

La alternativa del Biodiesel: Cuando la solución proviene de la suma de las partes

Tomas Lanardonne¹
Alex Máculus²
Constanza Bourdieu³

1. El biodiesel como “una parte del todo”

Si hay algo en lo que todos estamos de acuerdo a la hora de discutir sobre seguridad energética y/o cambio climático y/o energías renovables⁴ es que no hay una “única solución”. Ninguna fuente energética por sí sola solucionará los problemas de seguridad energética de un país o región, o combatirá el cambio climático reduciendo las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI) a los niveles sugeridos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), ni será capaz de sustituir completamente los combustibles fósiles de la matriz energética global.

La solución depende de una combinación de alternativas, de la “suma de las partes”, de un *mix* de muchas y diferentes fuentes de energía.

Si analizamos la actividad de transporte, el desafío que se nos presenta es más demandante que en el campo de la electricidad. Por un lado, la cantidad

¹ Abogado (Diploma de Honor) por la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Master en Derecho de la Energía por la Universidad de Dundee, Escocia. *Foreign Attorney* en King & Spalding, Houston, Estados Unidos. Correo electrónico: tlanardonne@kslaw.com

² Abogado (Diploma de Honor) por la Universidad Austral, Buenos Aires, Argentina. Profesor de las materias Contratos y Arbitraje en la Universidad Austral, Buenos Aires, Argentina. Asociado en Pérez Alati, Grondona, Benites, Arntsen & Martínez de Hoz (h), Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: amaculus@ius.austral.edu.ar

³ Abogada (Diploma de Honor) por la Universidad Austral, Buenos Aires, Argentina. Asociada en Pérez Alati, Grondona, Benites, Arntsen & Martínez de Hoz (h), Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: mcb@pagbam.com.ar.

⁴ El uso de “y/o” es un intento por demostrar la interrelación de estos conceptos.

de alternativas es menor, desde que la mayoría de las fuentes energéticas se convierten más eficientemente a electricidad que a combustible para transporte⁵. Por otro lado, la actividad de transporte es responsable del 22% de las emisiones de GEI⁶.

Los biocombustibles en general (y el biodiesel en particular) son “una parte” de aquella solución global que incluye, entre otras cosas, la electrificación de los vehículos, la mejora de su eficiencia, el gas natural comprimido (GNC), el transporte público y el desarrollo del hidrógeno. Desde su aparición a finales de los años setenta, estos temas han estado en el centro del debate energético⁷.

La reciente decisión de la Unión Europea (UE)⁸ de limitar a 5% la cuota de biocombustibles de “primera generación” computable dentro de aquél 10% establecido por la Directiva de Energía Renovable como objetivo mínimo de energía procedente de fuentes renovables dentro del consumo final de energía en el transporte⁹, se presenta como una buena ocasión para replantearse el progreso tecnológico (Ver Capítulo 2), el fundamento (Ver Capítulo 3), la potencialidad dentro de la matriz energética global (Ver Capítulo 4), las políticas públicas (Ver Capítulo 5), las preocupaciones socio-ambientales (Ver Capítulo 6), y la viabilidad económica de esta fuente energética (Ver Capítulo 7). Por razones de extensión y por las ventajas comparativas de la Argentina al respecto, el presente trabajo se enfocará en el biodiesel como especie dentro del género de los biocombustibles.

Finalmente, dado que los biocombustibles no pueden ser generalizados por ser cada especie diferente a la otra, hemos preparado un “estudio de caso” sobre la situación del biodiesel en Argentina (el tercer país productor después de Alemania y Estados Unidos)¹⁰ (Ver Capítulo 8).

⁵ Ver GODFREY BOYLE, *Renewable Energy*, Oxford, Oxford University Press, 1996, p. 7.

⁶ Ver INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), “CO₂ Emissions From Fuel Combustion – Highlights”, 2012 Edition, disponible en www.iea.org

⁷ Ver DANIEL YERGIN, *The Quest* (New York, The Penguin Press, 2011), p. 614.

⁸ Ver “EU Launches Clean Fuel Strategy” del 24 de enero de 2013, disponible en www.ec.europa.eu

⁹ Ver Artículo 3.4 de la Directiva 2009/28/EC, de fecha 23 de abril de 2009.

¹⁰ Ver US Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service, *Argentina – Biofuels Annual 2012*, Junio 2012, disponible en www.gain.fas.usda.gov.

2. ¿Qué es el “éster metílico de ácidos grasos”?

Se trata del término técnico apropiado para referirse al biodiesel, que responde a su creación. En la elaboración de biodiesel a partir de aceites vegetales o grasas animales, la glicerina es separada del aceite o grasas a través de un proceso llamado “trans-esterificación”. Los aceites y grasas separados reaccionan químicamente, ya sea con hidróxido de sodio o con una forma del alcohol (típicamente metanol), resultando en un “éster metílico de ácidos grasos” y su producto derivado el “glicerol”¹¹.

Sin embargo, no hay materia prima o tecnología única para producir biodiesel. De hecho, una famosa clasificación lo divide en biodiesel de “primera”, “segunda”, y “tercera” generación, dependiendo de la materia prima y tecnología empleada. Las dos últimas categorías (los biodiesels “avanzados”) no derivan de una fuente alimenticia¹².

El biodiesel de “primera generación” es producido, como se dijo, a través de la trans-esterificación (una tecnología convencional) de grasas animales y aceites vegetales utilizando las materias primas más comunes como son el aceite de colza, de soja, girasol, palma y jatropha. Dentro de este grupo, los estándares de fabricación y producción de biodiesel están alineados con el aceite vegetal predominante de la región en la que se lleva a cabo dicha fabricación (por ejemplo, el aceite de soja es la materia prima predominante en el continente americano, mientras que la colza y la palma son las materias primas predominantes en la UE y Asia, respectivamente). Después del procesamiento inicial, que varía dependiendo del tipo de materia prima, los “ésteres metílicos de ácidos grasos” derivados se mezclan con el diesel convencional en diferentes proporciones (por ejemplo, B5 equivale a 5% de biodiesel y 95% de diesel).

El biodiesel de “segunda generación” puede producirse a partir de diversas fuentes no alimentarias como la biomasa, los tallos de trigo, la madera y los cultivos energéticos y de biomasa, utilizando la tecnología de “biomasa a

¹¹ Ver JOHN HERBIG, Technical and Legal Considerations for Bio-fuel, 2 *Env'tl. & Energy L. & Pol'y J.* 343 2007-2008.

¹² La siguiente explicación está basada en el informe de Naciones Unidas “*Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels*”, 2009, disponible en www.unep.org/PDF/Assessing_Biofuels.pdf.

líquido” (conocida como BTL) por conversión termoquímica. Los biodiesels de “segunda generación” tales como el bio-hidrógeno y el bio-metanol están todavía subdesarrollados y no comercialmente maduros, en su mayoría.

El biodiesel de “tercera generación” incluye principalmente al combustible de algas (también llamado “aceite-gae”). Las algas son materias primas procedentes de los cultivos acuáticos para la producción de triglicéridos (a partir del aceite de algas) que luego se utiliza para producir biodiesel. La tecnología de procesamiento es básicamente la misma que la utilizada para el biodiesel producido con materias primas de “segunda generación”.

Cada vez más, se entiende que el biodiesel de “primera generación” es limitado en su capacidad de alcanzar los objetivos de sustitución del diesel y mitigación del cambio climático, lo que llama a una mayor investigación y desarrollo y a su vez refuerza los incentivos para la “segunda” y “tercera” generación. Sin embargo, incluso a altos precios del petróleo, el biodiesel “avanzado” probablemente no sea plenamente comercial durante las próximas décadas sin un significativo apoyo gubernamental adicional¹³.

3. ¿Por qué tanto esfuerzo si hoy contamos con gasoil producido a partir de combustibles fósiles?

En primer lugar, el incentivo para la producción de biocombustibles depende de las riquezas naturales de cada país en términos de materia prima. En un segundo plano aparece la cuestión del cambio climático.

Los factores que impulsan la producción de biocombustibles son múltiples y complejos. Yendo de la razón más importante a la de menor importancia, la producción y uso de biodiesel contribuye¹⁴:

- a reducir la dependencia del petróleo en el sector del transporte (posible, por lo general, con mínimos cambios en las existencias de vehículos, en

¹³ Ver IEA, *From 1st to 2nd Generation Biofuel Technologies*, 2008, disponible en www.iea.org/publications/freepublications/publication/2nd_Biofuel_Gen_Exec_Sum.pdf

¹⁴ Ver AYHAN DEMIRBAS, *Biofuels – Securing the Planet’s Future Energy Needs* (London, Springer, 2009), y DAVID PIMENTEL, *Biofuels, Solar, and Wind as Renewable Energy Systems* (London, Springer, 2008).

la distribución y la infraestructura de refinación), lo que permite reducir las importaciones de combustibles fósiles u obtener divisas mediante la exportación, dependiendo de si el país es un importador o exportador neto de energía;

- a crear una nueva fuente de ingresos en las zonas rurales así como más puestos de trabajo, a fomentar el aumento de la producción derivada de materia prima y agregar valor a la cadena agrícola;
- a garantizar la seguridad energética mediante el suministro de un combustible alternativo, renovable y autóctono, permitiendo así que el país sea marginalmente independiente del gasoil extranjero;
- a reducir las emisiones de GEI en la actividad de transporte, siendo la UE el mayor defensor de los biocombustibles en este sentido.

4. La importancia de mirar el problema en su conjunto

El análisis de algunos datos numéricos resulta útil para entender el impacto que el biodiesel podría tener en la matriz energética global. A los efectos de facilitar la comprensión, usaremos cifras aproximadas.

Tomemos primero el ejemplo de Estados Unidos, que consume el 21% de producción mundial de diesel. 70% del consumo de petróleo de Estados Unidos se utiliza en el sector del transporte. De esta cantidad, 140 mil millones de litros de diesel se utilizan en la carretera cada año. En el 2012, el biodiesel representó un 2% del consumo de diesel, por un total de 3,3 mil millones de litros, cuando Estados Unidos produce 3,6 millones de litros, por lo que es un exportador neto de biodiesel¹⁵. Sin embargo, las exportaciones han comenzado recientemente a disminuir a partir de que mayores cantidades de biodiesel comenzaron a utilizarse en el mercado doméstico y las nuevas normas de la UE desalientan las importaciones del biodiesel que haya recibido beneficios impositivos de parte de los Estados Unidos¹⁶.

A nivel mundial, se estima que el consumo de biodiesel para el año 2012 fue de 14,9 mil millones de litros en la UE, 3,3 millones de litros en Estados

¹⁵ Ver JOHN HERBIG, *supra*.

¹⁶ Ver U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA), *Biofuels Issues and Trends*, Octubre 2012, disponible en www.eia.gov/biofuels/issuestrends/pdf/bit.pdf.

Unidos y 5,2 mil millones en el resto del mundo. Como veremos, el principal instrumento de política para fomentar el consumo de biodiesel es la adopción de mezclas (*blendings*) obligatorios de biodiesel y diesel-oil. Hipotéticamente, si hubiera una obligación mundial de mezcla de biodiesel de 10%, el consumo del mismo llegaría a 136 mil millones de litros por año (casi lo mismo que todo el consumo de gasoil en los Estados Unidos). Sin embargo, habría una brecha entre la demanda potencial generada por los objetivos de mezcla y la capacidad de producción mundial¹⁷.

Por otro lado, estas cifras no tienen en cuenta la posibilidad de generación de electricidad a partir de biodiesel, lo que algunos autores han calificado como un método prometedor para el futuro próximo¹⁸. Renovable, de combustión limpia y ambientalmente degradable, el biodiesel tiene el potencial para alimentar tanto a generadores de reserva que operan de forma independiente a la red eléctrica¹⁹, como a las grandes centrales térmicas ya interconectadas a la red²⁰.

En pocas palabras, el sector eléctrico podría proporcionar una “demanda adicional” para el biodiesel. Sin embargo, como hemos visto antes, la producción se encuentra limitada por la disponibilidad de la materia prima y la capacidad de producción instalada.

5. Una industria impulsada por políticas públicas

Las políticas públicas adoptadas por la UE frente al cambio climático tuvieron una influencia fundamental en la consolidación de un mercado mundial de biocombustibles, dado que la producción de la UE es insuficiente y por lo tanto requiere de importaciones de países con ventajas comparativas para la producción de biocombustibles.

¹⁷ Ver NACIONES UNIDAS, *The Biofuels Market: Current Situation and Alternative Scenarios*, 2009, disponible en www.unctad.org/en/Docs/ditcbcc20091_en.pdf.

¹⁸ Ver KARL R. RABAGO, *A Strategy for Developing Stationary Biodiesel Generation*, 36 *Cumb. L. Rev.* 461 2005-2006.

¹⁹ En Estados Unidos, los generadores de diesel ocupan un importante rol en el sistema eléctrico, como generadores eléctricos de reserva. La base instalada total de generadores de diesel (incluyendo los equipos de reserva) es superior a 100,000 MW. Ver KARL R. RABAGO, *supra*.

²⁰ En Argentina, desde 2010, alrededor de 370 MWh por día se generan a partir del consumo de 65,000 litros de biodiesel (un total de 5,400,000 litros por año). Ver AES: *First Plant to Generate Electricity from Biodiesel*, disponible en www.aesargentina.com.ar/noticias_e.htm.

Hacia el año 2003, la UE, signataria del Protocolo de Kyoto (PK), comenzaba a implementar una serie de políticas dirigidas a la reducción de las emisiones de GEI de sus países miembros. Este paquete incluía la implementación de una mezcla obligatoria de biocombustibles en la gasolina y el diesel (bioetanol y biodiesel, respectivamente) de 5,75% para finales del 2010²¹. Diez años más tarde, 50 países ya han adoptado mandatos u objetivos de mezcla similares²².

Por “mezcla obligatoria” nos referimos al porcentaje de biocombustibles que debe tener un combustible para su venta a los consumidores. Con esto se busca “garantizar la demanda” de biocombustibles.

La imposición de una mezcla obligatoria incrementa la demanda y mejora el precio del biodiesel, lo que favorece el crecimiento de la industria de los biocombustibles.

En general, como ocurre con casi todas las fuentes renovables de energía, son los consumidores quienes soportan los costos de la mezcla obligatoria.

La cantidad de biodiesel presente en la mezcla final del diesel generalmente se expresa como un porcentaje (B5, B10, B20, etc.).

Estados Unidos implementó una política similar en el año 2007²³, estableciendo un nivel total de biocombustibles que debía ser utilizado para el transporte en su conjunto. Es decir, que el objetivo se expresó como un volumen específico de biodiesel que debe ser alcanzado (e.g.: 136.000 millones de litros en 2022). Se trata de un enfoque “volumétrico”, lo que supone un objetivo menos flexible dado que no depende del consumo de combustibles.

Como hemos visto, en la UE el objetivo consiste en un porcentaje de la demanda de combustibles para transporte (e.g.: 5,75% para el año 2010, 10% para el año 2020). Siendo un objetivo porcentual, el consumo total de biodiesel disminuirá si la demanda de combustibles disminuye (que, de hecho, es otro de los objetivos de la UE).

²¹ Ver Directiva 2003/30/EC de fecha 8 de mayo de 2003 sobre la promoción del uso de biocombustibles u otros combustibles renovables para el transporte.

²² Ver IEA, *Technology Roadmap – Biofuels for Transport*, 2011, p. 39, disponible en www.iea.org/publications/freepublications/publication/biofuels_roadmap.pdf

²³ Ver U.S. “Energy Independence and Security Act” (EISA) de fecha 19 de diciembre de 2007.

Los objetivos de mezcla obligatoria son “la manera más efectiva de introducir un biocombustible en la matriz energética de un país o de aumentar su participación en ella”²⁴. Sin embargo, los objetivos deben fijarse en niveles razonables, acordes con la capacidad actual y futura de producir esa cantidad de biocombustibles a precios razonables y de una manera sustentable para el medio ambiente. De lo contrario, se puede generar demasiada presión en los precios de los *commodities* agrícolas y, al mismo tiempo, diluir el impacto de los biocombustibles como factor de mitigación del cambio climático.

Las políticas públicas de la UE y Estados Unidos fueron determinantes en países en desarrollo (como la Argentina, Indonesia y Malasia), ya que favorecieron la creación de una nueva industria local destinada principalmente a la exportación.

Adicionalmente, algunos de estos países no sólo desarrollaron una industria destinada a la exportación sino que además establecieron sus propios objetivos de mezcla obligatoria, que funcionan como una “red de contención” para su industria en caso de que las exportaciones disminuyan.

6. Cuestiones socio-ambientales

Los biocombustibles son generalmente criticados con el eslogan “alimentos *versus* combustibles”, lo que sugiere que existe una relación directa entre el incremento de la producción de biocombustibles y el aumento de los precios de los alimentos. Sin embargo, el debate “alimentos *versus* combustibles” no está zanjado. Los biocombustibles estimulan las economías rurales, lo que a la vez incrementa la producción agrícola. Esto es obviamente positivo. De todas formas, si la sociedad piensa que los biocombustibles les están quitando el alimento o incrementando su precio, el debate se hace difícil.

Desafortunadamente, existen confusiones al respecto. Por ejemplo, pocos saben que el 80% de la gente más pobre del mundo accede a los alimentos a través de actividades vinculadas, directa o indirectamente, a la producción agrícola, con lo cual podría argumentarse que el desarrollo de los biocombustibles

²⁴ NACIONES UNIDAS, *The Biofuels Market: Current Situation and Alternative Scenarios*, 2009, disponible en www.unctad.org/en/Docs/ditcbcc20091_en.pdf (la traducción al castellano de la cita nos pertenece).

mejoraría la retribución que estas personas obtienen por su trabajo²⁵. Además, el aumento del precio de los alimentos provocado por los biocombustibles es marginal.²⁶ Asimismo, no debe perderse de vista que los alimentos más utilizados para la producción de biocombustibles (*i.e.*: maíz y soja) son principalmente utilizados para alimentar animales, con lo cual el verdadero debate parece ser “alimentos de animales *versus* combustibles”.²⁷

El análisis de la cuestión socio-ambiental debe efectuarse caso por caso. No es lo mismo el bioetanol producido a partir del maíz que el bioetanol obtenido de la caña de azúcar. Tampoco es lo mismo el biodiesel producido a partir de semillas de colza que el biodiesel obtenido de *jatropha*.²⁸

Los biocombustibles también son criticados por su baja o nula “tasa de retorno de energético” (TRE)²⁹ y su escasa o nula contribución a la reducción de la emisión de GEI³⁰.

²⁵ Ver PAUL B. THOMPSON, *The Agricultural Ethics of Biofuels: The Food vs. Fuel Debate*, Agriculture 2012, 2, pp. 339-358, disponible en www.mdpi.com/2077-0472/2/4/339.

²⁶ Actualmente, la demanda de materia prima para la producción de biocombustibles no supera el 3% del territorio cultivado en el mundo. Las causas de la volatilidad del precio los *commodities* agrícolas van más allá de la producción de biocombustibles, y responden a los siguientes factores: (i) la variabilidad de la cosecha, acentuada por el efecto del cambio climático; (ii) el creciente desbalance entre la oferta y la demanda de *commodities* agrícolas provocado por el aumento de la demanda de países como China o India (por ejemplo, el consumo de carne en China aumentó un 1000% desde 1995 a la fecha, siendo necesarios 16 Kg. de granos para obtener 1 Kg. de carne); y (iii) la especulación financiera, que encontró en los *commodities* una oportunidad de negocio, en especial frente al debilitamiento del dólar (Ver CÁMARA ARGENTINA DE BIOCMBUSTIBLES (“CARBIO”), *Biocarburantes y Desarrollo Sostenible: Mitos y Realidades*, disponible en www.carbio.com.ar).

²⁷ Ver DANIEL YERGIN, *supra*, p. 656.

²⁸ Ver JENNIFER A. HARRISON *et al*, *Mechanisms for Driving Sustainability of Biofuels in Developing Countries*, 2010 Renewable Energy L. & Policy Review. 197 2010.

²⁹ Se necesita energía para generar energía. Esta idea está detrás del concepto de TRE, que en este caso sería la relación entre la energía total generada por la combustión de los biocombustibles y la energía consumida para su producción. Una TRE mayor a 1 significa que el proyecto productor de biocombustibles representa un aporte neto de energía.

³⁰ Las evaluaciones de ciclo de vida (ECV) analizan la cuestión de inicio a fin. Las ECV del biodiesel incluyen una variedad de etapas distintas que van desde la producción de la materia prima (esencialmente una actividad agrícola) hasta el transporte de la materia prima, su procesamiento, la producción de biodiesel, su distribución, almacenamiento y combustión (ver US Department of Energy and US Department of Agriculture, *An Overview of Biodiesel and Petroleum Diesel Life Cycles*, May 1998, disponible en www.nrel.gov/docs/legosti/fy98/24772.pdf).

Nuevamente, estos factores varían según el caso. Algunos dicen que la TRE para el biodiesel producido con soja en los Estados Unidos está apenas encima de 1.0, lo que impediría calificarlo como renovable. Por el contrario, diversas evaluaciones de ciclo de vida (ECV) muestran que el biodiesel producido en Brasil y Argentina a partir de la soja tiene uno de los TRE más altos del mundo³¹.

En cuanto a los GEI, excepto por la emisión de óxidos de nitrógeno, los biocombustibles ayudan a reducir las emisiones³². Sin embargo, esto depende de la materia prima y de la tecnología utilizada para realizar la conversión. Para el etanol, la reducción más alta de GEI la tiene la caña de azúcar (entre 70% y más de 100%), mientras que el maíz puede reducir hasta el 60% de las emisiones, pero también puede aumentarlas hasta un 5%³³.

Para medir con precisión la TRE y las emisiones de GEI de cada tipo de biodiesel, una solución posible puede provenir de mecanismos públicos o privados de certificación, vinculados con beneficios impositivos, o como requisito para que la producción de biocombustibles sea computada dentro de los objetivos de reducción de emisiones de GEI del país, tal como ocurrió recientemente en la UE³⁴.

7. Viabilidad económica

Independientemente de los esquemas de mezcla obligatoria que existen y su impacto en la expansión de la demanda, supongamos que la viabilidad económica significa que los proyectos de biodiesel son capaces de competir con el diesel-oil y ser rentables sin depender de incentivos fiscales ni subsidios gubernamentales.

³¹ Ver JOHN A. MATTHEWS y HUGO GOLDZTEIN, *Capturing Latecomer Advantages in the Adoption of Biofuels: The case of Argentina*, Energy Policy (2008), Volume 37, Issue 1, January 2009, Pages 326–337, disponible en www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421508003674.

³² Cuando se queman biocombustibles se producen emisiones de CO₂. Sin embargo, cuando los vegetales vuelven a crecer sustraen el CO₂ de la atmósfera. Se genera entonces un ciclo de crecimiento, cosecha, y vuelta a crecer que puede tener un resultado neutro en términos de emisiones de CO₂.

³³ Ver US Department of Energy and US Department of Agriculture, *supra*.

³⁴ Ver S. ZARRILLI, *Making Certification Work for Sustainable Development: The Case of Bio-fuels*, OGEL Vol. 7 – issue 4, December 2009.

La viabilidad económica de la producción de biodiesel es principalmente sensible a (i) los precios de la materia prima (por ejemplo, el aceite de soja); (ii) los precios del petróleo crudo y sus derivados (como por ejemplo, el gasoil); y (iii) los precios de producción del biodiesel y sus productos derivados (por ejemplo, la glicerina)³⁵.

Los factores más importantes que deben considerarse a la hora de seleccionar la materia prima para una planta de biodiesel son, entre otros, (a) los costos de las materias primas (que representan entre el 45% y el 80% de los costos totales de producción); (b) los costos de transporte a la planta (por ejemplo, tuberías, camiones, barcos); (c) la disponibilidad de la materia prima y la flexibilidad para satisfacer las demandas repentinas; (d) la consistencia de la calidad; y (d) los costos del pre-tratamiento o la refinación previa a la reacción para producir biodiesel³⁶.

El almacenamiento también es un factor en la economía del proyecto. Una planta de biodiesel en general tiene capacidad de almacenamiento de materia prima y producto terminado en el mismo sitio de la planta, dentro de una distancia relativamente corta de un lugar de carga adecuado. La entrega de materia prima y del producto terminado puede ser semanal o mensual, dependiendo de la decisión de reducir o no la inversión en instalaciones de almacenamiento. Esta decisión también condicionará el nivel de flexibilidad que en la gestión de inventarios y el costo de oportunidad del dinero invertido en el producto almacenado³⁷.

En cuanto a la variable del precio del petróleo crudo, algunos informes sugieren que con un precio del crudo de 120 USD/Bbl y a un costo de producción de la gasolina y el diesel de aproximadamente USD 0,90, el biodiesel de “primera generación” producido a partir de cualquiera de las materias primas disponibles es competitivo³⁸.

El biodiesel puede ser vendido bajo contratos a largo plazo o bien a través de ventas *spot*. En el primer caso podrá optarse por un precio fijo, por un método

³⁵ Ver IEA, *Technology Roadmap – Biofuels for Transport*, 2011, *supra*, p. 31.

³⁶ Ver IEA, *Technology Roadmap – Biofuels for Transport*, 2011, *supra*, p. 31.

³⁷ Ver MORGAN DOWNEY, *Oil 101* (Wooden Table Press LLC, 2009), p. 273.

³⁸ Ver NACIONES UNIDAS, *The Biofuels Market: Current Situation and Alternative Scenarios*, *supra*.

que vincule el precio del contrato al precio *spot* (o de contado), o bien por un sistema de “coste incrementado” (básicamente, el precio ajustado al precio de materias primas). En esta decisión, es fundamental la existencia o no de empresas verticalmente integradas que operen tanto en la agricultura como en los negocios de producción de biodiesel (como por ejemplo, Cargill, Louis Dreyfus, etc.).

Por último, la posibilidad de utilizar el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del PK para proporcionar una segunda corriente de ingreso, podría contribuir a la viabilidad de un proyecto de biodiesel semejante³⁹. En general, con las salvedades hechas antes, el biodiesel es considerado un combustible de baja emisión de carbono. Así, un proyecto de producción de biodiesel es potencialmente elegible para gozar de los beneficios del MDL (es decir, la expedición de Certificados de Reducción de Emisiones). Hasta el momento, ninguno de los proyectos de biodiesel existentes en los países en desarrollo ha sido aprobado bajo las normas de MDL, si bien hay algunos proyectos en China, Indonesia y Tailandia que se encuentran en la fase de validación⁴⁰. La introducción que han hecho varios países de esquemas de certificación de sostenibilidad para proyectos de producción de biodiesel podría contribuir a fortalecer la hermandad entre MDL y biodiesel.

8. El caso argentino

Mientras que Brasil demostró superioridad en la producción de etanol a base de caña de azúcar, Argentina viene demostrando supremacía en la producción de biodiesel a base de soja.

En Argentina, la industria del biodiesel creció en la última década fruto de la implementación, por parte de la UE y Estados Unidos, de políticas públicas favorables en materia de energías renovables, lo que implicó la apertura de dichos mercados. A ello se sumó, a partir del año 2007, la puesta en marcha por parte del gobierno argentino de políticas públicas de “corte obligatorio”, que exigen hoy en día una mezcla del 7% de biodiesel en el diesel, como

³⁹ Ver FRANCESCO SINDICO, “*Post-2012 compliance and carbon markets*”, p. 240, publicado en *Promoting Compliance in an Evolving Climate Regime*, editado por JUTTA BRUNNEE ET AL, Cambridge University Press, 2012.

⁴⁰ Ver más información en www.cdm.unfccc.int.

requisito para su comercialización. Pensado como una “red de contención” para la industria local del biodiesel, el porcentaje de corte obligatorio se incrementa cuando las exportaciones a la UE y EEUU disminuyen.

La industria argentina del biodiesel, que comenzó prácticamente desde cero en el año 2006, tuvo una producción de 3.000 millones de litros en 2012. Se estima que el consumo local de biodiesel para el año 2013 llegará al record de los 1.300 millones de litros, mientras que el resto de la producción será exportada a Estados Unidos y la UE⁴¹.

El aceite de soja surgió como potencial materia prima para el biodiesel en la Argentina a partir de la combinación de la enorme producción local de soja y la fuerte industria aceitera, que dio como resultado el mayor volumen de exportación de aceite de soja del mundo⁴².

Argentina es el octavo país más grande del mundo. Gracias a sus casi 250.000 km² de tierra cultivable (lo que equivale al territorio del Reino Unido) y las excelentes condiciones climáticas para la agricultura, la Argentina ha tenido éxito en diversos sectores de la industria agrícola⁴³. La producción agrícola aumentó un 105% en el período 1990-2003. Las principales cosechas incluyen soja, trigo, girasol, y maíz. La superficie cultivable sólo aumentó un 52% durante el mismo período de tiempo, lo que implica un aumento extraordinario de la cosecha⁴⁴.

La agricultura argentina es considerada un modelo a seguir en el mundo y su *know-how* está siendo exportado a diversos países (e.g.: los sistemas de siembra directa, las técnicas agronómicas, las máquinas y equipamiento agrícola, etc.). Por ejemplo, mientras que en la Argentina el 70% de la labranza se efectúa con métodos de siembra directa, en el resto del mundo la utilización de esta técnica, que reduce la erosión del suelo en un 96%, no supera el 6%. El sistema

⁴¹ Ver US Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service, Argentina – Biofuels Annual 2012, *supra*.

⁴² Ver US Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service, Argentina – Biofuels Annual 2012, *supra*.

⁴³ Ver JOHN A. MATTHEWS y HUGO GOLDZTEIN, *supra*.

⁴⁴ Ver INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGRÍCOLA (“INTA”), *Biodiesel Production from Soybean in Argentina*, Noviembre 2008, disponible en www.inta.gov.ar/documentos/biodiesel-production-from-soybean-in-argentina.

de siembra directa (por contraposición al arado) incluye aspectos como la rotación de la cosecha, el uso racional de fertilizantes y otras prácticas de desarrollo sustentable. El sistema de siembra directa requiere un 66% menos de combustible que los métodos tradicionales generalmente utilizados en otros países, disminuye la emisiones de dióxido de carbono y favorece la captura del CO₂ (debido al aumento del material orgánico) ayudando a mitigar el cambio climático⁴⁵.

En cuanto al debate “alimento *versus* combustible”, en el caso de la soja, el 80% de cada poroto es utilizado para consumo humano y animal en forma de harina o *pellets*. Sólo el 20% es utilizado para la producción de biodiesel. Por cada unidad adicional de biodiesel que requiere el mercado, se generan ocho unidades adicionales de comida para consumo humano y animal. Consecuentemente, mayor producción de soja para biodiesel significa mayor producción de alimentos⁴⁶.

Adicionalmente, cuando se analiza la TRE del biodiesel a base de soja, 80% de la energía consumida para la producción de la soja debe ser atribuida a la industria agrícola. Consecuentemente, la TRE del biodiesel producido en la Argentina a base de soja es de 6,48 a 1. Asimismo, la industria argentina del biodiesel contribuye a mitigar el cambio climático, reduciendo las emisiones de GEI en un 74,9% en comparación con el diesel-oil⁴⁷.

Debido a la importancia de los costos de la materia prima en la industria del biodiesel, Argentina tiene ventajas frente a sus competidores. El hecho de que los productores argentinos de biodiesel sean a la vez productores de soja les da mayor flexibilidad frente a las variaciones de precios. Si el precio de la soja disminuye, entonces empresas como Cargill o Louis Dreyfus pueden destinar más soja a la producción de biodiesel. Si el precio de la soja sube, pueden exportar más aceite de soja y menos biodiesel⁴⁸.

⁴⁵ Ver INTA, *Producción de biodiesel a partir del aceite de soja*, 2012, disponible en www.inta.gob.ar.

⁴⁶ Ver CARBIO, *supra*.

⁴⁷ Ver INTA, *Energy balance of soybean-based biodiesel production in Argentina*, Noviembre 2008, disponible en www.inta.gob.ar/documentos/energy-balance-of-soybean-based-biodiesel-production-in-argentina.

⁴⁸ Ver JOHN A. MATTHEWS y HUGO GOLDZTEIN, *supra*.

9. Conclusiones

Los biocombustibles en general y el biodiesel en particular son sólo “una parte” de la solución. Su contribución al abastecimiento energético y la mitigación del cambio climático es limitada.

Las políticas públicas que buscan estimular la producción de biocombustibles están inspiradas tanto en propósitos económicos como climáticos.

Últimamente se ha instalado la idea de que los biocombustibles de “primera generación” tienen poco impacto en la mitigación del cambio climático. Es por ello que se está cambiando el foco hacia los biocombustibles de “segunda” y “tercera” generación. En esa dirección se dirigen las últimas medidas de la UE.

Sin embargo, hemos visto que algunos países, como Argentina, tienen ventajas comparativas en el sector agrícola que les permiten producir biocombustibles de “primera generación” de manera rentable y ambientalmente sustentable.