



EL BIOETANOL COMO UN EJEMPLO PARA IDENTIFICAR BARRERAS A LA BIOECONOMÍA

Pablo Gutiérrez Gómez y Ricardo Arjona Antolín
Biotechnology Developments For Industry

Resumen

El concepto de bioeconomía parte de un principio de sustitución, y ha sido el sector de los biocombustibles el primero en el que se ha producido una sustitución de un porcentaje significativo de recursos fósiles por recursos renovables.

En este capítulo se revisan los diferentes aspectos que han afectado y están afectando a este proceso; incluyendo el acceso a la financiación, adaptación de estándares, aceptación por los consumidores, evaluación de riesgos ambientales, etc.

Sin lugar a dudas, el proceso que han seguido los biocombustibles es similar al que otros bioproductos habrán de seguir, y la experiencia en estos últimos debe de ser tenida en cuenta, ya que la bioeconomía ha de resolver aspectos relativos a la competencia con productos maduros, que han alcanzado escalas óptimas para operar en su entorno, que son aceptados por los consumidores, y con normativas claras y estables, algo con lo que no contarán los bioproductos en su fase de expansión.

Abstract

The concept of bioeconomy is based on substitution, and the biofuel sector is the first in which a large percentage of fossil resources have been substituted with renewable resources.

In this chapter we review the various aspects that have affected, and are affecting, this process; aspects that influence access to funding, the adaptation of standards, acceptance by consumers, environmental risk assessments, and so on.

Without doubt, the process that biofuels have followed is similar to that which other bioproducts will have to follow, and the experience gained must be taken into account, since any new aspect relating to the bioeconomy must resolve aspects relating to competition with mature products: these have reached optimum operational scales in their environment; are accepted by consumers; and have clear, stable regulations, something bioproducts will not have in their expansion phase.

1. Condiciones de contorno

El concepto de bioeconomía parte de un principio de sustitución. Cuando evaluamos las propuestas que al respecto envían diferentes organismos como la Comisión Europea u organizaciones ecologistas, encontramos que se habla de pasar de una sociedad cuyos esquemas de consumo se basan en el uso de materias primas no renovables, fósiles en el caso de la energía, hacia el uso de materias primas renovables.

Por tanto, estos supuestos, pese a que plantean una sociedad concienciada con el medioambiente, no definen un modelo nuevo de sociedad, sino una que gestiona recursos alternativos para mantener los condicionantes actuales de consumo y forma de vida.

Este planteamiento requiere que los bioproductos, y en el caso que nos ocupa, los biocombustibles, sean capaces de sustituir, al menos parcialmente, a los combustibles fósiles utilizados como fuente principal de energía en el sector del transporte.

Sin embargo, en todo proceso de sustitución, y la bioeconomía no cabe duda de que lo es, hay una serie de barreras a considerar que deben, sin ninguna duda, ser gestionadas para que dicha sustitución pueda ocurrir:

- *Inversiones*: las inversiones requeridas para la producción de biocombustibles, para la gestión de las materias primas y para su distribución son significativas y con períodos largos de retorno.
- *Costes de producción*: los biocombustibles deben competir en costes con los combustibles fósiles, que se obtienen en base a procesos maduros y bien establecidos y que aprovechan la economía de escala.
- *Cadena de suministro*: no se han desarrollado infraestructuras adecuadas para el consumo masivo de biocombustibles, y se han planteado dudas de que las existentes puedan operar con estos productos.
- *Regulación y estándares*: los estándares existentes se han desarrollado a lo largo del tiempo exclusivamente para combustibles fósiles, por lo que no se han adaptado a nuevos productos sustitutivos. El desarrollo de normativa específica requiere tiempo y procesos complejos de redacción, por lo que se generan barreras normativas.
- *Mercado*: los consumidores, en general, mantienen una resistencia al cambio que se incrementa cuando los nuevos productos afectan a sus bienes, en este caso los vehículos. Es decir, la «sensación de riesgo» percibida afecta de forma significativa a la adopción de los biocombustibles.
- *Riesgos de mercado*: las materias primas (cereal, azúcar, biomasa) y los productos finales (bioetanol y biodiésel) «cotizan» en mercados diferentes, y por lo tanto no existe una correlación clara entre ellos, lo que incrementa de forma notable el riesgo de los operadores y productores.

Estas barreras son generales para gran parte de los productos que podrían contribuir de forma significativa a la adopción de la bioeconomía como una alternativa sostenible a los actuales productos que forman la base del esquema de consumo.

Cualquier desarrollo asociado a productos que requieran inversiones significativas y que deban competir con sustitutivos implantados y maduros necesitan de un soporte inicial que haga que el proceso de adopción por el mercado pueda superar las barreras indicadas. Este período inicial es conocido en algunos ámbitos como el «Valle de la Muerte», en clara referencia a la dificultad que supone el superarlo.

2. El escenario energético en el sector transporte

El desarrollo de los biocombustibles se ha producido en base a tres condicionantes: abordar un futuro con precios de petróleo elevados, asegurar las necesidades energéticas de un país evitando la dependencia exterior, y minimizar el impacto ambiental del sector del transporte.

Sin embargo, en los últimos años se están produciendo condiciones que alteran de forma significativa algunas de las premisas anteriores, afectando al soporte que han estado recibiendo y sin duda afectarán a los biocombustibles en su expansión futura.

La producción y consumo de combustibles líquidos a escala mundial ha crecido a un ritmo superior a la demanda, y desde el año 2014 esta tendencia se mantiene, con un período entre 2014 y 2016 en el que este hecho ha sido especialmente significativo¹.

Gráfico 1. Producción y consumo mundial de combustibles líquidos



Fuente: *Short-Term Energy Outlook*. EAI (2017).

Parece que esta tendencia se va a mantener en los próximos años. La Agencia Internacional de la Energía opina que hasta el año 2040 el consumo de petróleo crecerá, pero con un ritmo mucho más pausado de lo que ha ocurrido en los últimos 25 años, como se observa en su reporte *World Energy Outlook 2017*².

Además, según los datos de BP las reservas comprobadas de petróleo han evolucionado desde 1.148,8 miles de millones de barriles en 1996 hasta 1.388,3 en 2006 y 1.691,5 en 2015³, con un incremento especialmente significativo en Estados Unidos por el impacto

¹ OIL&GAS JOURNAL (2017).

² IEA (2017).

³ BP (2017).

que sobre las políticas de biocombustibles puede suponer. En este país, de 2006 a 2015 las reservas confirmadas han pasado de 29,4 mil millones de barriles a 48 mil millones. También ha duplicado su producción entre 2006 y 2016 y ha reducido ligeramente su consumo en un 5 %. Obviamente esta situación afecta a una de las motivaciones principales para el fomento de los biocombustibles, la seguridad energética.

Todos estos hechos ha llevado a un escenario de precios de petróleo en el que, tras dos períodos de precios elevados, en 2008 y entre los años 2011 y 2014, en los que el precio se situó por encima de los 100 dólares/barril, se ha llegado de nuevo a un escenario con precios bajos, entre 40 y 60 dólares/barril, que afecta a los biocombustibles que tienen que competir con un petróleo «barato».

Por otra parte, hay aspectos que están igualmente generando un impacto significativo en el sector transporte. Según la Agencia Internacional de la Energía⁴ la «intensidad energética» mundial, definida como el consumo de energía primaria para generar una unidad de producto interior bruto, ha disminuido en un 1,8 % en 2016, y desde 2010 viene disminuyendo una media del 2,1 % anual, reflejo del resultado de múltiples factores entre los que se encuentran las políticas que promueven la eficiencia energética.

Esta mejora de la eficiencia energética afecta a numerosas áreas, y entre otros efectos positivos, está ayudando a mejorar la seguridad energética en numerosos países, entre los que se encuentran aquellos que mantienen programas agresivos en este sentido y en los que se dio un importante impulso a los biocombustibles en base a esta razón.

En el sector transporte los estándares de eficiencia energética están ayudando a reducir notablemente el consumo energético por kilómetro y a esto hay que añadir la expansión del coche eléctrico, que, si bien aún no representa un porcentaje significativo, está creciendo en ventas a un ritmo del 40 % anual, lo que cambiará el escenario actual en los próximos años ayudando a diversificar de forma notable las fuentes de energía primaria disponibles en este campo.

3. Materia prima y producto operando en mercados diferentes

La producción de bioetanol comercial se basa fundamentalmente en el empleo de la caña en Brasil, de los cereales en Estados Unidos y Europa, y del sorgo en la India. Con esta situación es fácil entender que el productor se enfrenta en una situación compleja, ya que sus principales costes, que derivan de la materia prima, no se relacionan con los precios de venta, que dependen fundamentalmente del precio del petróleo.

Si evaluamos el precio del maíz en los últimos años, se detecta una cierta tendencia alcista entre el año 2000 y el 2010, con una gran subida en el año 2008 que fue seguida de un escenario de precios muy elevados entre los años 2011 y 2013, y con una bajada posterior que ha

⁴ IEA (2017).

concluido con precios estables en valores moderados en los últimos años⁵. Este comportamiento no es similar al que sigue la gasolina, totalmente correlacionado con el precio del petróleo, por lo que especialmente en los años 2011 a 2013 se generaron tensiones importantes que incluso obligaron a algunos productores de Estados Unidos a entrar en situación concursal o incluso salir del mercado.

Aun así, los productores de etanol tienen un coproducto, el llamado DDG (por las siglas en inglés de *dried distilled grain*, que se compone de la fibra, la proteína y la grasa presente en el cereal) que se emplea en alimentación animal como un componente de elevado contenido proteico y que sí mantiene relación con el precio de la materia prima. Este componente contribuye en cierta medida a matizar algunas condiciones de mercado.

4. Situación en Estados Unidos

En Estados Unidos la producción en el año 2016 alcanzó los 15.329 millones de galones frente a los 14.807 millones de 2015, con 214 instalaciones productivas de las que 199 han estado operativas a lo largo del año⁶. En el año 2015, los datos de la IEA⁷ indican que la capacidad nominal de las plantas de etanol en Estados Unidos era de 14.369 millones de galones, lo que muestra que se estaba operando a su máxima capacidad dadas las condiciones de rentabilidad existentes. Se trata de una situación paradójica, ya que en dicho año el petróleo mantenía precios bajos y por tanto el etanol igualmente se vendía en rangos igualmente bajos.

En este país, históricamente el principal componente para promover el uso de etanol ha sido la consecución de la independencia energética, para lo cual se ha legislado a través de la denominada RFS (*Renewable Fuel Standard*), creada por el Congreso con el objetivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero y expandir el sector de combustibles renovables, reduciendo la dependencia de combustibles importados. El programa fue autorizado bajo la llamada *Energy Policy Act* de 2005 y se extendió de acuerdo a la *Energy Independence and Security Act* del año 2007. Esta legislación permite que la EPA (*United States Environmental Protection Agency*) defina unos volúmenes para diversas categorías de biocombustible (biodiésel procedente de biomasa, biocombustible celulósico, biocombustible avanzado y biocombustible renovable total, que es la suma de las tres anteriores y del biocombustible estándar) que deben ser cumplidos.

A partir del año 2015 la EPA ha definido unos volúmenes⁸ que para los biocombustibles estándares, fundamentalmente bioetanol, deja disponible 15 billones (americanos, es decir, 15.000 millones) de galones, lo que para el etanol supone básicamente una cifra muy cercana a la denominada *blendwall* (volumen de etanol equivalente al 10 % de mezcla en el mercado

⁵ MACROTRENDS (2018).

⁶ RFA (2016).

⁷ EIA (2015).

⁸ EPA (2015).

de EEUU). Para ello se comercializan mezclas con hasta un 10 % de etanol que es posible utilizar en cualquier vehículo, aunque también se comercializan mezclas con porcentajes superiores como E15 y E85. En un principio este es un sistema que se desarrolló para gestionar la promoción del uso del etanol, pero que posteriormente se ha convertido en una limitación, ya que las mezclas superiores al 10 % han de venderse de forma diferenciada y tan solo pueden ser empleadas por vehículos que explícitamente hayan sido preparados para ello.

Si observamos el consumo de etanol en Estados Unidos, este ha crecido de forma continua entre los años 2006 y 2011, mientras que a partir de ese momento hay pequeñas subidas y bajadas anuales alrededor de los 14.000 millones de galones⁹, hecho que se debe fundamentalmente a que se ha alcanzado el 10 % en las mezclas y la demanda de gasolina se ha estancado, pudiéndose encontrar años en los que incluso ha disminuido debido a la crisis y a la promoción de la eficiencia de los vehículos a motor que se ha implementado en el país.

Este límite del 10 % se alcanza porque el etanol es competitivo frente al coste de la gasolina, favoreciendo que los comercializadores de combustible tiendan a llegar al límite legal. De hecho, en el año 2016 el porcentaje de consumo de etanol frente a la gasolina representó un 10,04 %, mientras que en diciembre del año 2017 ha alcanzado el 10,3 %¹⁰, con estados como Minnesota que han superado claramente esa cifra, fundamentalmente por el uso de mezclas E15 y E85.

Por lo expuesto anteriormente se puede entender que esta regulación se ha convertido en el principal caballo de batalla entre los productores de biocombustible y los de productos petrolíferos. Ambas partes incorporan argumentos a favor y en contra relacionados fundamentalmente con los potenciales daños que mezclas superiores al 10 % pueden generar en los vehículos. Aunque la EPA ha validado que todos los vehículos posteriores a 2001 pueden utilizar mezclas de hasta el 15 % de etanol, es complejo para los conductores y los distribuidores definir esquema que faciliten el uso de estas mezclas ante la dificultad de diferenciar entre vehículos.

Se han desarrollado numerosos modelos y estudios de costes para evaluar los beneficios que el etanol, globalmente, genera en la economía americana. Sin entrar en detalles, lo que sí parece claro es que la industria ha incrementado año tras año su capacidad de producción (NREL, 2015), incluso superando al consumo en los últimos años. Un estudio de la *Iowa State University* muestra que históricamente los productores de etanol han mantenido márgenes suficientes para operar en condiciones de rentabilidad positiva, pero sin embargo la industria no afronta nuevos planes de crecimiento y la inversión está limitada a la mejora de la capacidad actual.

5. Situación en Europa

En Europa la situación es aún más compleja debido a la capacidad de los diversos estados miembro para trasponer las directivas europeas con cierta autonomía.

⁹ NREL (2017).

¹⁰ EPA (2017).

En primer lugar, y frente a Estados Unidos, hay que destacar que mientras que, como antes se mencionó, en este último país ha sido la seguridad energética la que ha fomentado el crecimiento de los biocombustibles, sin dejar fuera aspectos ambientales, en Europa las motivaciones fundamentales han sido ecológicas.

La Comisión Europea, en base a dichos condicionantes ambientales, pretende que el 10 % de la energía consumida en Europa en el transporte proceda de fuentes renovables con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 6 % frente a las del año 2010. Este objetivo debe ser cumplido por cada estado miembro (*Renewable Energy Directive* y *Fuel Quality Directive*).

En el caso de los biocombustibles, estos deben certificar su sostenibilidad a través de esquemas voluntarios que aseguren el cumplimiento de criterios definidos por la Comisión. Adicionalmente, en el año 2015 se implementaron, medidas para evitar lo que se ha venido a denominar ILUC (por las siglas en inglés de *Indirect Land Use Change*). Este hecho hace referencia a evitar que el uso de cultivos para la producción de combustible pueda hacer que terrenos con alto contenido en carbono no empleados hasta hora en agricultura pudiesen reconvertirse en terreno agrícola (Directiva EU 2015/1513). En base a esta legislación, el consumo de bioetanol en la Unión Europea se ha mantenido básicamente constante en los últimos años, al igual que la producción, que se ha incrementado ligeramente mientras que las importaciones se han reducido hasta representar porcentajes muy pequeños del total¹¹.

Tabla 1. Porcentajes de bioetanol en gasolina en Europa

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bietanol producido (MML)	4.392	4.658	5.000	5.253	5.316	5.165	5.340	5.380
Bietanol importado (MML)	1.285	886	595	418	228	228	190	190
Bietanol exportado (MML)	99	95	63	234	184	171	165	165
Bietanol consumido (MML)	5.703	5.676	5.370	5.380	5.425	5.250	5.355	5.445
Gasolina (MML)	114.708	106.928	103.307	103.014	105.170	101.669	98.168	94.667
Mezcla (%)	5	5	5,2	5,2	5,2	5,2	5,5	5,7

Fuente: USDA (2017).

Esta producción se consigue mediante 71 plantas de etanol convencional que tienen una capacidad conjunta de producción de 8.290 millones de litros, un volumen muy superior al producido.

En noviembre del año 2016 la Comisión Europea publicó la RED II, que pretende definir las políticas a implementar entre los años 2021 y 2030, y que persigue que la Unión Europea genere al menos el 27 % de su consumo energético a partir de fuentes renovables en el horizonte

¹¹ UDA (2017).

del año 2030. Adicionalmente define un límite a los biocombustibles convencionales que se define en el 7 % en el año 2021 y que debe ir reduciéndose hasta el 3 % en el año 2030. Por el contrario, protege la producción de biocombustibles avanzados que deben de comenzar en el 1,5 % en el año 2021 y alcanzar el 6,8 % en el año 2030.

Las posturas de las diversas organizaciones afectadas son diversas. Las organizaciones agrarias y la asociación de cooperativas (Copa-Cogeca) han tratado de mantener el porcentaje de etanol de primera generación al 7 % en el año 2030, a la vez que indican que los objetivos para los biocombustibles avanzados no son realistas. Su postura se centra en no considerar a los biocombustibles avanzados como sustitutivos de los de primera generación. Por el contrario, consideran a ambos como parte de una solución sostenible para el transporte, así como una fuente de riqueza para el sector agrario europeo¹².

Esta postura es compartida por organizaciones como ePURE (representante de la industria del bioetanol), EBB (*European Biodiesel Board*) y FEDIOL (*EU Vegetable Oil and Protein Meal Industry*), que indican que excluir los biocombustibles convencionales del mix energético europeo es inaceptable, ya que incrementará el consumo de combustibles fósiles dado que los avanzados no estarán disponibles a escala comercial. Además, apuntan que excluir a los combustibles de primera generación en base a condicionantes que no están avalados por la investigación científica no está justificado y dejará al transporte europeo sin alternativas, mientras disminuirá los ingresos agrarios en al menos en una cifra próxima a los 2,1 billones de euros anuales.

Por otra parte, organizaciones no gubernamentales como *Birdlife*, *Transport & Environment* y *World Wildlife Fund* indican que la Comisión se ha quedado corta no proponiendo un objetivo cero para los biocombustibles de primera generación.

No cabe duda de que la polémica *food vs. fuel* que se ha mantenido en el campo de los biocombustibles en los últimos años ha afectado de forma fundamental al marco en el que el bioetanol se ha desenvuelto en los últimos años y a la legislación que se está desarrollando para definir su futuro.

Por otra parte, la demanda de productos petrolíferos en Europa ha ido disminuyendo desde el año 2011 y el ratio de utilización de sus refinerías ha pasado del 87 % al 78 %, por lo que el uso de biocombustible tensiona aún más el mercado.

Mientras tanto, la existencia de distintas normativas nacionales hace que la situación del bioetanol en los distintos países de la Unión Europea sea diferente. Hay países que ya no contemplan la distinción entre biodiésel y bioetanol en sus objetivos obligatorios, lo que lleva a que los operadores mezclen fundamentalmente biodiésel dado el desbalance entre diésel y gasolina que existe en la Unión Europea. Si analizamos la situación en algunos países, por ejemplo, en Alemania el consumo es estable y se prevé un ligero incremento para el año 2018 al haber pasado de un mandato de mezcla a unos objetivos de reducción de Gases de Efecto Inverna-

¹² COPA-COGECA (2017).

dero (GHG) que lo favorecerán. En Francia el consumo está creciendo debido a que se ha incrementado el número de gasolineras con surtidores de E10 y E85, que mantienen precios competitivos con la gasolina. En Polonia y Holanda el consumo seguirá subiendo debido al incremento que prevé su mandato en los porcentajes de mezcla. En nuestro país los porcentajes incluidos en su mandato aún permiten incrementos de consumo. En el Reino Unido, con un consumo decreciente de gasolina y porcentajes estables, el consumo se espera que se reduzca ligeramente. En Suecia la eliminación de incentivos y el bajo precio de la gasolina harán que el consumo disminuya. En Portugal se ha eliminado el mandato específico para etanol, por lo que es probable que los operadores cumplan a través de mezclas de biodiésel.

6. Conclusiones

Para entender en qué condiciones la bioeconomía puede desarrollarse, si tomamos el bioetanol como un ejemplo paradigmático podemos encontrar conclusiones de interés que son en gran medida extensibles al resto de potenciales productos derivados de la biotecnología. Como indicábamos en la introducción de este capítulo, los nuevos productos que entran en mercados maduros y que requieren alcanzar una escala suficiente para poder competir, deben tener unos condicionantes claros y sostenidos en el tiempo. En el caso del bioetanol los soportes legislativos que apoyaron el crecimiento de la industria fueron adecuados para que esta creciese y evolucionase hasta lograr producir de forma competitiva con la gasolina, algo que no era fácil de lograr si consideramos cuál era el punto de partida. De hecho, incluso en condiciones de bajo precio de petróleo el bioetanol puede competir en costes y todo ello sin haber tensionado al mercado de la materia prima, ya que los cereales se han comercializado con escenarios de precios bajos durante los últimos tres años, en los que la producción de bioetanol a partir de ellos ha alcanzado volúmenes récord.

Sin embargo, lo que no se ha logrado es conseguir un mercado abierto que permita que dicha competencia pueda establecerse de forma que los consumidores seleccionen libremente qué producto quieren utilizar en sus vehículos. Los motivos son diversos. Por un lado, los sistemas de distribución no se han abierto lo suficiente a los nuevos productos, especialmente en Europa. Por otro, la normativa que aplica mantiene criterios no definidos específicamente para los biocombustibles. De hecho, el marco legislativo ha cambiado de forma continua sin ofrecer seguridad jurídica a los inversores en el sector, por lo que desde hace años no hay inversiones significativas ni en capacidad productiva ni en distribución. Finalmente, los consumidores reciben información confusa, marcada por polémicas difíciles de evaluar y basadas en condicionantes que científicamente no se han concretado.

Por tanto, la bioeconomía va a enfrentarse, en casi todos los productos que se identifican como posibles, a situaciones que van a dificultar enormemente que se desarrolle, ya que no hay condiciones para que se ejecuten las inversiones necesarias en un marco en el que la legislación puede cambiar de forma continua y sin un horizonte definido. Además, el impacto que han

tenido las decisiones tomadas en el área de los biocombustibles hace que las autoridades se hayan vuelto muy cautas antes de promover nuevas acciones con relación a los bioproductos.

Referencias bibliográficas

- BP (2017): *Statistical Review of World Energy 2017*. Disponible en <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>.
- CENTER FOR AGRICULTURAL AND RURAL DEVELOPMENT (2018): «Historical Ethanol Operating Margins». Iowa State University. Disponible en https://www.card.iastate.edu/research/biorenewables/tools/hist_eth_gm.aspx.
- COPA-COGECA (2017): «Letter to Ms Kadri Simson concerning the recast of the Directive on the promotion of renewable energy sources: transport sector»; en http://www.copa-cogeca.be/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=jC9J_KBUkxyhzs9zbqezCbgd5KxUMPPOyDS_8EqL_TM,.
- EPA (2017): «Fuels Registration, Reporting, and Compliance Help»; en <https://www.epa.gov/fuels-registration-reporting-and-compliance-help/e15-fuel-registration#about-e15>.
- EPA: «Overview for Renewable Fuel Standard»; en *Renewable Fuel Standard Program*. Disponible en: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>.
- FUELS EUROPE (2017): *Statistical Report 2017*. Disponible en https://www.fuelseurope.eu/wp-content/uploads/2017/06/20170704-Graphs_FUELS_EUROPE-_2017_WEBFILE-1.pdf.
- IEA (2016): «US Fuel Ethanol Plant Production Capacity Archives»; en *Petroleum & other liquids*. Disponible en <https://www.eia.gov/petroleum/ethanolcapacity/archive/2015/index.php>.
- IEA (2017): «Energy Efficiency 2017»; en <https://www.iea.org/efficiency/>.
- IEA (2017): «World Energy Outlook 2017»; en <https://www.iea.org/weo2017/>.
- MACROTRENDS (2018): «Corn Prices - 45 Year Historical Chart»; en <http://www.macrotrends.net/2532/corn-prices-historical-chart-data>.
- NREL (2017): *2015 Bioenergy Market Report*. Disponible en <https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/66995.pdf>.
- OIL&GAS JOURNAL (2017): «EIA forecasts higher US oil production in 2018»; en *Short Term Energy Outlook*. Disponible en <http://www.ogj.com/articles/2017/04/eia-forecasts-higher-us-oil-production-lower-prices-in-2018.html>.

RFA (2016): «Fueling a High Octane Future»; *2016 Ethanol industry outlook*. Disponible en http://www.ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2016/02/RFA_2016_full_final.pdf.

UDA (2017): «Gain Report NL7015»; *EU Biofuels Annual 2017*. Disponible en https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_6-19-2017.pdf.