Forestal	2006-2007	2007-2011	2011-2013	2013-2014
	% anual	% anual	% anual	% anual
Yungas	0,36	0,18	0,15	0,09
Parque Chaqueño	1,08	0,93	0,85	0,41
Espinal	0,4	0,18	0,52	0,19
Selva Paranaense	0,76	0,48	0,19	0,06
Total	0,9	0,73	0,72	0,33

Las estimaciones muestran que la protección de las áreas de alto valor de conservación (áreas rojas según la mencionada ley) ha sido desigual entre provincias. De hecho, unas 6.700 ha en total, es decir un 3,6% del total de bosque nativo perdido, se deforestó pese a ser clasificada como de muy alto/alto valor de conservación y estar sujeta a la máxima protección. Diversos trabajos de expertos así como el monitoreo de SAyDS han reflejado que las provincias han considerado sus propios criterios (sin respetar los de la ley nacional) para definir las zonas de alto y medio valor de conservación sin coincidir con las áreas catalogadas como bosque por parte de la autoridad nacional en sus inventarios (Seghezzo et al., 2011; García Collazo et al., 2013)[17]. Como resultado, encontramos que una superficie ya identificada como bosque nativo (ver columna (4) "sin categoría" en Tabla 7.3) no ha sido clasificada por las provincias según su valor de conservación y por ello podría estar sujeta a conversión sin control. Si sumamos las pérdidas de bosque nativo en áreas de alto valor de conservación (rojo) y en zonas sin clasificar -la suma se presenta en la columna (1)+(4) de la tabla 7.3, tenemos una proporción considerable del total de pérdida de bosque nativo (13,6%) en 2013-2014. Se destacan las pérdidas de bosque nativo de este tipo en las provincias de Formosa (34% del total de dicha columna), Salta (17%), Santiago del Estero (16%) y Chaco y Córdoba (con 8% cada una).

Como última acción a mencionar, cabe notar la creación de áreas protegidas en las eco- regiones en riesgo antes mencionadas (marcadas con gris en la lista de áreas protegidas nacionales presentada en la Tabla A.7.1 (en Anexo) indicando su ubicación, fecha de creación y ecosistema correspondiente). Las 4 eco-regiones con mayor riesgo de pérdida de biodiversidad por deforestación (Chaco seco y húmedo, Espinal, Yunga) cuentan con 15 áreas protegidas (16

17. Cada jurisdicción interpretó autónomamente el mandato de la Ley y en algunos casos se elaboraron los OTBN sin ajustarse a lo establecido en materia de preservación. Los trabajos revisados destacan los casos de Salta y Santiago del Estero, cuyas leyes provinciales contemplan cambios de categoría sin explicitar la prohibición de cambios "hacia abajo" (es decir, de una categoría de mayor conservación a una de menor conservación), contrariamente a lo que establece el Art. 9 de la Ley nacional N° 26.331.

TABLA 7.3 Pérdida de bosque nativo por categoría de conservación (2013-2014) (en hectáreas)

	Cat. I (rojo)	Cat II (amarillo)	Cat.III (verde)	Sin Categoría	Total	%	Rojo + S/C	%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)+(4)	(7)
Catamarca	2	0	217	53	272	0,2%	55	0,2%
Chaco	0	2461	14937	1952	19350	11,0%	1952	8,2%
Córdoba	1696	58	0	284	2038	1,2%	1980	8,3%
Corrientes	75	123	442	350	990	0,6%	425	1,8%
Formosa	179	141	15999	8059	24378	13,8%	8238	34,5%
Jujuy	2	117	1368	5	1492	0,8%	7	0,0%
La Pampa	0	7376	371	293	8040	4,6%	293	1,2%
Misiones	0	447	396	168	1011	0,6%	168	0,7%
Salta	3646	14808	38689	253	57396	32,5%	3899	16,3%
San Juan	0	0	0	0	0	0,0%	0	0,0%
San Luis	16	3731	4456	1259	9462	5,4%	1275	5,3%
Santa Fe	841	788	0	329	1958	1,1%	1170	4,9%
Sgo.del Estero	294	35846	8590	3893	48623	27,6%	4187	17,5%
Tucumán	45	220	882	183	1330	0,8%	228	1,0%
Total	6796	66116	86347	17081	176340	100,0%	23877	100,0%

FUENTE: ADAPTADO EN BASE A SAYDS (2015)

Referencias:
(1) corresponde a zonas de muy alto-alto valor de conservación (deforestación prohibida)
(2) zonas de valor de conservación alto-medio
(3) zonas de bajo valor de conservación (aptas para desarrollo productivo)

si sumamos al Parque Nacional Iguazú en la Selva Paranaense) (un 35% del total de 43 áreas protegidas nacionales) y un total de 587.000 ha (un 13,9% del total de 4,2 millones de ha protegidas en el país). Si bien no alcanza a cubrir la meta de 10% de protección de cada eco región, al menos representa un avance en la dirección deseada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

No se ha podido evaluar el indicador (7.1) de modo directo y completo tal como lo solicita la metodología GBEP. Sin embargo, se ha recopilado y presentado información cualitativa relevante. Argentina muestra una alta tasa de deforestación asociada al corrimiento de la frontera agro-ganadera en las últimas dos décadas y ha tomado durante la presente década una serie de medidas legales, regulatorias y de protección para enfrentar el problema. En los últimos 9 años se ha perdido superficie de bosque nativo a una tasa de 310.000 ha/año de acuerdo a las estadísticas de la SAyDS. En los últimos dos años dicha tasa se ha reducido a 94.000 ha. Pese a diversos problemas de implementación y control, la Ley de Bosques reglamentada en 2009 está comenzando a cambiar la tendencia en la pérdida de bosque nativo por conversión de tierras forestales a la agricultura y ganadería.

Si bien, como se discute en el desarrollo del indicador 8, es importante destacar la imposibilidad de asociar la deforestación a un producto o sector individual (como los biocombustibles o las harinas de soja) ya que la responsabilidad debería ser repartida con algún criterio específico (si bien, indudablemente, controvertido) entre las diversas actividades que presionan en relación al corrimiento de la frontera agropecuaria orientada a la producción de cultivos multi-producto (como fundamentalmente es el caso de la soja) y a la ganadería, cabe notar que enfrentamos un fenómeno de pérdida de bosque nativo muy importante que resulta, pese a los esfuerzos aquí documentados, muy difícil de controlar plenamente.

De allí el interés local de mejorar los procesos de generación de información y el monitoreo futuro de este indicador.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 7 en Argentina

Se recomienda el monitoreo del indicador (7.1) por zonas o eco-regiones y el desarrollo de indicadores específicos de pérdida de biodiversidad (para evitar recurrir a estimaciones de "área deforestada"). También se recomienda generar información para estimar (7.3) y hacer seguimiento de la adopción de buenas prácticas.

Recomendaciones para futuras revisiones de GBEP

Tratándose de una temática difícil de evaluar y de asociar unívocamente al desarrollo de la bioenergía, se recomienda fomentar en asociación con otros países participantes, la discusión y adopción de indicadores específicos de impacto sobre la biodiversidad para facilitar la comparabilidad y el aprendizaje entre diferentes experiencias nacionales en prácticas de medición y de gestión para la conservación de la biodiversidad.

REFERENCIAS

FAO (2011). Situación de los Bosques del Mundo. FAO, Roma.

García Collazo, M.A., A. Panizza y J. Paruelo (2013). Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos: Resultados de la Zonificación realizada por provincias del Norte Argentino. Ecología Austral, 23: 97-107.

Pincén, D., E. Viglizzo, L. Carreño y F. Frank (2010). La relación soja-ecología-ambiente. Entre el mito y la realidad. En Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental, (E. Viglizzo y E. Jobbágy, editores), Ediciones INTA

SAyDS (2003). Documento Final de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jefatura de Gabinete.

SAyDS (2010). Cuarto Informe Nacional para la Conferencia de las Partes del Convenio Sobre Diversidad Biológica (CDB). Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jefatura de Gabinete.

SAyDS (2015). Monitoreo de la Superficie de Bosque Nativo de la República Argentina. Período 2013-2014, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires

Seghezzo, L., J. Volante, J. Paruelo, D. Somma, C. Buliubasich, H. Rodriguez, S. Gagnon y M. Hufty (2011). Native Forests and Agriculture in Salta (Argentina): Conflicting Visions of Development, Journal of Environment and Development Vol 20 No.3, pp. 251-277.

Viglizzo, E.F. y E. Jobbágy (2010). Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental. (E. Viglizzo y E. Jobbágy, editores), Ediciones INTA, Argentina.

Viglizzo, E.F., L. Carreño, H. Pereyra, F. Ricard, J. Clatt y D. Pincén (2010). Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico. En Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental, (E. Viglizzo y E. Jobbágy, editores), Ediciones INTA, Argentina.

ANEXO

TABLA A.7.1 AÉREAS PROTEGIDAS EN ARGENTINA EN DIFERENTES ECOSISTEMAS Y ÁREAS PROTEGIDAS EN ECO REGIONES EN RIESGO POR EXPANSIÓN AGROGANADERA

REGIÓN	ÁREA PROTEGIDA	INSTRUMENTO DE CREACIÓN	AÑO DE CREACIÓN	SUPERFICIE (HA)	PROVINCIA	ECORREGIONES	CATEGORIA INTERNACIONAL
Casa Central	Parque Nacional Campos del Tuyú	Ley Nacional 26499/09	2009	3040	Buenos Aires	Pampa	Sitio RAMSAR
Casa Central	Reserva Natural Otamendi	Decreto Nacional 2.149/90	1990	3000	Buenos Aires	Delta e Islas Río Paraná	Sitio RAMSAR
Centro	Parque Nacional El Leoncito	Ley Nacional 25.656/02	2002	89706	San Juan	Altos Andes,Monte de Sierras y Bolsones,Puna	
Centro	Parque Nacional Quebrada del Condorito	Ley Nacional 24.749/96	1996	37344	Córdoba	Chaco Seco	
Centro	Parque Nacional San Guillermo	Ley Nacional 25.077/99	1998	166000	San Juan	Altos Andes,Monte de Sierras y Bolsones,Puna	Reserva de Biósfera,Sitio de Patrimonio Mundial
Centro	Parque Nacional Sierra de las Quijadas	Ley Nacional 24.015/91	1991	73785	San Luis	Monte de Llanuras y Mesetas	
Centro	Parque Nacional Talampaya	Ley Nacional 24.846/97	1997	215000	La Rioja	Monte de Sierras y Bolsones	
Noreste	Parque Nacional Chaco	Ley Nacional 14.366/54	1954	14981	Chaco	Chaco Húmedo	
Noreste	Parque Nacional Copo	Ley Nacional 25366/00	2000	118119	Santiago del Estero	Chaco Seco	
Noreste	Parque Nacional El Impenetrable	Ley Nacional 26996	2014	128000	Chaco	Chaco Seco	
Noreste	Parque Nacional El Palmar	Ley Nacional 16.802/66	1966	8213	Entre Ríos	Espinal	
Noreste	Parque Nacional Iguazú	Ley Nacional 012103/34	1934	67620	Misiones	Selva Paranense	Sitio de Patrimonio Mundial
Noreste	Parque Nacional Islas de Santa Fé	Ley Nacional 26.648	2010	4096	Santa Fé	Delta e Islas Río Paraná	
Noreste	Parque Nacional Mburucuyá	Ley Nacional 025447/01	2001	17086	Corrientes	Esteros del Iberá	
Noreste	Parque Nacional Predelta	Ley Nacional 24.063/91	1991	2458	Entre Ríos	Delta e Islas Río Paraná	
Noreste	Parque Nacional Río Pilcomayo	Ley Nacional 014073/51	1951	50417	Formosa	Chaco Húmedo	Sitio RAMSAR
Noreste	Reserva Natural Educativa Colonia Benítez	Decreto Nacional 2149/90	1990	8	Chaco	Chaco Húmedo	
Noreste	Reserva Natural Estricta San Antonio	Decreto Nacional 002149/90	1990	480	Misiones	Selva Paranense	
Noreste	Reserva Natural Formosa	Ley Nacional 017916/68	1968	9005	Formosa	Chaco Seco	
Noroeste	Monumento Natural Laguna de los Pozuelos	Ley Provincial 3749/80	1980	16000	Jujuy	Puna	Reserva de Biósfera,Sitio RAMSAR
Noroeste	Parque Nacional Baritú	Ley Nacional 20.656/74	1974	72439	Salta	Selva de las Yungas	Reserva de Biósfera
Noroeste	Parque Nacional Calilegua	Decreto Nacional 1733/79	1979	76306	Jujuy	Selva de las Yungas	Reserva de Biósfera
Noroeste	Parque Nacional Campo de los Alisos	Ley Nacional 24526/95 - 26630/10	1995	16177	Tucumán	Altos Andes,Selva de las Yungas	Sitio de Patrimonio Mundial
Noroeste	Parque Nacional El Rey	Decreto Nacional 18800/48	1948	44162	Salta	Selva de las Yungas	
Noroeste	Parque Nacional Los Cardones	Ley Nacional 24737/96	1996	65000	Salta	Altos Andes,Monte de Sierras y Bolsones,Puna,Selva de las Yungas	
Noroeste	Reserva Nacional El Nogalar de los Toldos	Ley Nacional 26129/06	2006	3275	Salta	Selva de las Yungas	
Noroeste	Reserva Nacional Pizarro	Ley Nacional 27093/15	2015	7837	Salta	Chaco Seco,Selva de las Yungas	
Patagonia	Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral	Ley Nacional 26.446/09	2009	104812	Chubut	Estepa Patagónica,Mar Argentino	
Patagonia	Parque Interjurisdiccional Marino Isla Pingüino	Ley Nacional 26.818	2012	159526	Santa Cruz	Mar Argentino	
Patagonia	Parque Interjurisdiccional Marino Makenke	Ley Nacional 26.817	2012	68796	Santa Cruz	Mar Argentino	
Patagonia	Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo	Decreto Nacional 7252/54	1954	78543	Santa Cruz	Estepa Patagónica	
Patagonia	Parque Nacional Lago Puelo	Ley Nacional 019292/71	1971	27675	Chubut	Bosques Patagónicos	
Patagonia	Parque Nacional Laguna Blanca	Decreto-Ley Nacional 063691/40	1940	11251	Neuquén	Estepa Patagónica	Sitio RAMSAR
Patagonia	Parque Nacional Lanín	Decreto Nacional 105433/37	1937	412003	Neuquén	Bosques Patagónicos,Estepa Patagónica	
Patagonia	Parque Nacional Lihue Calel	Decreto Nacional 000609/77	1977	32500	La Pampa	Monte de Llanuras y Mesetas	

CONTINUA EN PÁGINA 62

VIENE DE PÁGINA 61

TABLA A.7.1 AÉREAS PROTEGIDAS EN ARGENTINA EN DIFERENTES ECOSISTEMAS Y ÁREAS PROTEGIDAS EN ECO REGIONES EN RIESGO POR EXPANSIÓN AGROGANADERA

Patagonia	Parque Nacional Los Alerces	Decreto Nacional 105433/37	1937	263000	Chubut	Bosques Patagónicos	
Patagonia	Parque Nacional Los Arrayanes	Ley Nacional 019292/71	1971	1840	Neuquén	Bosques Patagónicos	
Patagonia	Parque Nacional Los Glaciares	Decreto Nacional 105.433/37	1937	726927	Santa Cruz	Bosques Patagónicos,Estepa Patagónica	Sitio de Patrimonio Mundial
Patagonia	Parque Nacional Monte León	Ley Nacional 25.945/04	2004	62169	Santa Cruz	Estepa Patagónica	
Patagonia	Parque Nacional Nahuel Huapi	Ley Nacional 12.103/34	1934	712160	Neuquén / Río Negro	Bosques Patagónicos,Estepa Patagónica	
Patagonia	Parque Nacional Patagonia	Ley Nacional 27.081/15	2015	53000	Santa Cruz	Estepa Patagónica	
Patagonia	Parque Nacional Perito Moreno	Decreto Nacional 105.433/37	1937	126819	Santa Cruz	Bosques Patagónicos,Estepa Patagónica	
Patagonia	Parque Nacional Tierra del Fuego	Ley Nacional 15.554/60	1960	68909	Tierra del Fuego	Bosques Patagónicos,Mar Argentino	

Total de Aéreas (cantidad)	43	
Superficie total (ha)	4219484	%
Subtotal áreas de eco regiones en riesgo por expansión agroganadera	15	34,8%
Superficie protegida de eco regiones en riesgo por expansión agroganadera (ha)	586763	13,9%

INDICADOR 8.

USO DEL SUELO Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO

DEFINICIÓN

Uso y cambio en el uso del suelo debido a la producción de materias primas para bioenergías

8.1. Área total destinada a la producción de materia prima para bioenergía y comparación con el área total nacional y **8.2.** área agrícola y área forestal manejada.

8.3. Porcentaje de la materia prima proveniente de a) Incrementos de rendimiento, b) residuos, c) desechos y d) tierras degradadas o contaminadas.

8.4. Tasa neta anual de conversión de usos del suelo directamente utilizados para la producción de materia prima para bioenergías, incluyendo:

a) Tierra arable y cultivos permanentes, praderas y pastizales permanentes, bosques manejados

b) Bosques nativos y pastizales (incluido sabanas), humedales y turberas.

UNIDADES DE MEDIDA

8.1-2: ha; %

8.3: %

8.4: ha/año

MEDICIÓN DEL INDICADOR 8 EN ARGENTINA

8.1. y 8.2. Área destinada a la producción de materia prima para biocombustibles:

Para la estimación del indicador 8.1 y 8.2. se recolectaron y analizaron datos correspondientes al área total nacional, área agrícola total, área cosechada de materia prima (soja o caña de azúcar) y área de bosques nativos de estadísticas nacionales e internacionales.

La soja y la caña de azúcar son cultivos multi-producto (del mismo cultivo se obtienen simultáneamente más de un producto), lo que genera un problema a la hora de estimar la cantidad de hectáreas de soja y caña de azúcar que efectivamente se destinan a producir biocombustible. En realidad, no existe un área directamente destinada a la producción de soja o caña para biocombustible. El área total destinada a la producción de materia prima para biocombustible es en consecuencia un cálculo teórico. A partir del área cosechada de materia prima se calculo el área destinada a la producción de materia prima para biocombustibles a partir de la producción anual de cada biocombustible y los rendimientos agrícolas e industriales anuales promedio de transformación de la materia prima.

8.3. Porcentaje de la materia prima para bioenergía proveniente de otras fuentes

Se estimó el porcentaje de materia prima proveniente de un aumento en el rendimiento a través del cálculo el cambio anual en rendimiento agrícola en base a datos promedio nacionales de rendimiento de soja y caña de azúcar. Al momento de este estudio no existe en Argentina una cantidad considerable de biocombustible producido a partir de materias primas provenientes de residuos, desechos, tierras degradadas y contaminadas, por lo que no se incluyeron en la estimación del indicador. La mayor parte del biodiesel argentino y casi la mitad del etanol argentino, respectivamente, son producidos a partir de soja y caña de azúcar (la otra mitad del etanol se produce en base a maíz).

8.4. Tasas netas de conversión entre usos del suelo causados directamente por el cultivo de materia prima para bioenergía

Para el cálculo de las tasas anuales de expansión directa de materias primas para biocombustibles sobre otros usos del suelo se partió de una revisión bibliográfica. Existen varios estudios previos que mapean los cambios en uso del suelo en Argentina, la dinámica de expansión de la frontera agrícola, la deforestación su relación con la caña de azúcar y principalmente el cultivo de soja. La variabilidad en datos (cobertura geográfica, horizonte temporal, agregación) y metodologías utilizadas entre los diferentes estudios, genera resultados diversos en los valores de conversión entre tierras manejadas y de expansión de la frontera agrícola.

Debido a la complejidad en el cálculo de tasas de conversión de suelos y la asignación de los mismos a un cultivo especifico, para la estimación del indicador 8.4. se empleó como base el análisis realizado por un equipo especializado en las dinámicas de conversión de tierras en Argentina y su relación con el área cosechada de la soja y la caña de azúcar en dos periodos históricos sin y con producción de biodiesel y etanol. El estudio, reportado en Volante y Mosciaro (2014), calcula matrices de transición de usos del suelo debido a la expansión del cultivo de soja y caña. Si bien se logró determinar con mayor presión las áreas de expansión de cada cultivo y los usos del suelo convertidos, la falta de datos a nivel nacional, redujo el área de estudio a las provincias de Salta, Jujuy, Catamarca, Santiago del Estero y Tucumán. El área geográfica cubierta corresponde sin embargo (tal como se vio en la evaluación del indicador 7) a la principal área de desmonte en Argentina y la zona más dinámica en la expansión de la soja y la caña de azúcar.

En función del carácter multi-producto de la soja y la caña de azúcar, se estimaron las tasas anuales de conversión de otros usos del suelo debido al área requerida para la producción de soja para biodiesel y caña de azúcar para etanol. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Cálculo del cambio anual en área cosechada de cada cultivo.

- Asignación de área al biocombustible según participación en valor de mercado sobre el total de productos derivados de la materia prima.

- Aplicación de porcentajes de conversión de otros usos del suelo, según matrices de conversión para soja y caña de azúcar reportadas en Volante y Mosciaro (2014).

Se calculó el área anual total expandida de cada cultivo y se calculó un porcentaje sobre el área total correspondiente al área anual teóricamente requerida para producir la cantidad de biocombustible producido. A dicha área teórica se le aplicaron los porcentajes de conversión de otros usos del suelo, obteniendo una tasa anual de conversión para cada uso y para cada cultivo.

Las características del estudio se definen a continuación:

1) Definición de períodos de análisis

Se evaluó el efecto de la producción de biocombustibles a través del análisis de cambios en la matriz de transición de usos del suelo entre 2 periodos (primeramente sin producción de biocombustibles y luego con producción de biocombustible). Los períodos se eligieron teniendo en cuenta la relación entre campaña agrícola y año de producción de biocombustible y la disponibilidad de información:

• Biodiesel de soja: Periodo 1:T1: 2001 a T2: 2007 y Periodo 2: T2: 2007 a T3: 2011. Campañas agrícolas: 2000/2001, 20005/2006, 2010/2011.

• Etanol de caña: Periodo 1: T1: 2001 a T2: 2009 y Periodo 2: T2: 2009 a T3: 2011. Campañas agrícolas: 2000/2001, 20008/2009, 2010/2011.

T1: Año inicial de referencia (sin biocombustibles), T2: año de inicio de producción de biocombustible, T3: último año de información disponible.

2) Clasificación de tipos de uso del suelo

A partir del estudio de Volante y Mosciaro (2014) se estimó la conversión de tierras para la producción de soja/caña de azúcar que corresponden a tierras agrícolas manejadas (TM) y tierras naturales (TN), según 9 categorías de uso del suelo:

• TM: soja, caña de azúcar, otros cultivos extensivos, pasturas y otros cultivos.

• TN: Bosque Chaqueño, Selva de Yungas, Arbustales, Pastizales, Otras Tierras.

3) Cálculo de tasas anuales de conversión de tierras y porcentajes de conversión de otros usos del suelo

Se estudiaron 3 cambios en usos del suelo para la producción de soja/caña de azúcar:

• La conversión de áreas naturales (por tipo)

• La conversión de otras tierras manejadas (por tipo)

• La sustitución entre cultivos bio-energéticos (soja/caña)

4) Asignación de CUS del cultivos (soja/ caña) al biocombustible

Se propusieron 4 métodos de asignación del área anual destinada a la producción de materia prima para biocombustibles: según participación en 1) producción total de materia prima, 2) procesamiento de materia prima 3) total de materia prima equivalente y 4) valor de mercado. Sin embargo, a los efecto del cálculo del indicador 8.4. se ha optado como referencia el método de asignación por valor de mercado.

CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE DATOS

Existe una mayor disponibilidad y calidad de datos e información para el caso de biodiesel de aceite de soja, en comparación con el caso etanol de caña de azúcar. Se utilizó una combinación de fuentes nacionales e internacionales (escala nacional) para poder cubrir la totalidad de las variables con la mayor cobertura temporal y geográfica posible [18].

Cambio en el uso del suelo

La Segunda Comunicación Nacional de Argentina a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que incluyó el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero 2007 (SAyDS, 2007) provee valores de CUS para tierras agrícolas a nivel nacional, lo que representa un punto de partida para el análisis de la dinámica de uso del suelo agrícola. Por otro lado, la clasificación de usos del suelo, no permite diferenciar entre cultivos (i.e. todos los cultivos están agrupados en una sola categoría). En consecuencia, las dinámicas específicas de expansión de la soja y la caña de azúcar no pueden ser evaluadas. Debido a que la soja ocupa la mayor parte de la superficie de cultivos de la Argentina, es posible que exista una cierta coherencia entre la dinámica de expansión de la soja y el área de cultivos; no así para el caso de la caña, donde la producción está más concentrada geográficamente y ciertos usos del suelo (ej. humedales) no aplican a la región productora de caña.

Por otro lado, Paruelo et al. (2005), Volante (2012) y Gasparri et al. (2009, 2013) se focalizaron en áreas geográficas regionales y trans-nacionales logrando estudiar las dinámicas internas de cambio de uso del suelo dentro de la tierra agrícola y las dinámicas de expansión de la frontera agrícola. Si bien el área cubierta no representa el total del área de producción de cultivos, el análisis de las dinámicas de expansión de cultivos y los valores de CUS, adquieren un mayor nivel de detalle.

En el marco de la literatura relacionada a los biocombustibles, Winrock calculó a escala global los CUS, y sus respectivas emisiones de GEI, debido a la expansión de tierras agrícolas (cropland), a nivel provincial. Los valores Winrock (2009) estiman la conversión de tierras para cultivos (agrícola) sobre otras tierras, según 7 categorías de uso del suelo: otras tierras agrícolas, praderas, sabanas, espinal, bosque, humedales y tierras mixtas. Los valores de Winrock permiten una cobertura nacional, y una mejor representación

18. El detalle de las fuentes de información y datos utilizados específicamente se ofrece en Anexo, en Tabla A.8.1.

del área geográfica de producción de cultivos. Sin embargo, la evidencia de errores en la clasificación de usos del suelo y en la interpretación de imágenes MODIS de escala global, reduce su utilidad para explicar CUS a nivel nacional/provincial. Carballo y Hilbert (2012) realizaron un estudio comparativo para el caso de Buenos Aires, encontrando diferencias significativas en las tasas de conversión de tierras estimadas por Winrock a nivel global y las estimadas por el INTA a nivel nacional con el uso de imágenes satelitales de mayor resolución. Cabe destacar sin embargo, que la ventaja de los valores Winrock es que el estudio también reporta factores de emisión de cambio de uso del suelo, a nivel provincial, para cada categoría de CUS, lo que facilita la estimación de emisiones de CUS debido al aprovisionamiento de tierras para la producción de materias primas para biocombustibles, necesarias para la estimación del Indicador 1.

Panichelli (2012), reporta valores de CUS directo para cuatro regiones productoras de soja (cobertura nacional, agregación a nivel provincial). Los porcentajes de expansión de la soja sobre otros usos del suelo se calcularon en base a la matriz de transición de uso del suelo de Winrock (2009), ajustando valores para el caso de Buenos Aires, según errores reportados por Carballo y Hilbert (2012).

RESULTADOS

Uso del Suelo

Los impactos de la producción de soja para biodiesel son significativamente mayores que para el caso del etanol de caña, debido a los mayores volúmenes de producción de soja y de biodiesel de soja, los menores rendimientos agrícolas y energéticos de la soja en comparación con la caña de azúcar y la mayor distribución geográfica del cultivo de soja (Tabla 8.1).

El cálculo de área teórica realizado indica la cantidad de hectáreas de soja al año necesarias para la producción de biodiesel. Sin embargo, la soja es multi-producto (de la misma ha cultivada se obtienen simultáneamente más de un producto), por lo cual se debe realizar una asignación de área al biodiesel, entre los diferentes productos derivados de la soja. El método default utilizado en este estudio es la asignación de área según la participación del biodiesel en el total de área cosechada de soja. Es decir, calculando el equivalente en área de la cantidad de biodiesel producido y dividiendo por el área total cosechada de soja.

En la Tabla 8.2 se observa que en el 2011, el área teórica total destinada a la producción de materia prima para biocombustibles fue de 5.090.357 ha, que representó el uso del 27% y el 9% del área total de producción de soja y caña de azúcar, respectivamente. En las hectáreas destinadas a la producción de "soja para biodiesel" se genera simultáneamente un co-producto alimenticio que no requiere materia prima adicional: la harina de soja (10.684.202 ton/año). En consecuencia, la producción de biodiesel en el área asignada de soja (27%), genera además el 42% de la harina de soja destinada a la exportación.

TABLA 8.1 Producción de biocombustibles, área de materias primas, rendimientos y asignaciones al biocombustible.

		Biodiesel de soja		Etanol de caña de azúcar	
	Unidad	Promedio (2007-2011)	2011	Promedio (2009-2011)	2011
Uso del suelo					
Producción biodiesel, soja	ton/año	1.258.455	2.421.362		
Producción etanol, caña de azúcar	ton/año			82.870	134.137
Área cosechada, soja	ha/año	17.203.760	18.746.227		
Área cosechada, caña de azúcar	ha/año			316.333	354.000
Rendimiento agrícola, soja	ton/ha	2.63	2.61		
Rendimiento agrícola, caña de azúcar	ton/ha			76.4	77.0
Producción, soja	ton/año	45.253.009	48.882.752		
Producción, caña de azúcar	ton/año			19.787.941	19.806.890
Asign. de CUS al biocombustible					
asignación: valor de mercado	%	6%	13%	-	-
asignación: masa (equivalente)	%	8%	14%	9%	14%
asignación: área (equivalente)	%	15%	27%	6%	9%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 8.2 Área total destinada a la producción de materia prima para biocombustibles.

		Biodiesel de soja		Etanol de caña de azúcar	
	Unidad	Promedio (2007-2011)	2011	Promedio (2009-2011)	2011
Uso del suelo					
Área total destinada a la producción de materia prima para biocombustibles	ha/año	2.728.234	5.090.357	3.999.045	5.090.357
Área total de materia prima para biocombustibles	%	19%	36%	28%	36%
Área de soja para biodiesel, teórico	ha/año	2.716.233	5.058.425		
Porcentaje sobre área total de soja, soja equivalente	%	15%	27%		
Producción adicional de harina	ton/ año	5.552.903	10.684.202		
Área de cania de azúcar para etanol, teórico	ha/año			20.000	31.932
Porcentaje sobre área total de caña de azúcar, caña equivalente	%			6%	9%
8.1.Area total país	ha/año	276.669.000	276.669.000	276.669.000	276.669.000
Materia prima p/ biocomb.	%	0,99%	1,84%	1,45%	1,84%
Soja para biodiesel	%	0,98%	1,83%		
Caña de azúcar para etanol	%			0,01%	0,01%
8.2.a. Tierra manejada	ha/año	145.130.600	147.548.000	145.854.000	147.548.000
Materia prima p/biocomb.	%	1,87%	3,45%	2,74%	3,45%
Soja para biodiesel	%	1,86%	3,43%		
Caña de azúcar para etanol	%			0,01%	0,02%
8.1.b. Bosque manejados	ha/año	889.194	874.800	882.000	874.800
Materia prima p/biocomb.	%	309,00%	581,89%	453,95%	581,89%
Soja para biodiesel	%	307,63%	578,24%		
Caña de azúcar para etanol	%			2,28%	3,65%
8.1.c. Tierra arable y cultivos permanentes	ha/año	37.110.600	39.048.000	37.354.000	39.048.000
Materia prima p/biocomb.	%	7,30%	13,04%	10,66%	13,04%
Soja para biodiesel	%	7,27%	12,95%		
Caña de azúcar para etanol	%			0,05%	0,08%
8.1.d. Tierra agrícola	ha/año	36.110.600	38.048.000	36.354.000	38.048.000
Materia prima p/biocomb.	%	7,50%	13,38%	10,95%	13,38%
Soja para biodiesel	%	7,47%	13,29%		
Caña de azúcar para etanol	%			0,05%	0,08%
8.1.e. Cultivos temporales	ha/año	28.710.600	30.648.000	28.954.000	30.648.000
Materia prima para biocombustibles	%		16,61%	13,75%	16,61%
Soja para biodiesel	%	9,39%	16,50%		
Caña de azúcar para etanol	%			0.07%	0.10%
8.2. Porcentaje de bioenergía obtenida a partir de:					
Cambio en rendimiento de soja	ton/ha.año	-0,1	-0,3	-0,1	-0,3
Cambio en rendimiento de cania de azúcar	ton/ha.año	0,5	2,9	0,7	2,9
8.2.a. Incremento de rendimiento, soja	%	-8%	-11%	-9%	-11%
8.2.a. Incremento de rendimiento, cania de azúcar	%	1%	4%	1%	4%
8.2.b. Residuos	%	-	-	-	-
8.2.c. Desechos	%	-	-	-	-
8.2.e. Tierras degradadas o contaminadas	%	-	-	-	-

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Figura 8.1 ilustra cómo cambian los resultados cuando se asigna el área total "de soja para biodiesel" entre el biodiesel y la harina de soja utilizando los métodos de participación en el total equivalente de soja empleado por cada uno de los co productos (balance de masa) y de acuerdo a la participación según su valor de mercado. Estos cálculos generan porcentajes de participación netamente inferiores porque distribuyen el área sembrada entre los dos productos. Es decir, dichos métodos tienen en cuenta la participación de la harina de soja en el total de área cosechada de soja.

En los períodos analizados, el área de soja para biodiesel y el área de caña para etanol representaron el 1,83% y el 0,01% del área total del país (renglón 8.1) y el 12,95% y 0,08% del área agrícola total (renglón 8.2a) (Tabla 8.2).

Si bien la participación del área destinada a la producción de biocombustibles es baja en relación al área total del país, la participación del biodiesel en el área agrícola total es significativa. Lo mismo ocurre si comparamos el área de biodiesel con el área de bosques manejados (renglón 8.2b). El área ocupada con soja en Argentina en efecto es considerablemente mayor al área de bosques manejados inclusive considerando únicamente la asignación de área al biocombustible.

El incremento en rendimiento agrícola de la caña (renglón 8.3.a), permitió una disminución de la presión sobre la expansión de tierras. Contrariamente, el rendimiento agrícola de la soja disminuyo en un 11% entre 2007 y 2011.

FIGURA 8.1 Participación del Biodiesel de soja en el Área Total Cosechada de Soja (%)

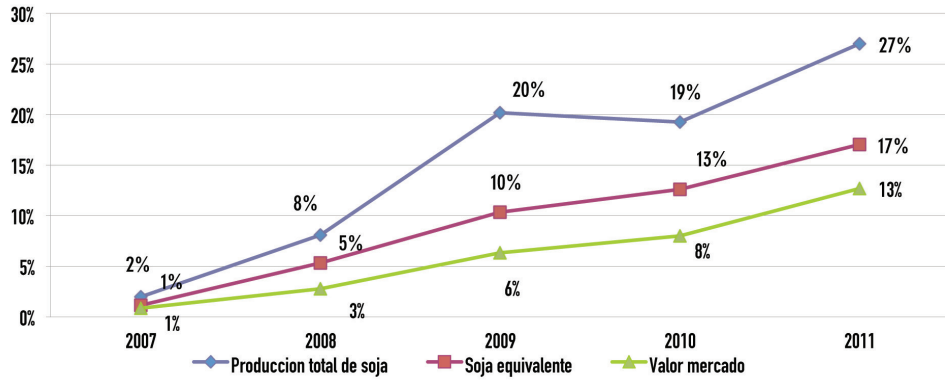


TABLA 8.3 Cambio en el uso del suelo debido a la producción de biodiesel de soja

	Biodiesel de soja			
Cambio en el Uso del Suelo	Promedio anual	Acumulado	Transiciones de CUS Soja	
Escala temporal	2007-2011	2007-2011	2006-2010	2001-2006
Escala geográfica	Nacional	Nacional	Regional*	Regional*
Unidades	1000ha/año	1000ha	%	%
8.3. Tasas de expansión de soja sobre otras tierras				
cambio en área cosechada, soja	553	2,765		
TIERRAS MANEJADAS	431	2,153	78%	73%
Otros cultivos extensivos	206	1,032	37%	26%
Pasturas y otros cultivos	209	1,046	38%	46%
Caña de azúcar	15	75	3%	1%
TIERRAS NATURALES	122	612	22%	27%
Bosque Chaqueño	81	403	15%	17%
Pastizales	11	54	2%	4%
Arbustales	16	81	3%	3%
Selva de Yungas	5	23	1%	1%
Otras tierras	10	50	2%	2%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CAMBIO EN EL USO DEL SUELO

Los cambios en el uso del suelo se reportan en función del cambio efectivo en el área cosechada de soja y caña de azúcar (2007/2009-2011).

Biodiesel

En la Tabla 8.3 se observa que en el caso de la soja, el área cosechada a nivel nacional aumento 553 miles de ha/año entre 2007 y 2011, totalizando una expansión en área de soja de 2,765 millones de ha en el período analizado. Considerando los porcentajes de transición de CUS de soja a nivel regional reportados por Volante y Mosciaro (2014), la mayor parte de dicha expansión ocurrió sobre tierras manejadas (78%), principalmente sobre pasturas (38%) y otros cultivos exten-

sivos (37%). Por otro lado, el 22% de la expansión de la soja ocurrió sobre tierras naturales, principalmente sobre el Bosque Chaqueño (15%).

No se observó una variación estructural en las tasas de conversión de tierras entre los períodos analizados. Es decir, si bien se observa una variación en la contribución relativa de cada uso del suelo a la expansión de la soja entre 2001/2006 y 2006/2010, no hay variaciones en las tendencias de cambio de uso del suelo. La mayor expansión de la soja resulto sobre tierras manejadas, principalmente pasturas y otros cultivos, para ambos períodos.

Bioetanol

La Tabla 8.4 muestra que en el caso de la caña de azúcar, el aumento en el área cosechada a nivel nacional fue significativamente menor que para el caso de la soja, debido a la diferencia en volúmenes de producción. El área cosechada de caña de azúcar aumentó 26 mil ha/año entre 2007 y 2011, totalizando una expansión en área de caña de azúcar de 79 mil ha en el período analizado. Considerando los porcentajes de transición de CUS de caña de azúcar a nivel regional reportados por Volante y Mosciaro (2014), prácticamente toda la expansión en área ocurrió sobre tierras manejadas (99%), principalmente sobre pasturas (59%) y soja (36%). La pequeña expansión (1%) sobre tierras naturales ocurrió principalmente sobre el Bosque Chaqueño.

A diferencia del caso de la soja, se evidencia un cambio tanto en los porcentajes de conversión de tierras naturales y manejadas, como en la composición interna de las conversiones entre los períodos analizados. En el período 2001-2009 (sin producción de etanol) la caña de azúcar se expandió un 9% más sobre tierras naturales, principalmente Bosque Chaqueño (7%). Por otro lado, la conversión interna de pasturas fue mayor (74%) a expensas principalmente de la conversión de soja (10%). Se evidencia en consecuencia, un avance de la caña de azúcar sobre la soja, en el período de producción de etanol (y biodiesel), en el área geográfica delimitada.

TABLA 8.4 Cambio en el uso del suelo debido a la producción de etanol de caña de azúcar

	Etanol de caña de azúcar			
Cambio en el Uso del Suelo	Promedio anual	Acumulado	Transiciones de CUS Caña de azúcar	
Escala temporal	2009-2011	2009-2011	2009-2011	2001-2009
Escala geográfica	Nacional	Nacional	Regional*	Regional*
Unidades	1000ha/año	1000ha	%	%
8.3. Tasas de expansión de soja sobre otras tierras				
cambio en área cosechada, caña de azúcar	26	79		
TIERRAS MANEJADAS	26	78	99%	90%
Soja	9	28	36%	10%
Otros cultivos extensivos	1	3	4%	6%
Pasturas y otros cultivos	16	47	59%	74%
TIERRAS NATURALES	0	1	1%	10%
Bosque Chaqueño	0	1	1%	7%
Pastizales	0	0	0%	1%
Arbustales	0	0	0%	1%
Selva de Yungas	0	0	0%	0%
Otras tierras	0	0	0%	1%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

APROVISIONAMINETO DE TIERRAS Y TASAS ANUALES DE EXPANSION

En ambos casos la mayor parte del área utilizada para la producción de materia prima (soja: 63%, caña: 64%) ya se encontraba bajo ese uso en el año inicial de comparación. Sin embargo, se observan diferencias entre ambos períodos en la participación del cultivo (Tabla 8.5 y Figura 8.2).

Para el caso de la soja, el área agrícola que ya se encontraba bajo soja aumento de 45% (2001/2006) a 63% (2006/2010), Al contrario, el área agrícola que ya se encontraba bajo caña de azúcar disminuyó de 81% (2001/2009) a 64% (2009/2011). En consecuencia, se percibe una disminución de la tasa anual de expansión de soja sobre otras tierras naturales y manejadas y un aumento de la tasa anual de expansión de caña de azúcar sobre otras tierras naturales y manejadas. (Tabla 8.5 y Figura 8.2).

El cálculo de tasas anuales de expansión permite independizarse del tiempo. Para el caso de la soja, las tasas anuales indican un aumento de la conversión de cultivos extensivos y una disminución de la conversión de pasturas y áreas naturales entre ambos períodos. Para el caso de la caña de azúcar, las tasas anuales indican un aumento de la conversión de tierras manejadas, principalmente cultivos extensivos (incluida la soja) y una disminución en la conversión de áreas naturales.

Las tasas anuales de desmonte indican que la expansión

TABLA 8.5 Aprovisionamiento de Tierras y Tasas Anuales de Expansión.

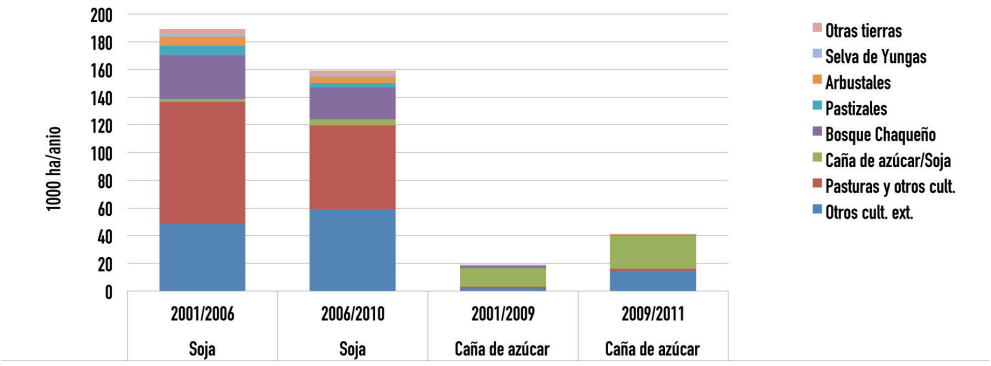
Calculo basado en Volante y Mosciaro (2014)

	SOJA		CAÑA AZUCAR		SOJA		CAÑA AZUCAR	
	2001/ 2006	2006/ 2010	2001/ 2009	2009/ 2011	2001/ 2006	2006/ 2010	2001/ 2009	2009/ 2011
	%				ha/año			
Soja-Soja/ caña-caña	45%	63%	81%	64%				
Otros cultivos extensivos	14%	4%	7%	13%	49	59	2	15
Pasturas y otros cultivos	25%	2%	1%	14%	88	60	1	1
Caña de azúcar/Soja	1%	27%	12%	1%	2	4	14	24
Bosque Chaqueño	9%	2%	0%	5%	32	23	1	0
Pastizales	2%	0%	0%	1%	7	3	0	0
Arbustales	2%	0%	0%	1%	6	5	0	0
Selva de Yungas	1%	0%	0%	0%	2	1	0	0
Otras tierras	1%	0%	0%	1%	4	3	0	0
TM	40%	33%	19%	28%	139	124	17	40
TN	15%	4%	0%	8%	50	35	2	0
TOTAL	100%	100%	100%	100%	189	159	19	41

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 8.5 Aprovisionamiento de tierras y tasas anuales de expansión de soja y caña: Cobertura Regional: 5 provincias.

Calculo basado en Volante (2014)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

sobre tierras naturales aumentó en 2006-2010, con respecto al período de referencia (2001-2006). Los valores indican que la soja fue responsable del 21% y 11% de la conversión de tierras naturales a uso agropecuario, entre 2001-2006 y 2006-2010 respectivamente, indicando una menor participación de la soja en la expansión de la frontera agropecuaria luego del inicio de la producción de biocombustibles (Tabla 8.6).

TABLA 8.6 Tasas anuales de desmonte: Cobertura Regional: 5 provincias.

Calculo basado en Volante y Mosciaro (2014)

DESMONTE	2000/2006 Ha	%	Desmonte anual ha/año	2006/2010 ha	%	Desmonte anual ha/año
Soja	252.278	21,1%	42.046	140.904	11,4%	35.226
Otros cultivos extensivos	132.865	11,1%	22.144	102.406	8,3%	25.601
Pasturas y otros cultivos	807.690	67,5%	134.615	986.191	79,7%	246.548
Caña de azúcar	3.460	0.3%	577	7.486	0,6%	1.872
Total	1.196.293	100.0%	199.382	1.236.987	100,0%	309.247
Tasa anual de desmonte r (2000/2006)	0,57%			0,91%		
Superficie inicial bosque	34.648.222			33.451.929		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La principal causa de desmonte en el área de estudio (5 provincias del noroeste argentino) es la conversión de tierras naturales para la implantación de pasturas principalmente (y otros cultivos). Estos resultados refuerzan la idea de que la expansión de la soja sobre pasturas y otros cultivos en la Región Pampeana podría estar desplazando la ganadería hacia zonas extra pampeanas. Las interacciones en el uso del suelo entre la producción agrícola y ganadera y la conversión de tierras naturales, sin embargo, es todavía sujeto de estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de Resultados Obtenidos

8.1-2.: En los períodos analizados, el área de "soja para biodiesel" y el área de "caña de azúcar para etanol" representaron, respectivamente el 1,83% y el 0,01% del área total del país y el 12.95% y 0.08% del área agrícola total. El área destinada a la producción de materia prima para biocombustibles (estimación teórica), particularmente en el caso del biodiesel de aceite de soja, es netamente superior al área de bosques manejados.

8.3: El incremento en el rendimiento agrícola de la caña permitió una disminución de la presión sobre la expansión de tierras. Contrariamente, el rendimiento agrícola de la soja disminuyo un 11% entre 2007 y 2011. La estimación de la cantidad de materia prima proveniente de residuos, desechos y tierras degradadas o contaminadas quedo fuera del estudio por su escasa relevancia y por la falta de datos.

8.4.: Las tasas anuales de conversión de otros usos del suelo estimadas en este estudio indican que la mayor parte de la conversión de tierras para soja ocurrió sobre tierras manejadas (78%), principalmente sobre pasturas (38%) y otros cultivos extensivos (37%). Por otro lado, el 22% de la expansión de la soja ocurrió sobre tierras naturales, principalmente sobre el Bosque Chaqueño (con 15%).

Para el caso de la caña de azúcar prácticamente toda la expansión en área ocurrió sobre tierras manejadas (99%), principalmente sobre pasturas (59%) y soja (36%). La conversión de tierras naturales (1%) ocurrió principalmente sobre el Bosque Chaqueño.

Las dinámicas generales de expansión de la soja reportadas en este estudio y en Volante y Mosciaro (2014), concuerdan con las tendencias reportadas en estudios previos (por ej. Paruelo et al, 2005) que indican:

- Sustitución de pasturas y otros cultivos (principalmente en la región Pampeana).
- Sustitución de bosque en Parque Chaqueño, Selva-Tucumano-Boliviana y Yungas en el NOA, principalmente en Santiago del Estero, Salta y Chaco.
- Desplazamiento de la ganadería hacia zonas extra-pampeanas.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 8 en Argentina

Para mejorar la calidad de la estimación del indicador 8 en Argentina se recomienda:

- Mejorar la disponibilidad de estimaciones agrícolas, datos de balances de masa y de mercado de cadenas de soja y caña de azúcar.
- Evaluar incoherencias entre datos de producción y comercio exterior de diferentes fuentes. Se recomienda, por lo tanto, alentar a los organismos oficiales a homogeneizar y completar las bases de datos oficiales disponibles a nivel nacional.
- Buscar una estimación regular de las tasas de expansión de materias primas sobre otros usos del suelo.
- Evaluar regularmente métodos para la asignación de CUS al biocombustible.

Cubrir áreas geográficas más pequeñas permite tener un mayor nivel de detalle en la información disponible y un mayor conocimiento del contexto local. Las estimaciones de CUS requieren necesariamente el uso de imágenes satelitales de alta resolución. La calidad de la estimación depende principalmente de la calidad de los datos geo-referenciados y de la interpretación de los resultados. Estudios previos han evidenciado errores graves en el uso de imágenes de baja resolución (escala global) para el análisis de CUS a escalas nacionales y regionales (Winrock, 2009; Carballo y Hilbert, 2012).

Sin embargo, la estimación de valores de referencia nacional requiere un abordaje complejo. En ciertos casos, obtener información detallada para todo un horizonte temporal y cobertura geográfica, agregable a nivel nacional no es posible. En consecuencia, se debe optar por utilizar valores de cobertura nacional de gran incertidumbre o valores de cobertura regional/local de mayor fiabilidad, pero que no representan el fenómeno completo.

En nuestro caso, la falta de datos consistentes a nivel nacional redujo el área geográfica de estudio de cambios en uso del suelo a 5 provincias (Catamarca, Santiago del Estero, Tucumán, Salta y Jujuy), que representan el 9% del área cosechada de soja (SIIA, 2014), pero por otro lado abarca la mayor área de desmonte en Argentina y para ese área se contaba con información de alta calidad (Volante y Mosciaro, 2014).

En conclusión, aislar el efecto de los biocombustibles es útil a efectos de entender la contribución de la producción de biocombustibles sobre la conversión de tierras, especialmente de uso agrícola o que albergan ecosistemas naturales. Sin embargo, la producción de bioenergía resulta sólo un factor en un contexto agropecuario e industrial y de decisiones de uso del suelo más complejas. La interpretación de los efectos sobre el uso del suelo de las políticas de promoción de biocombustibles requiere una comprensión del contexto local y global y de los factores sociales, económicos y políticos que gobiernan los procesos de conversión de tierras y cambio en el uso del suelo. Varios especialistas consultados destacaron que el análisis de los impactos ambientales de la expansión de los biocombustibles (cambios en uso del suelo/emisiones de GEI/efectos sobre la biodiversidad) requiere un enfoque más amplio de ordenamiento territorial vinculado a las políticas agrícolas. En este sentido, por ejemplo, la correcta implementación de la Ley de bosques nativos (Ley N° 26.331) sancionada en 2007 y reglamentada en 2009, resulta una herramienta fundamental para aportar cambios en las dinámicas de uso del suelo, especialmente en la región norte, principal frontera de expansión de la soja, y principal área de desmonte (tal como se discutió en la evaluación del Indicador 7).

En este sentido, el diseño de políticas orientadas a la sustentabilidad de los biocombustibles debe partir de políticas que contemplen y afecten a la totalidad del sector (agrícola, pecuario forestal, agro-industrial) y no únicamente al biocombustible. Se debe abordar la sustentabilidad de los sistemas productivos y naturales involucrados de una forma holística y de cadena productiva, independientemente del uso agrícola del suelo o del cultivo.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

Para el indicador 8.1 la comparación del área destinada a la producción de materias para bioenergía resulta útil para poner en contexto el impacto de la producción de bioenergía en relación con otros factores que afectan el uso y el cambio en el uso del suelo.

La comparación en el área agrícola total del país da una idea clara de la cantidad de tierra agrícola que se utiliza para producir energía y que puede ser utilizada para otros fines, principalmente la producción de alimentos.

La comparación con el área total del país resulta menos relevante dado que no existe una relación directa de competición por el recurso. Para el caso Argentino, el área de materia prima para biocombustibles representa el 2% del área total del país. Se recomienda reportar en el indicador el porcentaje de área para bioenergía en relación al área total disponible para uso agrícola. Es decir, considerando el potencial real de uso del suelo para bioenergía, excluyendo áreas no aptas (por ej., reservas naturales, limitaciones agro-climáticas - suelos no aptos, climas no aptos, restricciones legales y políticas de uso del suelo como por ejemplo, la Ley de Bosques). De este modo se puede determinar el estado actual de uso del suelo agrícola para producir materias primas para bioenergía y el potencial de expansión en área, considerando las limitaciones en el uso del suelo.

A efectos de estimar el efecto de la producción de materia prima para bioenergía sobre otros usos del suelo, las tasas anuales de conversión (Indicador 8.4) proveen una estimación adecuada del nivel y dinámica de competición entre usos del suelo.

En cuanto a la metodología, cabe notar que la conversión de tierras para uso agrícola puede deberse a una gran cantidad de variables que influyen en las dinámicas de uso del suelo, de conversión de tierras naturales, de competición entre tierras manejadas y de dinámicas específicas de cada cultivo, donde la participación del biocombustible puede resultar marginal. Por lo tanto resulta complejo aislar el efecto de la demanda de biocombustibles sobre el CUS debido al cultivo de materias primas. Se recomienda utilizar un enfoque sistémico (por ej., biorefinería, sustitución de producto), donde se evalúa la sustentabilidad de la cadena industrial y del sector. Para el caso de cultivos multi-producto (que generan materia prima para diversos usos complementarios o en competición), se recomienda deter-

minar una metodología estándar para la asignación de cambios de uso del suelo a la parte de la materia prima que se utiliza para bioenergía. Existen varios métodos de asignación (e.g. área, materia-prima equivalente, valor de mercado, substitución de producto) que pueden ser utilizados y generan resultados diferentes. Sería conveniente armonizar criterios en el marco del GBEP para facilitar futuras comparaciones y análisis.

En cuanto a los aspectos prácticos, la estimación de los indicadores 8.1. y 8.2. resulta de fácil implementación ya que no presenta dificultades metodológicas y los datos requeridos son de fácil acceso.

Para el indicador 8.3. debido a la producción marginal de bioenergía a partir de residuos, desechos y tierras degradas o contaminadas, en ciertos casos puede resultar difícil el acceso y la disponibilidad de la información. La falta de información sobre otras fuentes de materia prima para la producción de bioenergía limita la estimación del indicador 8.3.

La mayor dificultad en la medición del indicador 8 fue la estimación de las tasas anuales de conversión de otros usos del suelo (8.4.). Tanto del punto de vista metodológico como de la calidad y disponibilidad de datos persisten varios temas pendientes que resolver. Se recomienda generar estándares mínimos de calidad de datos para disminuir los errores de procesamiento e interpretación en imágenes satelitales y estadísticas. Se recomienda definir guías metodológicas precisas para la estimación de las tasas anuales de conversión de otros usos del suelo debido a la producción de materia prima para biocombustibles. En particular, las consideraciones de escala temporal y espacial, la metodológica para estimar las tasas anuales de conversión y el método de asignación de área a la materia prima para biocombustible.

REFERENCIAS

Carballo S., y J.A. Hilbert (2012). Propuesta metodologica para la determinación de zonas aptas para la exportación de biodiesel de soja Argentino. Buenos Aires: INTA Castelar; 2010.

Gasparri N. y H. Grau (2009). Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972-2007). Forest Ecology and Management, 258: 913-21.

Gasparri N. y H. Grau (2013). Linkages between soybean and neotropical deforestation: Coupling and transient decoupling dynamics in a multi-decadal analysis. Global Environmental Change, 23: 1605-14.

Panichelli, L. (2012). Biofuels production impact on land-use change and GHG emissions: Methodological framework and system dynamics modelling applied to sobyean-based biodiesel production in Argentina. Bioenerg and Energy Planning Research Group. Lausanne: Ecole Politechnique Federale de Lausanne; 2012. p. 191.

Panichelli, L., A. Dauriat y E. Gnansounou (2009). Life cycle assessment of soybean-based biodiesel in Argentina for export. Int. J. Life Cycle Assess., 14: 144-59.

Paruelo, J.M., J.P. Guerschman y S.R. Verón (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. Ciencia Hoy, 15(87):14-23.

SAyDS (2007). Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Volante, J.N., D. Alcaraz-Segura, M.J. Mosciaro, E.F. Viglizzo y J.M. Paruelo (2012). Ecosystem functional changes associated with land clearing in NW Argentina. Agriculture, Ecosystems and Environment, 154: 12–22.

Volante, J.N. y M.J. Mosciaro (2014). Análisis de cambios en el uso del suelo de cultivos para biocombustibles en las provincias de NOA entre los años 2000 y 2010. Salta: INTA - Estación Experimental Agropecuaria Salta; 2014. p.12.

Winrock (2009). The Impact of Expanding Biofuel Production on GHG emissions: Accessing and interpreting existing data. Arlington VA: Winrock International; 2009. p. 72.

Bases de datos consultadas:

INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
www.indec.gov.ar

CIARA. Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina
www.ciaracec.com.ar/

FAO-STAT: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de Estadística
www.faostat3.fao.org/home/S

SIIA. Sistema Integrado de Información Agropecuaria
www.siia.gov.ar

Datos de Producción de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH)

ANEXO 8

USO DEL SUELO

Área cosechada de materia prima (periodo 2007-2013): según datos SIIA (2014),que reporta área cosechada de soja y caña de azúcar a nivel nacional y agregada a nivel provincial.
Producción anual de biocombustibles, rendimientos agrícolas e industriales de transformación de la materia prima se obtuvo de diversas fuentes (SIIA, 2014, Panichelli, 2012, Base de datos de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH). Datos de cobertura y agregación al nivel nacional.
El área nacional total, tierra agrícola y área de bosques nativo se obtuvo de datos de FAO-STAT (Land) 2014, que reporta estadísticas de uso del suelo a nivel nacional:
-FAO_STAT reporta estos datos para Argentina hasta el 2011, lo que limita el horizonte temporal de la estimación al 2011.
-FAO_STAT reporta valores de bosque nativo. El área de bosque manejado sobre bosque nativo se estimo a una tasa constante de 3%.
Rendimiento agrícola promedio: se obtuvo en base a datos de SIIA (2014), en función del rendimiento agrícola provincial, ponderado a nivel nacional según el área cosechada de materia prima a nivel provincial.

CAMBIOS EN USO DEL SUELO

Los estudios nacionales disponibles consultados fueron:
• Segunda Comunicación Nacional: Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Republica Argentina (SAyDS, 2007)
• Paruelo (2005)
• Winrock (2009)
• Carballo y Hilbert (2012)
• Panichelli et al. (2008); y Panichelli (2012)
• Gasparri et al. (2009, 2013)
• Volante et al. (2012).
Para diversas cuestiones relacionadas con el contexto local, los datos disponibles y las metodologías se realizaron entrevistas con los siguientes expertos locales:
Sres. Martín Piñeiro (Grupo CEO), Hugo Zilocchi (FAO), Carlos Reboratti (UBA).

ASIGNACION DE CUS A LOS BIOCOMBUSTIBLES

Para realizar la asignación se utilizaron bases de datos de estimaciones agrícolas de diversas fuentes, incluyendo estadísticas oficiales nacionales y provinciales, datos de la industria y bases de datos internacionales: INDEC, SIIA, CIARA, FAO-STAT (2007-2014), Centro Azucarero Argentino, y la Estación Experimental Obispo Colombres.

INDICADORES SOCIALES

INDICADOR 9.

ASIGNACIÓN Y TENENCIA DE LA TIERRA

DEFINICIÓN

Porcentaje de tierra (total y por tipo de uso) utilizada para la producción de biocombustibles con título de propiedad legal

UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje

MEDICION DEL INDICADOR 9 EN ARGENTINA

El indicador no ha podido ser evaluado tal como lo establece la metodología GBEP debido a la falta de información. Por este motivo, se recabó la evidencia disponible sobre la temática. Los resultados se presentan a los efectos de ofrecer una aproximación cualitativa sobre la importancia de la temática en Argentina.

En todos los trabajos de evaluación de indicadores GBEP disponibles para países en desarrollo se destaca que la tenencia de la tierra constituye una temática sensible, para la cual se cuenta con escasa disponibilidad de datos (Ecofys, 2013; FAO, 2104a; 2014b). Frente a esta limitación, Ecofys (2013) recomienda realizar entrevistas con expertos en regiones afectadas.

Dado que la realización de un trabajo de campo en las regiones productoras de materias primas (que abarcan una superficie considerable y varias provincias argentinas, al respecto ver indicador 8) excedía las posibilidades del presente estudio, se decidió adoptar un enfoque "cualitativo" alternativo. Para ello, se efectuaron consultas y entrevistas con expertos y referentes clave y se relevaron y analizaron una serie de publicaciones y de información secundaria sobre la temática en Argentina.

No se dispone de datos oficiales sobre la evolución de la tenencia de la tierra en Argentina, en especial durante la última década. Esto se debe a que no se han elaborado ni publicado los resultados del Censo Nacional Agropecuario (CNA) de 2008. Los últimos datos censales disponibles corresponden al CNA del año 2002 (anterior al inicio de la producción de biocombustibles). Otra fuente de datos son los registros de catastro y propiedad de la tierra, que son llevados a nivel provincial, pero que presentan distintos grados de actualización y son de difícil acceso.

Pese a estas limitaciones de información, diversos estudios describen los cambios producidos a partir de la expansión de la soja -que se verificó desde mediados de los años 90- en base a la información del CNA 2002 desagregada a nivel municipal o provincial o de entrevistas locales (Murmis y Murmis, 2011; Reboratti, 2009). En el caso de la caña de azúcar existen relevamientos locales (Gob.Prov.Tucumán, s/f). Los principales hallazgos y conclusiones que esbozan estos estudios se refieren a fenómenos locales y no permiten la extrapolación a mayor escala.

Una metodología interesante, y crecientemente adoptada en trabajos más recientes sobre la temática en Argentina ha sido el relevamiento y análisis de los conflictos relacionados con la tenencia de la tierra en áreas rurales (REDAF, 2009; 2010, 2013; Slutzky, 2008; Sili y Soumoulou, 2011). Desde el año 2007 se ha llevado adelante un relevamiento de conflictos socio-ambientales en la región del Chaco Argentino (región clave en lo que hace a cambios en el uso del suelo como surge de la evaluación de los indicadores 7 y 8, y una de las más afectadas por este tipo de conflictos según la literatura disponible).

La información de los estudios arriba citados se ha complementado con consultas realizadas a expertos. En este sentido, se agradecen las entrevistas concedidas por los Sres. Carlos Reboratti (UBA), Alejandro Valeiro y la Sra. Liliana Ríos y otros participantes y expertos en el taller de discusión de resultados del relevamiento de indicadores GBEP realizado en septiembre de 2014 (en particular, la Sra. Maria Rosa Murmis -consultora Min.Agricultura- y Sr. Hugo Zilocchi -FAO-).

RESULTADOS

- **1)** La evidencia disponible sugiere que los cambios en la escala promedio de las explotaciones agrícolas dedicadas a la soja y el modo de producción (con arrendamientos a gran escala y el avance de los llamados pools de siembra) han causado en algunas regiones dificultades en el acceso a la tierra para productores sin tenencia formal que históricamente ocupaban tierras pertenecientes a grandes terratenientes que no las explotaban. La problemática es relevante a microescala y en algunas provincias o regiones para pequeños productores agrícolas. Algunos expertos locales han mencionado que este fenómeno tiene un importante potencial de impacto en la agricultura familiar, por lo que amerita una evaluación y un seguimiento a futuro.

- **2)** El relevamiento de conflictos en la literatura disponible muestra que los conflictos por la tenencia de la tierra en la Región Chaqueña se intensificaron a partir del año 2000, el 80% de los casos se iniciaron entre los años 2000 a 2009, en coincidencia con el período de gran expansión del cultivo de la soja en la región. Los conflictos registrados se ubican principalmente en las provincias de Santiago del Estero, Chaco, Formosa y Salta. La falta de titulación de las tierras con derecho de posesión es la causa común en el 96% de los casos. Es notorio también que en el 77% de los casos de conflicto, se ha verificado además que la otra parte

intentó hacer uso de la tierra usurpando los territorios y en el 52% de los casos relevados, también se registraron acciones orientadas al desalojo. Considerando los casos relevados, 127.886 personas se encuentran afectadas por conflictos de tierra en la región del Chaco Argentino, y la población aborigen es la más afectada proporcionalmente (54 % de la población afectada) pero no excluyente.

En lo que respecta a la superficie afectada, el relevamiento de conflictos muestra que 2.791.302 hectáreas se han visto afectadas por conflictos de tierra (el 86 % de la superficie afectada tiene problemas de titulación; en el 52 % de la superficie total afectada se producen acciones de usurpación en territorios campesinos y aborígenes).

• **3)** De acuerdo a los expertos, esta problemática resulta menos relevante en el caso de la caña de azúcar, ya que en general el cultivo de materias primas se realiza en áreas de tenencia formal. Según el Censo Cañero de la provincia de Tucumán del año 2011, el 67,96% de la superficie total cultivada por cañeros medianos y grandes corresponden a la categoría "propiedad privada", en tanto que los "arrendamientos" ocupan el 22% y las "sucesiones indivisas" el 5,6%.

• **4)** En cuanto al vínculo entre conflictos por la tenencia de la tierra y la producción de biocombustibles, las consultas realizadas con expertos confirmaron, tanto para el caso del biodiesel como del bioetanol, que el destino de las producciones agrícolas (por ej, si las materias primas son o no destinadas a la producción de biocombustibles) no impacta en la asignación o cambios en la tenencia. Dichos cambios se produjeron básicamente en el momento de la expansión de la soja, y con la introducción de cambios en los sistemas de producción. En otras palabras, no es posible asociar directamente la intensificación de los conflictos por la tenencia de la tierra a la producción de biocombustibles.

5) Los estudios destacan que no se han desarrollado hasta el momento procesos participativos para definir esquemas de ordenamiento territorial para permitir la convivencia de diversas formas de uso del suelo en las provincias afectadas por este problema. En algunas provincias la falta de actualización de los catastros facilita el desarrollo de mercados informales y tampoco se ha desarrollado un marco legal nacional que contribuya a regular el uso del suelo con fines productivos. Sin duda, es necesario generar información y desarrollar opciones que contribuyan al diseño de políticas públicas y al diálogo público-privado en relación al uso de la tierra, de modo de permitir la convivencia de diferentes actividades en distinta escala y de diferentes grupos poblacionales a través del ordenamiento territorial, tomando en cuenta las tres dimensiones de la sostenibilidad del desarrollo y de modo de armonizar intereses económicos, sociales, y ambientales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

No ha sido posible estimar el indicador tal como fue definido por GBEP. No existen datos suficientes para evaluar superficie cultivada con títulos de propiedad. Ademas, tal como se indica en las presentaciones de otros indicadores (ej. indicador 8 sobre cambio en uso del suelo) la caña de azúcar y la soja son cultivos dedicados a la obtención de multiples productos (a veces simultáneamente) y no es posible asignar unívocamente la superficie de producción de materias primas que se destina a biocombustibles en vez de a otros productos.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 9 en Argentina

Se recomienda un seguimiento regular de esta temática en Argentina que tiene alta relevancia social. Es necesario generar información a escala local, regional y nacional para identificar y hacer seguimiento de la magnitud y características del problema y desarrollar tecnologías que contribuyan al diseño de políticas públicas y cooperación público-privada que permitan la convivencia entre diferentes actividades y grupos poblacionales en el uso de la tierra (ordenamiento territorial).

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

Se podrían considerar aspectos o métricas alternativos para medir el indicador tomando en cuenta la dificultad para obtener información cuantitativa para su medición con la metodología GBEP actual. Los análisis recientemente realizados en Argentina sugieren que existen otros indicadores emergentes tales como la superficie agrícola bajo conflicto por tenencia de la tierra y la cantidad de personas afectadas también contribuye para una primera aproximación a la magnitud del fenómeno. Sin duda, es necesario mejorar y refinar las medidas, indicadores, aspectos analizados y sus interpretaciones.

REFERENCIAS

ECOFYS (2013). Biofuels and food security. Risks and opportunities. ECOFYS. Agosto 2013.

FAO (2014a). Pilot Testing of GBEP Sustainability Indicators for Bioenergy in Colombia". FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper n 59, Rome.

FAO (2014b). Pilot Testing of GBEP Sustainabiity Indicators for Bioenergy in Indonesia, FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper n 60, Rome.

Giancola, S.I., M.L. Salvador, M. Covacevich, y G. Iturrioz (2009). Análisis de la Cadena de Soja en Argentina. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales nº3, Proyecto Específico 2742: Economía de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales, Proyecto Propio de la Red Competitividad de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales, Área Estratégica de Economía y Sociología, INTA.

Murmis, M. y M.R. Murmis (2011). El caso de Argentina. Documento elaborado para el proyecto FAO "Dinámica del mercado de la tierra en América Latina y el Caribe".

Sili M. y L. Soumoulou (2011). La problemática de la tierra en la Argentina. Conflictos y dinámicas de uso, tenencia y concentración. FIDA y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Slutzky, D. (2008) Situaciones Problemáticas de Tenencia de la Tierra en Argentina. Ministerio de Economía y Producción, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Dirección de Desarrollo Agropecuario, PROINDER. Disponible en http://www.ucar.gob.ar/index.php/component/tags/tag/88-tierra

REDAF (2009, 2010, 2013). Conflictos sobre tenencia de tierra y ambientales en la región del chaco argentino. 1º, 2º y 3º Informe. Observatorio de Tierras, Recursos Naturales y Medioambiente y Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).

Reboratti, C. (2009). Desarrollo agropecuario, ambiente y población rural. En Agro y Ambiente: Una agenda compartida para el desarrollo sustentable. Foro de la cadena Agroindustrial Argentina. Disponible en http://www.foroagroindustrial.org.ar

Gras, C. (2013) Agronegocios en el Cono Sur: Actores sociales, desigualdades y entrelazamientos transregionales. Working Paper nro 53. Desigualdades.net.

Gobierno de la Prov. Tucumán (s/f): Censo Cañero Provincial 2011. Gobierno de la Provincia De Tucumán, Ministerio de Coordinación, Dirección Provincial de Estadística y Secretaría de Agricultura de la Nación.

Páginas web consultadas

INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Censo Nacional Agropecuario (2002)
http://www.indec.mecon.gov.ar/agropecuario/cna_principal.asp

REDAF. Observatorio de conflictos por la propiedad de la tierra y ambientales
http://redaf.org.ar/observatorio/conflictos-por-la-tierra-y-ambientales/

INDICADOR 10.

PRECIO Y PROVISIÓN DE UNA CANASTA NACIONAL DE ALIMENTOS

DEFINICIÓN

Efectos del uso y producción de biocombustibles sobre la producción y el precio de una canasta de alimentos definida nacionalmente (considerando cambios en la demanda de alimentos, en la importación y exportación de alimentos, en los costos agrícolas de la energía y el impacto de la inflación y volatilidad de precios sobre niveles de bienestar definidos nacionalmente).

UNIDAD DE MEDIDA:

Toneladas; dólares (USD); monedas nacionales; %

MEDICION DEL INDICADOR 10 EN ARGENTINA

La metodología GBEP incluye dos pasos:

- **Paso 1:** determinar la canasta relevante de alimentos.
- **Paso 2:** analizar interrelaciones entre uso de biocombustibles, producción doméstica y cambios en la oferta y/o precios de componentes relevantes de la canasta.

Para el Paso 2, la metodología GBEP propone 3 opciones o alternativas metodológicas:

a) cambios en precios y/u oferta de la canasta;

b) evolución causal descriptiva del rol de los biocombustibles de los cambios observados en precios y/u oferta;

c) evaluación cuantitativa mediante técnicas econométricas.

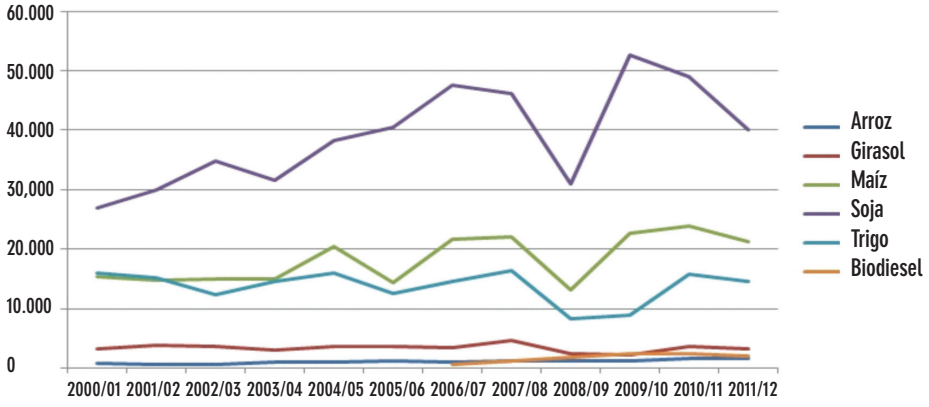
Para el caso argentino, se definió la canasta relevante en función de los principales cultivos alimenticios producidos en el país (trigo, maíz, arroz, girasol y soja). De este modo, si bien la canasta es parcialmente representativa del consumo doméstico (no incluye carnes, lácteos o frutas, por ej.), se optó por tomar este conjunto de cultivos más representativos desde el punto de vista de la producción más que desde el punto de vista del consumo interno. Esta elección se orientó a incluir al principal insumo energético empleado localmente para la producción de biodiesel, la soja (que es consumido sólo marginalmente en el mercado interno). Esta decisión también se encuentra justificada si se considera que cualquier impacto directo o indirecto de los biocombustibles sobre los alimentos debería verse reflejado en estos cultivos seleccionados, que explican una porción excluyente de la producción agrícola en Argentina y sus exportaciones. Para el paso 2, se analizaron los diferentes impactos del uso de los biocombustibles sobre el precio y la oferta de los cultivos. Es decir, se tuvieron en consideración tanto los efectos precio como cantidad. En este paso 2, por tanto, se aplicó la metodología a) y b) mencionada anteriormente, procurando visualizar eventuales cambios en precios y oferta de la canasta, y la evaluación causal descriptiva del fenómeno. Por el contrario, no se realizó la evaluación econométrica sugerida como alternativa c).

En todos los casos, el análisis se basó en la consideración de los precios internacionales (tomando en cuenta que Argentina exporta 2/3 de su producción agrícola, el precio relevante resulta el del mercado internacional) y de las cantidades producidas en Argentina (habida cuenta de que las importaciones de alimentos son relativamente menos relevantes). Se evaluó la evidencia internacional y la evolución de los precios de los principales cultivos alimenticios y los precios del petróleo y los biocombustibles. A partir de estos elementos, se consideraron en los pasos 1 y 2, las 4 dimensiones de la Seguridad Alimentaria habitualmente tomadas en cuenta en los estudios sobre la temática: disponibilidad - acceso – estabilidad – utilización (FAO, 2012; IFPRI, 2014; GPS, 2013). Cabe señalar que este indicador se focalizó en el biodiesel, por ser el biocombustible de mayor desarrollo relativo en Argentina.

RESULTADOS

En función de la canasta de cultivos seleccionada, el análisis del Paso 2 se centró, en primer lugar, en observar la dinámica de la producción de estos cultivos antes y después de la irrupción del biodiesel en el país. En tal sentido, y como puede verificarse en la Figura 10.1, el surgimiento de

FIGURA 10.1 **Producción de principales cultivos y de biodiesel (en miles de ton.)**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE SIIA, AABH

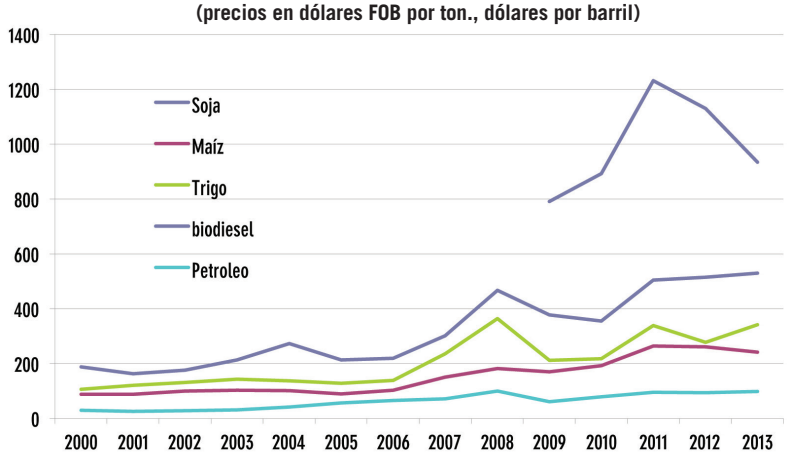
la producción biodiesel en 2006/2007 no parece haber tenido ningún impacto significativo sobre el volumen de producción de soja local ni tampoco sobre las cantidades producidas de los demás cultivos analizados. Por el contrario, la oferta de la canasta seleccionada parece ser altamente sensible al ciclo económico internacional, tal como se verifica en el fuerte retroceso productivo durante el recesivo año 2008, y en la fase posterior de cierta recuperación (aunque con alta volatilidad) de la economía global.

Dicho de otro modo, no se observa ni un salto en la producción de soja ante la irrupción de los biocombustibles, ni una caída en la producción de los demás cultivos por efecto sustitución, ante la perspectiva de este nuevo uso de la oleaginosa. El fuerte incremento de la producción de soja en Argentina ocurrió y de un modo mucho más notorio en años previos (la producción de soja se duplicó entre 2000 y 2010) al surgimiento de este nuevo uso para la producción de biodiesel.

Un segundo foco del análisis fue el seguimiento de la evolución de los precios (Figura 10.2). Aquí, la hipótesis de una presión al alza de precios de la soja (la principal materia prima para obtener biodiesel) causada por el crecimiento en la producción de biodiesel, parece no confirmarse. De modo similar, los precios de los demás cultivos permanecen inalterados frente a la irrupción del biodiesel.

FIGURA 10.2 Argentina: Principales cultivos, biodiesel y petróleo

(precios en dólares FOB por ton., dólares por barril)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE SIIA, FAO, INDEC, AABH Y AMIS OUTLOOK

Un fenómeno interesante que surge del análisis es la elevada correlación de precios entre los principales granos y el petróleo. Dicho de otro modo, el monitoreo de precios internacionales parece indicar la presencia de otros elementos que podrían explicar la evolución del precio de la soja y/o de otros cultivos, más que el inicio de la producción de biodiesel.

En efecto, este fenómeno de correlación de precios de *commodities* agrícolas y petróleo y de revalorización de los recursos naturales en general, observado desde 2003 en adelante parece responder a factores más estructurales, como el crecimiento de la economía mundial y, en particular, de China y los países emergentes de Asia, así como de otras variables (tales como la paridad cambiaria del dólar, la tasa de interés internacional, la especulación). En cualquier caso, la Figura 10.3 confirma esta tendencia utilizando precios internacionales de los diferentes cultivos y del petróleo, reafirmando lo observado en la Figura 10.2, que fuera construida sobre la base de precios de exportación de Argentina.

Cabe señalar, sin embargo, que a partir del ciclo agrícola 2013-2014 los precios de esta canasta han declinado de manera sustantiva, fenómeno extendido durante el último año al petróleo. No obstante ello, la producción y exportación de biodiesel en Argentina se recuperó en 2014 (ver Figura 5 de la Sección Introducción). Dicho de otro modo, la recuperación del mercado de biodiesel argentino del 2014, tanto interno como de exportación, no fue acompañado por variaciones positivas de los precios de su principal insumo.

El análisis del comportamiento de estas variables no reflejaría cambios importantes en la disponibilidad de alimentos en Argentina a partir del auge de biocombustibles a nivel mundial ni del inicio de la producción local de biocombustibles.

Esto es consistente con una parte importante de la literatura previa. En el caso de Argentina, varios trabajos locales destacan que dadas las características, disponibilidad de tierras, escala y condiciones naturales para la producción agrícola en el país no se plantea la disyuntiva biocombustibles vs alimentos sino que las dos producciones serían complementarias (Ganduglia, 2008; Begenisic y Pascale, 2010; GPS, 2013).

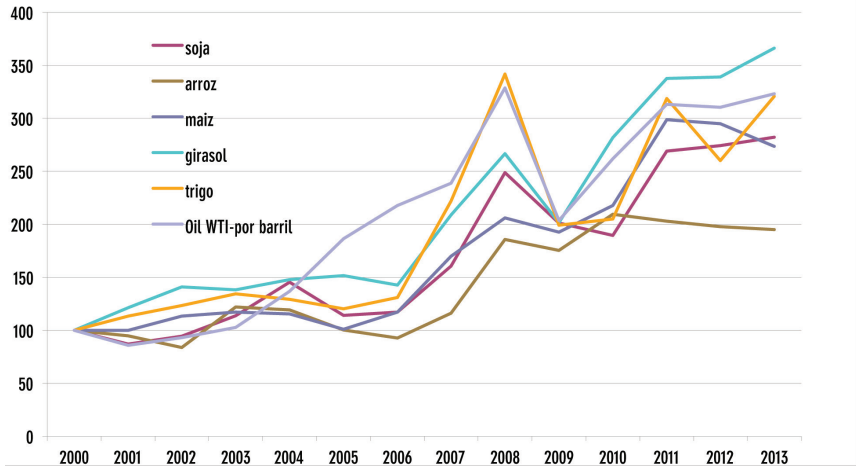
Incluso algunos trabajos señalan que los biocombustibles pueden mejorar ingresos reales de los pequeños agricultores, por lo que la seguridad alimentaria podría mejorar en la dimensión "acceso" (vía mayor ingreso de estos productores). Zilberman, et al (2012) muestra incrementos en PBI de países en desarrollo por este efecto.

Al igual que lo encontrado en el caso argentino, estudios recientes realizados para los casos de Colombia e Indonesia (FAO, 2014a y 2014b), coinciden en señalar la no vinculación entre el desarrollo de los biocombustibles en dichos países y la evolución de los precios de las canastas de alimentos en el período 2007-2012.

Por otro lado, las proyecciones disponibles para los próximos diez años (INAI, 2014) dan cuenta de un crecimiento importante en la producción de etanol, tanto de maíz como

FIGURA 10.3 Evolución de los precios: arroz, girasol, trigo, maíz y soja petróleo WT

(precio por tonelada y dólares por barril; índice año 2000=100)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE SIIA, FAO, INDEC Y AMIS OUTLOOK

de caña de azúcar, en tanto que las perspectivas de expansión del biodiesel aparecen como más moderadas. En cualquiera de los dos casos, el uso de soja, caña y maíz para obtener biocombustibles (en toneladas) luce como marginal en relación a la producción total de soja/aceite de soja, como de caña y maíz en el país.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

En base al análisis realizado y a la revisión de la literatura previa, no parece observarse en Argentina ningún cambio importante en la producción de soja ante el surgimiento de la producción local de biodiesel, ni una caída en los demás cultivos por efecto sustitución, ante la perspectiva de este nuevo uso de la oleaginosa. El incremento fuerte de la soja es previo al surgimiento de este nuevo uso para el desarrollo de bioenergías.

Del mismo modo, la hipótesis que un crecimiento en la producción de biodiesel pudiera haber generado una suba del precio de su principal insumo, la soja, o de los precios de otros alimentos relevantes de la canasta de consumo, parece no confirmarse. En efecto, los precios de los demás cultivos permanecen inalterados frente a la irrupción del biodiesel.

En tal sentido, la evidencia presentada y la literatura previa en el país parecen sugerir que los efectos de la producción de soja y caña de azúcar sobre disponibilidad/uso de la tierra y tecnologías/modelos productivos empleados parecen atribuibles a procesos más largos de cambio productivo agrícola que a la producción de biocombustibles (o de materias primas para biocombustibles). Los biocombustibles contribuyen a diversificar mix productivo agroindustrial y agregar valor, pero no parecen ser un factor clave de expansión agrícola.

Si bien el análisis y la discusión aquí presentados se focaliza en mayor medida en el caso del biodiesel/aceite de soja, el resultado general se aplica también de acuerdo a algunas fuentes, al caso del etanol de caña de azúcar (Begenisic y Pascale, 2010).

Mirando hacia el futuro, las proyecciones disponibles sugieren que el escenario descripto -de bajo impacto sobre la oferta y los precios de la canasta argentina de alimentos- se mantendrá (no se espera un crecimiento destacado de esta actividad). En definitiva, la evidencia sugiere, tal como lo han anticipado diversos estudios internacionales, que Argentina se presenta como un país apto para la producción conjunta de alimentos y biocombustibles (FAO, 2013).

TABLA 10.1 Producción, consumo y exportaciones de biocombustibles en Argentina.

Proyecciones a diez años.

		Miles de toneladas y %		
		2013/14	2023/24	Var . %
Biodiesel				
	Producción	2.472	2.860	15,7%
	Consumo	971	1.480	52,5%
	Exportaciones	1.502	1.376	-8,4%
Etanol				
	Producción	498	693	39,2%
	De caña	234	321	37,4%
	De maíz	264	372	40,7%

FUENTE: ERAMA 2023 (INAI, 2014)

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 10 en Argentina

De acuerdo a las proyecciones disponibles, se espera que se mantenga la tendencia actual de los resultados observados hasta el momento en relación al Indicador 10. De todos modos, parece recomendable sentar las bases para hacer un seguimiento periódico del indicador y, especialmente, de sus proyecciones.

En el análisis del Indicador ha quedado pendiente la aplicación de un modelo econométrico para evaluar con herramientas más rigurosas el impacto de los biocombustibles sobre la oferta y precios de la canasta de alimentos. Si bien los resultados de dicho ejercicio son previsibles, a la luz del análisis fáctico presentado, se podría avanzar en esta tarea de cara al futuro, aplicando el modelo AGLINK-COSIMO con el que suele trabajar la FAO, o bien el ERAMA, aplicado ya en la economía argentina.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

Parece de interés incorporar la dimensión "acceso" de la seguridad alimentaria en este indicador, procurando indagar sobre el efecto ingreso de los pequeños productores a raíz de la incorporación de los biocombustibles a la matriz productiva nacional.

REFERENCIAS

Begenisic, F. y C. Pascale Medina (2010). Bioenergía para el Desarrollo Sostenible. Políticas públicas sobre biocombustibles y su relación con la seguridad alimentaria en Argentina, FAO.

Chidiak, M., R. Rozemberg, C. Filipello, M. Affranchino y G. Rozenwurcel (2012). Sostenibilidad de Biocombustibles e indicadores GBEP: Un análisis de su relevancia y aplicabilidad en Argentina. Documento de IDEAS N° 11, UNSAM.

ECOFYS (2013). Biofuels and food security.Risks and opportunities. ECOFYS. Agosto 2013.

FAO (2012). Impacts of Bioenergy on Food Security – Guidance for Assessment and Response at National and Project Levels. ERIA Working Group. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.

FAO (2013). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.

FAO (2014a). Pilot Testing of GBEP Sustainability Indicators for Bioenergy in Colombia, ERNM Working Paper Nro. 59, Roma.

FAO (2014b). Pilot Testing of GBEP Sustainability Indicators for Bioenergy in Indonesia. ERNM Working Paper Nro. 60, Roma.

Ganduglia, F. (2008). Diagnóstico y estrategias para el desarrollo de los biocombustibles en la Argentina. Capítulo IV en Diagnóstico y estrategias para la mejora de la competitividad de la agricultura argentina, Regúnaga M. (coord.) IICA CARI y FAO.

Gerber, N. et al (2008). The Impacts of Biofuel Production on Food Prices: a review, Discussion paper nro 127. ZEF (ZentrumfürEntwicklungsforschung Center for Development Research; Universidad de Bonn) Discussion Papers on Development Policy Bonn.

GPS (2013). Seguridad Alimentaria Global y Recursos Naturales Agrícolas. Papel y visión de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, GPS, Grupo de Países Productores del Sur, Buenos Aires.

HLPE (High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition) (2013). Biofuels and Food Security, mimeo.

International Food Policy Research Institute (IFPRI) (2014). Food Security in a world of natural resource scarcity. The role of agricultural technologies, Washington DC.

Instituto para las Negociaciones Agrícolas Internacionales (INAI) (2014): Escenario de Referencia Agroindustrial Mundial y Argentino al 2022, Buenos Aires.

Piñeiro, M. (2012). Las relaciones entre seguridad alimentaria, cambio climático y comercio internacional, Working Paper N° 146, Serie Seguridad Alimentaria, IICA, Marzo.

Rosegrant, M. y S. Msangi (2014). Consensus and Contention in the Food-Versus-Fuel Debate. Annual Review of Environment and Resources, 39:271-94.

Timilsina G., O. Chisari y C. Romero (2013). Economy-wide impacts of biofuels in Argentina. Energy Policy, 55 (2013) 636–647.

Zilberman, D., G. Hochman, D. Rajagopal, S. Sexton y G. Timilsina (2012). The impact of biofuels on commodity food prices: assessment of findings. American Journal of Agricultural Economics 95(2):275-281.

Bases de datos y páginas web consultadas:

SIIA: Sistema Integrado de Información Agrícola:
www.siia.gov.ar

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
faostat.fao.org

INDEC - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos:
www.indec.gov.ar/

AMIS OUTLOOK: Agricultural Market Information System
www.amis-outlook.org

Datos de producción - ASOCIACIÓN ARGENTINA DE BIOCOMBUSTIBLES E HIDROGENO (AABH)

INDICADOR 11.

CAMBIOS EN EL INGRESO

DEFINICIÓN

Cambios en el ingreso debido a los salarios pagados en el sector de biocombustibles, en relación con otros sectores y con el ingreso neto proveniente de la venta y/o consumo de biocombustibles por parte de hogares e individuos.

UNIDAD DE MEDIDA:

Diferencial entre salarios promedio, en porcentaje (%).

MEDICION DEL INDICADOR 11 EN ARGENTINA

El indicador propone cuantificar cambios en el ingreso a través de cambios en las diferencias salariales entre el sector de los biocombustibles (BC) y el sector agrícola u otra rama agroindustrial.

Se intentó obtener datos a nivel de empresa para efectuar una estimación, dado que en las estadísticas nacionales no se dispone de información con el grado de desagregación sectorial deseado. Se realizaron consultas a Cámaras Empresarias del sector y al Ministerio de Trabajo.

La evaluación realizada consistió en obtener una medida de la brecha/diferencia salarial de BC frente al sector alimentos y al sector agrícola en promedio, con información suministrada por el Observatorio de Empleo y Desarrollo Empresarial (OEDE) del Ministerio de Trabajo (MTEySS). Esta valoración es complementada con observaciones (estimaciones cualitativas) de informantes calificados.

RESULTADOS

La información recopilada, que se presenta en la Tabla 11.1, indica que el sector de biocombustibles paga salarios similares o superiores a los pagados en 3 de los 4 sectores considerados como referencia debido a su relevancia y a la disponibilidad de información: producción de alimentos; productos de petróleo; electricidad, agua y gas; y transporte. Dicho de otra manera, los resultados sugieren que los salarios en BC son superiores a todos los sectores productores, salvo en comparación con el sector petrolero, tradicionalmente caracterizado por ingresos muy altos.

Adicionalmente se ha recabado la siguiente información cualitativa:

- Los expertos y firmas consultadas confirmaron que la incorporación de los biocombustibles no ha tenido un impacto significativo sobre los ingresos/salarios sectoriales (de la cadena).
- La puesta en marcha de plantas productoras de biodiesel implicó la creación neta de empleo formal, e incorporó trabajadores que provienen de sectores afines (sin expectativas de cambios significativos en el ingreso).
- En la etapa primaria no ha impactado en el empleo, ya que las características del empleo son las mismas, independientemente del destino final (alimenticio o energético) del grano.
- En relación a los ingresos de los trabajadores aceiteros, el agregado de una etapa de procesamiento para obtener biodiesel no parecen haber afectado los salarios. De hecho, los salarios de trabajadores en la etapa de producción de biocombustibles responden a lo establecido por los convenios laborales aceiteros, químicos y petroleros en su mayoría.

TABLA 11.1 **Comparación de salarios entre sectores productivos relevantes**

Industria de biodiesel vs	Diferencial entre salarios promedio (año 2012)
Producción de Alimentos	43%
Productos de petróleo	-22%
Electricidad, agua, gas	salarios similares
Transporte	40%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

La incorporación de los biocombustibles no ha tenido un impacto significativo sobre los ingresos/salarios sectoriales (de la cadena). Se verifican salarios similares superiores en el sector de biocombustibles en comparación con 3 de los 4 sectores considerados. No se ha podido obtener información sobre salarios de los trabajadores en plantas de etanol.

No pudo ser estimada la brecha de ingresos de los empleados en la producción de biodiesel para autoconsumo.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 11 en Argentina

Surge la necesidad de contar con encuestas regulares y niveles mayores de desagregación para datos de empleo e ingresos, a nivel regional y nacional.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

El indicador tal como ha sido definido resulta relevante, con base científica y se pueden desarrollar las estadísticas sectoriales para su estimación regular.

REFERENCIAS

CEAgro (2014). Régimen de fomento de biodiesel en Argentina. Evaluación de una política de promoción industrial. En el marco del Programa 2014 de Estudios Sectoriales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
CIFRA (2011). Rentabilidad, empleo y condiciones de trabajo en el sector agropecuario. Documento de trabajo nro 8.
Flexor, G.G. et al (2012). El mercado del biodiésel y las políticas públicas: Comparación de los casos argentino y brasileño. En Revista de la CEPAL nro 108, diciembre.

INDICADOR 12.

EFECTOS SOBRE EL EMPLEO

DEFINICIÓN

Creación neta de empleo (empleos creados menos empleos destruidos) como resultado de la producción y uso de biocombustibles. Creación neta total (12.1) y desagregada en calificados/no calificados (12.2) y temporarios/fijos (12.3). Número total de empleos en el sector de biocombustibles y % adheridos a estándares laborales internacionales (OIT) (12.4) y en relación con sectores comparables (12.5)

UNIDADES DE MEDIDA:

N° de empleos; N° de empleos por MJ o MW; % del total de población en edad de trabajar

MEDICIÓN DEL INDICADOR 12 EN ARGENTINA

El Indicador 12 busca medir la "creación neta de empleo", como resultado de la producción y uso de biocombustibles. También se propone considerar tanto el empleo directo como indirecto del sector.

En las estadísticas nacionales no existen estimaciones con el grado de desagregación sectorial necesario para estimar el indicador, por lo cual se presenta la información recabada y las estimaciones propias elaboradas a partir de la información brindada por proveedores de tecnología, empresas productoras, datos aislados sobre creación de empleo de cámaras industriales y asociaciones (CARBIO y CEPREB) y de la información que surge de las bases de datos y estimaciones del Observatorio de Empleo y Desarrollo Empresarial (OEDE) del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Las estadísticas nacionales tampoco identifican nivel de formación ni tipo de empleo ya que provienen del Sistema Previsional (registran sólo el trabajo formal).

En cuanto al carácter formal/informal y a la calificación de RRHH, en el caso del biodiesel se realizó una estimación en función de datos brindados por empresas productoras, proveedores de tecnología y cámaras empresarias (CARBIO y CEPREB).

En el caso del bioetanol, se utilizó información del último censo cañero disponible de la Provincia de Tucumán (Gobierno Prov. Tucumán, s/f), y datos provistos por expertos de la Estación Experimental Obispo Colombres.

RESULTADOS

Biodiesel

Nivel de formación (12.2): Dada la ausencia de información

TABLA 12.1 Creación neta de empleo en la cadena de biodiesel de soja

	Estimaciones	Observaciones
Empleo directo	2.100	plantas grandes integradas, grandes no integradas, medianas y pequeñas regionales)
Empleo indirecto	4.800	- servicios - transporte (800) - 350 pequeñas extrusoras (2.000)
Calificado (%)	80%	Nivel de formación Terciaria (técnicos químicos) y universitaria (ingenieros)
No calificado (%)	20%	
% adherido a estándares laborales internacionales	100% empleo directo n.d. empleo indirecto	Convenios laborales aceiteros, petroleros, químicos

FUENTE: EN BASE A DATOS PROPORCIONADOS POR EMPRESAS CEAGRO (2014), CEPREB, CARBIO, OEDE, CONSULTAS A INFORMANTES CALIFICADOS

oficial o censal que discrimine el empleo correspondiente a la producción de biocombustible, resulta imposible contar con datos para toda la industria. La información brindada por algunas empresas de manera individual permite tener una estimación del nivel de formación del personal ocupado en las plantas productoras de biodiesel:

- Universitarios + terciarios: 59%
- Técnicos (secundario): 21%
- No calificado: 20%.

(12.3) Trabajo fijo o temporario, la etapa industrial que involucra la elaboración del biodiesel solo emplea personal fijo.

(12.4.) % de empleos adheridos a estándares laborales internacionales (OIT): como el personal ocupado en las plantas productoras industriales es en su totalidad empleo registrado, el 100% se encuentra adherido. Faltan datos para agregar la fase de transporte dentro del empleo indirecto.

Bioetanol

El empleo de la fase agrícola de la producción de etanol a partir de caña de azúcar se obtuvo a partir del Censo Cañero 2011 para la Provincia de Tucumán (Gov.Prov.Tucumán, s/f):

- **Total:** 2682 (38% personal permanente; 38% eventual propio; 24% eventual contratado);
- **Durante cosecha:** 3552 total (9% personal permanente; 32% personal eventual propio; 59% personal eventual contratado).
- **Producción de azúcar:** empleo total de 15.100, según datos del OEDE (MTEySS) para el año 2010. No se cuenta con datos de empleo asignado a la etapa de elaboración del bioetanol.

Dicha provincia representa aproximadamente un 60% de la producción cañera total país.

Por otro lado, no se cuenta con datos de empleo agregados a nivel nacional para la fase industrial específica de elaboración de bioetanol.

De acuerdo a los datos provistos por expertos consultados de la Estación Experimental Obispo Colombres, una planta de tamaño mediano emplea:

- 1 jefe
- 6 técnicos
- 25 operarios
- 18 trabajadores en la planta de tratamiento de efluentes

Según las consultas a expertos e informantes calificados, resulta muy complejo discriminar dentro del empleo total de los Ingenios que cuentan con destilerías el empleo destinado específicamente a la elaboración de bioetanol.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

La evaluación solo pudo ser elaborada en base a datos aislados (y estudios específicos). Ha resultado imposible agregar resultados obtenidos ya que se dispone de información no comparable, con datos limitados regionalmente y difícilmente extrapolables.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 12 en Argentina

Se sugiere generar información de manera sistemática para realizar un correcto monitoreo de este indicador de gran relevancia social.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

El indicador tal como ha sido definido resulta relevante, con

base científica y se pueden desarrollar las estadísticas sectoriales para su estimación regular.

REFERENCIAS

CEAgro (2014). Régimen de fomento de biodiesel en Argentina. Evaluación de una política de promoción industrial. En el marco del Programa 2014 de Estudios Sectoriales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Cohan, L. y Costa R. (2011). Panorama general de las nuevas formas de organización del agro: las principales cadenas agroalimentarias. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Octubre 2011

Flexor, G.G. et al (2012). El mercado del biodiésel y las políticas públicas: Comparación de los casos argentino y brasileño Revista de la CEPAL nro 108, diciembre.

Giancola, S.I., M.L. Salvador, M. Covacevich y G. Iturrioz (2009). Análisis de la Cadena de Soja en Argentina, Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales nº3, Proyecto Específico 2742: Economía de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales, Proyecto Propio de la Red Competitividad de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales, Área Estratégica de Economía y Sociología, INTA.

Gobierno de la Prov.Tucuman: Censo Cañero Provincial 2011. Gobierno de la Provincia De Tucumán, Ministerio de Coordinación, Dirección Provincial de Estadística y Secretaria de Agricultura de la Nación.

Llach, J.J., M.M. Harriague y E. O'Connor (2004). La Generación de Empleo en las Cadenas Agro-Industriales. Fundación Producir Conservando: Buenos Aires (www.producirconservando.org.arg).

Lódola, A., R. Brigo y F.Morra (2010). Mapa de cadenas agroalimentarias de Argentina, en "Cambios estructurales en las actividades Agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor". Anlló G., Bisang R. y Salvatierra G.. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Buenos Aires

Páginas web consultadas:

CARBIO Cámara Argentina de Biocombustibles
www.carbio.com.ar

CEPREB Cámara de Empresas Pymes Regionales Productoras de Biocombustibles
www.cepreb.org

INDICADOR 13.

CAMBIO EN EL TIEMPO EMPLEADO EN RECOLECTAR BIOMASA, ESPECIALMENTE POR PARTE DE MUJERES Y NIÑOS

DEFINICIÓN

Cambio en el tiempo promedio destinado a recolectar biomasa atribuible a la transición desde el uso tradicional de biomasa a servicios bioenergéticos modernos

UNIDADES DE MEDIDA:

Horas por semana por hogar, porcentaje

MEDICIÓN DEI INDICADOR 13 EN ARGENTINA

A partir de la evaluación del Indicador 3 (Uso de recursos madereros) surge que el uso de biomasa tradicional como insumo energético tiene una incidencia relativamente baja en Argentina.

Si bien en algunas regiones rurales el uso tradicional de biomasa puede resultar la fuente de energía fundamental para cocina y calefacción, no se dispone de fuentes de datos sobre tiempo destinado a la recolección de biomasa en dichas regiones.

Por otra parte, como ya se mencionó las formas de bioenergía aquí consideradas (biocombustibles) están orientados a sustituir combustibles fósiles en el transporte; por lo cual no revisten importancia para la incorporación de servicios bioenergéticos modernos en lugar de usos de biomasa tradicional para cocina y calefacción.

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No se evaluó el indicador debido a su baja relevancia en el caso local y a la falta de datos.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 13 en Argentina

Se considera que el indicador 13 no resulta relevante para el contexto argentino.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

Posiblemente sea conveniente derivar lecciones sobre la diversidad regional de temáticas sociales asociadas a las bioenergías a partir de la primera ronda de estimaciones piloto de los indicadores GBEP de sostenibilidad de bioenergías. A partir de ellas, podría ser de interés diferenciar los indicadores sociales (o definir subindicadores) según las realidades regionales. Esto permitiría, por ejemplo, dar cuenta

de las regiones donde la problemática social asociada tanto al uso de biomasa tradicional para cocina y calefacción como al uso de tiempo en la recolección de biomasa ocupan un lugar importante; de otras regiones donde las problemáticas sociales buscadas por la bioenergía (ej. biocombustibles) puede ser otra (ej. facilitar el acceso los combustibles para facilitar otros modos (más modernos) de transporte y las labores agrícolas).

INDICADOR 14.

BIOENERGÍA UTILIZADA PARA EXPANDIR EL ACCESO A LOS SERVICIOS ENERGÉTICOS MODERNOS

DEFINICIÓN

14.1 Aumento en el acceso a servicios energéticos modernos -combustibles líquidos, gaseosos o sólidos para calefacción y refrigeración y electricidad- atribuible a la bioenergía (por tipo de bioenergía), medido en términos de energía (14.1a) y cantidad de hogares (14.1b).

14.2 Cantidad total y porcentaje de hogares y empresas que utilizan bioenergías, desagregado en bioenergía moderna y biomasa tradicional.

UNIDADES DE MEDIDA

14.1a) Litros, m3, toneladas, MJ, MWh por año; **14.1b)** cantidad y porcentaje (%); **14.2)** cantidad y porcentaje (%)

MEDICIÓN DEL INDICADOR 14 EN ARGENTINA

La información del último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de Argentina (2010) indica un bajo uso de biomasa tradicional para cocina y calefacción (3% de los hogares usan biomasa sólida como combustible principal para cocinar) y un alto acceso de la población a la provisión de red de energía eléctrica en Argentina: (el 97,7% de los hogares accede a electricidad suministrada por red y un 1,1% por generación propia mediante motor, paneles solares, etc.) (INDEC, 2012a; 2012b). Cabe notar que las dos provincias con cobertura de acceso a servicios eléctricos de red son Santiago del Estero (86%) y Formosa (91%), pero en el resto de las 22 provincias se observan tasas del 94% o superiores (en la Ciudad de Buenos Aires y la Provincia de Buenos Aires la cobertura es del 99%).

En este contexto, las bioenergías modernas (en particular los biocombustibles analizados) no tienen un rol relevante en facilitar el acceso a servicios modernos de energía en Argentina, especialmente tomando en cuenta la baja participación de los biocombustibles en la generación eléctrica. De acuerdo a datos de la Secretaria de Energía, en el año 2012 el biodiesel (con 34.600 ton) aportó el 0,8% del total de combustibles fósiles líquidos/sólidos empleados para la generación de electricidad (los otros combustibles empleados son el carbón (20% del total), Fuel Oil (57%) y el Gasoil (21%).

Por último, cabe notar que los biocombustibles utilizados en el transporte son en todos los casos incorporados como corte dentro de una mezcla con combustibles fósiles [19].

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No se evaluó el indicador por considerarse no relevante para el caso argentino.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 14 en Argentina

No se considera relevante hacer seguimiento de este indicador en el caso Argentino

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

Ver indicador 13.

REFERENCIAS

INDEC (2012a): Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Censo del Bicentenario. Resultados definitivos, Serie B Nº 2. Tomo 1, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires. Disponible en www.censo2010.indec.gov.ar

INDEC (2012b): Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Censo del Bicentenario. Resultados definitivos, Serie B Nº 2. Tomo 2, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires. Disponible en www.censo2010.indec.gov.ar

19. La metodología GBEP para la medición del indicador 14 indica que no debe considerarse el uso de bioenergía en servicios que anteriormente fueran provistos a mediante combustibles fósiles.

INDICADOR 15.

CAMBIO EN LA MORTALIDAD E INCIDENCIA DE ENFERMEDADES ATRIBUIBLES AL HUMO GENERADO EN INTERIORES

DEFINICIÓN

Cambios en la mortalidad y enfermedades provocadas por el humo generado por el uso de combustibles sólidos como resultado de un mayor uso de servicios energéticos, incluidos los hornos a biomasa mejorados.

UNIDADES DE MEDIDA

Porcentajes

MEDICIÓN DEL INDICADOR 15 EN ARGENTINA

Como se muestra en el Indicador 3 (Uso de recursos madereros) el uso de biomasa tradicional como insumo energético es bajo en el país.

Si bien en algunas regiones rurales el uso de biomasa es la fuente de energía fundamental para cocina y calefacción, no se dispone de información sobre la incidencia de infecciones respiratorias y enfermedades crónicas de obstrucción pulmonar atribuible al humo por quema de biomasa sólida en interiores.

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Indicador 15 no pudo ser estimado en el presente estudio ni se pudo estimar su relevancia por falta de estadísticas sobre salud que permitan evaluar este aspecto.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 15 en Argentina

Para futuras mediciones de este indicador será necesario contar con estadísticas de salud adicionales o realizar un muestreo en regiones rurales del país.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

El indicador resulta relevante, de base científica y de fácil aplicación si se cuenta con estadísticas regulares del área de salud sobre esta temática.

INDICADORES ECONÓMICOS

INDICADOR 17.

PRODUCTIVIDAD

DEFINICIÓN

17.1) Productividad de la producción de materias primas por tipo o por plantación.

17.2) Eficiencia en el procesamiento por tecnología y materia prima.

17.3) Cantidad de biocombustible por hectárea por año (en masa, volumen o contenido energético).

17.4) Costos productivos por unidad de biocombustible generado.

UNIDAD DE MEDIDA:

17.1) ton/ha/año;
17.2) MJ/ton;
17.3) m3/ha/año o ton/ha/año;
17.4) $/MJ

MEDICION DEL INDICADOR 17 EN ARGENTINA

El indicador de productividad de los biocombustibles en Argentina, se construyó adoptando tres de las definiciones y metodologías propuestas por GBEP:

- 17.1) Productividad de la producción de la materia prima (Producción de Soja / Área Sembrada y Producción de Caña de Azúcar / Área Sembrada)
- 17.2) Eficiencia en el procesamiento por materia prima (Producción de Biodiesel por unidad de materia prima -aceite de soja-; Producción de Aceite de Soja por unidad de materia prima -soja-; Producción de Bioetanol por unidad de materia prima (caña de azúcar).
- 17.3) Cantidad de biocombustible por hectárea por año.

No se dispone de información suficiente para obtener una estimación representativa a nivel nacional de (17.4)

Biodiesel

Para analizar este segmento se tomó en consideración, en primer término, el rendimiento de la etapa primaria (soja) y el correspondiente a su primera transformación (aceite de soja). Cabe recordar que la producción comercial de biodiesel en Argentina se realiza casi totalmente a partir de aceite de soja. Para estimar los rendimientos de la soja se tomaron datos de producción de soja a partir de la base de datos del INDEC y la información sobre área sembrada y cosechada de soja y rindes a partir de la base de datos de SIIA.

Para estimar la productividad y rendimiento del aceite, se utilizaron los datos de molienda de soja y producción de aceite elaborados por la Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA). Luego, se estimó el porcentaje de producción de aceite de soja que se destina a biodiesel restando las exportaciones de aceite (publicadas por CIARA) y estimando el consumo de aceite para otros usos entre un 0% y un 5% dependiendo el año. De ese modo se calculó la productividad y el rendimiento del biodiesel, a partir de datos de producción de biodiesel de INDEC.

En base a dichas estimaciones se obtuvieron las diferentes aproximaciones relevantes del indicador:

- 1) la productividad del biodiesel en términos de su principal insumo –el aceite de soja-, tanto en kg/ton como en porcentaje;
- 2) el rendimiento del biodiesel por hectárea sembrada, acotando la siembra a la estimación que se hace del grano utilizado para producir aceite (y de este último solo la cantidad que luego es insumida para la producción de biodiesel).
- 3) como complemento, se calculó la productividad del aceite de soja en términos de la molienda (en %), y los rendimientos de soja y aceite de soja en términos de las hectáreas sembradas.

Bioetanol

Para estimar los rendimientos de la caña de azúcar se tomaron datos de producción de caña de azúcar de las bases de datos de FAO y la información de área sembrada y cosechada del Centro Azucarero Argentino. También se emplearon datos de INDEC en cuanto a la producción de caña de azúcar y de bioetanol.

No se pudo obtener información precisa de la cantidad de caña de azúcar destinada a la producción de alcohol, ni tampoco de la cantidad de alcohol hidratado que se deshidrata para la obtención de bioetanol anhidro. Se supuso, entonces, que la diferencia en el coeficiente de producción de azúcar / caña de azúcar de los últimos años, es la que se destina a alcohol para bioetanol. Así, se obtuvo una aproximación a la cantidad de caña de azúcar que se destina a bioetanol.

A partir de dichas estimaciones, se calculó la productividad del bioetanol en términos de la caña de azúcar utilizada para obtenerlo (litros/tonelada). Como complemento, se presentan los rendimientos de la caña en relación a las hectáreas sembradas y cosechadas.

RESULTADOS

Biodiesel

En la Tabla 17.1 se presenta la estimación obtenida para la productividad de la producción de biodiesel sobre la producción de aceite de soja destinada al biodiesel: esta se ubica en un rango entre el 95% y el 97%, salvo para la campaña 2013-2014, en la cual esta productividad resultó del 100%. Esto puede deberse a errores en la información

TABLA 17.1 Productividad de Biodiesel de soja

Campaña	Productividad	Productividad	Rendimiento Biodiesel	Productividad	Rendimiento Soja	Rendimiento Aceite
	Producción Biodiesel/ Aceite Soja p Biodiesel	Producción Biodiesel/ Aceite Soja p Biodiesel	Producción /Área Sembrada	Producción Aceite /Molienda Soja	(Producción /Área Sembrada)	(Producción /Área Sembrada)
	(%)	(kg/tn)	(kg/ha)	(%)	(tn/ha)	(tn/ha)
2008/09	95%	181	311	19%	1,72	0,33
2009/10	97%	184	528	19%	2,87	0,55
2010/11	96%	182	471	19%	2,59	0,49
2011/12	95%	180	388	19%	2,15	0,41
2012/13	96%	183	450	19%	2,46	0,47
2013/14	100%	190	522	19%	2,75	0,52

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

sobre exportaciones de aceite de soja. En cuanto a la productividad en la obtención de biodiesel respecto del grano de soja (destinado a biodiesel), el rango osciló entre 180 y 190 kg biodiesel por ton de soja y el rango de rendimiento entre 311 y 528 kg de biodiesel por ha sembrada de soja (destinada a la producción de biodiesel).

En cuanto al aceite, los resultados arrojan una productividad del 19% de la molienda de soja para todos los años y entre 0,4 y 0,6 toneladas de aceite por ha sembrada de soja (destinada a molienda).

El rendimiento de la soja se estima entre 1,8 y 2,9 ton de soja por ha sembrada.

Los resultados obtenidos para Biodiesel se condicen con los recogidos de diferentes fuentes en el trabajo de la Universidad de Cuyo (2012) que arrojó un rendimiento de entre 0,5 y 1 ton biodiesel por ha de soja.

Bioetanol

Bajo el supuesto mencionado anteriormente en relación a la estimación de la cantidad de caña de azúcar que se destina a etanol, y tal como se observa en la Tabla 17.2, los resultados son:

Una productividad muy baja para los primeros 3 años de producción de bioetanol (12, 36 y 46 litros/ton de caña de azúcar en 2009, 2010 y 2011, respectivamente) y una productividad de 73 y 79 litros por tonelada de caña de azúcar en 2012 y 2013, respectivamente.

Se estima que los resultados para Bioetanol se corresponden con los relevados de diferentes fuentes en el trabajo de la Universidad de Cuyo (2012):

- Un rendimiento de entre 75 y 85 litros de etanol por tonelada de caña de azúcar.
- Entre 5.500 y 10.000 litros de etanol por ha sembrada de caña de azúcar.

El rendimiento de la caña de azúcar resultó en un rango entre 57 y 93 ton por hectárea sembrada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

La productividad del aceite de soja para la producción de biodiesel resulta elevada, toda vez que el coeficiente entre producción de biodiesel y aceite oscila entre el 95 y el 97%.

Por su parte, la baja productividad del principal insumo, aceite de soja, en términos de la molienda (19%), se debe a que el aceite es uno de los dos derivados del procesamiento de dicha oleaginosa, siendo el principal coproducto las harinas o pellets.

La productividad del bioetanol crece fuertemente en los últimos años, ubicándose cerca de los 80 litros por tonelada durante la última campaña.

Estas estimaciones son consistentes con las relevadas en el estudio de Universidad de Cuyo (2012).

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 17 en Argentina

En el caso de las estimaciones de productividad realizadas para el biodiesel no parece que las mismas vayan a modificarse sustantivamente en los próximos años. De todos modos, resulta recomendable hacer un seguimiento del indicador de manera periódica.

TABLA 17.2 Tabla 17.2. Productividad Bioetanol

a. Productividad industrial

Año zafra nacional	Producción bioetanol/Producción caña de azúcar (l/ton)
2009/10	12,23
2010/11	36,50
2011/12	45,78
2012/13	73,46
2013/14	79,45

b. Productividad agrícola

Año zafra nacional	Rendimiento caña de azúcar (ton/ha)	
	Producido/Sembrado	Producido/Cosechado
2009/10	87	91
2010/11	82	87
2011/12	72	76
2012/13	57	60
2013/14	63	66

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el caso del bioetanol estas primeras estimaciones arrojan resultados interesantes, sobre los que sería importante seguir trabajando. En particular, sería importante lograr información sobre el balance de materias primas asignada a diferentes productos finales (azúcar-alcohol) e intermedios (ej. melaza) ya que no se dispone de una medida confiable de la proporción de caña de azúcar y de melaza producida que se destinan a la producción de alcohol. La evaluación realizada en el marco de este estudio emplea las estimaciones disponibles para el año 2010.

Asimismo, a partir de la colaboración con cámaras de productores se podría buscar la generación de información para incorporar en futuras estimaciones la aproximación 17.4) del indicador de costos productivos por unidad de biocombustible generado.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador futuras revisiones de GBEP

El indicador tal como ha sido definido resulta relevante, con base científica y es posible estimarlo (salvo en el caso de la medida 17.4) en base a las estadísticas sectoriales disponibles.

REFERENCIAS

Entrevistas a informantes clave del sector: Claudio Molina, Deborah Rodanini, Rafael Brigo, Luciano Cohan.

Bases de datos e información: INDEC, SIIA, INTA, Centro Azucarero Argentino, Ministerio de Agricultura, CIARA, CARBIO, INTA, Informes sectoriales y regionales:

Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (2007): "Estado actual y evolución de la productividad del cultivo de caña de azúcar en Tucumán y el noroeste argentino en el período 1990-2007".

IICA (2007): "Situación del Etanol en la República Argentina". Informe elaborado para la Comisión Interamericana de Etanol.

MECON (2011): "Complejo Azucarero". Dirección de Información y Análisis Regional y Sectorial. Presentación.

Universidad de Cuyo (2012): "Cultivos energéticos para biocombustibles, mimeo".

INDICADORES ECONÓMICOS

INDICADOR 18.

BALANCE ENERGÉTICO NETO

DEFINICIÓN

Ratios energéticos de la cadena de valor de la bioenergía. Se pueden considerar diferentes etapas de la producción: (18.1) balance energético de la producción de materias primas, (18.2) procesamiento y (18.3) uso de biocombustibles. Alternativamente puede considerarse la suma de las diferentes etapas (18.4) en un enfoque de ciclo de vida.

UNIDAD DE MEDIDA:

Ratios.

MEDICION DEL INDICADOR 18 EN ARGENTINA

La metodología adoptada para la medición del Indicador 18 en Argentina consistió en confeccionar un ratio que relacione la energía contenida en los biocombustibles producidos y la energía contenida en la materia prima empleada para su producción, incluyendo todos los elementos que participan en el ciclo de vida del producto (producción y aplicación de fertilizantes, químicos, trabajo y energía contenidos en la maquinaria).

El indicador de balance neto de Energía se construyó de la siguiente forma:

ECT/PBC (Joules/Ton) = ECMP/PBC+ ECPA/PBC + ECPBC/PBC; donde

ECT: Consumo de Energía Total (en Joules)
PBC: Producción de Biocombustibles (en toneladas)
PMP: Producción de Materia Prima (en toneladas) [20]
PA: Producción de Aceites (en toneladas) [21]
ECMP: Consumo de Energía para Producción de Materia Prima (en Joules) [22]
ECPA: Consumo de Energía para Producción de Aceites (en Joules)
ECPBC: Consumo de Energía para Producción de Biocombustibles (en Joules).

Biodiesel de aceite de soja

Siguiendo la metodología recomendada por GBEP, se realizó un análisis de la información existente desagregando los consumos de energía requeridos en:

- **a)** tareas agrícolas de labranza, cosecha, secado (cuando ello es requerido), transporte corto entre los lugares de la cosecha y las plantas de procesamiento y transporte largo a las plantas de industrialización y transformación;
- **b)** tareas industriales, para el procesamiento de la materia prima agrícola y su transformación en el producto bioenergético obtenido.

Los consumos energéticos para la producción de biocombustibles fueron referidos al contenido energético de cada uno de ellos a fin de obtener la relación correspondiente que indica que, cuando este indicador es superior a la unidad, se obtiene más energía que la consumida en todo el proceso de producción desde la siembra de la materia prima hasta la puesta del producto en condiciones de salida de planta industrial.

Los datos productivos empleados para estimar el consumo energético son compatibles con los empleados en el modelo para el cálculo de emisiones de GEI (Indicador 1) y con la información disponible del sector (en bases de datos de INDEC, SIIA, CIARA y AABH).

Etanol de caña

La estimación de los consumos se divide en la fase agrícola e industrial, teniendo en cuenta que parte del jugo obtenido de la caña se utiliza para la obtención de azúcar y otra parte para la obtención de alcohol. Las proporciones empleadas difieren año a año, en función de la situación de los mercados y precios.

Otro factor variable se refiere al empleo de fuentes energéticas en el proceso en función de su disponibilidad. Los productores de alcohol integrados verticalmente pueden utilizar biomasa (bagazo de caña) en calderas durante la zafra, mientras que las destilerías de alcohol no integradas utilizan preferentemente gas natural, o combustibles líquidos.

También se tienen en cuenta en las estimaciones realizadas el contenido energético indirecto de los insumos empleados en la etapa agrícola en particular los fertilizantes y herbicidas.

Para el análisis del bioetanol de caña de azúcar se analizaron los datos productivos sectoriales y una serie de trabajos obtenidos durante la visita a la Estación Experimental Obispo Colombres. Adicionalmente, se realizaron consultas con referentes sectoriales (en la EEAOC en Tucumán, y en Buenos Aires con representantes de empresas productoras de Jujuy y Tucumán).

RESULTADOS

Biodiesel de aceite de soja

20 Producción de materias primas agrícolas considerada: soja en el caso del biodiesel; caña de azúcar para el bioetanol.
21 El Consumo de Energía para producción de materia prima incluye la energía consumida por la maquinaria agrícola, y la ener.gía consumida en el proceso de transporte a planta.
22 En el caso del bioetanol la etapa de producción de aceites se anula.

En la etapa agrícola de siembra, labranza y cosecha, el principal consumo de energía directa está asociado a los equipos utilizados y al consumo de gas-oil en los mismos. Los rendimientos promedio observados en la siembra son de 2,8 ton.soja/ha, y se estima que el rendimiento promedio de biodiesel a partir de una tonelada de soja como insumo es del 19%. Esta proporción es la empleada para asignar al biodiesel su parte en el consumo de energía (directa e indirecta) realizado durante la etapa agrícola y la de transporte de materia prima en un contexto multiproducto.

En la etapa de labores agrícolas, el principal consumo de energía directa es el gas-oil (diesel oil) empleado en las máquinas agrícolas, que asciende aproximadamente a 17 litros/ha durante la siembra, a lo que se agregan 10 litros/ha empleados en la cosecha. Tomando en cuenta el flete corto, 30 kilómetros promedio, hasta las instalaciones de secado y acopio, y el consumo energético en las instalaciones de secado, se obtiene que el consumo de energía directa representa aproximadamente el 25% del consumo de energía total en esta etapa.

La energía indirecta consumida, teniendo en cuenta el empleo de semillas y agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) representa el resto del consumo energético. En la etapa agrícola en una primera aproximación se obtiene como consumo directo de energía 3,16 MJ/kg de biodiesel y como consumo indirecto 7,97 MJ/kg.

En la etapa de industrialización para la obtención de aceites, el consumo de energía relevado es de 5,53 MJ/kg de aceite, y en la industrialización para la obtención de biodiesel de 5,68 MJ/kg de biodiesel. En ambos casos el consumo relevante es energía eléctrica y vapor, e incluye el resto de los insumos utilizados en la elaboración de estos productos.

De esta forma se llega a un consumo de energía total en el proceso de 23,65 MJ/kg de biodiesel. El contenido energético total producido teniendo en cuenta el biodiesel, la glicerina, las harinas y cáscaras es de 52,84 MJ/kg de biodiesel.

El indicador de balance de energía neta para el biodiesel de soja es la relación entre ambos valores y el resultado fue de 2,23, con un balance neto de energía positivo, es decir se obtiene más del doble de energía por cada unidad de energía consumida en todo el proceso de elaboración. Si se considera solamente el contenido energético del biodiesel y la glicerina (38,49 MJ), el indicador continúa siendo superior a la unidad e igual a 1,63 es decir que se alcanza a obtener un 63% más de energía que la empleada en el proceso.

Los datos de consumo energético consultados para el cálculo del balance energético de biodiesel de soja (Donato y Huerga, 2009) presentan resultados homogéneos y compatibles con los datos utilizados en el modelo empleado para el cálculo del indicador 1, de emisiones de GEI durante todo el ciclo de vida.

En todos los casos analizados en el trabajo mencionado en el párrafo anterior, el balance energético para la producción de biodiesel de soja supera las 2 unidades de energía obtenida por unidad de energía empleada. La mejor relación se obtiene con la utilización de soja de primera ocupación obtenida bajo el sistema de siembra directa empleando tecnología de punta, donde la relación o balance energético alcanzado es de 2,62:1; mientras que el valor más bajo se alcanza utilizando soja de primera obtenida con siembra directa, con un balance de 2,02:1. Cabe aclarar que la utilización de tecnología de punta implica alta densidad de siembra combinado con sembradoras que aseguren la adecuada distribución de la semilla y emergencia uniforme del cultivo, disminución de distancia entre hileras, semillas de alto poder germinativo, buen manejo del rastrojo, fertilización y tratamientos apropiados con herbicidas e insecticidas.

Etanol de caña

De los análisis efectuados en las publicaciones mencionadas y en las entrevistas realizadas con representantes de empresas, los componentes principales de consumo energético para la producción de etanol son el gas oil y los fertilizantes nitrogenados en la etapa de producción de la caña de azúcar, y el consumo de gas natural en la etapa de industrialización para la obtención del bioetanol.

En la etapa de producción de la caña, el consumo energético estimado alcanza a 15.809 MJ/ha-año, de los cuales el gas oil explica el 50% y los fertilizantes nitrogenados el 32%, siendo el resto del consumo explicado por otros fertilizantes, herbicidas y maquinarias varias. En la etapa de industrialización el consumo de energía asciende a 20.376 MJ/ha-año, de los cuales el 93% es explicado por el gas natural. El consumo de energía total es de 36.185 MJ/ha-año.

La producción energética de un ingenio de tamaño mediano ubicado en la Provincia de Tucumán, con un balance de producción de 95% azúcar y 5% alcohol es de 123.939 MJ/ha-año, para una producción de 6.800 kg/ha-año de azúcar y 381 kg/ha-año de etanol.

El indicador de Balance de Energía Neta en este caso es igual a 3,42, es decir que por cada unidad de energía consumida se obtienen 3,4 unidades de energía, una relación positiva altamente favorable por los elevados rendimientos energéticos. Este balance es mayor cuanto más proporción de etanol se obtiene de la elaboración de la caña de azúcar.

Los análisis de sensibilidad muestran que el balance energético mejora sensiblemente si, en lugar de gas natural, se utilizara solamente bagazo en las calderas y si la totalidad de la caña de azúcar se utilizara para la producción de etanol. En estas condiciones, el balance podría llegar a

presentar una relación de 8,3:1 (Kcal producidas por cada unidad calórica consumida en todo el proceso).

La estimación del indicador e basa parcialmente en las estimaciones de Acreche y Valeiro (2011). Este estudio tiene un carácter parcial ya que considera los datos de la zafra 2008/2009 de un ingenio no integrado de tamaño medio y representativo de Tucumán. Con esta información se llega a un valor positivo en el balance energético con una relación de 3:1, entre lo obtenido y los consumos utilizados durante todo el ciclo de vida, para una mezcla de producción de 6 mil kilogramos de azúcar y 431 litros de etanol por hectárea, siendo los factores de mayor peso en el ciclo de consumo energético el gas natural del proceso industrial y el gas oil y los fertilizantes nitrogenados en el proceso agrícola. Este estudio indica que el balance energético del alcohol producido mejora sustancialmente utilizando solamente bagazo de caña en las calderas y produciendo exclusivamente etanol en la planta, es decir la producción de azúcar se anularía. Todas las situaciones intermedias mejoran el balance energético inicial.

Adicionalmente, se realizaron estimaciones preliminares a partir de la información disponible y de las entrevistas realizados a expertos y empresas productoras, aunque queda todavía una masa importante de información a relevar, esencialmente aquella que permita reducir las diferencias entre los ingenios en Tucumán y los que están localizados en Salta y Jujuy, en lo que se refiere fundamentalmente a los consumos de agua, energía y disponibilidad y uso de bagazo y gas natural.

De acuerdo a estimaciones realizadas por profesionales de la EEAOC (Cárdenas y Ruiz, 1986), pese a la mayor antigüedad de la estimación frente a la de la publicación anteriormente mencionada, bajo la hipótesis de trabajo de una planta dedicada exclusivamente a producir alcohol etílico anhidro, con capacidad de procesamiento de 70 ton de caña/hora, utilizando bagazo llega a valores de balances energéticos que oscilan entre 7:1 y 8:1 en función de las alternativas técnicas evaluadas. Estos valores coinciden con la situación más favorable del estudio analizado previamente.

Es claro que hay una diferencia importante dependiendo del combustible empleado y de la mezcla azúcar-etanol resultante, aunque siempre encontramos un valor positivo del balance energético. Restaría un esfuerzo de recopilación de información a mayor escala para las diferentes regiones y condiciones de los productores de caña y los ingenios, de modo de homogeneizar y unificar una estimación "nacional" de este indicador en base a la tecnología actual y el contenido energético de los insumos utilizados a lo largo del ciclo de vida del producto. Es relevante la ausencia de información primaria para la construcción de este indicador, la que debería resolverse mediante la implementación de un sistema público de información estadística que aporte los datos de producción de bioetanol y de azúcar en cada planta y el tipo y cantidad de combustible empleado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

Las estimaciones realizadas en el marco del presente estudio indican que el balance energético del biodiesel de aceite de soja con empleo de sistemas de siembra directa para la materia prima se ubica en un rango de 2,02 a 2,62 (unidades de energía obtenidas por cada unidad de energía consumida).

Las estimaciones disponibles para el etanol de caña de azúcar en Argentina se ubican en el rango 3 a 8 unidades de energía obtenidas por cada unidad de energía consumida.

Los resultados obtenidos provienen de estudios puntuales, que no presentan continuidad temporal y por lo tanto hacen difícil el seguimiento en función de mejoras productivas e incorporación de tecnología. La información secundaria se ha completado a partir de entrevistas realizadas con expertos y referentes sectoriales.

Se han utilizado supuestos que no diferencian las particularidades regionales, en particular en el caso de la caña de azúcar donde las condiciones difieren entre la zona de producción en Tucumán y la situación específica en las provincias de Salta y Jujuy.

El indicador obtenido de esta forma requiere que se profundicen los trabajos de campo para sistematizar la información en función de las regiones de producción de los cultivos. En la etapa de industrialización, los datos pueden ser más estandarizados ya que dependen de la tecnología y datos de los proveedores de la misma, que es independiente de la región en que se instalen o las usinas.

La debilidad de esta base de información limita la posibilidad de realizar generalizaciones y pueden arrojar un margen de error que no ha podido ser cuantificado. De todos modos, se estima que cualquier error de este tipo no modificará el resultado positivo (mayor a la unidad) en términos de balance energético.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 18 en Argentina

La construcción de la información necesaria resulta compleja para la estimación del indicador tanto en el caso del biodiesel como del etanol. Esto se debe a que intervienen una serie de factores (con variabilidades regionales) a lo largo del ciclo de vida de los productos que han podido ser analizados en base a la recopilación y análisis de resultados de estudios individuales del INTA y en base a la información recabada y luego utilizada en el cálculo de emisiones de GEI realizado en el marco del presente informe. Por ello, la recopilación de información requerirá de esfuerzos

de sistematización y estimación, además del relevamiento y actualización de datos que podrían ser encomendados al INTA, y a las organizaciones industriales específicas que analizan la actividad productiva de los subsectores específicos, como la Estación Experimental "Obispo Colombres", CARBIO y AABH.

Las tareas de análisis para el cálculo de este indicador requieren continuar verificando los valores obtenidos y ponderar correctamente el efecto de la distribución entre las distintas tecnologías empleadas en la etapa agrícola, en la soja obtenida en primera y segunda ocupación del suelo y los métodos convencional, de siembra directa y de alta tecnología.

Sería importante que en el ámbito público se constituyera una unidad encargada de relevar en forma sistemática la información completa relacionada con estos indicadores clave, a fin de elaborar los correspondientes balances de energía en forma continua y con una metodología apropiada que refleje las distintas situaciones específicas en función de la localización de la producción de los insumos agrícolas.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

El indicador resulta relevante, de base científica y si bien implica un esfuerzo de recopilación y consolidación de información, es posible monitorearlo regularmente en base a la información disponible.

REFERENCIAS

Bases de datos consultadas: INDEC, SIIA, CIARA y AABH

Acreche, M. y A. Valeiro (2011): "Balance energetico y emisiones de gases de efecto invernadero de la industrial sucro-alcoholera de Tucuman". ReunionTecnica Nacional de la Caña de Azucar. Oran, Salta: E.E.A. Famailla - INTA; 2011.

Cárdenas, G. y R.M. Ruiz (1986): "Balance Energético para la Producción de Alcohol Combustible a partir de la Caña de Azúcar para las condiciones de Tucumán".

Donato, L. y I. Huerga (2009): "Balance Energético de la Producción de Biodiesel a Partir de Soja en la República Argentina", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Scandaliaris, J. y J. Alonso (1983): "Insumos Energéticos en el Cultivo de la Caña de Azúcar".

INDICADOR 19.

VALOR AGREGADO

DEFINICIÓN

Valor agregado bruto por unidad de biocombustible producido y como porcentaje del Producto Bruto Interno (PBI).

UNIDAD DE MEDIDA: $; $/ton

MEDICION DEL INDICADOR 19 EN ARGENTINA

El indicador de Valor Agregado de los biocombustibles en Argentina, se construyó adoptando la metodología propuesta por GBEP, la cual se condice con la metodología de las Cuentas Nacionales: Valor Agregado (VA) = Valor Bruto de Producción (VBP) - Insumos

La metodología de trabajo incluyó entrevistas y consultas con expertos y referentes clave del sector y de la temática: Sr. Claudio Molina (AABH), Sr. Rafael Brigo, representantes de CARBIO, y otros expertos: Sr. Luciano Cohan (INAI), Sr. Gustavo Idígoras. Las consultas se realizaron en varias instancias. Primero, a los efectos de validar la metodología de estimación. Posteriormente para verificar datos, identificar correcciones necesarias, y validar estimaciones, corroborando la consistencia de los resultados. Dicha validación se realizó en buena medida durante el taller de presentación y discusión de resultados preliminares, organizado en el marco del presente estudio en septiembre de 2014.

Biodiesel

Para obtener el VBP del biodiesel, se tomó la producción de biodiesel publicada en INDEC y se valuó al precio interno (publicado por la Secretaría de Energía) la producción destinada al mercado interno, y al precio de exportación (INDEC) la producción con ese destino.

Para cuantificar los insumos, se obtuvo una estructura de costos a partir de la información del Centro de Estudios Agrarios y de la información provista por la AABH. La misma se construyó en base al año 2013 y luego se ajustó hacia atrás con distintos índices de precios para los años anteriores.

Bioetanol

Para obtener el VBP, se tomó la producción de bioetanol publicada en INDEC (a la cual se le restó la producción de bioetanol de maíz para 2012 y 2013, según una estimación privada) y se la valuó al precio del mercado interno, publicado por la Secretaría de Energía.

Se construyó una estructura de costos del bioetanol a partir de datos de balances (de cada año) de una empresa líder en el sector y de información brindada por especialistas.

RESULTADOS

Biodiesel

Como se observa en la Tabla 19.1, el coeficiente VA/VBP fue 10% en 2013, 17% en 2012, 22% en 2011, 16% en 2010 y 18% en 2009. Si bien los años anteriores al 2013 (que fue el año usado como base) resultan mucho más altos que el año base, lo cual puede llevar a pensar que el ajuste debe ser revisado, cabe destacar que el 2013 fue un año de crisis para el sector, con una muy baja utilización de la capacidad instalada. Asimismo, el 2011 fue un muy buen año para el biodiesel y ello también se refleja en nuestros resultados.

No se han encontrado trabajos que lleven adelante estas mediciones para poder contrastar los resultados.

Bioetanol

Como se observa en la Tabla 19.2, la relación VA/VBP fue 7% en 2013, del 4% en 2012, 5% en 2011, 4% en 2010 y 4% en 2009.

No se han encontrado trabajos que lleven adelante estas mediciones para poder contrastar los resultados. Sin embargo, a partir de un intercambio con especialistas del sector, se cree que los datos son consistentes con la realidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

En el caso del biodiesel se observa una fuerte volatilidad en los cálculos de valor agregado, que oscilan entre el 10% y el 22%. Esta volatilidad puede responder, en parte, a que

TABLA 19.1 Valor Agregado del Biodiesel

BIODIESEL

Año	2009	2010	2011	2012	2013
VA ($)	621.822.848	1.020.337.783	2.650.380.055	2.157.071.902	1.047.215.132
VA (USD)	166.742.066	260.793.653	641.780.873	474.003.570	191.243.110
VA/VBP	18%	16%	22%	17%	10%
VBP ($)	3.477.200.667	6.387.605.632	12.305.571.847	12.515.355.742	10.090.650.844
Costos ($)	2.855.377.819	5.367.267.849	9.655.191.792	10.358.283.841	9.043.435.712
VA ($)	621.822.848	1.020.337.783	2.650.380.055	2.157.071.902	1.047.215.132
Salarios ($)	70.042.786	125.994.277	213.828.244	265.175.201	271.629.149
Excedente Bruto	551.780.062	894.343.505	2.436.551.811	1.891.896.701	775.585.983
Salarios/ VBP	2,0%	2,0%	1,7%	2,1%	2,7%
Excedente Bruto/ VBP	19,3%	16,7%	25,2%	18,3%	8,6%

TABLA 19.2 Valor Agregado del Bioetanol

BIOETANOL

Año	2009*	2010	2011	2012	2013
VBP($)	57.256.352	338.626.457	582.942.575	1.021.955.701	1.652.284.571
Costo/ Valor de Producción	0,96	0,96	0,95	0,96	0,93
Costo	55.029.524	325.456.514	552.189.631	984.702.573	1.543.885.501
VA	2.226.828	13.169.943	30.752.944	37.253.129	108.399.070
VA/VBP	4%	4%	5%	4%	7%
Salarios ($)	1.582.713	9.360.509	12.072.939	20.312.437	36.381.238
Excedente Bruto ($)	644.115	3.809.434	18.680.004	16.940.691	72.017.832

resulta difícil de separar el efecto derivado del diferente uso de la capacidad instalada en el sector año a año. Por otra parte, la matriz de costos representativa del sector cuenta con datos del 2013, los cuales fueron ajustados para atrás para armar la serie, fenómeno que puede generar algún desfasaje.

En cualquier caso, sacando los dos años que aparecen como outliers (2011 y 2013), el promedio del período asciende a 17%.

En el caso del bioetanol, los cálculos indican un valor agregado que oscila entre el 4 y el 7%.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 19 en Argentina

Las estimaciones de valor agregado aquí realizadas aparecen como una primera aproximación, que seguramente podrán ser verificadas y monitoreadas en los próximos años. En tal sentido, contar con estructuras de costos actualizadas año a año sería central para el armado de series consistentes a lo largo del tiempo.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

En los estudios piloto realizados por FAO para el cálculo de los indicadores GBEP en Colombia e Indonesia (FAO, 2014a y 2014b), el valor agregado se estima –con dificultades- en términos absolutos. Esto es, cuántos dólares agrega la actividad, lo cual dificulta fuertemente la comparación con otros países. En tal caso, sería importante que el indicador se consolide en términos de valor agregado en relación al valor bruto de producción, de modo tal de tornarlo una variable económica relevante y comparable.

REFERENCIAS

Bases de datos consultadas: INDEC, SIIA, INTA, Ministerio de Agricultura, Cuentas Nacionales, Centro Azucarero Argentino, AABH, CIARA

Cohan L. y R. Costa (2011): "Panorama general de las nuevas formas de organización del agro: las principales cadenas agroalimentarias". Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Octubre 2011

FAO (2014a): "Pilot Testing of GBEP Sustainability Indicators for Bioenergy in Colombia". FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper nbr 59, Rome

FAO (2014b): "Pilot Testing of GBEP Sustainabiity Indicators for Bioenergy in Indonesia". FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper nbr 60, Rome

Lódola, A., R. Brigo y F. Morra (2010): "Mapa de cadenas agroalimentarias de Argentina", en "Cambios estructurales en las actividades Agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor". Anlló G., Bisang R. y Salvatierra G.. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Buenos Aires

MECON (2011): "Complejo Azucarero". Dirección de Información y Análisis Regional y Sectorial.Presentación

MECON (2011): "Complejo Oleaginoso". Dirección de Información y Análisis Regional y Sectorial

ma hasta la puesta del producto en condiciones de salida de planta industrial.

Los datos productivos empleados para estimar el consumo energético son compatibles con los empleados en el modelo para el cálculo de emisiones de GEI (Indicador 1) y con la información disponible del sector (en bases de datos de INDEC, SIIA, CIARA y AABH).

INDICADOR 20.

CAMBIOS EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y EN EL USO TRADICIONAL DE BIOMASA

DEFINICIÓN

• Sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles domésticos (medida por el contenido energético y por el ahorro anual en importaciones de combustible).
• Sustitución de biomasa por biocombustibles (medida por contenido energético).

UNIDAD DE MEDIDA: % - m3

MEDICION DEL INDICADOR 20 EN ARGENTINA

Se calculó el indicador como la proporción de combustibles fósiles que desplaza el biocombustible (como % del total de combustible fósil consumido), es decir, consumo de bioetanol sobre consumo de naftas y consumo de biodiesel sobre consumo de gasoil.

La Secretaría de Energía de la Nación produce datos sistemáticos de ventas al mercado interno de combustibles fósiles, en su Base de Datos SESCO. La Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno informa sobre Producción y Exportaciones de biodiesel y bioetanol, por lo que el consumo en el mercado interno se obtiene por diferencia.

Se considera también el volumen de combustible fósil que se evitó importar a partir de la penetración de biocombustibles en las ventas al mercado interno de naftas y gasoil.

RESULTADOS

En la Tabla 20.1 se observa un crecimiento continuo de la penetración de biocombustibles en las ventas al mercado interno de combustibles fósiles. La participación del biodiesel en las ventas al mercado interno de gas oil en 2013 fue del 6,2% y contribuyó a evitar un 25% de la importación de gas oil (es la cantidad adicional que se hubiera importado sin el reemplazo por biodiesel). En el caso del bioetanol su penetración fue del 2,6% en 2013 y su contribución a sustituir importaciones alcanzó al 49,7% de la importación de naftas (Tabla 20.1).

Se agregó como referencia, en la Tabla 20.2, el volumen de importaciones de la Argentina de gasoil y naftas, de acuerdo a los datos oficiales, regularmente publicados por la Secretaria de Energía de la Nación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados:

La confiabilidad de los resultados obtenidos es alta, ya que proviene de datos oficiales que elabora y provee sistemáticamente la Secretaría de Energía de la Nación. Estos datos son de acceso público y permiten construir un indicador robusto que expresa cuantitativamente el impacto del biodiesel y el bioetanol en el reemplazo de combustibles fósiles y en la sustitución de importaciones de dichos combustibles. La regularidad en la elaboración de los datos también es un elemento positivo para garantizar la posible continuidad de monitoreo de este indicador.

TABLA 20.1 **Ventas al mercado interno de combustibles**

Ventas al Mercado Interno (Mil m3)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Biodiesel		32	31	490	802	940	848
Bioetanol		-	18	96	134	199	374
Gas Oil (Grado 1)		-	-	0	0	148	0
Gas Oil (Grado 2)	13.857	13.850	12.756	12.860	12.731	12.231	12.210
Gas Oil (Grado 3)		-	-	915	1.479	1.260	1.540
Diesel Oil	75	84	71	40	10	15	28
Subtotal Gas Oil	13.932	13.934	12.827	13.815	14.220	13.506	13.778
Importaciones Gas Oil	847	843	545	1458	1995	1349	2.427
Nafta Común (Grado 1)	359	389	389	279	205	131	123
Nafta Súper (Grado 2)	3049	3.837	4.316	4.696	5.028	5.545	6.090
Nafta Ultra (Grado 3)	1558	1.291	1.054	1.262	1.733	1.827	1.954
Subtotal Naftas	4966	5517	5759	6237	6966	7503	8167
Importaciones naftas	22	53	0	140	143	53	379

FUENTE: BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2006-2012, SECRETARÍA DE ENERGÍA, REPÚBLICA ARGENTINA

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 20 en Argentina

Se requiere una acción coordinada entre la Secretaría de Energía, la Secretaria de Agricultura y la industria de biocombustibles (CARBIO y AABH), para consolidar un sistema estadístico de información que reúna los datos de producción, ventas al mercado interno y comercio exterior de biodiesel y bioetanol que garantice la continuidad de los datos, su consistencia, su difusión pública y el acceso a los mismos para el cálculo de este indicador.

Recomendaciones para futuras revisiones de GBEP:

El indicador es relevante, de base científica y de relativa facilidad de seguimiento en función de la información disponible regularmente.

REFERENCIAS

Bases de datos consultadas:

Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH)

Balance Energético Nacional 2006-2012, Secretaría de Energía, República Argentina. Disponibles en www.energia.gov.ar

SESCO, Secretaría de Energía de la Nación.
Disponible en www.energia.gov.ar

TABLA 20.2 **Penetración de Biocombustibles en el mercado del Gas Oil**

Penetración Biodiesel en Mercado Gas Oil (%)	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Biodiesel/Total GO	0,2%	0,2%	3,6%	5,6%	6,9%	6,2%
Importaciones Evitadas GO (1)	3,7%	5,4%	25,2%	28,7%	41,1%	25,9%
Penetración Bioetanol en Mercado Naftas (%)	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Bioetanol/Total Naftas	-	0,2%	0,9%	1,1%	1,5%	2,6%
Importaciones Evitadas Naftas (2)	-	100,0%	40,7%	48,4%	79,0%	49,7%

FUENTE: BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2006-2012, SECRETARÍA DE ENERGÍA, REPÚBLICA ARGENTINA

INDICADOR 21.

CAPACITACIÓN Y RECALIFICACIÓN DE LA FUERZA LABORAL

DEFINICIÓN
Porcentaje de trabajadores calificados en el sector de biocombustibles sobre el total de la fuerza laboral en el sector y porcentaje de trabajadores recalificados sobre el total de empleos perdidos en el sector de biocombustibles.

UNIDAD DE MEDIDA:
Porcentaje por año

MEDICION DEL INDICADOR 21 EN ARGENTINA
Como se menciona en los indicadores sociales de empleo, no se dispone de datos específicos de la producción de biocombustible.

RESULTADOS
No ha sido posible medir el indicador 21 con la información disponible hasta el momento.

INDICADOR 22.

DIVERSIDAD ENERGÉTICA

DEFINICIÓN
Cambios en la diversidad de la oferta de energía primaria debido a los biocombustibles

UNIDAD DE MEDIDA:
% - Toneladas equivalentes de petróleo

MEDICION DEL INDICADOR 22 EN ARGENTINA
En la medición del indicador de diversidad energética, se consideró el peso relativo del aceite de soja como materia prima para la elaboración de biodiesel en la Oferta Total de Energía Primaria, y el peso relativo del biodiesel y del bioetanol en la Oferta Total de Energía Final, de acuerdo a las estadísticas del Balance Energético Nacional llevadas por la Secretaría de Energía.

El Balance Energético Nacional incorpora desde el año 2008 en la Oferta de Energía Primaria al ítem “aceites” y en la Oferta de Energía Final desde el año 2010 al biodiesel y al bioetanol, por lo que a partir de dicha fecha, existen datos oficiales sobre el sector y su contribución al Balance Energético Nacional.

Dado que la información de energía primaria incluye desde el año 2010 bajo la denominación de aceites a la fuente para la obtención de biodiesel, sin mayores datos desagregados para el bioetanol, se decidió también incluir en este indicador la oferta de energía secundaria, es decir la obtenida luego del proceso de transformación, que desagrega la oferta en bioetanol y biodiesel. Ambos indicadores dan una información completa del aporte a la diversificación de la matriz energética por parte de los biocombustibles.

Se decidió también calcular el indicador teniendo en cuenta la Oferta Total de Energía Primaria/Secundaria, ya que esta toma en cuenta la producción total y dado que la Argentina es un fuerte exportador de biodiesel refleja con mayor precisión la contribución de la industria de los biocombustibles a la diversificación de la matriz energética. Si se hubiera tomado la Oferta Interna de Energía no se percibirían los volúmenes destinados a exportaciones penalizando dicha contribución.

Se dispone de estadísticas oficiales de Balance Energético Nacional desde 1970 hasta 2013 (disponibles públicamente en las bases de datos de la Secretaría de Energía). Dicho balance se confecciona en forma sistemática, con una metodo-

logía aceptada internacionalmente, lo cual permite efectuar comparaciones entre países y/o regiones. La unidad homogénea utilizada para todas las fuentes de energía y productos energéticos es la Tonelada Equivalente de Petróleo (Tep).

RESULTADOS

Se observa un crecimiento continuo de la penetración de aceite y biocombustibles en la Oferta Total de Energía Primaria hasta el año 2012, cuando los aceites representaron el 3,1% de la Oferta Total de Energía Primaria (Tabla 22.1).

En 2013 esta participación se reduce al 2,6%, aunque los datos son todavía provisorios [23], como consecuencia de menores incentivos de precios, lo cual afectó la oferta en el mercado interno y generó reducción de los mercados de exportación. Esto refleja políticas restrictivas comerciales, en particular, por parte de la Unión Europea, que provocaron una disminución absoluta de la producción de biodiesel del orden del 12%. También, el crecimiento importante de la oferta de gas natural importado impactó en el total, afectando las participaciones relativas del resto de los energéticos.

Respecto de la Oferta Total de Energía Final, como se observa en la Tabla 22.2, se repite el mismo comportamiento descripto en el párrafo anterior. El biodiesel muestra una

TABLA 22.1 Oferta total de Energía Primaria 2006-2013

a. Oferta total de energía primaria (Mil Tep)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Energía Hidráulica	4.049	3.316	3.308	3.673	3.576	3.344	3.083	3.619
Nuclear	2.219	2.114	2.140	2.151	2.289	2.781	1.836	1.850
Gas Natural	44.401	43.013	42.876	42.241	41.462	43.456	44.160	49.391
Petróleo	33.933	33.159	32.246	32.035	31.072	29.518	28.874	28.975
Carbón Mineral	453	1.152	1.181	1.188	984	953	757	1.254
Leña	647	638	644	626	626	645	674	797
Bagazo	921	1.071	1.004	1.004	918	963	961	851
Aeites	-	-	749	1.232	1.909	2.552	2.582	2.260
Otros Primarios	608	595	595	595	669	410	748	1.044
Total Energía Primaria	87.231	85.058	84.744	84.745	83.506	84.621	83.676	90.041

b. Participación (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Energía Hidráulica	4,6%	3,9%	3,9%	4,3%	4,3%	4,0%	3,7%	4,0%
Nuclear	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,7%	3,3%	2,2%	2,1%
Gas Natural	50,9%	50,6%	50,6%	49,8%	49,7%	51,4%	52,8%	54,9%
Petróleo	38,9%	39,0%	38,1%	37,8%	37,2%	34,9%	34,5%	32,2%
Carbón Mineral	0,5%	1,4%	1,4%	1,4%	1,2%	1,1%	0,9%	1,4%
Leña	0,7%	0,8%	0,8%	0,7%	0,7%	0,8%	0,8%	0,9%
Bagazo	1,1%	1,3%	1,2%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	0,9%
Aceites	0,0%	0,0%	0,9%	1,5%	2,3%	3,0%	3,1%	2,5%
Otros Primarios	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%	0,5%	0,9%	1,2%

FUENTE: BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2006-2012, SECRETARÍA DE ENERGÍA, REPÚBLICA ARGENTINA

23. La estimación debería revisarse cuando se confirmen las cifras definitivas del Balance Energético para este año.

participación creciente en el Balance Energético Nacional desde 2008 hasta 2011, año en el que alcanzó a representar el 2,9% de la Oferta Total de Energía Final del país, retrocediendo ligeramente en 2012 y en forma más perceptible en 2013, año en que su participación se redujo al 2,3%, con una caída de la producción que excede el 10%.

En el caso del bioetanol se presenta una situación diferente, con una dinámica de crecimiento continuo desde 2010 que alcanzó a representar el 0,3% de la Oferta Total de Energía Final en 2013 (Tabla 22.2)

TABLA 22.2 Oferta total de Energía Final 2006-2013

a. OFERTA TOTAL ENERGIA FINAL (Mil Tep)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Electricidad	10.392	10.768	11.211	11.260	11.685	12.109	12.397	12.706
Gas Distribuido por Redes	36.228	35.621	34.568	34.417	32.696	33.202	34.056	36.482
Gas de Refinería	726	727	751	756	830	877	1.613	1.780
Gas Licuado	4.135	2.838	3.371	3.311	3.124	2.598	2.956	2.555
Motonafta Total	7.318	7.935	7.289	7.323	7.341	7.867	5.674	7.074
Kerosene y Aerokerosene	1.273	1.361	1.313	1.361	1.456	1.435	1.446	1.284
Diesel Oil + Gas Oil	11.414	10.533	11.132	10.659	11.324	10.428	10.319	14.336
Fuel Oil	3.468	3.989	5.058	3.590	3.311	2.664	2.928	4.762
Carbón Residual	1.229	1.155	1.229	1.229	991	1.009	1.009	928
No Energético	2.678	2.985	1.523	1.793	3.209	2.994	4.361	1.889
Gas de Coqueria	203	230	230	230	230	230	130	181
Gas de Alto Horno	298	296	296	296	296	296	226	317
Coque de Carbón	787	1.361	852	832	829	829	537	905
Carbón de Leña	234	223	238	238	254	247	264	235
Biocombustibles			656	1.080	-	-	-	
Bioetanol					63	89	127	248
Biodiesel					1.743	2.259	2.272	2.034
Total Energía Final	80.382	80.022	79.718	78.375	79.381	79.133	80.313	87.717

b. Participación (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Electricidad	12,9%	13,5%	14,1%	14,4%	14,7%	15,3%	15,4%	14,5%
Gas Distribuido por Redes	45,1%	44,5%	43,4%	43,9%	41,2%	42,0%	42,4%	41,6%
Gas de Refinería	0,9%	0,9%	0,9%	1,0%	1,0%	1,1%	2,0%	2,0%
Gas Licuado	5,1%	3,5%	4,2%	4,2%	3,9%	3,3%	3,7%	2,9%
Motonafta Total	9,1%	9,9%	9,1%	9,3%	9,2%	9,9%	7,1%	8,1%
Kerosene y Aerokerosene	1,6%	1,7%	1,6%	1,7%	1,8%	1,8%	1,8%	1,5%
Diesel Oil + Gas Oil	14,2%	13,2%	14,0%	13,6%	14,3%	13,2%	12,8%	16,3%
Fuel Oil	4,3%	5,0%	6,3%	4,6%	4,2%	3,4%	3,6%	5,4%
Carbón Residual	1,5%	1,4%	1,5%	1,6%	1,2%	1,3%	1,3%	1,1%
No Energético	3,3%	3,7%	1,9%	2,3%	4,0%	3,8%	5,4%	2,2%
Gas de Coqueria	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
Gas de Alto Horno	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%	0,4%
Coque de Carbón	1,0%	1,7%	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%	0,7%	1,0%
Carbón de Leña	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Biocombustibles	-	-	0,8%	1,4%	-	-	-	-
Bioetanol	-	-	-	-	0,1%	0,1%	0,2%	0,3%
Biodiesel	-	-	-	-	2,2%	2,9%	2,8%	2,3%

FUENTE: BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL 2006-2012, SECRETARÍA DE ENERGÍA, REPÚBLICA ARGENTINA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Síntesis de resultados

Se observa un crecimiento continuo de la penetración de aceite y biocombustibles en la Oferta Total de Energía Primaria y Oferta Total de Energía Final, con un leve retroceso en 2012 y 2013.

Por su parte, el bioetanol tuvo una dinámica de crecimiento continuo desde 2010 que alcanzó a representar el 0,3% de la Oferta Total de Energía Final en 2013.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 22 en Argentina

La Secretaría de Energía de la Nación, a través de la continuidad de la publicación de los Balances Energéticos Nacionales y la serie de datos de ventas al mercado interno y comercio internacional de gasoil y naftas, permite mantener actualizada la información necesaria para la elaboración del indicador de diversidad energética.

El mantenimiento de la confección de los Balances Energéticos es vital para el seguimiento del este indicador ya que no habría forma de reemplazarlo en el ámbito local. En el caso que se discontinuara su elaboración, , una posible fuente alternativa sería recurrir a publicaciones internacionales como las que elabora la Agencia Internacional de la Energía.

Recomendaciones para futuras revisiones de GBEP

El indicador resulta relevante, de base científica, y de relativa facilidad de cálculo en función de la información oficial públicamente disponible.

REFERENCIAS

Balance Energético Nacional 2006-2012, Secretaria de Energía de la Nación. Disponibles en www.energia.gov.ar

INDICADOR 23.

INFRAESTRUCTURA Y LOGISTICA PARA LA DISTRIBUCION DE BIOCOMBUSTIBLES

DEFINICIÓN

Cantidad (23.1) y capacidad (23.2) de rutas para los sistemas de distribución críticos y proporción de biocombustibles asociada a cada uno (23.3).

UNIDAD DE MEDIDA:

(23.1) Cantidad; (23.2) MJ, m3, o toneladas por año; o MW para calefacción y electricidad; (23.3) porcentajes

MEDICION DEL INDICADOR 23 EN ARGENTINA

No se dispone de información para evaluar cuantitativamente el indicador. Se relevó y se presenta la información disponible para una evaluación cualitativa de los desafíos en materia de infraestructura y logística.

RESULTADOS

Caracterización general

Argentina es un país extenso, con 3,7 millones de km2 de superficie (se ubica octavo en el ranking mundial de área total), de baja densidad poblacional 10,7 habitantes por km2 (con una población total de 40 millones de habitantes en 2010). Sin embargo, la población tiene gran concentración geográfica: un 36% de la población se concentra en las tres principales áreas urbanas (Gran Buenos Aires -11 millones de habitantes-, Gran Córdoba -1,46 millones- y Gran Rosario -1,4 millones-).

La industria aceitera argentina que provee materia prima para la producción de biodiesel constituye un polo productivo muy competitivo, que presenta una alta concentración y presenta alta integración vertical. Una media docena de empresas que operan en gran escala explican la mayor parte de la producción. Muchas de ellas son empresas transnacionales que, además, resultan las principales acopiadoras de soja del país y a la vez canalizan una alta proporción de las exportaciones de grano y subproductos desde Argentina hacia los mercados mundiales (Rozemberg et al, 2008). Dichas empresas concentran sus actividades de molienda, procesamiento industrial posterior, logística y actividad portuaria propia en la zona de San Lorenzo, en la provincia de Santa Fe. Esta región se ha convertido en el principal polo de crushing oleaginoso nacional. Tanto la cercanía a los insumos, como las instalaciones portuarias sobre el río Paraná y la infraestructura de acopio y transporte ferroviario, han contribuido a generar un nodo productivo que concentra la mayor parte de la capacidad de procesamiento de oleagino-

sas a nivel nacional. En dicha región también se han instalado gran parte de las plantas productoras de biodiesel (de hecho, un 85% de la capacidad instalada de producción de biodiesel de Argentina se ubica en dicha localización o muy próxima a ella).

Lamentablemente, la información disponible en Argentina sobre infraestructura para el transporte y la logística de los biocombustibles está desactualizada. De todos modos, se presenta a continuación el panorama general de acuerdo a dicha información, el cual resulta relevante dado que no se ha modificado cualitativamente en los últimos años.

De acuerdo a los datos disponibles (CADER, 2010) las empresas petroleras y las distribuidoras de petróleo son las encargadas de realizar el corte de biocombustible con combustibles fósiles y de distribuir y comercializar los combustibles en la etapa final. Si bien se han producido diversos y variados reacomodamientos empresarios con cambios en la titularidad y la propiedad de plantas y empresas, el panorama general de localización de plantas productoras y de mezcladoras no se ha modificado cualitativamente: presenta las mismas ubicaciones y concentraciones relativas que refleja la Figura 23.1 (tomada de CADER, 2010).

Cabe notar que los puntos de mezclado se ubican estratégicamente en regiones cercanas a las refinerías de las empresas productoras y distribuidoras de petróleo y también en las zonas que corresponden a los principales centros de consumo.

Observamos que el sector de biodiesel dispone de capacidad mezcladora y de centros de distribución de combustibles cercanos (por lo cual el transporte del combustible resultante del corte no plantea grandes desafíos adicionales en términos de distribución). Esto se explica por el hecho de estar dicha región muy próxima a los principales centros de consumo de combustibles.

Esto no ocurre en el caso del bioetanol de caña de azúcar, cuya producción se encuentra ubicada en el noroeste del país, donde no se dispone de grandes capacidades de mezclado y las distancias a recorrer para llegar a los centros de consumo de combustible son considerables. La distancia entre la planta productora de etanol de mayor capacidad, ubicada en Jujuy, hasta las terminales próximas a la ciudad de Buenos Aires es de más de 1.500 km (CADER, 2010).

Por otro lado, cabe notar que, la distribución de combustibles fósiles -tanto gas como petróleo- cuya producción tiene una considerable dispersión geográfica, con regiones productoras ubicadas en el centro (Mendoza) pero también en los extremos norte -Salta- y sur -Santa Cruz, Chubut y Neuquén- del territorio, se encuentra facilitada por la conexión entre zonas productoras, refinadoras y centros de distribución y consumo a través de oleoductos. Este no es el caso de los biocombustibles que no cuenta con oleoductos ni tiene acceso a un sistema ferroviario eficiente en toda la superficie del país para dicho fin (si bien se ha acondicionado para el transporte de granos de larga distancia y se está acondicionando para transporte de aceite y biodiesel en corta distancia en la principal región productora como antes se mencionó, su uso no se ha extendido a la etapa de distribución).

Como consecuencia de lo anterior, el transporte de biodiesel y etanol hasta las plantas mezcladoras se efectúa por transporte de ruta (camión), tal como se realiza la distribución del combustible para el consumo final. Como resultado, los costos de transporte del combustible mezclado se han incrementado, lo cual suele ser un elemento mencionado por las empresas petroleras cuyos costos se han elevado con el corte obligatorio a raíz del transporte y también de los costos de almacenaje en sus terminales de blending. La distribución final del corte mismo no se ha modificado en gran medida ya que tradicionalmente se ha realizado por camión desde los centros de distribución (los mismos que se han convertido en centros de mezclado).

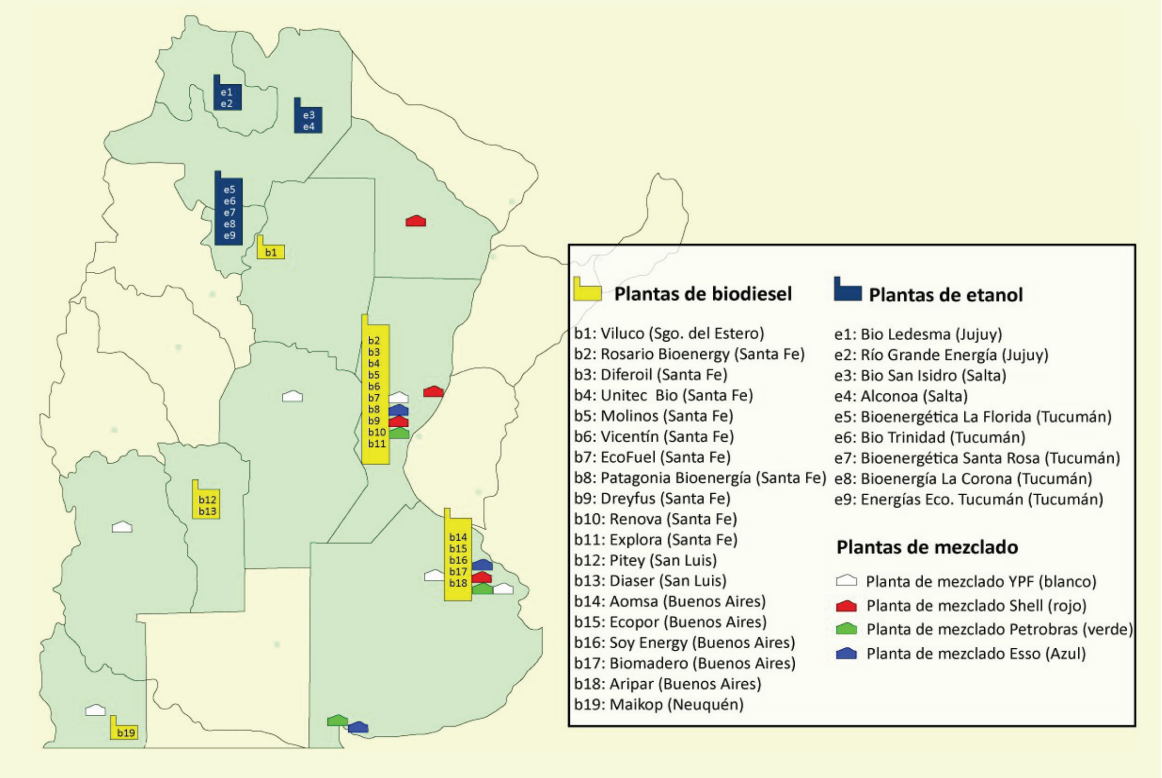
En el caso de las pequeñas y medianas plantas productoras de biodiesel, la Figura 23.1 refleja que varias de ellas también se ubican en la región del polo exportador de Santa Fe (cercanas a las grandes plantas de Puerto San Martín y Puerto San Lorenzo). Pero la mayor parte se encuentra dispersa en varios puntos del interior del país (San Luis, Buenos Aires, La Pampa, Neuquén y Santa Fe).

TABLA 23.1 Localización de las instalaciones de mezclado

Localidad (Provincia)	Tipo de biocombustible mezclado
Mendoza (Mza.)	Etanol y Biodiesel
San Lorenzo (Santa Fe)	Etanol y Biodiesel
Neuquén (Nqn.)	Biodiesel
La Plata (Bs. Aires)	Biodiesel
La Matanza (Bs.Aires)	Biodiesel
Córdoba (Cba.)	Etanol
Chaco (Chaco)	Etanol y Biodiesel
Rosario y Santa Fe (Santa Fe)	Etanol y Biodiesel
Dock Sud (Bs Aires)	Etanol y Biodiesel
Campana (Bs.Aires)	Etanol y Biodiesel
Bahía Blanca (Bs Aires)	Biodiesel

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A CADER (2010) E INFORMACIÓN ACTUALIZADA DE LA SECRETARÍA DE ENERGÍA.

FIGURA 23.1 Localización de las plantas productoras de biodiesel y de bioetanol y de las plantas de mezclado de combustibles fósiles con biocombustible



RESULTADOS

No se ha podido evaluar el indicador tal como lo propone la metodología GBEP.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Parece necesario relevar información regularmente para analizar el indicador tal como lo propone GBEP. Por otro lado, sería de interés efectuar un estudio pormenorizado de la situación y los costos de logística en Argentina (por ej., en relación al precio de los biocombustibles) para evaluar adecuadamente la importancia de este indicador en el caso argentino y la eventual presencia de cuellos de botella de logística que pudiera impedir el avance en el uso de biocombustibles en sustitución de los combustibles fósiles. Hasta el momento no se dispone de evidencia en este sentido.

REFERENCIAS

CADER (2010): "Estado de la Industria Argentina de Biocombustibles", Cámara Argentina de Energías Renovables, mayo 2010, Buenos Aires

Chidiak, M. y L. Stanley (2009): "Tablero de Comando para la Promoción de los Biocombustibles en Argentina". Documento de Proyecto CEPAL/GTZ, Santiago de Chile.

Rozemberg, R., D. Saslavsky y G. Svarzman (2008): "La industria de biocombustibles en Argentina". en La Industria de biocombustibles en el MERCOSUR, Red MERCOSUR. Disponible en: *http://www.redsudamericana.org/recursos-naturales-desarrollo/la-industria-de-biocombustibles-en-el-mercosur*

INDICADOR 24.

CAPACIDAD Y FLEXIBILIDAD EN EL USO DE BIOENERGÍA

DEFINICIÓN

Ratio de capacidad para usar biocombustibles comparado con el uso actual y ratio de capacidad flexible -es decir, que puede usar tanto biocombustibles como otros combustibles- sobre capacidad total.

UNIDADES DE MEDIDA

Ratios.

MEDICIÓN DEL INDICADOR 24 EN ARGENTINA

No se ha podido evaluar el indicador tal como lo sugiere GBEP debido a la falta de información. No puede desglosarse el parque automotor ni de maquinarias agrícolas en función de su capacidad de responder a un incremento en el corte de combustibles fósiles con biocombustibles, ni tampoco el parque de plantas térmicas de generación eléctrica en función de su capacidad para operar empleando biocombustibles.

De todos modos, el indicador se considera muy relevante porque puede contribuir a evaluar e identificar cuellos de botella (necesidades de inversión) para elevar el uso de biocombustibles en la matriz energética. Se presenta la información cualitativa disponible, la cual, en general, se refiere a la situación actual en Argentina y el debate en relación a la posibilidad de incrementar el corte de combustibles fósiles con biocombustibles.

RESULTADOS

El objetivo inicial de mezcla de biodiesel con diesel-oil de 5% prevista para el 2010 pudo ser superado al año y se avanzó rápidamente hacia un objetivo superior de 7% de corte. Posteriormente se modificó la normativa vigente, para elevarlo más allá de este nivel. En el caso del etanol se postergó el corte inicialmente pautado del 5% en 2010 pero en pocos años también se logro superar dicho objetivo.

De acuerdo a las leyes y regulaciones actualmente vigentes en Argentina, se requiere un corte de 10% de biocombustibles en los combustibles líquidos para el transporte (naftas y gasoil) y también para la generación eléctrica (plantas térmicas).

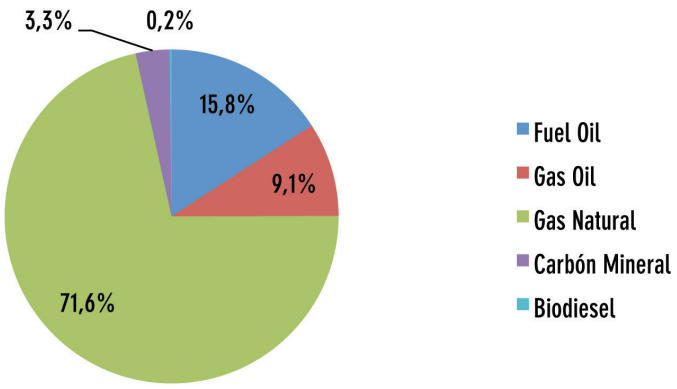
De acuerdo a la información disponible (presentada anteriormente en la Tabla 20.1 del indicador 20), el corte obligatorio se estaría cumpliendo o casi cumpliendo en el caso del gasoil (los últimos datos disponibles corresponden a los años 2012-2013, cuando se estuvo cerca de alcanzar el corte del 7% vigente en ese momento). En contraste, el objetivo ha sido más difícil de cumplir en el caso del corte obligatorio en naftas (en 2013 sólo se cumplió con un corte del 2,6%, aunque de acuerdo a información preliminar en 2014 se habría casi alcanzado el corte en naftas con la puesta en funcionamiento de nuevas plantas de etanol de maíz). En el caso de las generadoras de energía térmica, el cumplimiento del objetivo parece más lejano de acuerdo a los datos disponibles para el período 2010-2014. El mayor corte alcanzado en el período fue de 4,3% en 2012 y se ubicó debajo del 2% en 2013-2014 (Tabla 24.1). En 2014, el biodiesel aportó sólo el 0,2% del total de combustibles consumidos para la generación eléctrica (Figura 24.1).

TABLA 24.1 Consumo de biodiesel y gasoil en centrales de generación de energía eléctrica

Año	Biodiesel	Gasoil	Corte (1)/(2)
	(1) Ton	(2) Ton	(%)
2010*	2.219	731867	0,30%
2011**	6.900	1665922,5	0,41%
2012**	65.517	1507402	4,35%
2013**	40.990	2.139.388	1,92%
2014**	27.446	1.484.302	1,85%

* Datos de la Secretaría de Energía
** Datos de CAMMESA (Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista)
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 24.1 Consumo de combustibles para generación eléctrica (2014)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS DE CAMMESA

Las autoridades y las cámaras productoras coinciden en que todo el parque automotor y el parque de generación térmico están preparados para absorber biocombustibles hasta los cortes establecidos por ley en la actualidad. En el caso de las generadoras, el escaso avance en el corte con biocombustibles se debe a factores económicos coyunturales (bajo precio del petróleo, precios relativos desfavorables al biodiesel y a un diferencial impositivo actual que favorece a la importación de combustibles fósiles vs el uso de biodiesel).

Según fuentes periodísticas y del sector, al cierre del presente informe (septiembre 2015) se debate el interés y la factibilidad de modificar la legislación para elevar el corte obligatorio al 12% en el caso de las naftas (con etanol) y del 20% en el caso del gasoil empleado en transporte de cargas/larga distancia y de maquinaria agrícola (con biodiesel).

Si bien las asociaciones que nuclean a los productores de etanol (tanto de caña de azúcar como de maíz) destacan que no existe impedimento técnico para elevar el corte actual del 10% al 12%, en la industria automotriz la posición es de mayor cautela. La asociación de fabricantes locales, ADEFA, argumenta que las pruebas técnicas no están finalizadas para garantizar que no existan problemas técnicos con la elevación del corte de bioetanol en naftas (en especial en arranque en frío).

En el caso de la elevación del corte en biodiesel, los trabajos técnicos disponibles y los argumentos de la industria de biodiesel que hasta 20% no se requieren modificaciones en los vehículos. Pero esto no ha sido validado aún por referentes del sector automotriz.

Las asociaciones de productores de biocombustibles destacan que además de mejorar la ecuación económica de los productores que enfrentan localmente una coyuntura difícil (en el caso del biodiesel por la caída en el precio del petróleo y las dificultades para exportar; y en el caso del sector de etanol de caña de azúcar por el estancamiento en los precios del azúcar y la elevación de costos), la elevación en el corte también serviría a objetivos económicos coyunturales, ya que permitiría sustituir importaciones de nafta y gasoil, limitando los requerimientos de divisas del sector energético.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No se han detectado límites técnicos para cumplir con el corte vigente actualmente (del 10%), pero su cumplimiento no resulta fácil por diversos motivos económicos y de coordinación sectorial. Actualmente, está en marcha un debate sobre la viabilidad de incrementar el corte más allá del 10% y se están realizando las pruebas necesarias para corroborarlo.

Recomendaciones para el monitoreo futuro del indicador 24 en Argentina

Se recomienda una mayor generación de información de modo coordinado entre el Ministerio de Agricultura y la Secretaría de Energía para poder evaluar el indicador de modo regular. Posiblemente se justifique la realización de un estudio específico para evaluar la adaptabilidad del parque automotor y del parque térmico de generación eléctrica para incorporar una mayor proporción de biocombustibles. El análisis de barreras a la mayor utilización de biocombustibles (en especial en la generación eléctrica) podría aportar elementos de interés para simular escenarios futuros y evaluar la factibilidad de diferentes objetivos de política que podrían proyectarse.

Recomendaciones para GBEP en relación al indicador

Se considera que el indicador 24 tal como está especificado resulta relevante en el caso argentino porque provee información que puede contribuir a evaluar la necesidad de nuevas inversiones en infraestructura o de cambio del parque automotor si se desean incorporar mayores volúmenes de bioenergías o biocombustibles.

Sin embargo, tal como está especificado, el indicador presenta dos desventajas que cabe mencionar:

a) puede resultar difícil reunir la información técnica necesaria para su cuantificación (a menos que se cuente con un estudio específico sobre el tema);

b) parece necesario reconocer que las decisiones de corte de combustibles fósiles con biocombustibles suelen responder a los mandatos legales o regulatorios pero también son influenciados por otros factores económicos (ej. costos relativos de los combustibles, impuestos, condiciones de mercado) y es posible que las decisiones se tomen en función de todos estos factores y no sólo de las posibilidades técnicas. Por este motivo, posiblemente sería preferible considerar un análisis de "barreras" que limitan el avance de los biocombustibles o las bioenergías.

REFERENCIAS

CAMMESA (2011-2014): Informe Anual, Mercado Eléctrico Mayorista, Buenos Aires. Disponible en http://portalweb.cammesa.com/

Estadísticas de la Secretaria de Energía (disponibles en www.energia.gov.ar)



IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

CONCLUSIONES GENERALES

Ofrecer una lectura global de los resultados obtenidos en los indicadores estimados resulta difícil, habida cuenta de los diferentes enfoques y los distintos grados de profundidad que han sido posible lograr en las evaluaciones.

No obstante ello, los resultados presentados en este documento sobre la evaluación de los indicadores GBEP permiten extraer algunas conclusiones generales en relación a los elementos o enseñanzas que surgen a partir del análisis de la sostenibilidad de los biocombustibles en Argentina.

a. Efectos sobre la sostenibilidad de la cadena productiva

En primer lugar, cabe notar que los resultados obtenidos muestran variados efectos de la producción de biocombustibles para la sostenibilidad de la cadena agroindustrial y energética en Argentina.

En un primer grupo, encontramos a los indicadores donde se verifica un aporte positivo de la producción de biocombustibles desde el punto de vista de la sostenibilidad de la cadena. Esto se comprueba en los indicadores relativos a creación de empleo, a la generación de valor agregado, a la reducción de emisiones de GEI, al balance energético (se produce más energía de la que se consume en la producción de biocombustibles), así como los indicadores relativos a la diversidad energética y a la sustitución de combustibles fósiles (importados), los cuales repercuten favorablemente en la seguridad energética. El indicador de mejora en ingresos también arrojó resultados favorables pero con incrementos moderados.

En un segundo grupo de indicadores, se ha encontrado un impacto neutro de la producción de biocombustibles sobre la sostenibilidad. Tal es el caso de los indicadores sobre efectos en el precio y disponibilidad de una canasta de alimentos, el de productividad y el de calidad de suelos. Más precisamente, en estos tres indicadores no se detecta un impacto notorio de la producción de biocombustibles sobre decisiones privadas (de producción agrícola agregada, de inversión en tecnología o en otras decisiones de manejo de suelos).

Un tercer grupo de indicadores no resulta relevante para el caso argentino, en particular, los relativos a los impactos sociales y ambientales de los usos tradicionales de biomasa (uso energético de madera; tiempo empleado en recolectar biomasa, incidencia de enfermedades causadas por humo en interiores) y el acceso a servicios energéticos modernos (el 97% de la población accede a la provisión de energía eléctrica). En Argentina, esta temática tiene cierta relevancia en algunas regiones rurales pero no constituye el foco de la política de biocombustibles (que fue diseñada para reemplazar combustibles fósiles empleados en el transporte fundamentalmente y para la generación eléctrica, en menor medida).

Un cuarto grupo de indicadores sugiere una serie de impactos ambientales y sociales negativos y que requieren mayor atención desde la perspectiva de la sostenibilidad y la adecuada gestión de riesgos asociados a la cadena agroindustrial en general. Estos se refieren a los efectos de la conversión de ecosistemas naturales para la agricultura y la ganadería, a la pérdida de biodiversidad (y servicios ecosistémicos asociados) por dicha conversión, a la contaminación de aguas y a la fumigación cercana a poblaciones rurales por aplicación indebida de pesticidas, la contaminación aguda de cuerpos de agua por inadecuada gestión y tratamiento de efluentes resultantes de la producción de etanol, y al seguimiento de la asignación de la tenencia de la tierra en zonas de cambio en usos del suelo.

Por último, en algunos casos resulta difícil realizar una evaluación desde el punto de vista de la sostenibilidad porque no se dispone de información cuantitativa suficiente para la estimación o de datos de referencia que permitan la comparación (ya sea en un ejercicio de benchmarking o de seguimiento de la evolución en el tiempo). Esto ha sido verificado en el caso del indicador sobre uso y eficiencia en el uso del agua, y en los indicadores sobre asignación y tenencia de la tierra, incidencia de daños ocupacionales, y en los indicadores sobre infraestructura y flexibilidad para el uso de bioenergías.

b. Cambios en la estructura productiva

Un comentario aparte amerita la evidencia encontrada en el presente estudio acerca de la importancia creciente de los biocombustibles en la cadena productiva y en la matriz energética. Esto sugiere que los biocombustibles (o las diversas formas de agroenergía) son un elemento novedoso de la matriz productiva que ha llegado para quedarse. A pesar de que el moderno sector de biocombustibles que surgió en la década pasada, inicialmente orientado en gran medida al mercado externo, ha enfrentado importantes trabas comerciales en el exterior, el desarrollo del mercado interno le ha provisto alternativas para continuar su desarrollo, diversificando mercados. Se espera una pronta superación de las trabas comerciales y que los indicadores analizados, que reflejan un mayor valor agregado y una mayor diversificación y seguridad energética, puedan profundizarse.

c. Enseñanzas respecto de las metodologías y los indicadores GBEP

Otro aspecto sobre el cual la evaluación de indicadores GBEP en Argentina ha arrojado luz es en la identificación de una serie de hipótesis que parecen subyacer en la definición y metodología de análisis propuestos por GBEP para algunos indicadores en relación a los efectos que la producción de biocombustibles tendría en los aspectos productivo, energético, social y ambiental. Los resultados preliminares en Argentina confirman algunas de estas hipótesis (ej. su contribución al valor agregado, a la diversificación energética, al reemplazo de combustibles fósiles y a la creación de empleo y mantenimiento o mejora en los ingresos). En contraste, otras de las hipótesis planteadas implícitamente en los indicadores –y que se encuentran a menudo en el debate internacional- no son verificadas en el caso argentino. En efecto, la evaluación del caso argentino no ha permitido encontrar un impacto significativo sobre los siguientes aspectos donde las metodologías GBEP esperan una vinculación directa y notoria con la producción de biocombustibles: disponibilidad y precio de alimentos; productividad; decisiones de manejo que hacen a la calidad de suelos; decisiones sobre uso del suelo (donde la producción de biocombustibles ha tenido un efecto directo pequeño), y la eficiencia en el uso del agua.

Una hipótesis subyacente a varios de los indicadores GBEP es que la producción de biocombustibles modifica y promueve un avance en la producción de materias primas energéticas. En el caso argentino (considerando la producción de soja y caña de azúcar) se ha encontrado un efecto casi imperceptible para el universo amplio de productores de materias primas en el país. Como consecuencia, su impacto tecnológico también es relativamente moderado ya que la producción agrícola se venía expandiendo y modernizando progresivamente como parte de un fenómeno más general y de más largo aliento en los últimos 10/15 años. Similarmente, las decisiones anuales de fertilización tienen que ver con otras variables de costo de corto plazo y no con factores estructurales o con el destino de la producción agrícola.

Cabe destacar, que pese a que las metodologías para la evaluación de los indicadores GBEP pueden ser afinadas para adaptarse a las diferentes realidades y a la disponibilidad de información de los diferentes países, en general los indicadores propuestos por GBEP proveen información valiosa para considerar la sostenibilidad de la producción de bioenergía (biocombustibles) en sus múltiples dimensiones. Asimismo, constituyen una herramienta valiosa para los gobiernos en sus esfuerzos de revisión de políticas de apoyo y fomento a diversas formas de bioenergía (biocombustibles) y para identificar políticas de acompañamiento (ej. de ordenamiento territorial con una perspectiva múltiple: productiva, pero también social y ambiental) para evitar impactos no deseados de la producción de bioenergías y también mitigar los efectos agregados negativos que pudieran tener junto con otros factores de expansión agrícola.

RECOMENDACIONES GENERALES

A partir de la experiencia de evaluación realizada en el presente estudio y tal como surge de los resultados individuales de las estimaciones de los indicadores, parece necesario resaltar una serie de precondiciones que deben estar garantizadas para permitir la evaluación regular y confiable de los indicadores GBEP:

1) Garantizar la continuidad en el tiempo y la disponibilidad de información con el grado de desagregación necesario. En el caso argentino esto se aplica a variables que no han sido medidas hasta ahora pero también a variables que

han sido monitoreadas en el pasado, pero cuyos datos no se obtienen en la actualidad, ej. datos sobre cultivo y área cosechada de caña de azúcar, empleo y salarios agrícolas e industriales (específicamente para la etapa de obtención de biocombustibles), tenencia formal de la tierra, y asignación de materias primas a diferentes subproductos o ramas de la cadena productiva.

2) Establecer un grupo de trabajo dedicado al monitoreo regular de los indicadores GBEP para diferentes formas de bioenergía y proveer información altamente relevante para las decisiones de política relacionadas con este sector que necesariamente involucra a diversas áreas del sector público (desarrollo agrícola, desarrollo industrial, energía y cooperación público-privada).

3) Los resultados de algunos indicadores son altamente sensibles a las metodologías y los datos empleados. Por ello parece importante establecer un ámbito para entablar intercambios y grupos de trabajo multisectoriales locales (regionales y nacionales) de expertos a efectos de elaborar recomendaciones en la unificación y selección de metodologías de evaluación adaptadas a las condiciones locales, incluyendo consideraciones sobre disponibilidad de datos y variabilidades regionales (ej. de análisis de ciclo de vida de emisiones de GEI – de cambios en el uso del suelo – efectos sobre precio y disponibilidad de una canasta nacional de alimentos – balance energético).

4) Tomar en cuenta que la sostenibilidad de los modos de producción agrícola e industrial no debería depender solamente de las decisiones privadas sino que debe existir un marco normativo que oriente las decisiones agregadas de diferentes actores de cada sector. Esto se refiere a la necesidad de políticas de ordenamiento territorial que limiten los efectos negativos de decisiones individuales no coordinadas en la conversión de áreas naturales o en la competencia entre diferentes usos de un recurso, ej. suelo o agua. Así, sería deseable que los grupos de trabajo nacionales y también en el ámbito del GBEP consideren que las decisiones sobre producción de bioenergía no se toman aisladamente, sino que debe tenerse en cuenta que otras políticas de mitigación, orientación de las decisiones productivas y tecnológicas individuales, pueden resultar inconsistentes o tener un impacto agregado menos sostenible en el mediano o largo plazo si son libradas a las señales de mercado de corto plazo.

5) Por último, en vista de que en el caso argentino (y contrariamente a lo que parecen plantear como hipótesis las metodologías propuestas por GBEP para varios indicadores tales como –calidad de suelos, efectos sobre precio y disponibilidad de alimentos, salarios, productividad, etc.) no se verifica que la introducción de la producción de biocombustibles haya modificado las decisiones tecnológicas ni de producción en gran medida, parece importante que la dimensión tecnológica sea considerada explícitamente en los indicadores GBEP. Esto se debe a que la dimensión tecnológica, o más precisamente la modernización tecnológica, tiene un gran potencial para contribuir a la sostenibilidad y esto debe ser explícitamente considerado en los indicadores GBEP (ej. ¿se emplean tecnologías modernas en las fases agrícola, industrial y energéticas? ¿se aplica la opción de menor impacto ambiental y de menor uso de recursos?).

CONCLUSIONES FINALES

Se considera que esta primera propuesta de indicadores realizada por GBEP para evaluar la sostenibilidad de diversas formas de bioenergía y el presente estudio de estimación de este set de indicadores constituyen un primer paso valioso en el camino que debemos recorrer para lograr una adecuada evaluación de sostenibilidad de las cadenas agroindustriales y energéticas. Desde esta visión debe tomarse en cuenta que los resultados obtenidos indican una tendencia preliminar favorable cuyo monitoreo debe continuar, en lo posible con datos y métodos de mayor precisión, cobertura y representatividad.

Para terminar, a modo de balance, se considera que estos primeros esfuerzos de evaluación de los indicadores GBEP resultan muy auspiciosos en la medida en que no ofrecen un diagnóstico definitivo de carácter positivo o negativo, sino que brindan valiosos elementos para comprender la utilidad de esta herramienta de análisis, mejorar su precisión y para profundizar nuestra comprensión de las oportunidades de mejora social, ambiental, económica y energética que ofrece el proceso de incorporación de bioenergías en nuestros sistemas productivos.

REFERENCIAS

AAPRESID (2012). Evolución de la superficie en siembra directa en Argentina. Presentación PPT.

Acreche, M. y A. Valeiro (2011). Balance energético y emisiones de gases de efecto invernadero de la industrial sucro-alcoholera de Tucumán. Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar. Oran, Salta: E.E.A. Famailla - INTA; 2011.

Acreche, M. y A. Valeiro (2013). Greenhouse gasses emissions and energy balances of a non-vertically integrated sugar and ethanol supply chain: A case study in Argentina. Energy, 54: 146-54.

Acreche, M. y A. Valeiro (2014). El análisis del Ciclo de Vida y su utilidad para determinar puntos de ineficiencia en sistemas agroindustriales", en Suelos, producción agropecuaria y cambio climático. Cap.37 en MAGyP.

AFAC (2014) Flota Vehicular Circulante en Argentina. Asociación de Fabricas de Componentes, marzo 2014, mimeo.

Alonso, L., A. Ronco y D. Marino (2014). Niveles de glifosato y atrazina en agua de lluvia de la región pampeana. Artículo presentado en el V° Congreso Argentino de SETAC (Sociedad de Toxicología y Química Ambiental), Neuquén, Argentina.

Alvarez, R.,J.L. De Paepe, H.S. Steinbach, G. Berhongaray, M.M. Mendoza, A.A. Bono, N.F. Romano, R. Cantet y C.R. Alvarez (2014). Cambios de flujos y stocks de carbono y nitrógeno por el uso del suelo: impacto sobre la productividad pampeana. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas".

Amores, M., F. Mele, L. Jiménez y F. Castells (2013). Life cycle assessment of fuel ethanol from sugarcane in Argentina. Int. J. Life Cycle Assess., 18:1344-57.

Anschau, R. y J.A. Hilbert (2008). Evaluación del potencial de producción de biocombustibles en Argentina, con criterios de sustentabilidad social, ecológica y económica, y gestión ordenada del territorio. El caso de la caña de azúcar y el bioetanol. INTA.

Begenisic, F. y C. Pascale Medina (2010). Bioenergía para el Desarrollo Sostenible. Políticas públicas sobre biocombustibles y su relación con la seguridad alimentaria en Argentina, FAO.

Biaggi, C. y A. Valeiro (2014). Problemas ambientales, oportunidades de desarrollo territorial. Estación Experimental Agropecuaria Famaillá, INTA.

CADER (2010). Estado de la Industria Argentina de Biocombustibles, Cámara Argentina de Energías Renovables, mayo 2010, Buenos Aires.

Cagala T. y G. Scaglioni (2011). América Latina en el contexto del debate sobre empleo verde: potenciales para su desarrollo. Documento de proyecto.

Capparelli, C.E. (2008). Extracción de nutrientes.ppt. CIAFA, Agosto de 2008. www.ciafa.org.ar.

Carballo, S. y J.A. Hilbert (2012). Propuesta metodología para la determinación de zonas aptas para la exportación de biodiesel de soja Argentino. Buenos Aires: INTA Castelar.

Cárdenas, G. y R.M. Ruiz (1986). Balance Energético para la Producción de Alcohol Combustible a partir de la Caña de Azúcar para las condiciones de Tucumán.

Casas, R. (2000). La Conservación de los Suelos y la Sustentabilidad de los Sistemas Agrícolas. Disertación acto entrega premio Antonio Prego. www.insuelos.org.ar

CEAgro (2014). Régimen de fomento de biodiesel en Argentina. Evaluación de una política de promoción industrial. En el marco del Programa 2014 de Estudios Sectoriales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

CEPAL (2011). Estudio regional sobre economía de los biocombustibles 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe. Documento para discusión.

Chidiak, M., R. Rozemberg, C. Filipello, M. Affranchino y G. Rozenwurcel (2012). Sostenibilidad de Biocombustibles e indicadores GBEP: Un análisis de su relevancia y aplicabilidad en Argentina. Documento de IDEAS, UNSAM, Buenos Aires, Diciembre 2012.

Chidiak, M. y L. Stanley (2009). Tablero de Comando para la Promoción de los Biocombustibles en Argentina. Documento de Proyecto CEPAL/GTZ, Santiago de Chile.

Ciampitti, I. y F. García (2008). Citado por M. García. 2009 en Producción de granos y consumo de fertilizantes. http://www.minagri.gob.ar/site/agricultura/agua_y_suelos/05-fertilizantes/panorama.pdf

CIFRA (2011). Rentabilidad, empleo y condiciones de trabajo en el sector agropecuario. Documento de trabajo nro 8.

Cohan, L. y R. Costa (2011). Panorama general de las nuevas formas de organización del agro: las principales cadenas

agroalimentarias. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Octubre 2011.

Cohan, L. (2012). El aporte de la cadena de soja a la economía argentina (mimeo).

Cruzate, G. y R. Casas (2003). Balance de Nutrientes. Revista Fertilizar INTA Año 8 Número Especial "Sostenibilidad" ISSN 1666-8812 diciembre 2003 pp. 7-13.

Cruzate, G. y R. Casas (2009). Extracción de Nutrientes en la Agricultura Argentina. Instituto de Suelos, CIRN, INTA.

Cruzate, G. y R. Casas. (2012). Extracción y balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina. IPNI, Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. IAH 6 - Junio 2012.

Dirven, M. (2011). Dinámicas del mercado de tierras en los países del Mercosur y Chile: una mirada analítica-critica. Documento elaborado para la FAO.

Donato, L. y I. Huerga (2009). Balance Energético de la Producción de Biodiesel a Partir de Soja en la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Dufey, A. y D. Stange (2011). Estudio regional sobre la economía de los biocombustibles: temas clave para los países de América Latina y el Caribe. Documento de proyecto. CEPAL/GIZ.

ECOFYS (2013a). Lessons learned in testing the Global Bio-Energy Partnership sustainability indicators. ECOFYS, Netherlands B.V. 2013 http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/BIOENERGY_INFO/1311_ECOFYS_-_Lessons_learned_GBEP_sustainability_indicators.pdf

ECOFYS (2013b). Biofuels and food security.Risks and opportunities".ECOFYS. Agosto 2013.

EEAOC (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres) (2007). Estado actual y evolución de la productividad del cultivo de caña de azúcar en Tucumán y el noroeste argentino en el período 1990-2007.

EEAOC (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres) (2011). Biocombustibles en la Argentina y Tucumán, cifras de la industria en el período 2009-2011. Reporte Agroindustrial. Estadísticas y Márgenes de Cultivos Tucumanos, Las Talitas, Tucumán.

Egeskog, A., F. Freitas, G. Berndes, G. Sparovek, S. Wirsenius (2014). Greenhouse gas balances and land use changes associated with the planned expansion (to 2020) of the sugarcane ethanol industry in Sao Paulo, Brazil. Biomass and Bioenergy, 63: 280-90.

FAO (2010). Bioenergy and Food Security -The BEFS Analysis for Peru: Supporting the Policy Machinery in Peru. FAO Environment and Natural Resources Working Paper No. 40. Rome.

FAO (2011). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. ¿Cómo afecta la volatilidad de los precios internacionales a las economías nacionales y la seguridad alimentaria? Roma: FAO.

FAO (2012). Impacts of Bioenergy on Food Security – Guidance for Assessment and Response at National and Project Levels. Rome: Food and Agriculture Organization of the UN. ERIA Working Group. 2009.

FAO (2013). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe.

FAO (2014a). Pilot Testing of GBEP Sustainability Indicators for Bioenergy in Colombia, FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper nbr 59, Rome.

FAO (2014b). Pilot Testing of GBEP Sustainabiity Indicators for Bioenergy in Indonesia, FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper nbr 60, Rome.

Figueroa, R., E. Romero y G. Fadda (2009). El Riego de la Caña de Azúcar. En Manual del Cañero. E. Romero, P. Digonzelli y J. Scandaliaris (eds.), LasTalitas, Tucumán, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

Flexor G.G. et al (2012). El mercado del biodiesel y las políticas públicas: Comparación de los casos argentino y brasileño. En Revista de la CEPAL nro 108, diciembre.

FONTAGRO (2013). Estrategias para Reducir la Vulnerabilidad del Sector Agrícola en el Cono Sur. Informe final del componente 1: Caracterización de la expansión agrícola. Análisis espacial.

Fontanetto, H. y A. Bianchini (2006). El balance de nutrientes en sistemas agrícolas. Agricultores, Nº 71: 13-16.

Fontanetto, H. y Gambaudo (2010). El balance de nutrientes para sistemas agropecuarios sustentables. Sitio Argentino de Producción Animal.www.produccion-animal.com.ar

Ganduglia, F. (2008). Diagnóstico y estrategias para el desarrollo de los biocombustibles en la Argentina. Capítulo IV en

Diagnóstico y estrategias para la mejora de la competitividad de la agricultura argentina, Regúnaga M. (coord.) IICA CARI y FAO.

García Collazo, M.A., A. Panizza y J. Paruelo (2013). Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos: Resultados de la Zonificación realizada por provincias del Norte Argentino. Ecología Austral, 23: 97-107.

García y González Sanjuan (2013). La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Como estamos? Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica 9, marzo 2013. IPNI

Gasparri, N. y H. Grau (2009). Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972-2007). Forest Ecology and Management, 258: 913-21.

Gasparri, N. y H. Grau (2013) Linkages between soybean and neotropical deforestation: Coupling and transient decoupling dynamics in a multi-decadal analysis. Global Environmental Change, 23: 1605-14.

GBEP (2011). The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy. First edition". 2011. Disponible en http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/Indicators/The_GBEP_Sustainability_Indicators_for_Bioenergy_FINAL.pdf)

Gerber, N. et al (2008). The Impacts of Biofuel Production on Food Prices: a review, Discussion paper nro 127. ZEF (ZentrumfürEntwicklungsforschung Center for Development Research; Universidad de Bonn) Discussion Papers on Development Policy Bonn.

Giancola, S. I., M.L. Salvador, M. Covacevich y G. Iturrioz (2009). Análisis de la Cadena de Soja en Argentina. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales nº3, Proyecto Específico 2742: Economía de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales, Proyecto Propio de la Red Competitividad de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales, Área Estratégica de Economía y Sociología, INTA.

Gnansounou, E. y L. Panichelli (2009). Assessing the land-use environmental effects of biofuel pathways: A logic-based model, Working Paper. Lausanne, Switzerland: Bioenergy and Energy Planning Research Group (BPE) - EPFL; p. 40.

Gobierno de la Prov. Tucumán (s/f): Censo Cañero Provincial 2011. Gobierno de la Provincia De Tucumán, Ministerio de Coordinación, Dirección Provincial de Estadística y Secretaría de Agricultura de la Nación.

GPS (2013). Seguridad Alimentaria Global y Recursos Naturales Agrícolas. Papel y visión de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, GPS, Grupo de Países Productores del Sur, Buenos Aires

Gras, C. (2013). Agronegocios en el Cono Sur: Actores sociales, desigualdades y entrelazamientos transregionales. Working Paper nro 53. Desigualdades.net.

Guyton, K., D. Loomis, Y. Grosse, F.El Ghissassi, L. Benbrahim-Tallaa, N. Guha, C. Scoccianti, H. Mattock y K. Straif (2015). Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. The Lancet Oncology, 16(5): 490-491.

Hilbert, J.A. (2005). Empleo de los biocombustibles en motores diesel", mimeo, Instituto de Ingeniería Rural, INTA. Disponible en www.biodiesel.com

Hilbert, J.A. y S. Galbusera (2011). Análisis de Emisiones Producción de Biodiesel – AG-Energy. Buenos Aires: INTA Ag-Energy Viluco; 2011.

Hilbert, J.A., R. Sbarra y M. López Amorós (2012). Producción de biodiesel a partir de aceite de soja: Contexto y evolución reciente, Ediciones INTA

Hilbert, J.A. y S. Galbusera (2014). Evolución de la reducción de emisiones producida por el corte obligatorio y la exportación de biodiesel argentino. Ediciones INTA. Informes Técnicos Bioenergía 2014, Año 3, N° 6

HLPE (High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition) (2013). Biofuels and Food Security, mimeo.

IFPRI (2014) Food Security in a world of natural resource scarcity.The role of agricultural technologies.

IICA (2007). Situación del etanol en la República Argentina. Informe elaborado para la Comisión Interamericana de Etanol.

INAI (2012). Escenario de referencia agroindustrial mundial y argentino al 2021 (ERAMA 2021).

INAI (2013). Escenario de Referencia Agroindustrial Mundial y Argentino al 2022.

INDEC (2012a): Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Censo del Bicentenario. Resultados definitivos, Serie B Nº 2. Tomo 1, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires. Disponible en www.censo2010.indec.gov.ar

INDEC (2012b): Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Censo del Bicentenario. Resultados definitivos, Serie B Nº 2. Tomo 2, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires. Disponible en www.censo2010.indec.gov.ar

IFPRI (International Food Policy Research Institute) (2014). Food Security in a world of natural resource scarcity. The role of agricultural technologies, Washington DC.

Konopacky, J. (2012). Refueling biofuel legislation: incorporating social sustainability. Principlestoprotectlandrights.

Llach, J.J., M.M. Harriague y E. O'Connor (2004). La Generación de Empleo en las Cadenas Agro-Industriales, Fundación Producir Conservando: Buenos Aires (www.producirconservando.org.arg).

Lódola, A., R. Brigo y F. Morra (2010). Mapa de cadenas agroalimentarias de Argentina. en "Cambios estructurales en las actividades Agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor". Anlló G., Bisang R. y Salvatierra G. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Buenos Aires.

MAGyP (2014). Suelos, Producción agropecuaria y Cambio Climático. Avances en la Argentina, editado por C.Pascale, M.Zubillaga y M.Taboada, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires

Márgenes Agropecuarios (2014). Costos y márgenes agrícolas. Márgenes Agropecuarios, 2001-13, pp.57–59.

Marín, A. y G. Pérez Constanzo (2011). Secretaría de Política Económica. Subsecretaría de Programación Económica. Dirección Nacional de Programación Económica Regional. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Argentina, "Complejo Oleaginoso". Serie "Producción Regional por Complejos Productivos"

Martinez, R. et al (2013). La economía agro-industrial de Jujuy: desde el azúcar al bioetanol. Documento de Proyecto. CEPAL-FUJUDES.

Meade, B. y S. Rosen (2002). Measuring Access to Food in Developing Countries: The Case of Latin America.

MECON (2011). Complejo Azucarero. Dirección de Información y Análisis Regional y Sectorial. Presentación ppt.

Merkusheva, N. y G. Rapsomanikis AMIS (2012). Nonlinear cointegration in the food-ethanol oil system: evidence from smooth threshold vector error correction models.

Micucci, F. y C. Alvarez (2005). El agua en los sistemas extensivos. Impacto de las practicas de manejo sobre la eficiencia de uso del agua, INFOPOS Archivo Agronomico N° 8, pp.1-4.

Moraes et al. (2009). Externalidades sociais dos diferentes combustíveis no Brasil.

Murmis, M. y M.R. Murmis (2011). El caso de Argentina. Documento elaborado para el proyecto FAO "Dinámica del mercado de la tierra en América Latina y el Caribe" (versión de agosto 2011).

OCDE- FAO (2013). Perspectivas Agrícolas 2013-2022.

Panichelli, L., A. Dauriat y E.Gnansounou (2009) Life cycle assessment of soybean-based biodiesel in Argentina for export. Int. J. Life Cycle Assess., 14: 144-59.

Panichelli, L. y E. Gnansounou (2008). Estimating greenhouse gas emissions from indirect land-use change in biofuels production: concepts and exploratory analysis for soybean-based biodiesel production. J. of Scientific & Industrial Research, 2008:1017-30.

Panichelli L. (2012) Biofuels production impact on land-use change and GHG emissions: Methodological framework and system dynamics modelling applied to sobyean-based biodiesel production in Argentina. Bioenerg and Energy Planning Research Group. Lausanne: Ecole Politechnique Federale de Lausanne; 2012. p. 191.

Paoli H.P, J.N. Volante, Y.E. Noe, L.M. Vale (2012). Monitoreo de cultivos del noroeste argentino a través de sensores remotos. PRORENOA, Informes y mapas de campañas agrícolas (cultivos extensivos) desde el año 2000 a la actualidad. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/monitoreo-de-cultivos-del-noroeste-argentino-a-traves-de-sensores-remotos/

Paruelo, J.M., J.P. Guerschman y S.R. Verón (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. Ciencia Hoy, 15(87):14-23.

Perera, J.G. (2009). Concentración y Combustión de Vinazas, Ministerio de Gobierno y Justicia de la Provincia de Tucumán, Secretaría de Estado de Gobierno y Justicia, Subsecretaría de Asuntos Técnicos.

Pincén, D., E. Viglizzo, L. Carreño y F. Frank (2010). La relación soja-ecología-ambiente. Entre el mito y la realidad. En Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental, (E.Viglizzo y E.Jobbágy, editores), Ediciones INTA.

Piñeiro, M. (2012). Las relaciones entre seguridad alimentaria, cambio climático y comercio internacional. Working paper nro 146. Marzo 2012. Serie Seguridad Alimentaria. IICA.

Reboratti, C. (2009). Desarrollo agropecuario, ambiente y población rural. En Agro y Ambiente: Una agenda compartida para el desarrollo sustentable. Foro de la cadena Agroindustrial Argentina. Disponible en http://www.foroagroindustrial.org.ar

REDAF (2009, 2010, 2013): Conflictos sobre tenencia de tierra y ambientales en la región del chaco argentino. 1º, 2º y 3º Informe. Observatorio de Tierras, Recursos Naturales y Medioambiente y Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF).

Rodriguez, G. y M. Ribeiro (s/f). Estudio comparado entre el combustible Diesel y Biodiesel. UPT en Biodiesel, Programa de extensión, INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), Argentina.

Rosegrant, M. y S. Msangi (2014). Consensus and Contention in the Food-Versus-Fuel Debate. Annual Review of Environment and Resources, 39:271-94.

Rozemberg, R., D. Saslavsky y G. Svarzman (2008). La industria de biocombustibles en Argentina. En La Industria de biocombustibles en el MERCOSUR, Red MERCOSUR.

RSB (Roundtable on Sustainable Biofuels) (2012). Guidelines for Land Rights. Respecting Rights, Identifying Risks, Avoiding Disputes and Resolving Existing Ones and Acquiring Lands through Free, Prior and Informed Consent.

Sainz Rozas H., H. Echeverría, P. Barbieri y M. Eyherabide (2014). Relevamiento y mapeo de la fertilidad en suelos agrícolas de la región pampeana argentina, Revista Fertilizar No29, Septiembre 2014, pp.5-9

Sainz Rozas, H., H. Echeverri y H. Angelini (2011). Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extra-pampeana. Informaciones Agronómicas, No 2.

Saulino, F. (2011). Implicaciones del desarrollo de los biocombustibles para la gestión y el aprovechamiento del agua. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
SAyDS (2003). Documento Final de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jefatura de Gabinete.

SAyDS (2007). Segunda Comunicación Nacional de Argentina a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable; Buenos Aires.

SAyDS (2010). Cuarto Informe Nacional para la Conferencia de las Partes del Convenio Sobre Diversidad Biológica (CDB). Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jefatura de Gabinete.

SAyDS (2015). Monitoreo de la Superficie de Bosque Nativo de la República Argentina. Período 2013-2014, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires.

Scandaliaris, J. y J. Alonso (1983). Insumos Energéticos en el Cultivo de la Caña de Azúcar.

SCN (2007). Segunda Comunicación Nacional de Argentina a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Buenos Aires

Seghezzo, L., J. Volante, J. Paruelo, D. Somma, C. Buliubasich, H. Rodriguez, S. Gagnon y M. Hufty (2011) Native Forests and Agriculture in Salta (Argentina): Conflicting Visions of Development. Journal of Environment and Development, 20(3): 251-277.

Sili, M. y L. Soumoulou (2011). La problemática de la tierra en la Argentina. Conflictos y dinámicas de uso, tenencia y concentración. FIDA y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Slutzky, D. (2008). Situaciones Problemáticas de Tenencia de la Tierra en Argentina" Ministerio de Economía y Producción, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Dirección de Desarrollo Agropecuario, PROINDER.

Solberg, B. et al. (2007). Bioenergy and biomass trade: Evaluation of models' suitability for analyzing international trade of biomass and bioenergy products" A study for IEA Bioenergy Task 40.

Timilsina, G., O. Chisari y C. Romero (2013). Economy-wide impacts of biofuels in Argentina. Energy Policy, 55: 636–647.

Universidad de Cuyo (2012). Cultivos energéticos para biocombustibles, mimeo.

Vallejos, M., J.N. Volante, M.J. Mosciaro, L. Vale, M.L. Bustamante y J.M. Paruelo (en Prensa): Dynamics of the natural cover transformation in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo- database from 1976 to 2012, Journal of Arid Environments.

Vassallo, J., H. Asprea y O. Oficialdeguy (2013). Biodiesel: Análi-

sis Comparativo de las Emisiones de Vehículos Livianos diesel bajo Directivas Europeas 70/220/CEE y Posteriores. Revista AIDIS, mayo 2013, Buenos Aires.

Viglizzo, E. y E. Jobbágy (2010). Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental. (E.Viglizzo y E.Jobbágy, editores), Ediciones INTA, Argentina.

Viglizzo, E., L. Carreño, H. Pereyra, F. Ricard, J. Clatt, D. Pincén (2010). Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico. En Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental, (E.Viglizzo y E. Jobbágy, editores), Ediciones INTA, Argentina.

Volante J.N., D. Alcaraz-Segura, M.J. Mosciaro, E.F. Viglizzo y J.M. Paruelo (2012) Ecosystem functional changes associated with land clearing in NW Argentina. Agriculture, Ecosystems and Environment, 154: 12–22.

Volante J.N. y Mosciaro (2014). Análisis de cambios en el uso del suelo de cultivos para biocombustibles en las provincias de NOA entre los años 2000 y 2010. Salta: INTA - Estación Experimental Agropecuaria Salta; 2014. p. 12.

Volante, J.N., A.R. Bianchi, H.P. Paoli, Y. Noé, H.J. Elena Elena, y C.M. Cabral (2006). Análisis de la dinámica del uso del suelo agrícola del Noroeste Argentino mediante teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Período 2000-2005. Ediciones INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Salta, Argentina.

Winrock (2009). The Impact of Expanding Biofuel Production on GHG emissions: Accessing and interpreting existing data. Winrock International, Arlington, VA.

Wyman, O. (2010). "Food/biofuels dynamics: developing a framework for strategic investments"

Zhang, W., E. Yu, S. Rozelle y J. Yang (2013). The impact of biofuel growth on agriculture: why is the range of estimates so wide. Food Policy, 38: 227-239.

Zilberman, D., G. Hochman, D. Rajagopal, S. Sexton y G. Timilsina (2012). The impact of biofuels on commodity food prices: assessment of findings. American Journal of Agricultural Economics, 95(2):275-281.

Páginas web consultadas

www.minagri.gob.ar

www.energia3.mecon.gov.ar

www.siia.gov.ar/

www.globalbioenergy.org/

www.trabajo.gov.ar

www.indec.gov.ar

www.amis-outlook.org

www.redaf.org.ar

www.monitoreodesmontes.wordpress.com

www.fertilizar.org.ar

www.aapresid.org.ar

AQUASTAT: Sistema de Información global sobre el agua, FAO. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm



UCAR
UNIDAD PARA EL CAMBIO RURAL

BID

Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

UCAR
UNIDAD PARA EL CAMBIO RURAL

BID

Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación