

DOCUMENTOS DE TRABAJO IELAT

**Nº 25 – Abril
2011**

**El potencial argentino para la producción de biodiésel a partir de soja
y su impacto en el bienestar social**



Vanesa Ubeira Salim



**EL POTENCIAL ARGENTINO PARA LA PRODUCCIÓN DE
BIODIÉSEL A PARTIR DE SOJA Y SU IMPACTO EN EL
BIENESTAR SOCIAL**

Vanesa Ubeira Salim

Estos documentos de trabajo del IELAT están pensados para que tengan la mayor difusión posible y que, de esa forma, contribuyan al conocimiento y al intercambio de ideas. Se autoriza, por tanto, su reproducción, siempre que se cite la fuente y se realice sin ánimo de lucro. Los trabajos son responsabilidad de los autores y su contenido no representa necesariamente la opinión del IELAT. Están disponibles en la siguiente dirección: [Http://www.ielat.es](http://www.ielat.es)

Instituto de Estudios Latinoamericanos
Universidad de Alcalá
C/ Trinidad 1
Edificio Trinitarios
28801 Alcalá de Henares – Madrid
www.ielat.es
ielat@uah.es

Equipo de edición:
Eva Sanz Jara
Lorena Vásquez González
Guido Zack

Consultar normas de edición en el siguiente enlace:
<http://www.ielat.es/inicio/repositorio/Normas%20Working%20Paper.pdf>

DERECHOS RESERVADOS CONFORME A LA LEY
Impreso y hecho en España
Printed and made in Spain
ISSN: 1989-8819

Consejo Editorial

UAH

Diego Azqueta
Concepción Carrasco
Isabel Garrido
Carlos Jiménez Piernas
Manuel Lucas Durán
Diego Luzón Peña
José Luis Machinea
Pedro Pérez Herrero
Daniel Sotelsek Salem

Unión Europea

Sergio Costa (Instituto de Estudios Latinoamericanos, Universidad Libre de Berlín, Alemania)
Ana María Da Costa Toscano (Centro de Estudios Latinoamericanos, Universidad Fernando Pessoa, Porto, Portugal)
Georges Couffignal (Institute des Haute Etudes de L` America Latine, Paris, Francia)
Leigh Payne (Latin American Centre and Brazilian Studies Programme, Oxford, Gran Bretaña)
Slobodan S. Pajovic (Departamento de Estudios de América Latina y el Caribe, Belgrado, República de Serbia)

América Latina y EEUU

Juan Ramón de la Fuente (Universidad Nacional Autónoma de México, México)
Eduardo Cavieres (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile)
Eli Diniz (Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil)
Carlos Marichal (El Colegio de México, México)
Armando Martínez Garnica (Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia)
Marcos Neder (Trench, Rossi e Watanabe Advogados Sao Paulo, Brasil)
Peter Smith (Universidad de California, San Diego, EEUU)
Francisco Cueto (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales –FLACSO-, República Dominicana)

El potencial argentino para la producción de biodiésel a partir de soja y su impacto en el bienestar social

Vanesa Ubeira Salim *

Resumen

Pese al atractivo de la producción de biodiésel de soja, motivado por los potenciales beneficios que suelen mencionarse; debido a la presencia de externalidades no internalizadas en los análisis parciales realizados, existe cierta incertidumbre en cuanto a su viabilidad financiera y rentabilidad económica.

Palabras claves:

Argentina, biodiésel, soja.

Abstract

Despite the attractiveness of soybean biodiesel production, motivated by the potential benefits often quoted; due to the presence of externalities not internalized in the partial analysis performed, there is some uncertainty about its financial viability and economic profitability.

Key words:

Argentina, biodiesel, soybean.

* Abogada en Argentina y Lic. en Derecho en España. Máster Oficial en “América Latina Contemporánea y sus relaciones con la UE: una cooperación estratégica” (UAH). Investigadora en formación del Instituto de Estudios Latinoamericanos de la Universidad de Alcalá, Madrid, España. Correo electrónico: ubeira.vanesa@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva multidisciplinar, el presente trabajo analiza las implicancias medioambientales y sociales de la producción de biodiésel a partir de soja en Argentina y su consecuente impacto en el bienestar social. El biodiésel es un producto cuyo proceso de elaboración es muy complejo, por entrelazar dos fases (agrícola e industrial) ya complejas en sí. Se trata de una actividad que involucra a la vez que diversas esferas políticas (agricultura, transporte, medio ambiente, energía y comercio) múltiples variables (ambientales, económicas, sociales e institucionales). El interés del estudio reside en la carencia de datos concretos y en la necesidad de análisis multidisciplinarios que brinden una visión completa y precisa de las barreras, riesgos y desafíos que la Argentina enfrenta en torno a la temática.

Para lograr el objetivo propuesto, a través de un marco conceptual, se recurrió a diversas herramientas tanto del análisis coste-beneficio, del análisis económico de externalidades ambientales y del análisis sobre el ciclo de vida. Ante la carencia de datos, a efectos de tener una visión general, se recurrió a estudios internacionales que comparan los impactos en base a diferentes criterios/efectos.

Mediante la búsqueda de evidencia y datos de experiencias en distintos países se buscó ilustrar la temática en el contexto concreto del caso argentino. El interés del análisis reside fundamentalmente en el intenso debate creado en torno a las potenciales oportunidades que brindan los biocombustibles a los países de América Latina, y específicamente a la disyuntiva de éstos entre producir biomasa o agregarles un valor industrial, como alternativas para generar crecimiento y desarrollo.

En general las políticas de fomento a la producción y uso de biocombustibles líquidos para el transporte se sustentan en una serie de potenciales beneficios ambientales y socioeconómicos. Para ejemplificar, desde una perspectiva ambiental, se suele hacer referencia a la potencial reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que su uso puede implicar. Desde una perspectiva energética, se los asocia con la seguridad como consecuencia de la diversificación de las fuentes de energía, disminución de la participación del gasoil (en el caso del biodiésel) en la matriz energética y la consecuente reducción de la dependencia al petróleo – contribuyendo a paliar la caída en las reservas de hidrocarburos. Desde una perspectiva social, se los vincula al desarrollo rural como consecuencia de la diversificación de la producción y aumento del valor agregado de la oferta exportable de bienes de base agropecuaria y a una oportunidad para los pequeños productores. Por último, desde una perspectiva económica, los países importadores netos de petróleo suelen enfatizar en el ahorro de divisas que podría otorgar la inserción en los mercados internacionales (más aún si se tiene en cuenta la posición que ocupa el país como exportador de aceite de soja).

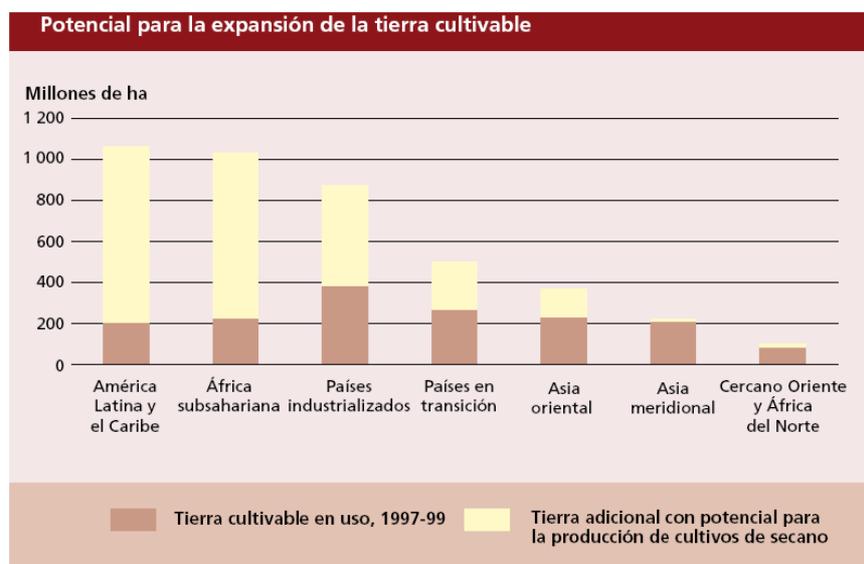
¿Será posible extrapolar aquéllos potenciales beneficios a todos los casos?. En lo que respecta a los impactos (positivos o no) ¿tendrá el mismo impacto, social o ambiental, la producción de biodiésel en base a maíz en EEUU que el biodiésel extraído del aceite de soja en Argentina, por ejemplo? Incluso ¿tendrá los mismos efectos la producción de biodiésel en base a soja en Argentina que la producción de biodiésel en base a residuos agrícolas en el mismo país?

En el presente trabajo primero se analiza el potencial argentino para la producción de biodiésel de soja; luego, los potenciales impactos medioambientales de

dicha producción a través del análisis del ciclo de vida, el balance energético, emisiones de GEI y otras emisiones, deforestación y pérdida de biodiversidad; a continuación se analiza la relación del bienestar social y la producción de biodiésel de soja; y, por último, se analizan los potenciales impactos socioeconómicos teniendo en cuenta los costos de oportunidad, el monocultivo, el debate energía versus alimentos, el ahorro de divisas, el desarrollo rural y la creación de empleo.

POTENCIAL ARGENTINO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL DE SOJA

Según Lamers (Lamers *et. al.*, 2008) si bien en los países industrializados hace pocos años que el desarrollo de los mercados de biocombustibles se transformó en políticas de estado, incorporándose en la agenda de sus respectivos gobiernos, el borde competitivo para su producción parece estar en los países en vías de desarrollo que, además de presentar un alto potencial para la expansión de tierra cultivable (Gráfico 1), tienen un clima favorable y unas condiciones medioambientales para el crecimiento de plantas, bajos costos de mano de obra, y por lo tanto bajos costos de producción de cultivos energéticos. Dichos autores afirman que el interés de los países en desarrollo en la producción de biodiésel, va más allá de satisfacer la demanda doméstica de combustible para el transporte. El interés en los biocombustibles incluye el comercio internacional y su potencial como catalizador de desarrollo.



Fuente: FAO, 2003.

Gráfico 1: Potencial para la expansión de la tierra cultivable
Fuente: FAO, 2008: 69.

Si bien todos los países del mundo sacan predominantemente su energía de los combustibles fósiles una diferencia notable entre países del Primer y del Tercer Mundo es el mayor uso de la energía biomásica en los últimos. En los países del llamado Tercer Mundo la biomasa cubre cerca del 40% de la demanda energética (Fernández J., 2002). Este hecho podría explicarse porque se trata de una fuente energética de baja tecnología (frente a fuentes de alta tecnología como lo es la energía nuclear que se usa generalmente en los países más avanzados) y porque en general, los países de América

Latina, se caracterizan en gran medida por su alta dotación de recursos naturales. En los países de la región, tal como señaló la Presidenta del actual gobierno argentino: *La competitividad [...] no está dada por un alto nivel de disponibilidad de capital, ni tampoco por un muy elevado desarrollo tecnológico [...] tampoco son competitivas por el nivel salarial de sus trabajadores [...]. No obstante, un factor que sí hace competitivas a las economías de los países de nuestra región es su alta dotación de recursos naturales, obviamente tomándolos para el conjunto de los países que integran la misma* (González, 2009: 179). Sin embargo a pesar de que los países en desarrollo cuentan con biomasa en abundancia, hasta ahora presentan una baja eficiencia en su aprovechamiento energético (Chidiak y Stanley, 2009).

Contrastando con la fuerte presencia de los combustibles fósiles en la matriz energética argentina, las fuentes renovables ocupan un lugar marginal. Particularmente el mercado de biocombustibles esta focalizado en la producción a gran escala de biodiésel a partir de soja para el mercado de exportación (Lamers, Mc Cormick y Hilbert, 2008). Ello se puede explicar porque la decisión de un gobierno de incentivar la producción de un determinado biocombustible está en estrecha relación, del lado de la demanda, con el combustible más usado en su mercado y, del lado de la oferta, con su capacidad para producirlo (Schvarzer y Tavosnanska, 2007).

Del lado de la demanda en Argentina hay un desbalanceado patrón de consumo de combustible. El combustible más utilizado es el gasoil, que tiene una participación del 66%. Mientras que el GNC y la gasolina (o NAFTA) representan un 17% cada uno (Schvarzer y Tavosnanska, 2007). Respecto al uso del gasoil éste predomina en el sector del transporte de cargas, seguido por el sector agropecuario, el transporte automotor de pasajeros y por los automóviles particulares (Gráfico 2). Por consiguiente, si se apunta a abastecer el mercado interno, es razonable que el acento esté puesto principalmente en la producción de biodiésel antes que de bioetanol.

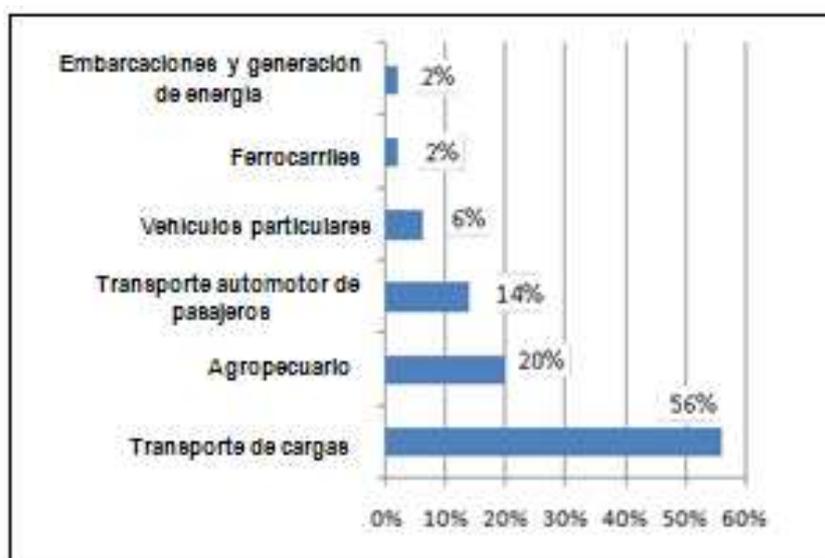


Gráfico 2: Consumo de Gasoil en Argentina
Fuente: Chidiak y Stanley, 2009: 32.

Del lado de la oferta, a pesar de que la materia prima necesaria para producir biodiésel sea muy variada¹, en Argentina la producción de biodiésel está focalizada casi exclusivamente en la soja; cultivo que según datos del INTA (2008b), representa el 50% de la producción agrícola y el 80% de la producción de aceite vegetal (del cual el 90% se dedica a exportación). Desde 1996 el país es responsable del 92% del incremento en el comercio mundial de aceite vegetal. A nivel mundial califica como el primer exportador de aceite de soja (Gráfico 3) y como tercer exportador de grano de soja (Gráfico 4).

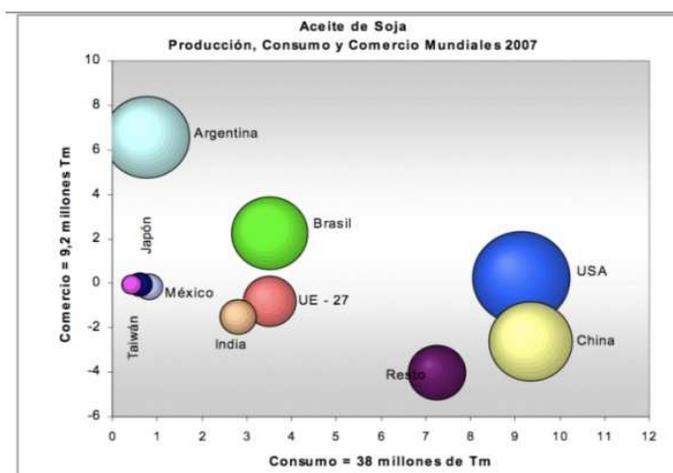


Gráfico 3: Producción, Consumo y Comercio Mundiales de Aceite de Soja
Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2008:8.

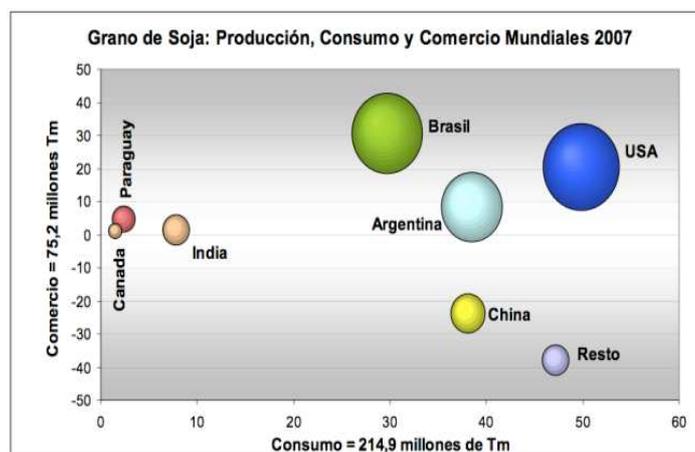


Gráfico 4: Producción, Consumo y Comercio Mundiales de grano de soja
Fuente: Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2008: 8.

¹ El biodiésel puede obtenerse a partir de aceites vegetales o grasas animales. En el caso de los aceites vegetales, pueden utilizarse una amplia variedad de plantas que van desde los cultivos tradicionales como la soja y el girasol, pasando por los cultivos alternativos, como la jatrofa, el ricino y el tártago (que tienen poca o nula aplicación en Argentina y la ventaja de ofrecer, en algunos casos, un alto porcentaje de aceite en semilla) hasta las algas asociadas a requerimientos mínimos de tierra y otros insumos (Schvarzer y Tavosnanska, 2007).

Teniendo en cuenta la amplitud de territorio del que goza el país, la variedad de cultivos que pueden albergar sus suelos, la disponibilidad de tierras agrícolas, el alto grado de productividad y la competitividad que muestra la cadena agro-industrial, si a simple vista se intentaran interpretar los datos arriba mencionados, buscando razones que justifiquen el predominio de la soja como materia prima para el biodiésel, probablemente la lógica induzca a pensar que dentro de todas las alternativas cultivables la de la soja se asocia a una mayor calidad y/o cantidad de externalidades positivas que lo justifiquen. Ya sea desde un punto de vista social (por crear más empleo rural del que otras alternativas podrían crear por ejemplo), y/o económico (por brindar una alta rentabilidad financiera tanto a pequeños como a grandes productores), y/o desde un punto de vista medioambiental (por ser un monocultivo excepcional que no perjudica el suelo o que lo hace de una manera menos dañina que el resto de las alternativas), y/o por su alta vocación agroenergética².

Fernández señala cuatro características ideales de los cultivos energéticos sembrados con la finalidad de producir biomasa transformable en combustible (De Juana *et.al.*, 2002). La primera, asociada con la viabilidad económica, se refiere a altos niveles de productividad en biomasa con bajos costos de producción en relación con los combustibles tradicionales. La segunda, vinculada con aspectos agrícolas y técnicos, y se asocia con la posibilidad de desarrollo en tierras marginales o en tierras agrícolas marginalizadas por falta de mercado para los productos tradicionalmente cultivados y el requerimiento de maquinaria agrícola convencional, normalmente disponible para los agricultores, utilizable también para otros cultivos propios de la zona. La tercera, se vincula a la sensibilidad medioambiental, de modo que no debiera ni contribuir a la degradación del medio ambiente - para ello el balance medioambiental producido por el cultivo debiera ser superior al que se produciría si la tierra no estuviese cultivada o fuera ocupada por un cultivo tradicional - ni dificultar la recuperación de las tierras, para realizar otros cultivos, después de finalizado el cultivo energético. La cuarta y última, asociada a aspectos energéticos, es la de resultar en un balance energético positivo, es decir, que la energía neta contenida en el biocombustible producido sea superior a la gastada tanto en el cultivo como en su obtención.

Respecto a la última característica, vinculada también con la hipótesis de la alta vocación agroenergética de la soja, tal como informan Schvarzer y Tavosnanska (2007) en base a datos de la Secretaría de agricultura, pesca y ganadería, algunos de los estudios realizados sugieren que, respecto al vigor del crecimiento y a la acumulación energética, a pesar de su alto rendimiento en kilogramos por hectárea, la soja presenta un bajo rendimiento relativo, con un aporte de 500 litros de biodiésel por hectárea sembrada³, debido a su bajo porcentaje de aceite en semilla (18%); a diferencia del girasol, del cual se obtienen 906 litros de biodiésel por hectárea y cuenta con un 45% de aceite en semilla o de la jatrofa que cuenta con un 55% de aceite en semilla y produce 1419 litros de biodiésel por hectárea.

² La vocación agroenergética de un cultivo comprende el vigor y precocidad de crecimiento (que produzca mucha masa por unidad de superficie y en poco tiempo), la acumulación de energía (muchas capacidad calorífica o energética por unidad de masa), la capacidad de rebrote (para poder obviar la resiembra) y la rusticidad para adaptarse a terrenos marginales (Camps Michelena y Marcos Martín, 2002).

³ Un litro de aceite proporciona aproximadamente un litro de biodiésel (Asal y Hilbert, 2005).

Todo indica que la vocación agroenergética de la soja, comparándola con la del resto de los cultivos aptos para los suelos del país, no es la mejor y pareciera no poder explicar su predominio. Al respecto Asal y Hilbert (2006) sostienen que la razón por la cual el cultivo de soja creció tan fuertemente en los últimos treinta años en la Argentina se debe a la alta rentabilidad que proporciona, comparada con otros cultivos. Y ciertamente el avance de la soja en Argentina se produjo por una serie de factores; entre los que caben destacar dos innovaciones tecnológicas, en palabras de Chidiak y Stanley (2009), “altamente revolucionarias”, que así lo explican. La primera asociada con el avance de la biotecnología que introdujo la soja transgénica⁴; apoyada tanto por su bajo coste en ausencia de patente registrada en Argentina (debido a la firma de acuerdos con semilleros locales para su difusión previo a su patentamiento), como por la falta de limitaciones del uso propio de semillas; junto con otro cambio tecnológico adicional como lo fue la introducción del esquema de siembra directa⁵; el cual permite un mayor aprovechamiento de los insumos, reducir costos y aumentar la productividad. La segunda innovación, está asociada al avance del campo en tecnificación tanto de maquinaria (en la década de 1990 con el tipo de cambio sobrevaluado aumentó significativamente la importación de maquinarias) como de las tareas. Todos estos cambios, junto con el hecho de que el cultivo de soja no requiera de uno de los insumos energéticos más caros⁶ como lo son los fertilizantes de nitrógeno (INTA, 2008b), produjeron la expansión de la frontera agrícola generando un avance significativo de la soja en el área cultivada (Chidiak y Stanley, 2009).

POTENCIALES IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES

Según la FAO (2008) a pesar de que la producción de biocombustibles sea reducida en el contexto de la demanda total de energía, sí resulta significativa en lo que respecta a los niveles actuales de producción agrícola, y aunque los datos sobre los efectos asociados con una mayor producción de biocombustibles son escasos se sabe que la mayor parte de las implicaciones medioambientales son similares a los ya conexos con la producción agrícola: escasez y contaminación del agua, degradación del suelo, agotamiento de los nutrientes y pérdida de la biodiversidad silvestre y agrícola. A su vez, la FAO (2008) señala que la magnitud de las implicaciones medioambientales dependerá de la manera en que se producen y se procesan las materias primas, de la escala de producción y, especialmente, del modo en que influyen en el cambio del uso de la tierra, la intensificación y el comercio internacional.

En consonancia el INTA (2008b) sostiene que en general los factores dominantes que determinarán el impacto medioambiental del biodiésel son tanto las

⁴ La soja transgénica fue introducida en 1996/1997 y a principios de 2000 ya cubría casi el 100% del área sembrada. Se trata de un cultivo genéticamente modificado resistente al glifosato (un herbicida que elimina malezas).

⁵ La siembra directa modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ya que consiste en mantener siempre una cubierta vegetal sobre ellos (por ejemplo con rastrojos de la siembra anterior) que actúa como abono natural y protege de la erosión (mejora la capacidad de retención del agua de lluvia) y de los cambios de temperatura. También evita las tareas de labranza permitiendo acelerar el ritmo de producción y mejorar la estructura del suelo (Chidiak y Stanley, 2009).

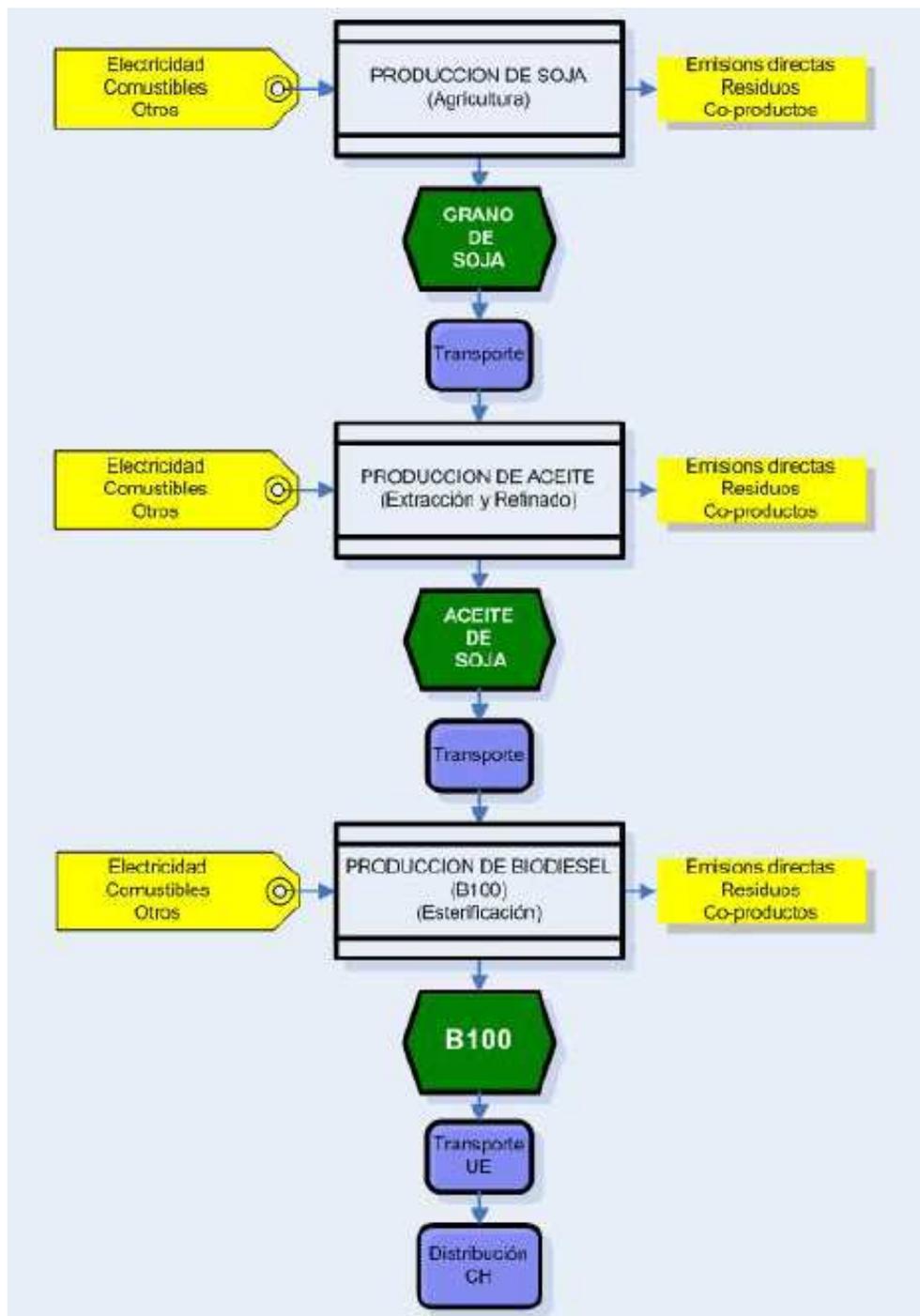
⁶ El cultivo de soja al fijar y liberar nitrógeno pueda producirse casi sin fertilizantes de nitrógeno.

prácticas de producción de la materia prima, incluyendo las especies vegetales (cultivos, pasto, biomasa lignocelulósica, excedentes agrícolas), como el tipo de tierra que se utilice para producirla (tierras forestales, de cultivo, marginales o degradadas); y que muchos aspectos del debate de biocombustibles líquidos para el transporte corresponden a puntos similares de los impactos medioambientales de la agricultura moderna.

Según Chidiak y Stanley (2009), de la información disponible sobre los impactos ambientales de la producción de biocombustibles (que tiene particular foco en los biocombustibles de primera generación), los más relevantes y considerados habitualmente son: los efectos sobre las emisiones globales de gases de efecto invernadero a lo largo de todo su ciclo de vida, otras emisiones y efectos ambientales locales (por ej., contaminación por agroquímicos, emisiones atmosféricas), los efectos de la degradación de suelos y los efectos sobre la biodiversidad y sobre ecosistemas únicos o frágiles (por ejemplo, debido a la deforestación). Dichos autores consideran que para evaluar esos impactos ambientales de los biocombustibles en comparación con los combustibles fósiles o con los biocombustibles obtenidos a partir de otras materias primas, suelen emplearse varios tipos de indicadores. Entre ellos: el análisis del ciclo de vida, el balance energético y las emisiones de GEI. En cuanto al primero, se lo considera la medida más completa para evaluar el impacto ambiental neto, ya que puede abarcar no sólo un impacto ambiental sino varios. Pero tal como sostienen los autores por su complejidad y gran especificidad no se dispone de mucha información empírica de este tipo que cubra todos los impactos relevantes.

ACV

El análisis del ciclo de vida (ACV) es una herramienta de gestión ambiental que evalúa de modo sistemático los aspectos ambientales y los impactos ambientales potenciales de un producto a través del análisis de su ciclo de vida, desde la adquisición de la materia prima, su producción, uso, tratamiento final, reciclado y disposición final (Panichelli, 2006). También es un método de soporte para la toma de decisiones que permite identificar tanto los impactos ambientales vinculados al producto y sus procesos como los de las actividades asociadas en todas y cada una de sus etapas (INTA, 2008c). Por lo tanto, si bien es una herramienta prometedora, si no se cuentan con datos completos y reales es difícil de aplicar. En el esquema 1 se muestra el proceso de biodiésel de soja puro (B 100) desde que “nace hasta que muere”.



Esquema I: Ciclo de vida del biodiésel puro (B100)
Fuente: Panichelli, 2006: 19.

En el caso argentino, tal como afirma Panichelli (2006), dado que la producción de biodiésel es una actividad marginal que no se encuentra desarrollada a nivel comercial, no existe a nivel nacional un sistema de producción sobre el cual basar un estudio. En Argentina el ACV no es una práctica frecuente y hay pocos estudios realizados al respecto (Panichelli, 2006). Así ante la carencia de datos no se pueden analizar casos concretos y en general se deben realizar sobre escenarios futuros a

través de supuestos y estimaciones, lo que deriva en una fuente de incertidumbre. La importancia de un ACV del biodiésel de soja radicaría en conocer las implicancias ambientales del desarrollo de dicha estructura de producción a nivel nacional.

Dado que en el caso de estudio no están disponibles todos los datos para todo el ciclo de vida, ¿cómo pretender que el gobierno argentino haga una buena valoración y análisis de los potenciales impactos que su política puede implicar?. Ante la carencia de estos datos y estudios ¿debería el gobierno abandonar la toma de decisiones?. O bien, ¿decidir sin sustento científico y en su lugar hacerlo en base a juicios de valor o análisis parciales?.

Al respecto Delacámara (2008) sostiene que el sólo hecho de pensar en términos de ciclo de vida puede ser significativo al impulsar la investigación, porque de alguna manera dimensiona la necesidad de datos. Por otro lado, sostiene que tanto el ciclo de vida como los impactos asociados y la consecuente repercusión sobre el bienestar social existen no obstante se ignore el ciclo de vida. Es por ello que recomienda tenerlo en cuenta.

Ante la carencia de datos concretos, a efectos de tener una visión general, recurrir a estudios internacionales que comparan los impactos relativos (en base a diferentes criterios/efectos) de los distintos tipos de biocombustibles y materias primas, parece ser una buena opción para los primeros análisis del caso argentino. No obstante debe tenerse en cuenta que para realizar análisis del ciclo vital se emplean diversos métodos lo que, sumado a la gran variedad de tecnologías de producción y conversión, hace que los resultados presenten resultados diferentes. Según la FAO (2008) las diferencias más marcadas en los resultados son debidas a los métodos de asignación elegidos para los productos complementarios, los supuestos sobre las emisiones de óxido nitroso y los cambios de las emisiones del carbono derivados del uso de la tierra.

En la bibliografía consultada se encontró un estudio llevado a cabo por Panichelli (2006) en el cual se estudió el impacto ambiental de la producción de biodiésel puro (B100) de soja en Argentina con destino de exportación a Suiza que tuvo como objetivo determinar el consumo de energía fósil y el potencial de emisiones de dióxido de carbono. Es decir que sólo se analizó el consumo de energía primaria y la potencial contribución al calentamiento global (las emisiones de GEI). En el estudio se comparó el ACV del biodiésel de soja en Argentina con el ACV del B100 obtenido en base a soja en EE.UU y Brasil; y el producido en base a colza en Suiza y en la UE. Del análisis surge que la etapa más crítica en lo referente a impactos ambientales es la etapa agrícola, que en EEUU – pese al mayor uso de fertilizantes que en Argentina - se dan menos impactos netos por los mayores rendimientos productivos, por el menor requerimiento de combustibles y agroquímicos, y por las menores distancias que se recorren para el transporte de insumos y productos; que en Brasil, no obstante el consumo de combustible en la fase agrícola y el uso de fertilizantes son menores, se produce un mayor impacto ambiental debido a las distancias que deben recorrerse para el transporte de insumos y productos, y porque las emisiones asociadas a la deforestación son mayores; por último que en Europa, la producción de biodiésel de colza también produce un mayor impacto ambiental por el menor rendimiento de la materia prima, así como el mayor uso de fertilizantes y pesticidas, y la escasa aplicación de siembra directa.

Balance energético del biodiésel de soja

Desde la perspectiva energética, suele afirmarse que el biodiésel puede contribuir a reducir la participación del gasoil en la matriz energética argentina, y en consecuencia ayudar a paliar la caída en las reservas de hidrocarburos. Teniendo en cuenta que el proceso de elaboración del biodiésel en base a soja consta de distintas fases en las que intervienen diferentes insumos y maquinarias, no es difícil comprender que desde la siembra hasta el uso final del producto se requiere de un mínimo de energía primaria. Debe tenerse en cuenta también que la agricultura por ejemplo usa insecticidas, maquinarias y fertilizantes, que para ser fabricados también requirieron de la energía brindada por los combustibles fósiles.

Si los combustibles tradicionales son imprescindibles en el proceso de elaboración de los productos que intentan reemplazarlos entonces ¿hasta qué punto el biodiésel de soja podrá contribuir a reducir la participación del gasoil en la matriz energética argentina?. La eficiencia energética - traducida en el balance energético (energía resultante menos la suma de todas las energías incorporadas al sistema de producción), o la diferencia entre la energía disponible por unidad de combustible producido y la energía necesaria para la producción del cultivo, su transporte a la industria, la industrialización (transformación) y luego el transporte hasta el uso final - parece ser una buena medida para dar respuesta al interrogante (INTA, 2008c).

Al respecto Fernández (2002) indica que los cultivos susceptibles de ser utilizados como productores de energía deben seleccionarse de acuerdo con la premisa general de obtener de forma rentable la máxima cantidad posible de energía neta compatible con las condiciones de cada zona. Esto implica que el balance energético de la producción sea positivo respecto de la energía tradicional empleada en las operaciones de cultivo, recolección y preparación del biocombustible. El resultado de dicho balance dependerá y variará en función de factores como las características de la materia prima, el lugar de producción, las prácticas agrícolas y la fuente de energía usada para el proceso de conversión (FAO, 2008).

A través de un estudio exploratorio realizado por el INTA (2008c) se intentó calcular la eficiencia energética total de la producción de biodiésel de soja en Argentina⁷.

Los resultados del estudio dan cuenta de la particularidad del biodiésel de soja respecto al biodiésel en base a otros cultivos. Un dato importante es que en el cultivo de la soja, el 70% de la energía generada pertenece a los subproductos. Cuando estos no son tenidos en cuenta los valores de relación energética varían entre 1.12⁸ (soja de primera siembra directa, con consumos máximos de energía) y 1.94 (soja de primera

⁷ Para obtener el balance energético el INTA buscó los valores de energía neta (VEN), como expresión de la cantidad de energía que se genera, contabilizando o no los subproductos; y la relación existente entre los ingresos energéticos y las salidas, que da una idea de cuanta energía se genera en función de la que se consume. Para el cálculo el INTA utilizó como unidad el MJ consumido o generado por litro de biocombustible generado.

⁸ Un balance de energía fósil de 1,0 significa que se necesita tanta energía para producir un litro de biocombustible como energía contenga éste, y por lo tanto el biocombustible no supone ni ganancias ni pérdidas netas de energía. Así un balance de energía de combustible fósil de 2,0 significa que un litro de biocombustible contiene el doble de la energía que se necesita para producirlo (FAO, 2008).

con siembra directa y tecnología de punta, con consumos mínimos de energía); pero al considerar a los subproductos, los valores de relación energética varían entre 3.74 y 6.48 para los mismos sistemas mencionados. Tal como informa el estudio exploratorio no se encontraron estudios en los cuales la relación energética sea tan alta como el máximo valor encontrado para la soja (6.48)⁹. Según el informe del INTA (2008c) existe una relación de tres unidades energéticas generadas por cada unidad de energía fósil consumida; y el balance neto de energía, en función de los valores asignados a los subproductos, varía entre 1.16 y 3.38. Así considerando a los subproductos, y tomando el total de la energía generada la soja de primera en siembra directa con tecnología de punta es la que mayor relación presenta. En resumen, en cualquier caso, la relación entre las energías generadas y consumidas da un resultado mayor a uno, lo que permite afirmar con certeza de que existe generación energética.

Aunque el INTA subraye que los resultados obtenidos en el estudio se basaron sólo en supuestos, que es difícil dar certezas cuando se realiza un estudio a escala global y que es necesario realizar un estudio de sensibilidad de las variables cuando se cuenten con datos verídicos en todas las fases de producción, del informe surgen tres conclusiones relevantes a los efectos del presente trabajo. La primera, es que aún teniendo en cuenta las peores condiciones (máximos valores de consumo energético del proceso o no considerar el valor de los subproductos como ser las harinas proteicas que representan el 80% de la extracción de soja) los balances energéticos dan positivos y que la bibliografía consultada posee cierta homogeneidad en cuanto a los resultados obtenidos en la relación energética¹⁰. La segunda, que se produce un mayor consumo energético en la etapa industrial. Pero aunque las plantas argentinas sean nuevas y tengan una escala mayor que las europeas por ejemplo, debe tenerse en cuenta que el estudio de dicha etapa no se hizo en base a casos reales dentro del país y que la variable energética está siempre ligada al tipo de proceso y a la eficiencia de los equipos que se utilicen; por lo que esta conclusión dimensiona la necesidad de realizar estudios reales de consumos energéticos en plantas de producción de biodiésel, en pequeña, mediana y gran escala en la Argentina. La tercera conclusión, es que no obstante no haberse descontado la participación de los subproductos que de la soja se derivan (subproductos proteicos para el consumo animal como la harina proteica para pienso o *pellets* de soja), los cuales representan el 80% en el valor del ahorro energético de la producción de biodiésel, los resultados obtenidos fueron positivos.

Teniendo en cuenta la fuerte influencia de los subproductos en el balance energético el INTA recomienda que en el cálculo debiera descontarse el 80% de la energía requerida para la producción de las semillas de soja tanto en la etapa agrícola como en la industrial. Para ello deberían conocerse los consumos de energía en las plantas de producción de sustitutos o productos (alimentos balanceados, dietas

⁹ Según Chidiak y Stanley (2009) datos publicados por la Secretaría de Agricultura para el Biodiésel indican que el balance es muy favorable para cultivos como la *jatropha*, el ricino, la colza; y menor en el caso del girasol y la soja, debido al alto rendimientamiento en aceite de los primeros.

¹⁰ Panichelli (2006) sostiene que existe una controversia respecto al balance energético del biodiésel. Por un lado Pimentel y Patzek (2005) consideran que la energía consumida por el proceso de producción es mayor que la energía generada, mientras que otros estudios (Sheedan *et. al.*, 1998) revelan lo contrario.

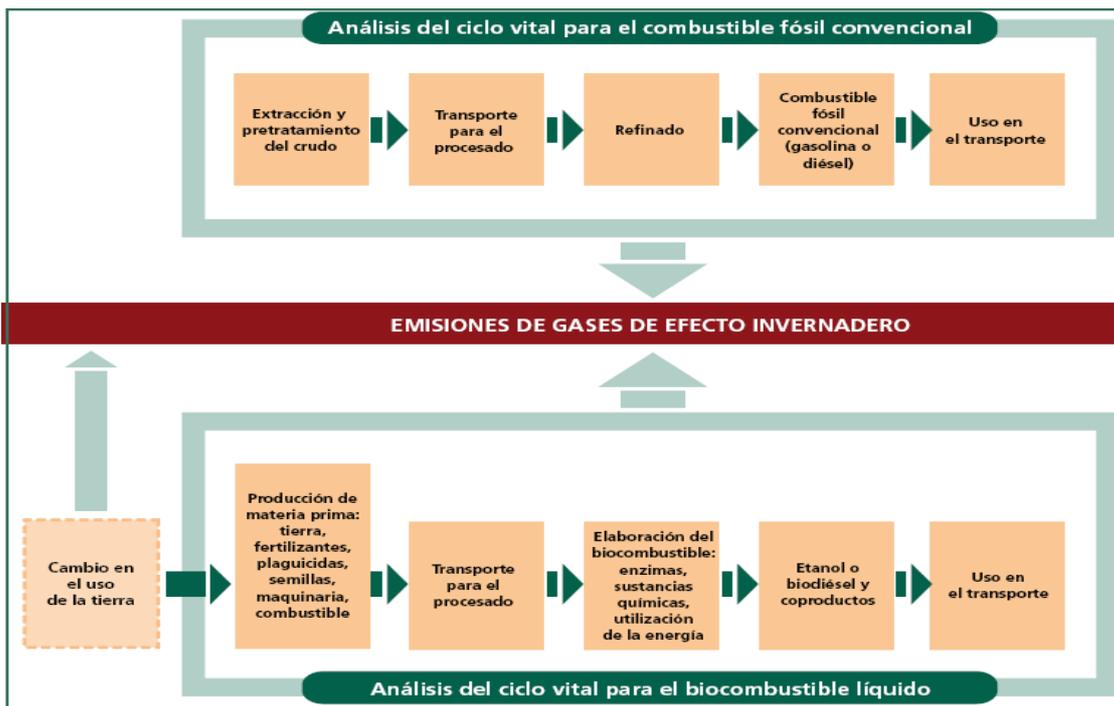
alimentarias para animales, etc.) que puedan ser reemplazados por los subproductos obtenidos con el biodiésel y de esta forma se tendría una certeza sobre el ahorro de energía (INTA, 2008c).

Por todo ello resulta interesante resaltar que, considerando que la gasolina y el diésel convencionales poseen balances de energía fósil de aproximadamente 0,8-0,9 (FAO, 2008) - por cuanto una parte de la energía se consume en refinar el crudo para convertirlo en combustible utilizable y transportarlo a los mercados- el biodiésel de soja (con un balance de energía fósil superior a esos valores) en principio, podría llegar a contribuir a reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Pero al introducirse al análisis otras variables que harían a la sostenibilidad del posible reemplazo, como la relación entre el constante incremento de las cantidades demandadas de gasoil y los límites de la frontera agropecuaria, es lógico preguntarse si esa posible aptitud de reemplazo sería de corto, mediano o largo plazo. Tal como sostiene la FAO (2008) la producción a gran escala de biocombustibles al suponer necesidades considerables de tierra para la producción de materias primas es de esperar que puedan desplazar a los combustibles fósiles para el transporte sólo en un grado muy reducido.

Emissiones de GEI

Otro indicador de impacto ambiental se relaciona con las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI). Una de las ventajas que con frecuencia se mencionan a la hora de evaluar los beneficios ambientales de los biocombustibles líquidos para el transporte en general, y del biodiésel en particular, es que podrían generar unos efectos positivos sobre el cambio climático mediante la generación de unos niveles menores de GEI, contribuidores éstos del calentamiento global. Suele argumentarse que, además de ofrecer una alternativa conveniente al gasoil, el biodiésel tiene un potencial para reducir dichas emisiones, compensando así los impactos del cambio climático. ¿Será esta afirmación cierta e independiente del tipo de materia prima que se utilice para producirlo, del lugar y de las tecnologías que se utilicen? ¿Tendrá el biodiésel de soja producido en Argentina este potencial?

Ante la falta de estudios realizados en establecimientos en el país y ante la incertidumbre de una posible doble contabilidad, no se pueda sacar una fuerte conclusión respecto de las emisiones de GEI para la producción de biodiésel de soja (INTA, 2008b); sí se pueden estimar las emisiones en algunas de las actividades que la producción involucra.



Esquema II: Emisiones de gases de efecto invernadero

FAO, 2008: 64.

Al respecto estudios recientes sugieren que el crecimiento a gran escala de la producción de biocombustibles podría causar un aumento neto de las emisiones (FAO, 2008). Por su parte el INTA (2008c) sostiene que entre las tecnologías actuales, el etanol producido a partir de la caña de azúcar en Brasil, el etanol producido como un subproducto de la celulosa y la producción de suero de leche (como en Suiza y Suecia), y el biodiésel de aceite animal y de aceite para cocina usado, pueden reducir sustancialmente las emisiones de GEI comparado a la gasolina y al diésel. Sin embargo, cuando se considera el efecto de las alternativas de las estrategias del uso de la tierra, la mayoría de biocombustibles conducen a un aumento neto de emisiones de GEI en comparación con el uso de gasolina o diésel.

En general para determinar los efectos de los biocombustibles para las emisiones de GEI suele mencionarse el balance de energía fósil pero, tal como indica la FAO (2008), éste es sólo uno de los factores determinantes. Entre los factores decisivos – más que nada relacionados con el proceso de producción agrícola – figuran el tipo de materia prima utilizada, el uso final, los coproductos que pueden reducir las emisiones y las prácticas agrícolas asociadas: el uso de fertilizantes y plaguicidas, las tecnologías de riego y conversión; el tratamiento de los suelos y el cambio en el uso de la tierra. Éste último factor, a veces dejado de lado en los análisis, puede tener repercusiones considerables. Por ejemplo la conversión tanto de terrenos forestales a tierras de cultivos destinados a la producción de biocombustibles como el desplazamiento de materias primas agrícolas por materias primas para biocombustibles puede liberar grandes cantidades de carbono que tomaría años recuperar mediante la reducción de las emisiones que resulte de la sustitución de biocombustibles por combustibles fósiles. En otras palabras, si para cultivar soja, con fines energéticos, es necesario

cambiar el uso de la tierra ya sea deforestando o desplazando otros cultivos autóctonos, esa conversión puede terminar emitiendo más GEI que lo que el biodiésel pudiera ahorrar, en comparación con el gasoil. Entonces ¿por qué se sigue sosteniendo aquél argumento del potencial de reducción de GEI que pudiera significar la producción y uso del biodiésel?.

Quienes sostienen que el biodiésel goza de un potencial beneficio de reducción de GEI fundan su postura en el llamado “Principio de neutralidad”. Sostienen que tanto la energía solar captada por las plantas en el proceso agroenergético como el CO₂ acumulado en los enlaces de las moléculas orgánicas son liberadas al oxidarse éstas en los procesos de combustión de la biomasa (Fernández, 2002); por lo que en teoría la utilización de la energía biomásica no produciría incremento neto de CO₂ en la atmósfera ya que todo el CO₂ expulsado en su combustión fue previamente fijado.

A pesar de la lógica y certeza parcial de esas afirmaciones el INTA (2008b) sostiene que algunos estudios científicos sugieren que la mayoría, sino todos, los biocombustibles pueden exacerbar las emisiones de GEI en el corto y mediano plazo y causar otros impactos ambientales (y sociales). Al respecto la FAO (2008) sostiene que en función de los métodos empleados para producir la materia prima y elaborar el combustible, algunos biocombustibles pueden generar aún más gases de efecto invernadero que los combustibles fósiles y que las compensaciones de GEI varían en gran medida de acuerdo con cada biocombustible en comparación con el petróleo.

Si se quiere lograr la exactitud de los cálculos habrá que plantearse que para que el proceso se ponga en marcha y finalice, además de necesitar de combustible, precisa de una serie de insumos que a su vez también tienen sus propios ciclos de vida y que también requirieron de otros insumos y energía para ser producidos. En resumen, en las distintas fases de producción de todo biocombustible intervienen insumos capaces de emitir GEI tanto dentro del ciclo como fuera de él. Y en este sentido la FAO (2008) señala que un ejemplo de ello es el óxido nitroso, un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global unas 300 veces mayor que el dióxido de carbono, el cual es liberado por fertilizantes nitrogenados que a su vez, junto con plaguicidas y el combustible empleado para cultivar la materia prima, también emite GEI en el momento de su elaboración. Según la FAO (2008) los gases de efecto invernadero también pueden emitirse mediante cambios directos o indirectos en el uso de la tierra (por ejemplo el carbono almacenado en los bosques o en los pastizales se libera del suelo durante la conversión de la tierra para la producción de cultivos).

Considerando entonces la posibilidad de que la producción de biodiésel, tanto dentro del proceso de elaboración (desde la etapa agrícola hasta su arribo a los centros de distribución) como fuera de él (durante la fabricación de los insumos que su producción demanda como los fertilizantes elaborados a partir del petróleo o gas natural), pueda provocar mayores emisiones que la extracción de petróleo, y considerando también que la cantidad estará determinada fundamentalmente por las tecnologías empleadas, si se quiere determinar la contribución efectiva a la reducción de GEI de la producción y uso del biodiésel a partir de soja en Argentina, comparar las emisiones de GEI de su ciclo de vida y las del ciclo de vida del petróleo sería una buena herramienta, tanto para saber si la producción podrá generar menos impacto

ambiental que el provocado por el producto que busca reemplazar como para considerar si resulta necesario estudiar y definir operaciones y/o procedimientos que hagan disminuir ese impacto en el tiempo de vida del producto.

Según la FAO (2008) la mayoría de los estudios pusieron de manifiesto que la producción de biocombustibles de primera generación a partir de materias primas actuales resulta en una reducción de las emisiones del orden del 20-60 por ciento en comparación con los combustibles fósiles, siempre que se empleen los sistemas más eficientes y que se excluya el carbono originado por el cambio del uso de la tierra. Mientras que los biocombustibles de segunda generación siguen resultando insignificantes a nivel comercial, suelen ofrecer reducciones del orden del 70-90 por ciento en comparación con el diésel fósil y el petróleo, sin contabilizar el carbono emitido debido al cambio del uso de la tierra.

En el gráfico 5, en el que las emisiones asociadas al bioetanol se comparan con las de la gasolina y las del biodiésel con las del gasoil, puede verse que como mucho pueden reducir las emisiones en un 60% respecto del gasoil. Pero como se viene sosteniendo dicho porcentaje estará supeditado a la convergencia de múltiples factores y sobre todo al lugar de producción. Por lo que dependiendo de las tecnologías y materias primas implicadas se podrán ahorrar emisiones de GEI, neutralizarlas o producir más.

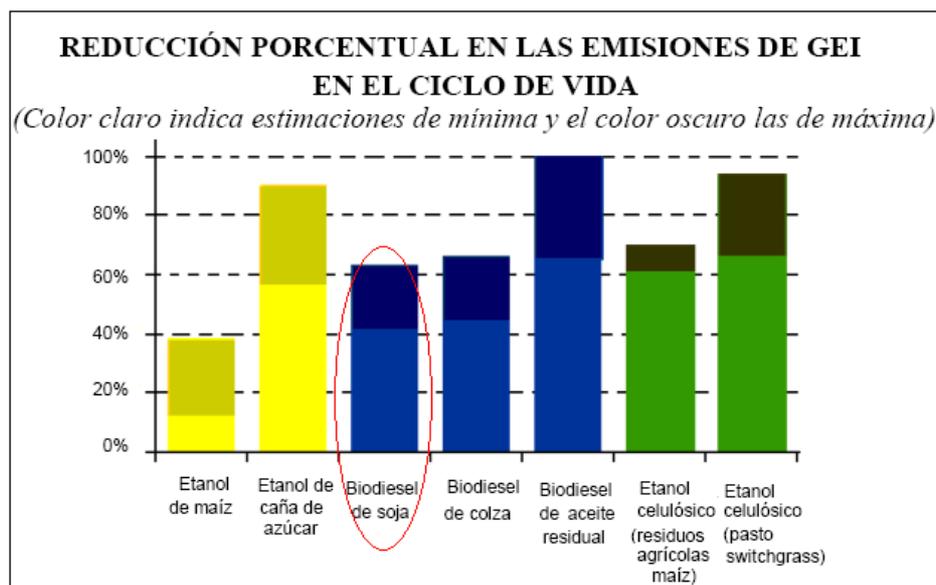


Gráfico 5: Reducción porcentual en las emisiones de GEI en el ciclo de vida

Fuente: Chidiak y Stanley, 2009: 79.

Según la FAO (2008) entre las opciones existentes para reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero, aunque los biocombustibles sean una alternativa importante, en muchos casos, “la mejora de la eficiencia y la conservación energéticas, el aumento de la captura de carbono mediante la reforestación, los cambios en las prácticas agrícolas o el empleo de otras formas de energía renovable pueden ser medidas más rentables”. En este sentido, Righelato y Spracklen al comparar la cantidad de emisiones evitadas por los cultivos de diversas materias

primas para producir biocombustibles y la cantidad de carbono captada si la tierra se convirtiera en bosque concluyeron que en treinta años se captaría más carbono en el último supuesto (FAO 2008). Es decir que si el objetivo ambiental de las políticas que apoyan el biodiésel es mitigar el calentamiento global, la eficiencia del combustible, y la conservación y restauración de los bosques son alternativas más eficaces.

Otras emisiones

Si bien en general los biocombustibles contribuyen a reducir las emisiones atmosféricas asociadas al transporte, en el estudio de Chidiak y Stanley (2009) se hace referencia a un ranking elaborado por Zah y otros (2007) utilizando una metodología de ACV similar y la misma base de datos empleada por Panichelli pero haciendo el análisis extensivo a otros biocombustibles y otros indicadores ambientales adicionales (que permiten, por ejemplo, calcular índices de sustentabilidad de los biocombustibles). Dicho estudio reveló asimetrías en los impactos globales y locales, ya que algunos biocombustibles y materias primas presentan altos beneficios globales (reducción de GEI) pero también altos costos locales (impacto ambiental en otros aspectos en comparación con los combustibles fósiles tradicionales).

Además de los efectos de la producción de materias primas en las emisiones de gases de efecto invernadero, al igual que ocurre con los combustibles tradicionales, la producción y consumo del biodiésel puede afectar a la calidad del aire local mediante la emisión de monóxido de carbono, partículas, óxido de nitrógeno, sulfatos y compuestos orgánicos volátiles originados por los procesos industriales (FAO, 2008).

Los cálculos de las emisiones provenientes del cambio del uso de la tierra que tienen lugar en las primeras fases del ciclo de producción, según informa la FAO (2008), a pesar de su complejidad - y consecuente omisión en la mayoría de los análisis del ciclo vital bioenergético - son cruciales para que los resultados de un ACV sean completos y exactos, y puedan servir a los gobiernos a la hora de formular políticas nacionales sobre bioenergía. Tales emisiones, en función de su magnitud, pueden llegar a requerir muchos años para ser compensadas por los ahorros de emisiones conseguidos en fases subsiguientes de producción y uso del biocombustible elaborado e incluso podrían ser mayores que las de los combustibles fósiles¹¹.

A su vez, durante la etapa de procesado, transporte y uso del biodiésel también ocurren emisiones al aire. En lo referente a la combustión del biodiésel, algunos autores sostienen que las emisiones producidas en la combustión del biodiésel, ya sea puro o mezclado, si bien puede variar con el diseño del motor, el estado de los vehículos y la calidad del combustible, son menores que las del diesel (Worldwatch Institute, 2007); mientras que otros sostienen que el biodiésel en base a soja emite un 4.7% más dióxido de carbono en comparación al diesel convencional y

¹¹ La conversión de tierras (selvas lluviosas, turberas, sabanas y pastizales) para producir etanol y biodiésel en determinados países (Brasil, Indonesia, Malasia o los Estados Unidos) libera al menos 17 veces más dióxido de carbono que lo que estos biocombustibles ahorran anualmente al sustituir a los combustibles fósiles. Por ejemplo, si la selva lluviosa amazónica se destinara a la producción de biodiésel a partir de soja serían necesarios más de 300 años para compensar la “deuda de carbono” (FAO, 2008).

que en las mezclas de biodiésel con diesel la reducción potencial de la mayoría de los contaminantes incrementa en la medida que aumenta la proporción de biodiésel, salvo en el caso de las emisiones de monóxido de nitrógeno que contribuye a la lluvia ácida y tiene efectos nocivos para la salud - disminución de la función pulmonar y muerte prematura (Sheehan *et. al.*, 1998).

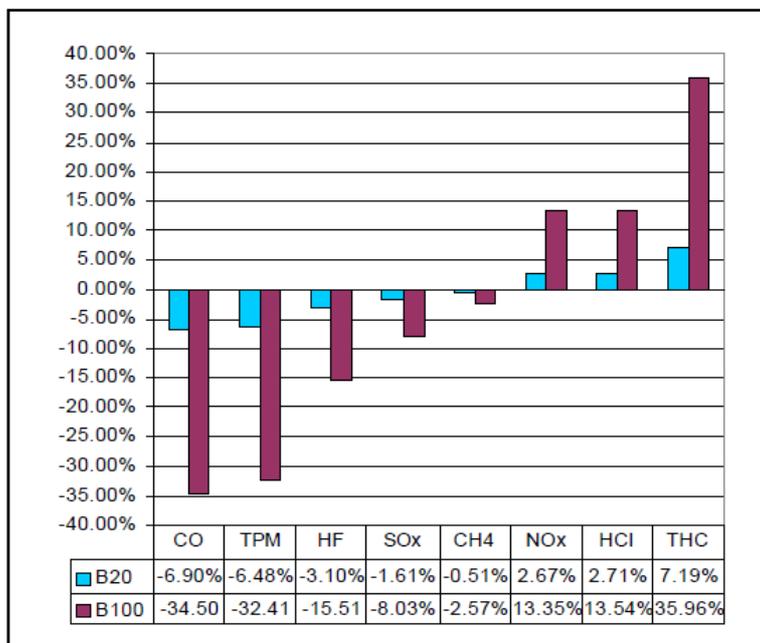


Gráfico 6: Comparación del ciclo de vida de las emisiones para el B100 Y B20 y el ciclo de vida de las emisiones del gasoil.

Fuente: Sheedan *et. al.*, 1998: 24.

Según la FAO (2008) la intensificación de los sistemas de producción agrícola de materias primas para biocombustibles y la conversión de tierras de cultivo ya existentes y nuevas, dependiendo de la escala de producción, el tipo de materia prima, las prácticas de cultivo y de gestión de la tierra, así como la ubicación y los modos de elaboración, tendrán unas repercusiones medioambientales mayores que sus efectos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero.

Suelo

A nivel mundial, a lo largo de los últimos cincuenta años, el 80% del incremento de la producción de productos agrícolas se debió al mayor rendimiento, y el 20% restante a la ampliación del área cultivada y de una mayor frecuencia de cultivo (FAO, 2008). Según la FAO (2008) si se compara la tasa de crecimiento de la demanda de biocombustibles en los últimos años con los valores históricos de crecimiento de la demanda de productos agrícolas y de aumento del rendimiento de los cultivos, aquélla supera a ésta última y a corto plazo podría satisfacerse mediante el aumento del área destinada a los cultivos para biocombustibles.

En Argentina los principales problemas ambientales relacionados con el biodiésel de soja se relacionan con el uso extensivo de las tierras para dicho cultivo; y se estima que la demanda de biodiésel a nivel mundial se irá incrementando en la medida en que los precios del petróleo también lo hagan. Así si Argentina apunta al mercado de exportación de biodiésel de soja el área destinada a los cultivos de soja continuará expandiéndose. Por lo que cabe preguntarse cuál será el límite de la ampliación de las zonas de cultivo; y más importante aún ¿Cuáles serán los impactos y costos ambientales (y sociales)?.

Tal como se visualiza en el gráfico 7 de los 279 millones de hectáreas que conforman la superficie argentina el 12% (33 millones de hectáreas) resultan aprovechables por la agricultura – en la actualidad los cultivos alcanzan a ocupar poco más de 30 millones de hectáreas - mientras que el 88% restante (245 millones de hectáreas) está constituido por montañas, hielos y desiertos (55 millones de hectáreas); bosques nativos y montes (99 millones de hectáreas); y pastizales (100 millones de hectáreas). Como surge del informe, treinta años atrás la agricultura argentina ocupaba unos 12 millones de hectáreas. A partir de entonces la agricultura empezó a desplazar a la ganadería e implicó el corrimiento de la frontera agrícola-ganadera hacia otras regiones extra-pampeanas, básicamente a partir de la deforestación. Así se pasó de utilizar 25 millones de hectáreas para cultivos alimentarios en 2005 a 30 millones en 2007 (Chidiak y Stanley, 2009).

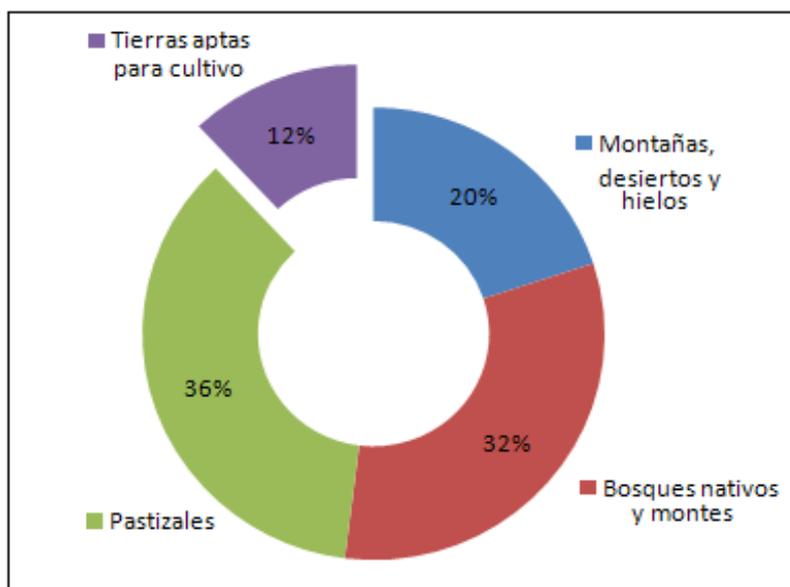


Gráfico 7: Disponibilidad de tierras para cultivo en Argentina
Fuente: Elaboración propia con datos de Chidiak y Stanley, 2009

Chidiak y Stanley (2009) sostienen que, independientemente del incremento en la productividad (y el mayor aprovechamiento de las tierras disponibles) que se observó en las últimas décadas por la introducción de nuevas tecnologías (semillas híbridas, agroquímicos, semillas transgénicas, etc.), la soja resultó el cultivo de mayor expansión en los últimos treinta años (ver gráfico 8).

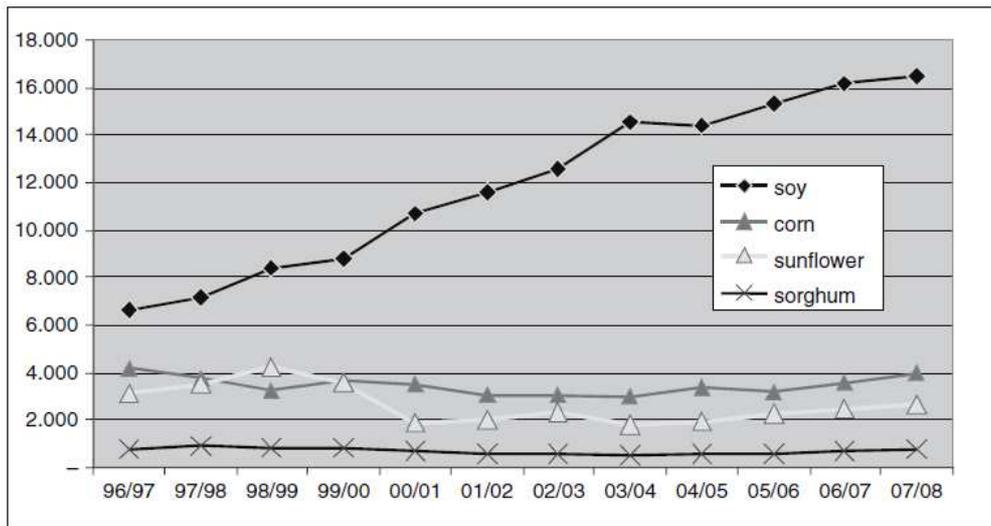


Gráfico 8: Evolución del área cultivada en Argentina (hectáreas x 1000).
Fuente: Pengue, 2009:169.

Aunque la producción de soja en Argentina siempre se centró en la región pampeana, en los últimos años se experimentó una fuerte expansión hacia el norte del país (ver gráfico 9), a costa de la deforestación y el reemplazo de otros cultivos tradicionales de la región. Entre Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe - las principales provincias productoras - suman casi el 83% de la producción nacional (Pengue, 2009).

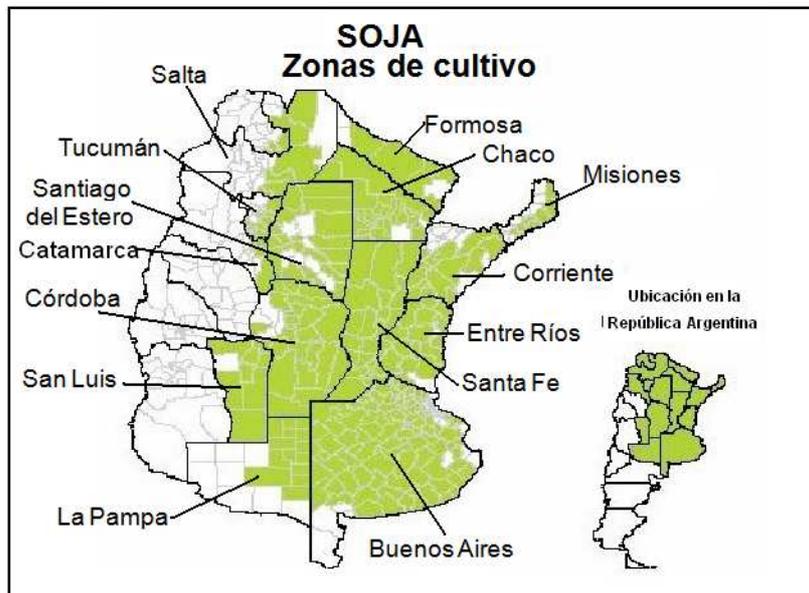


Gráfico 9: Distribución geográfica del cultivo de soja en función del área promedio sembrada en las últimas cinco campañas.
Fuente: Panichelli, 2006: 26.

Tal como indica Lamers (INTA, 2008b) si bien los cultivos de soja en rotación con los de trigo y maíz, siguen siendo una práctica en Argentina¹², la mayoría de las veces sólo pueden hacerlo los agricultores que pueden abastecerse con maquinaria de alta tecnología y semillas. Con lo cual, el monocultivo es la práctica más común entre los agricultores de pequeña y mediana escala. Esta práctica podría exacerbar los riesgos y problemas no solo ambientales – como la puesta en peligro de la biodiversidad, la deforestación, el desplazamiento de otros cultivo, la expansión de la frontera agropecuaria en zonas frágiles o el deterioro de la calidad del suelo - sino también sociales y económicos.

A su vez, existe un gran debate en torno a los efectos de la expansión de la soja transgénica. Los cultivos transgénicos se desarrollan para aumentar los rendimientos y reducir la necesidad de agua y pesticidas. En general se sostiene que el uso de cultivos transgénicos acelera los efectos negativos sobre la biodiversidad de los cultivos tradicionales, debido a la agricultura de monocultivo y la resistencia a plagas y malezas (Worldwatch Institute, 2007).

Mientras Asal y Hilbert (2005) aseguran que la expansión de la soja por todo el país intensificó el uso masivo de soja genéticamente modificada, el método de siembra directa - permitiendo prácticas sin labranza -, el uso cuatro veces mayor de fertilizantes basados en fosfato y azufre, el uso cuatro veces mayor de pesticidas, la reducción de los ciclos de cosecha, y la deforestación para obtener tierras para la agricultura - que condujeron a un cultivo más intensivo que, como consecuencia directa del monocultivo, deterioraron las características físicoquímicas de los suelos y provocaron la utilización indiscriminada y generalizada de insecticidas que condujeron al aumento y aparición de enfermedades específicas de la monocultura; Chidiak y Stanley (2009) matizan éstas afirmaciones argumentando que si bien ese avance sin freno del cultivo de soja transgénica sobre los cultivos tradicionales regionales - a diferencia del caso de México, donde diversas variedades originarias de maíz se ven amenazadas de “contaminación” por el cultivo de maíz transgénico en tierras linderas - en el caso argentino [...] *no se encontraron variedades autóctonas en peligro de contaminación, ya que la soja, si bien implica monocultivo, no es una especie que contamine otros cultivos con su polen*” (Chidiak y Stanley, 2009: 44).

Deforestación y pérdida de biodiversidad

Como surge del informe de Worldwatch Institute (2007) la creciente demanda de biocombustibles está impulsando a la expansión de la agricultura en tierras no explotadas y podría provocar una intensificación del uso de la tierra en otras. La mayor amenaza que plantea la expansión de la cantidad de tierra dedicada al cultivo es la conversión irreversible de los ecosistemas vírgenes. La deforestación y destrucción de bosques a gran escala, por ejemplo, provoca la aniquilación de las especies y sus hábitats, y la pérdida de funciones del ecosistema: afección del ciclo hidrológico y del clima, reducción de la precipitación regional y aumento de las temperaturas.

¹² En la rotación de soja con otros cultivos la diversidad de herbicidas utilizados sube, y decrece el riesgo de la resistencia de la maleza (INTA, 2008b).

Como surge de la tabla 1 Argentina, debido a la expansión de la frontera agropecuaria de los últimos años, presenta una tasa de deforestación incluso mayor que la de África. Pengue (2009) distingue dos procesos que se vinieron desarrollando en el país en los últimos años: la “agriculturalización” (a la cual ya se hizo referencia) y la “pampeanización”, que se refiere a la aplicación rural, económica, financiera y al modelo económico específico de la Pampa a regiones del Norte argentino que no presentan características ecológicas similares a aquélla. La adaptación de la soja transgénica a las condiciones ambientales de las provincias del Norte y el consecuente desplazamiento de sus cultivos tradicionales son un claro ejemplo.

País / Región / Provincia	Tasa Anual de deforestación
Mundo	- 0,23 %
África	- 0,78 %
Sud América (1999/2000)	- 0,44 %
Sud América (2000/2005)	- 0,50 %
Argentina	- 0,85 %
Santiago del Estero	- 1,18 %
Santa Fe	- 0,95 %
Chaco	- 0,57 %
Misiones	- 1,33 %
Yungas	- 0,32 %

Tabla 1: Tasas de deforestación en Argentina.
Fuente: Pengue 2009:170.

En éste sentido en noviembre de 2007 el Congreso Nacional sancionó la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos o “Ley de bosques”, que suspende los desmontes como mínimo por un año (y como máximo hasta que cada provincia realice un ordenamiento territorial de sus bosques nativos tomando en cuenta criterios ecológicos y la necesidad de evitar su pérdida y fragmentación). A su vez la ley prescribe la obligatoriedad de efectuar estudios de impacto ambiental y audiencias públicas antes de aprobar un desmonte y la inclusión de un fondo de compensación para las provincias a modo de compensación por las pérdidas económicas ocasionadas por la moratoria en los desmontes.

BIENESTAR SOCIAL Y PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL DE SOJA

Más allá de lo que pueda reflejar el marco legal argentino, en cuanto a los motivos que lo impulsan y objetivos que se persiguen con su aplicación efectiva, lo

cierto es que un gobierno al lanzar una política (bioenergética en éste caso) transita por un proceso de valoración (directa o no) de las múltiples alternativas que pueden existir en cuanto a la forma de aprovechar el potencial del país. Incluso se valora si explotarlo o no. Y así como todas las decisiones implican valoraciones, las elecciones implican renuncias y, en términos económicos, asumir costos¹³. ¿A qué estaría renunciando el gobierno al elegir subsidiar determinada actividad o producto? Probablemente lo haga a costa del déficit público o del fondo para pensiones por mencionar dos ejemplos.

En términos económicos, éste tipo de elecciones por parte de un decisor público implica un costo de oportunidad. Por otro lado, de todos es sabido que hacer como dejar de hacer conlleva implícitamente consecuencias. Pues bien, con la ley 26.093¹⁴ se está decidiendo explotar el potencial argentino, el gobierno está apoyando tanto las consecuencias de las actividades que fomenta (utilizar las tierras fértiles para cultivos energéticos como la soja) como las consecuencias de las actividades que indirectamente está dejando de lado (reforestar esas tierras, por ejemplo). Estas consecuencias directas e indirectas inevitablemente pueden devenir en una serie de impactos¹⁵ ambientales, sociales y/o económicos con un alcance y repercusión, positiva o no.

Estos impactos, positivos o negativos, medidos en unidades monetarias son las llamadas externalidades¹⁶. Claro ejemplo son los incentivos que buscan hacer rentable una actividad en términos financieros, es decir rentable para una persona (física o jurídica) en particular - como las compañías aceiteras en el caso de la producción de biodiésel. Ante la presencia de externalidades (o costos externos) esa rentabilidad financiera se traducirá en la disminución de rentabilidad económica, o más bien en la ausencia del óptimo social, lo que inevitablemente implica pérdida de bienestar social. Ya que esas externalidades serán asumidas, de una u otra forma, por la sociedad en su conjunto.

Aquella valoración (directa o indirecta; expresada en términos monetarios o no) suele ser muy compleja en determinados casos en los que las externalidades se vinculan directamente con intangibles (como la biodiversidad o la calidad del aire o del suelo) que, no obstante tener un valor muy elevado asociado al bienestar (tema que será desarrollado en el próximo epígrafe), son difíciles de medir y cuantificar en términos económicos. Dada esta complejidad, generalmente se tiende a valorar indirectamente y en este sentido Delacámara (2008), desde el punto de vista del análisis económico, recomienda a los decisores que para alcanzar soluciones eficientes dado que la valoración se da, es mejor conocerla.

¹³ En términos económicos, el coste es la oportunidad mejor valorada a la que se renuncia por disfrutar de la que se elige (Delacámara, 2008).

¹⁴ Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles. Ley 26.093 (Boletín Oficial de la República Argentina, 2007).

¹⁵ Los impactos (medibles en unidades físicas) al ser expresados en unidades monetarias se transforman en externalidades que, en cierto contexto equivalen a un daño y que, en sentido estricto, son la pérdida de bienestar de la sociedad (Delacámara, 2008).

¹⁶ La existencia de externalidades implica una ruptura del equilibrio social: alguien gana pero a costa de que alguien pierde. También causan distorsiones en el uso de los recursos porque la sociedad no paga el precio del bien en cuestión (Delacámara, 2008).

La existencia de potenciales impactos negativos en modo alguno debiera paralizar la toma de decisiones por parte de un gobierno. Al contrario, su existencia y conocimiento deberían servir para una mejor gestión de los riesgos. El decidir fomentar la producción y uso de biodiésel con el fin de aprovechar el potencial del país es una conducta racional por parte del Estado, incluso no hacerlo podría parecer una pérdida de oportunidades. Pero para que las decisiones además de ser racionales sean razonables y eficientes, deberían ser tomadas conociéndose tanto los impactos asociados a las mismas como, en el mejor de los casos si las circunstancias y la información disponible lo permiten, su deducción en términos monetarios, es decir, las externalidades que pueden producir.

Siguiendo el razonamiento de Delacámara (2008) la relevancia del análisis de los costos externos de las actividades económicas radica en que el mercado tiende a generar demasiada actividad en los sectores económicos donde las externalidades existen y para contrarrestar esta tendencia o mitigar sus impactos, es precisa la intervención del sector público que, utilizando como herramienta el análisis económico, podría tomar mejores decisiones para que las consideraciones que primen a la hora de impulsar una determinada actividad - en este caso la producción del biodiésel de soja - no sean estrictamente financieras sino más bien económicas. En términos del autor “la evidencia de la existencia de externalidades asociadas a la mayor parte de las actividades económicas, conduce sistemáticamente a un dilema social¹⁷: ¿qué pérdida de bienestar¹⁸ está dispuesta a aceptar la sociedad para disfrutar de los bienes y servicios que la generan”?

En esta línea, ¿hasta qué punto estará dispuesta la sociedad argentina a utilizar sus tierras fértiles y demás recursos necesarios para alimentar su creciente sed de gasoil?. O dicho de otro modo ¿deberá la sociedad argentina sacrificar su bienestar asumiendo los costos que la producción de biodiésel de soja genera?. Al fin de cuentas si de lo que se trata es de generar bienestar sacrificándolo a su vez, habría que ver si la diferencia es positiva o negativa. ¿Cómo calcular la rentabilidad económica de una actividad tan compleja?. Pero una pregunta previa ¿qué relación tiene el bienestar de la sociedad argentina con la producción de biodiésel de soja?.

El capital natural¹⁹, como sostiene Costanza (1997), genera una serie de servicios ecológicos que son críticos para el funcionamiento del sistema de soporte de la vida en la tierra y que contribuyen, directamente o no, al bienestar humano. Los ecosistemas en general, y los ecosistemas terrestres en particular, generan una serie de bienes y servicios ambientales que aportan al bienestar social. Siguiendo la categorización del trabajo de Costanza (Costanza *et. al.*, 1997) ellos son:

¹⁷ Como indica el autor, los dilemas sociales son situaciones en que la racionalidad individual conduce a la irracionalidad colectiva. El comportamiento individual racional lleva a una situación en la que todo el mundo está peor de lo que podría haber estado.

¹⁸ Como señala Delacámara (2008) una decisión pensada en términos de bienestar tratará de alcanzar situaciones en las que nadie pueda mejorar en relación a su situación de partida sin que otro miembro de la sociedad empeore.

¹⁹ Se entiende como capital natural a cualquier conjunto de recursos naturales o bienes ambientales que proporciona un flujo de bienes o servicios de utilidad, ahora y en el futuro (Brand, 2009). El capital natural es un meta-concepto multidimensional de una pluralidad de acciones relacionadas entre sí y heterogéneas que realizan diversas funciones y servicios para la sociedad (Brand, 2009).

- Regulación de gases (regulación de la composición química de la atmósfera): equilibrio CO₂/O₂, O₃ para la protección ultravioleta y niveles de SO_x.
- Regulación del clima (regulación de la temperatura global, precipitaciones y otros procesos climáticos): regulación de gases de efecto invernadero, producción de dimetil sulfuro (DMS) que afecta a la creación de nubes.
- Regulación de perturbaciones (capacidad e integridad del ecosistema en respuesta a variaciones ambientales): protección frente a tormentas, control de inundaciones, recuperación tras sequías y otros aspectos de la respuesta de los hábitats a la variabilidad ambiental, principalmente controlados por la estructura de la vegetación.
- Regulación hídrica (regulación de flujos hidrológicos): provisión de agua para la agricultura (regadíos), la industria o el transporte.
- Oferta de agua (al por mayor): almacenaje y retención de agua (provisión de agua desde humedales, acuíferos y embalses).
- Control de la erosión y retención de sedimentos (retención de suelo en un ecosistema): prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía u otros procesos erosivos así como almacenamiento de sedimentos en lagos y humedales.
- Formación de suelo (procesos de formación de suelo): acumulación de material orgánico y recubrimiento de la roca.
- Ciclo de nutrientes (almacenamiento, ciclo interno, procesamiento y adquisición de nutrientes): fijación de nitrógeno, fósforo y otros ciclos de nutrientes básicos.
- Tratamiento de residuos (recuperación de nutrientes móviles y eliminación de nutrientes y componentes en exceso o xénicos): tratamiento de residuos, control de la contaminación y de toxificación.
- Polinización (movimiento de gametos de flora): provisión de polinizadores para la producción de poblaciones de flora.
- Control biológico (regulación trófica-dinámica de poblaciones): control de depredadores clave de especies de presa, reducción de herbívoros por depredadores superiores.
- Refugios (hábitat para poblaciones residentes o en tránsito).
- Producción de alimentos (proporción de producción primaria bruta susceptible de ser empleada como alimento): producción de pescado, cultivos, frutos, hongos, caza, etc.
- Materias primas (proporción de la producción primaria bruta que se emplea como materia prima): madera, combustibles, forraje, corcho.
- Recreio (oportunidades para actividades recreativas): ecoturismo, pesca deportiva y otras actividades de ocio al aire libre.
- Cultural (oportunidades para usos no comerciales): valores estético, artístico, educativo, espiritual y otros valores científicos de los ecosistemas.

Según Brand (2009) los servicios del ecosistema que realizan funciones ambientales importantes e irremplazables entran en la categoría de capital natural crítico, ya que no pueden ser sustituidos por otros tipos de capital y por tanto representan la parte del medio ambiente natural que se debe mantener en toda circunstancia a favor de las generaciones presentes y futuras. Brand sostiene que el nivel de criticidad de un recurso natural depende de la importancia (socio-cultural, ecológica, ética, económica y de supervivencia humana) y del grado de amenaza (vulnerabilidad, integridad, salud del ecosistema, resiliencia ecológica). Así, el grado de

criticidad estará dado por la importancia que represente en cada ámbito y por la cantidad de ámbitos de los que forme parte (Brand, 2009).

Tanto distinguir entre capital crítico y el que no lo es, como conocer su nivel de criticidad, cuando lo es, indudablemente pueden servir, si se quiere lograr un desarrollo sostenible, para otorgar racionalidad a cualquier tipo de política que los involucre. Tanto desde el punto de vista de la supervivencia humana como desde el punto de vista económico -dado que la pérdida del capital natural también puede traer costos económicos - el suelo fértil como recurso básico para generar la materia prima de los biocombustibles de primera generación²⁰, puede ser considerado como capital natural crítico, y tal como señala Costanza (Costanza *et. al.*, 1997) los cambios en las formas particulares de capital natural y servicios de los ecosistemas pueden alterar los costos o beneficios de mantener el bienestar humano.

La presunción general de que el coste ecológico que las energías renovables en general y los biocombustibles en particular conllevan es mucho menor que el correspondiente al de las energías tradicionales, sólo parece poder contrastarse con un análisis de los impactos ambientales²¹, y si es posible con un análisis económico de las externalidades ambientales en el caso particular. Desde un punto de vista económico Delacámara (2008) sostiene que las externalidades ambientales constituyen la excepción a la regla de que si una externalidad es compensada el daño desaparece, porque no obstante producirse una compensación, en el caso de las externalidades ambientales, tanto el impacto ambiental como su traducción en el bienestar, es decir, el daño, persisten.

Mientras que, en general, para satisfacer una necesidad - que proporcionará cierto nivel de bienestar - mediante el acceso a un determinado bien o servicio que tiene el carácter de mercancía, la disposición a pagar de la persona por disfrutarlo es un exponente adecuado del incremento de bienestar que experimenta por dicho consumo (Delacámara, 2008); en el caso de los bienes y servicios que, como se indicó previamente, también son generadores de bienestar (aunque no siempre se lo reconozca o no tengamos conocimiento de ello) no pasa lo mismo. Como indican Costanza (Costanza *et. al.*, 1998) el capital natural, al tener un valor muy elevado y difícil de cuantificar no tiene un precio en el mercado. Ésta ausencia de precio genera externalidades, que a su vez causan distorsiones en el uso de los recursos porque la sociedad no paga el precio del bien en cuestión - fallas de mercado (Delacámara, 2008). En otras palabras, los costos del biodiésel no sólo serán los gastos en los que incurrieron las compañías productoras sino el gasto en el que incurrió la sociedad, quizás sin darse cuenta, y por eso su precio probablemente sea más bajo de lo que sería si el valor de las externalidades se internalizara. En éste sentido el análisis

²⁰ Los biocombustibles de primera generación se obtienen con tecnología convencional, utilizando materia prima cultivada con el fin de extraer el contenido de azúcar, almidón o aceite que la compone. Los biocombustibles de segunda generación se obtienen a partir de materia prima cultivada para la utilización de toda la biomasa que los compone y sólo pueden convertirse en biocombustibles líquidos mediante un proceso avanzado (Worldwatch Institute, 2007).

²¹ El concepto de impacto ambiental se refiere a los efectos que tendrá sobre el medioambiente una acción humana prevista (INTA, 2008c).

económico de externalidades es una herramienta que tiene como objetivo internalizar dichos costos externos para que quienes generan las externalidades las consideren.

POTENCIALES IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

Teniendo en cuenta que algunos impactos producidos en los ecosistemas implican la pérdida de capacidad de los mismos para generar determinados bienes y servicios, que a su vez aportan al bienestar social cabe preguntarse ¿cuáles son los posibles daños a los que se vería sometida la sociedad argentina por la producción a gran escala de biodiésel de soja en el país?.

Costos de oportunidad: monocultivo

Tal como indica Lamers (2006) en Argentina el monocultivo es la práctica más común entre los agricultores de pequeña y mediana escala, porque aunque los cultivos de soja en rotación con los de trigo y maíz, sigan siendo una práctica en Argentina²², la mayoría de las veces sólo lo hacen los agricultores que pueden abastecerse con maquinaria de alta tecnología y semillas. El monocultivo es una práctica que podría exacerbar los riesgos y problemas no sólo ambientales – como la puesta en peligro de la biodiversidad, la deforestación, el desplazamiento de otros cultivos, la expansión de la frontera agropecuaria en zonas frágiles o el deterioro de la calidad del suelo - sino también sociales y económicos. Por ejemplo, la expansión del monocultivo de soja transgénica incluso en regiones extra pampeanas (frágiles) tiene un costo de oportunidad: la pérdida de cultivos mejor adaptados a las condiciones del suelo local. Por otra parte, la soja (como se explicó en las páginas precedentes) es un cultivo de bajo rendimiento energético frente a otros cultivos como el tártago y la jatropha²³ más adaptables a esos suelos frágiles y climas secos como los del norte del país.

Energía versus alimentos

Otro de los principales debates en torno a los biocombustibles gira en torno a la “seguridad alimentaria” y la preocupación de que los cultivos agroenergéticos eleven el precio y desplacen a los cultivos alimentarios dejando al mundo sin alimentos suficientes. Pero como sostiene el Worldwatch Institute (2007) aunque sea una preocupación importante, es simplista porque tal demanda podría beneficiar a los agricultores y ayudar a resolver la pobreza mundial.

²² En la rotación de soja con otros cultivos la diversidad de herbicidas utilizados sube, y decrece el riesgo de la resistencia de la maleza (INTA, 2008b).

²³ La jatropha es una planta oleaginosa muy resistente, adaptable a cualquier suelo, usada para combatir la desertificación y rehabilitar tierras degradadas. Debido a que sus semillas son tóxicas el aceite de jatropha no tiene uso alimentario. A su vez contienen aproximadamente 40% de aceite. Sin embargo el fruto madura en forma escalonada y obliga a una recolección manual lo que podría implicar dificultades logísticas y costos elevados.

En el caso argentino, Chidiak y Stanley (2009), sostienen que la disyuntiva energía versus alimentos no parece ser tan importante porque la soja, como cultivo dominante en la agricultura argentina, en mayor medida se destina a la exportación y no ocupa un lugar importante en la dieta de la población. Igualmente, sostienen, en consonancia con Asal y Hilbert (2005) que si el biodiésel en base a materias primas locales se convierte en una alternativa a gran escala al gasoil, en el largo plazo, sí podrían generarse efectos indirectos negativos sobre los precios de los cultivos alimentarios que se verían desplazados por los cultivos de soja.

Ahorro de divisas

Entre los potenciales beneficios socioeconómicos que en general motivan la creación de una política de fomento a la producción y uso de biocombustibles líquidos para el transporte, el ahorro de divisas encabeza las listas de los países importadores netos de petróleo, que suelen enfatizar en la idea de producir biocombustibles para exportar o para su mercado interno, con el fin de ahorrar divisas o de ingresarlas al país. En el caso argentino al estar el mercado de biodiésel focalizado mayoritariamente en la soja y en la exportación, dicho potencial beneficio pareciera ser un objetivo clave de la ley 26.093 (Boletín Oficial de la República Argentina, 2007). En este sentido, no puede dejar de mencionarse que la norma (EN 14214²⁴) de la UE establece un límite de yodo en el biodiésel de soja (que contiene un elevado nivel de yodo) que lo excluye del mercado europeo. Al respecto cabe preguntarse ¿hasta cuándo el mercado internacional demandará biodiésel?, ¿qué pasará en el futuro con la estructura de mercado que la Argentina desarrolle para cubrir la actual demanda cuando los países industrializados desarrollen biocombustibles de segunda generación?, ¿podrá la Argentina hacerlo también?. En definitiva, ¿será sostenible el mercado emergente en torno al biodiésel a partir de soja?.

Desarrollo rural y creación de empleos

Éste potencial beneficio comúnmente mencionado en las políticas de fomento al uso y producción de biodiésel dependerá de como se estructure el sector. Más allá de las intenciones que manifiesta la ley de contribuir al desarrollo de la participación de las PyMES y los productores rurales, las grandes inversiones están moldeando una industria de biodiésel concentrada en manos de las empresas aceiteras. Muchos afirman que el rol de los medianos y pequeños productores es incierto ya que va a depender de los mecanismos de incentivo que se originen a partir de la puesta en vigencia del corte obligatorio. Según Lamers (Lamers *et. al.*, 2008) esos mecanismos son débiles para fortalecer el rol de ese segmento productivo, las leyes no son transparentes y los criterios para establecer exenciones fiscales son poco claros a la vez que la inversión es costosa y, ante la presencia de innumerables riesgos, no hay seguridad para invertir en este sentido. Además ¿podrá el Estado argentino retener las

²⁴ La norma EN 14214 es una norma europea del 2003 que describe los requisitos y métodos de ensayo para el biodiésel.

ganancias que genere la producción de biodiésel o bien, de evitar que los mismos generen pérdidas?. Porque son las grandes productoras las que utilizarán las tierras y se prevé que a medida de que la demanda de biodiésel incrementa los cultivos tradicionales de los pequeños productores serán desplazados ¿cómo podrá el Estado argentino evitar esas externalidades?.

Como indican Schvarzer y Tavošnanska (2007) una razón que explica que grandes inversiones correspondan en su mayoría a empresas aceiteras es que el complejo aceitero instalado mayoritariamente en la zona portuaria de Rosario, que cuenta con plantas de crushing de gran escala y última tecnología, cuenta con que el biodiésel ofrece la posibilidad de exportar con retenciones mucho más bajas que las del aceite de soja, de modo que, gracias a esa diferencia impositiva pueden incrementar sustancialmente sus ganancias.

Por otra parte, suele mencionarse que el carácter centralizado de la infraestructura del petróleo generó la centralización de la producción y que las energías renovables, y la energía biomásica en particular, al tener rutas de abastecimiento más cortas, no sólo con respecto a las materias primas, sino también a las tecnologías de conversión que de ellas se derivan son la base del sistema centralizado, y hacen que el trabajo y la renta permanezcan en el ámbito local y regional, porque el dinero circula en un espacio geográfico menor. Como menciona el Instituto Wuppertal (2005) las estructuras descentralizadas favorecen a la creación de más puestos de trabajo, al crear un mercado masivo, facilitan la entrada de nuevos operadores y por tanto tienen una mayor utilidad económica, también tienen una mayor cuota de producción de energía próxima al consumidor, y puede ser adaptado a las condiciones económicas y naturales locales, haciendo que la actividad se transforme en una actividad económica local. Los consumidores de energía se transforman progresivamente en productores de energía, las centrales pequeñas, las materias primas regionales o las redes locales de suministro requieren la participación de la población y fortalecen la competencia local ya que hay que construir y dirigir numerosas instalaciones.

Pero tal como indican Schvarzer y Tavošnanska (2007) en Argentina la industria del biodiésel se está concentrando en el sur de Santa Fe y Norte de Buenos Aires que, entre las dos alojan el 91% de la capacidad productiva total proyectada. Según los autores esta distribución geográfica de las plantas de biodiésel responde a la necesidad de establecerse en las cercanías de las plantas aceiteras, dado el alto coste de transporte que representaría trasladar ese insumo hasta otra locación y la ventaja de estar sobre los puertos dado que la mayor parte del destino actual es la exportación. Es por ello que mientras ésta tendencia a la centralización no se quiebre, los potenciales beneficios no serán homogéneos para todas las provincias del país.

En cuanto al empleo ¿podrá la producción de biodiésel incrementar el número neto de trabajadores?. En este sentido habría que analizar que si se trata de un incremento de las cosechas para la producción de biodiésel, efectivamente se estaría en presencia de una actividad adicional y por lo tanto más empleo. Pero si se trata del crecimiento de cosechas para la producción que desplaza a otras actividades, no sucedería lo mismo, salvo que dichas actividades desplazadas generen menos empleo que la que la va a reemplazar. También parece importante saber cuál sería la calidad de los empleos que podría llegar a generar la actividad, ¿serán empleos estacionales?

¿De buenos salarios?. Otro cuestionamiento relevante podría girar en torno a ¿qué sucederá cuando en el mediano o largo plazo la actividad se mecanice?.

REFLEXIONES FINALES

En el presente trabajo, la complejidad de la temática quedó expresada básicamente en torno a dos puntos claves a saber: la imposibilidad de extrapolar al caso argentino las múltiples ventajas ambientales y sociales que suelen asociarse a los biocombustibles en general, por depender éstas de la interconexión de variables ambientales, sociales, económicas e institucionales; y al ser la producción de biodiésel una actividad marginal que no se encuentra desarrollada cabalmente a nivel comercial y ante la ausencia a nivel nacional de un sistema de producción sobre el cual basar los estudios, la incertidumbre, fruto de la carencia de datos, quedó en evidencia. Este último punto dimensiona la necesidad de impulsar la investigación en el contexto argentino. De la combinación de esos factores surge la existencia de riesgos, desafíos e incertidumbres que el país debe afrontar.

A lo largo del trabajo se enfatizó en que a pesar del potencial que el país pueda aparentar tener para la producción de biodiésel a partir de soja, el desarrollo efectivo y la sustentabilidad del mercado dependerán en gran medida del rol del Estado en general y del marco regulatorio en particular. De la información recabada surge que para lograr un desarrollo de mercado sostenible y evitar exacerbar los problemas afrontados por el sector agrícola, y el menoscabo del bienestar social, la intervención directa y sustancial por parte del gobierno es imprescindible.

En cuanto a los potenciales beneficios que a nivel internacional suelen citarse a la hora de impulsar una política de fomento a la producción y uso de los biocombustibles líquidos para el transporte en general y del biodiésel en particular, si bien se sabe que la mayor parte de los impactos medioambientales son similares a los ya conexos con la producción agrícola (escasez y contaminación del agua, degradación del suelo, agotamiento de los nutrientes y pérdida de la biodiversidad), se comprobó que, al depender éstos de la materia prima, del lugar de producción y de los múltiples factores indicados, no es posible extrapolarlos al caso argentino. Incluso, la utilización de la misma materia prima (soja) para generar el mismo producto en distintos países puede tener impactos diferentes sobre el medioambiente y, en consecuencia, sobre el bienestar. La magnitud de los impactos medioambientales y sociales dependerá de la manera en que se produzca tanto el biodiésel, como de las tecnologías que se utilicen para procesar la soja y de la escala de la producción.

La mayoría de los autores consultados afirman que la etapa más crítica en lo referente a impactos ambientales es la etapa agrícola, que en la etapa industrial es donde reside la mayor carencia de estudios científicos, y que, ante la focalización casi exclusiva del mercado de biocombustibles en la producción de biodiésel a partir del aceite de soja a gran escala, existe una necesidad real de diversificar la materia prima como de una revisión sobre los impactos medioambientales y socioeconómicos que la expansión de la soja transgénica está generando. Y la necesidad de estudiar qué potencial tienen los cultivos autóctonos de cada región para la producción de biodiésel.

En lo referente a la preeminencia de la soja transgénica como materia prima para la elaboración del biodiésel, según surge de la bibliografía consultada, no parece ser la mejor opción para el desarrollo del potencial argentino ya que, como se señaló, podría acelerar los efectos negativos sobre la biodiversidad y fundamentalmente las tierras fértiles podrían verse dañadas de una manera irreversible. Al respecto se señaló que, desde un punto de vista económico, las tierras argentinas pueden ser consideradas como un capital crítico y que los impactos producidos en los ecosistemas implican la pérdida de capacidad de los mismos para generar determinados bienes y servicios, que a su vez aportan al bienestar social; por tanto la degradación y cambios en su forma puede alterar los costos o beneficios de mantener el bienestar. Reconocer ese nivel de “criticidad” podría servir para que los decisores otorguen importancia a los potenciales impactos y racionalidad a la política de fomento a la producción de biocombustibles.

Una conclusión relevante a los efectos de la sostenibilidad es que la expansión del monocultivo de soja transgénica, incluso en regiones extra pampeanas (frágiles), tiene un costo de oportunidad: la pérdida de cultivos mejor adaptados a las condiciones del suelo local. Por otra parte, la soja (como se explicó en las páginas precedentes) es un cultivo de bajo rendimiento energético frente a otros cultivos como el tártao y la jatropha más adaptables a los suelos frágiles y climas secos de las provincias más pobres del norte. En efecto, si bien se puso en evidencia la insostenibilidad en el largo plazo de la producción de biodiésel en base a soja, indirectamente se evidenció el potencial del país para producir biocombustibles en base a otras materias primas menos nocivas tanto en términos económicos como en términos medioambientales. Y por consiguiente, con un menor impacto negativo sobre el bienestar social.

En cuanto a la disyuntiva energía versus alimentos, focalizar la producción en la exportación de biodiésel de soja en el mediano y corto plazo no parece ser contraproducente pero sí en el largo plazo. Porque aunque la soja no ocupe un lugar importante en la dieta de la población, si el biodiésel en base a soja se convierte en una alternativa a gran escala al gasoil, en el largo plazo, sí podrían generarse efectos indirectos negativos sobre los precios de los cultivos alimentarios que se verían desplazados por los cultivos de soja. Es por ello que el desarrollo de la investigación en torno al biodiésel de segunda generación y la producción de biodiésel en base a otras materias primas parece aconsejable.

Por último, se mencionó a la herramienta del análisis coste-beneficio como medio para otorgar racionalidad y razonabilidad a las decisiones, y como herramienta para alcanzar decisiones y soluciones eficientes en temas tan complejos como el analizado. También se mencionó que, en el plano ideal, un análisis exhaustivo de las externalidades es recomendable para evaluar si la actividad genera además de una rentabilidad financiera, una rentabilidad económica (social). También se recalcó que, ante la imposibilidad de alcanzar dicho análisis, un primer paso consiste en reconocer los impactos desde la perspectiva de un ACV. La detección y conocimiento de los potenciales impactos negativos en modo alguno debiera paralizar la toma de decisiones sino más bien servir para una mejor gestión de los riesgos y superación de las barreras técnicas, regulatorias e institucionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Asal, S., Marcus, R. y Hilbert, J. (2006), "Oportunities and obstacles for the sustainable producción of biodiésel in Argentina", *Energy for sustainable development*, Vol. X, Núm. 2.
- Boletín Oficial de la República Argentina. Decreto 109/2007- Actividades alcanzadas por los términos de la Ley 26.093.
- Brand, F. (2009), "Critical natural capital revisited: Ecological resilience and sustainable development", *Ecological Economics*, 68, pp. 605-612.
- Camps Michelena, M. y F. Marcos Martín, *Los biocombustibles*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2002.
- Chidiak, M. y L. Stanley (2009), "Tablero de comando para la promoción de los biocombustibles en Argentina", Documento de Proyecto, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Impreso por Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Costanza, R., J. O'Neill, R. Raskin, P. Sutton y M. Van den Belt (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, 387, pp. 253-260.
- Delacámara G. (2008), "Guía para decisores. Análisis económico de externalidades ambientales", Publicación de las Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- FAO (2008), "El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Biocombustibles: perspectivas, riesgos y oportunidades", Naciones Unidas.
- Fernández J., "Energía de la biomasa" en De Juana, J. M. (coord.), *Energías renovables para el desarrollo*, Thomson Learning Paranin, Madrid, 2002, pp. 191-259.
- Fernández, C., "América Latina como potencia energética", en Felipe González (ed.), *Retos ante la crisis*, Madrid, Siglo XXI, 2009, pp. 178-192.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2008), "Insumos para la producción de biocombustibles. Un estudio exploratorio". N° PSA 028/07.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2007), Documento Base - Programa Nacional de Biocombustibles.

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2008b), "Biofuel production from soybean in Argentina", N° Doc IIR-BC-INF-09-08.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2008c), "Balance Energético de la producción de biodiésel a partir de soja en la República Argentina", N° Doc IIR-BC-INF-08-08, fecha: 06/11/2008.
- Lamers, P., "Emerging liquid biofuels markets ¿A dónde va la Argentina?", Tesis de maestría, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE), Lund, Suecia, 2006.
- Lamers, P., K. Mc Cormick y J. Hilbert (2008), "The emerging liquid biofuel market in Argentina: Implications for domestic demand and international trade", *Energy Policy*, 36, pp. 1479-1490.
- Panichelli, L., "Análisis de Ciclo de Vida de la producción de biodiésel (B100) en Argentina", Tesis, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía, Escuela para Graduados Alberto Soriano, Especialización en Gestión Ambiental de Sistemas Agroalimentarios, Tutor: Ing. Luis Trama, Co-tutor: Ing. Arnaud Dauriat, 2006.
- Pengue, W. (2009), "Agrofuels and agrifood: counting the externalities at the mayor crossroads of the 21st. century"; *Bulletin of Science, Technology*, 29, pp. 167-181.
- Schvarzer, J. y Tavosnanska, A. (2007), Centro de Estudios de la Situación y Perspectivas para Argentina - Universidad de Buenos Aires. Facultad de Cs. Económicas, Documento de Trabajo N°13, Buenos Aires.
- Sheedan J., Camobreco, V., Duffield; J., Graboski, M., Shapouri H. (1998), "Cycle Inventory of biodiésel for use in an urban bus", *National Renewable Energy Laboratory*.
- Worldwatch Institute, *Biofuels for transport. Global Potential and implications for sustainable energy and agriculture*, Earthscan, Londres

Colección de Documentos de Trabajo del IELAT

DT 1: Jaime E. Rodríguez O., *México, Estados Unidos y los Países Hispanoamericanos. Una visión comparativa de la independencia*. Mayo 2008.

DT 2: Ramón Casilda Béjar, *Remesas y Bancarización en Iberoamérica*. Octubre 2008.

DT 3: Fernando Groisman, *Segregación residencial socioeconómica en Argentina durante la recuperación económica (2002 – 2007)*. F. Abril 2009

DT 4: Eli Diniz, *El post-consenso de Washington: globalización, estado y gobernabilidad reexaminados*. Junio 2009.

DT 5: Leopoldo Laborda Catillo, Justo de Jorge Moreno y Elio Rafael De Zuani, *Externalidades dinámicas y crecimiento endógeno. Análisis de la flexibilidad de la empresa industrial español*. Julio 2009

DT 6: Pablo de San Román, *Conflicto político y reforma estructural: la experiencia del desarrollismo en Argentina durante la presidencia de Frondizi (1958 - 1962)*. Septiembre 2009

DT 7: José L. Machinea, *La crisis financiera y su impacto en America Latina*. Octubre 2009.

DT 8: Arnulfo R. Gómez, *Las relaciones económicas México- España (1977-2008)*. Noviembre 2009.

DT 9: José Lázaro, *Las relaciones económicas Cuba- España (1990-2008)*. Diciembre 2009.

DT 10: Pablo Gerchunoff, *Circulando en el laberinto: la economía argentina entre la depresión y la guerra (1929-1939)*. Enero 2010.

DT 11: Jaime Aristy-Escuder, *Impacto de la inmigración haitiana sobre el mercado laboral y las finanzas públicas de la República Dominicana*. Febrero 2010.

DT 12: Eva Sanz Jara, *La crisis del indigenismo mexicano: antropólogos críticos y asociaciones indígenas (1968 - 1994)*. Marzo 2010.

DT 13: Joaquín Varela, *El constitucionalismo español en su contexto comparado*. Abril 2010.

DT 14: Justo de Jorge Moreno, Leopoldo Laborda y Daniel Sotelsek, *Productivity growth and international openness: Evidence from Latin American countries 1980-2006*. Mayo 2010.

DT 15: José Luis Machinea y Guido Zack, *Progresos y falencias de América Latina en los años previos a la crisis*. Junio 2010.

DT 16: Inmaculada Simón Ruiz, *Apuntes sobre historiografía y técnicas de investigación en la historia ambiental mexicana*. Julio 2010.

DT 17: Julián Isaías Rodríguez, Belín Vázquez y Ligia Berbesi de Salazar, *Independencia y formación del Estado en Venezuela*. Agosto 2010.

DT 18: Juan Pablo Arroyo Ortiz, *El presidencialismo autoritario y el partido de Estado en la transición a la economía de libre mercado*. Septiembre 2010.

DT 19: Lorena Vásquez González, *Asociacionismo en América Latina. Una Aproximación*. Octubre 2010.

DT 20: Magdalena Díaz Hernández, *Anversos y reversos: Estados Unidos y México, fronteras socio-culturales en La Democracia en América de Alexis de Tocqueville*. Noviembre de 2010.

DT 21: Antonio Ruiz Caballero, *¡Abre los ojos, pueblo americano! La música hacia el fin del orden colonial en Nueva España*. Diciembre de 2010.

DT 22: Klaus Schmidt- Hebbel, *Macroeconomic Regimes, Policies, and Outcomes in the World*. Enero de 2011

DT 23: Susanne Gratius, Günther Maihold y Álvaro Aguillo Fidalgo. *Alcances, límites y retos de la diplomacia de Cumbres europeo-latinoamericanas*. Febrero de 2011.

DT 24: Daniel Díaz- Fuentes y Julio Revuelta, *Crecimiento, gasto público y Estado de Bienestar en América Latina durante el último medio siglo*. Marzo de 2011.

DT 25: Vanesa Ubeira Salim, *El potencial argentino para la producción de biodiésel a partir de soja y su impacto en el bienestar social*. Abril de 2011.



Todas las publicaciones están disponibles en la página Web del Instituto: www.ielat.es

© Instituto de Estudios Latinoamericanos (IELAT)

Los documentos de trabajo que IELAT desarrolla contienen información analítica sobre distintos temas y son elaborados por diferentes miembros del Instituto u otros profesionales colaboradores del mismo. Cada uno de ellos ha sido seleccionado y editado por el IELAT tras ser aprobado por la Comisión Académica correspondiente.

Desde el IELAT animamos a que estos documentos se utilicen y distribuyan con fines académicos indicando siempre la fuente. La información e interpretación contenida en los documentos son de exclusiva responsabilidad del autor y no necesariamente reflejan las opiniones del IELAT.

Instituto de Estudios Latinoamericanos
Colegio de Trinitarios
C/Trinidad 1 – 28801
Alcalá de Henares (Madrid)
España
34 – 91 885 2579
ielat@uah.es
www.ielat.es

P.V.P.: 20 €

Con la colaboración de:

