



Estudio del impacto de la producción de biodiesel para Argentina y Brasil: trade-off por el uso de la tierra y en la disponibilidad de su materia prima

Estudo do impacto da produção de biodiesel para a Argentina e o Brasil: trocas comerciais no uso do solo e na disponibilidade de sua matéria-prima

DOI: 10.55905/oelv21n10-194

Recebimento dos originais: 22/09/2023

Aceitação para publicação: 23/10/2023

Silvana Andrea Sattler

Licenciada en Economía y Contadora Pública

Institución: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba,
Argentina

Dirección: Bv. Enrique Barros s/n, Ciudad Universitaria Código Postal X5000HRV,
Córdoba, Argentina

Correo electrónico: silvana.sattler@unc.edu.ar

Moisés Centenaro

Doutor em Administração

Institución: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)

Dirección: Rod. Dourados-Itahum, 12, Dourados - MS, Brasil, CEP: 79804-970

Correo electrónico: m.centenaro@uems.br

Inés del Valle Asis

Doctora en Ciencias Económicas, Mención Economía

Institución: Instituto de Economía y Finanzas, Facultad de Ciencias Económicas,
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Dirección: Bv. Enrique Barros s/n - Ciudad Universitaria Código Postal X5000HRV,
Córdoba, Argentina

Correo electrónico: ines.asis@unc.edu.ar

Enrique Leopoldo Castro Gonzáles

Licenciado en Economía y Contador Público

Institución: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba,
Argentina

Dirección: Bv. Enrique Barros s/n, Ciudad Universitaria Código Postal X5000HRV,
Córdoba, Argentina

Correo electrónico: enrique.castro@mi.unc.edu.ar

RESUMEN

La aparición de los biocombustibles, como aplicación alternativa a la producción agrícola, ha llevado a la competencia por el uso del suelo. Dado el trade-off presente en el uso del suelo por los biocombustibles vs. alimentos, en este trabajo se plantea analizar el impacto de la producción del biodiesel sobre los recursos y la disponibilidad de materias primas y se examinará la industria del biodiesel, sin considerar la del etanol, considerando como base el esquema teórico tomando el trabajo de Msangi et al. (2010), sobre el cual se plantean modificaciones en la aplicación.

Palabras clave: biodiesel, alimentos, trade-off, uso de la tierra.

RESUMO

A emergência de biocombustíveis, como aplicação alternativa à produção agrícola, levou à concorrência no uso da terra. Tendo em conta o compromisso existente no uso do solo por biocombustíveis versus alimentos, o presente documento analisa o impacto da produção de biodiesel nos recursos e na disponibilidade de matérias-primas e examinará a indústria do biodiesel, sem considerar a indústria do etanol, considerando como base o regime teórico que toma como base o trabalho de Msangi et al. (2010), sobre o qual são propostas alterações na aplicação.

Palavras-chave: biodiesel, alimentos, trocas comerciais, utilização do solo.

1 INTRODUCCIÓN

La aparición de los biocombustibles, como aplicación alternativa a la producción agrícola, ha llevado a la competencia por el uso del suelo. A nivel mundial, la discusión sobre la producción y uso de este tipo de combustibles se concentra en la relación entre la aplicación de granos en la producción de los mismos o de los alimentos.

Entre las justificaciones de esta disyuntiva se encuentran, la relación entre el precio del petróleo y los alimentos que, por medio del traslado de precios al transporte de materias primas e insumos permite que los precios del petróleo lleguen a los alimentos de manera directa e indirectamente. En este punto, la aplicación de los biocombustibles como sustitutos de los combustibles fósiles facilita el traslado de la volatilidad de los precios de este último a los alimentos.

Por otra parte, se justifica por el impacto de los cambios del sector agrícola en la sostenibilidad y desarrollo de ciertas economías del mundo. Este impacto se evidencia en los consumidores por la caída del ingreso real dado el aumento del precio de los productos

y subproductos derivados de granos. Al respecto, algunos pueblos basan sus hábitos de alimentación en los granos empleados en la elaboración de biocombustibles por razones de tradición, y es en esos casos, donde el impacto en el bienestar será mayor; de aquí, surge el interés que a nivel mundial se le ha dado al estudio de la relación “Biocombustibles vs. Alimentos”.

El avance tecnológico permite la expansión del sector agrícola para hacer frente a estas necesidades de la población. Sin embargo, se deben tener presentes las características propias de la oferta agrícola que lleva a una lenta respuesta de ésta frente a los cambios en los precios.

A partir de la diferencia entre demanda y oferta pueden destacarse dos posibles respuestas: I. que la frontera agrícola sea lo suficientemente amplia como para permitir llevar adelante las diferentes producciones por medio de la incorporación de nuevas tierras igualmente productivas; II. en las zonas con restricciones a la ampliación de la frontera, la competencia entre la producción de alimentos y los demás usos afectará los precios relativos y los ingresos de la sociedad. Argentina, al igual que Estados Unidos, Canadá y Brasil, puede ubicarse dentro de la primera clasificación.

Por otro lado, la posibilidad de incorporar nuevas tierras, sin afectar los precios de los diferentes productos, surge con la capacidad de aumentar la productividad usando los recursos naturales con miras al cuidado ambiental y la sostenibilidad.

Lo antes expuesto, permite definir como punto importante a la disponibilidad de tierras potencialmente cultivables que faciliten la expansión de la frontera agrícola. En este sentido la Food and Agriculture Organization (FAO) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) indican que los países de América Latina y el Caribe con mayor cantidad de tierra agrícola per cápita son Uruguay, Paraguay, Bolivia y Argentina. En todos estos casos, la posibilidad de ampliar la frontera se restringe por la sustentabilidad ambiental y los avances tecnológicos que se implementen.

Por lo descrito anteriormente, se analizará en este trabajo el impacto de la producción del biodiesel sobre los recursos y la disponibilidad de materias primas y se examinará la industria del biodiesel, sin considerar la del etanol.

2 MODELO: RENDIMIENTO DE LA BIOENERGÍA DERIVADA DE LA AGRI-CULTURA

Al realizar la revisión bibliográfica, se encontraron modelos de simulación para biocombustibles aplicados a distintos países del mundo que, en general, no presentan la misma realidad que la de Argentina, y en algunos casos, que la de Brasil.

En esta línea, se puede mencionar los artículos “The POLYSYS Modeling Framework: A Documentation” (Daniel de la Torre Ugarte, 1997), e “Impacts of the EU biofuel target on agricultural markets and land use: a comparative modelling assessment” (María Blanco Fonseca, Alison Burrell, Hubertus Gay, Martin Henseler, Aikaterini Kavallari, Robert M'Barek, Ignacio Pérez Domínguez, Axel Tonini, 2010).

El primero, plantea una simulación con el modelo marco desarrollado por el centro de Análisis de Política Agrícola de la Universidad de Tennessee, el Departamento de Agricultura de los Servicio de Investigación Económica de los Estados Unidos y el Centro de Política Agrícola de la Universidad Estatal de Oklahoma, “Sistema de Análisis de Políticas” (POLYSYS). Este análisis se realiza en el marco de los cambios de política agrícola de EEUU, donde el interés está fijado en asegurar un suministro adecuado de alimentos, con el logro simultáneo de otros objetivos.

El segundo, presenta los resultados de un análisis de impacto agro-económico elaborado por el Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica de la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural, con el objetivo de analizar los impactos de las políticas de biocombustibles de la Unión Europea (UE) sobre producción, comercio y uso de la tierra en el mercado agrícola, dentro y fuera de la UE, hasta el año 2020.

Por otra parte, al analizar el artículo “Biofuels and agricultural growth: challenges for developing agricultural economies and opportunities for investment” (Siwa Msangi, Mandy Ewing y Mark Rosegrant, 2010), considerado en el presente trabajo, se observó que el mismo realiza una simulación en base al modelo IMPACT (The International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade) de IFPRI (International Food Policy Research Institute), ya aplicado por otros autores para estudiar los biocombustibles y explorar algunos escenarios alternativos de política. Este modelo se utiliza para proyectar la oferta y demanda global de alimentos, y la seguridad

alimentaria hasta el año 2020. Es un modelo de equilibrio parcial del mercado de agricultura para commodities (derivados de la agricultura y la ganadería), que toma en cuenta el crecimiento de la demanda de los commodities de alimentos para animales por la producción de biocombustibles y determina el impacto en precios y demanda para alimentos (tanto de personas como de animales), para el mismo tipo de cultivo.

Con el fin de analizar el dilema Biocombustibles vs. Alimentos, se presenta a continuación un esquema teórico tomando el trabajo de Msangi et al. (2010). En este modelo esquemático se muestra que, el resultado de la producción de energía proveniente de biocombustibles está vinculado al uso de la tierra y, en última instancia, al volumen de la producción y la productividad de un cultivo.

Se consideran los impactos de dos cambios tecnológicos simultáneos: a) los progresos tecnológicos en los métodos de conversión de granos en combustibles que generan mayor eficiencia; b) los avances en la productividad de la agricultura, dentro de los cuales podrían nombrarse, a modo de ejemplo, las mejoras en semillas y los sistemas de riego. Los primeros, significan una mayor cantidad de energía producida con una misma cantidad de tierra utilizada o, alternativamente, la posibilidad de obtener una cierta cantidad de energía con menor uso de tierra. En tanto, en los segundos, se considera un cambio en la tecnología del sector agrícola.

Los cambios en la eficiencia de la conversión energética aparecen en el cuadrante I de la Figura 1. A partir de un nivel dado de rendimiento de un cultivo y^0 , para el mismo incremento en el uso de tierra (segmento AB del Uso de la tierra para energía), se obtiene un mayor incremento en la producción de energía con una curva de alta eficiencia en la conversión que con una curva de baja eficiencia. Tal que:

$$Q1H Q2H > Q1L Q2L \quad (1)$$

Pero, además, se puede observar un menor impacto en el uso de la tierra para producir alimentos, que se verá reducido en la proporción $L1 L2$, en cada caso (cuadrante II). Dada la eficiencia en la conversión se tiene:

$$L1H L2H < L1L L2L \quad (2)$$

En el cuadrante III aparecen las isocuantas de producción de alimentos. A lo largo de cada una de estas curvas se mantiene constante el nivel de alimentos producidos. Por lo tanto, si la cantidad de tierra aplicada al cultivo disminuye, para mantener constante el nivel de producción, deberían aumentarse los rendimientos del mismo. Así, si consideramos la curva de alta eficiencia en la conversión, cuando disminuye el uso de la tierra para alimentos de $L1H$ a $L2H$, para seguir produciendo $Q1$ de alimentos, los rendimientos deben aumentar de y^1 a y^2 .

En cambio, con una tecnología de baja eficiencia en la transformación granos-biocombustible se debería sacrificar más tierra (Relación 2), de modo tal que un mismo incremento en el rendimiento ($y^0 y^1 = y^1 y^2$), permita mantener el nivel de producción de alimentos inicial, $Q0$. Pero, si el rendimiento no aumentase, la disminución en el uso de la tierra de $L1L$ a $L2L$ llevaría a producir sobre una isocuanta inferior, tal como $Q0'$.

En síntesis, con una tecnología de conversión de alta eficiencia, es posible aumentar la producción de energía en una magnitud superior a la que se alcanza con una tecnología menor, para una disminución dada en la cantidad de tierra aplicada a la producción de alimentos. Se supone una $TMgST$ (Tasa Marginal de Sustitución Técnica), entre los dos usos alternativos de la tierra, constante y con una elasticidad de sustitución infinita.

Alternativamente, se puede ahorrar más tierra dedicada a alimentos, cuando se quiere producir más energía, si se utiliza una tecnología de conversión de alta eficiencia. Ese ahorro, es la menor pérdida de tierra que se consigue con esa tecnología, en relación con la tecnología alternativa.

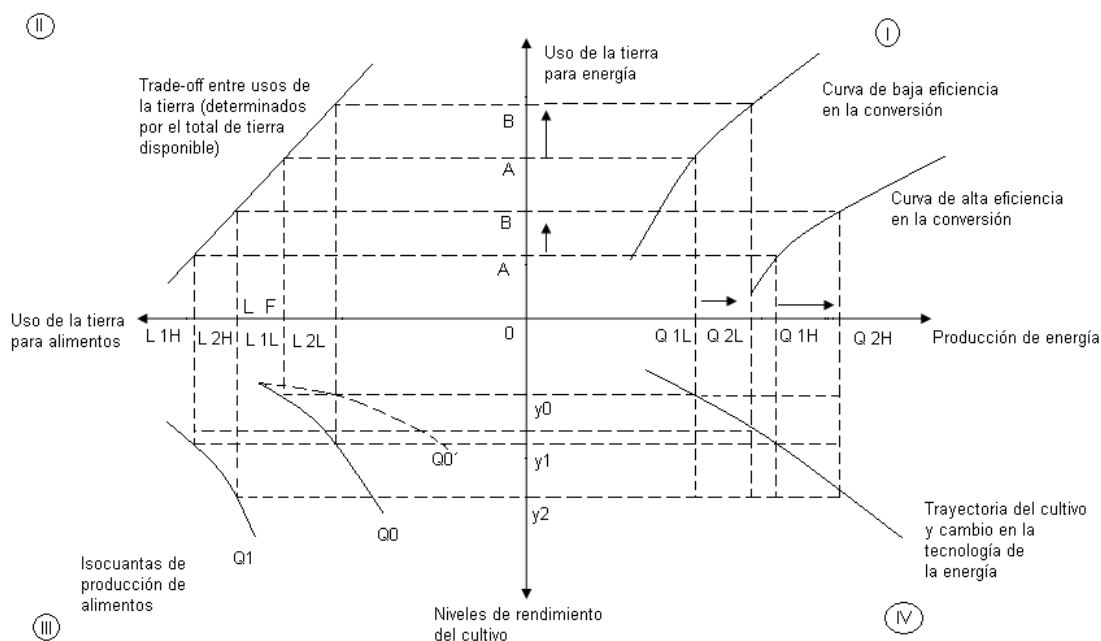
$$- L1L L2L - L1H L2H > + LF \quad (3)$$

En la Relación 3, LF es mayor que cero, representando al ahorro de tierra que se obtiene con el uso de esa tecnología de mayor eficiencia y no de la alternativa menos eficiente.

Si las mejores tecnologías de producción de biocombustibles se muestran al tiempo de una mayor demanda de alimentos (originadas en mayores rentas y crecimiento poblacional), un crecimiento de los rendimientos de y^1 a y^2 , sería necesario para alcanzar un nivel de producción de alimentos $Q1$, sobre la isocuanta más alta indicada en el cuadrante III. En este sentido, debe tenerse en cuenta que ese aumento de rendimientos se genera a partir de un nivel alto de rinde en los cultivos, en el cual se observan rendimientos decrecientes a escala. Por último, si los progresos tecnológicos favorecen la producción de materias primas y la conversión de granos en energía, podrán alcanzarse simultáneamente niveles crecientes de producción de alimentos y una senda de expansión de energía (cuadrante IV).

Se ha desarrollado la polémica entre biocombustibles y alimentos, sobre la base de un análisis teórico que permite estudiar las interacciones entre diferentes sectores, y su impacto en la realidad económica y social.

Figura 1: Modelo de la curva de rendimiento de la bioenergía derivada de la agricultura.



Fuente: Gráfico adaptado de Biofuels and Agricultural Growth: Challenges for Developing Agricultural Economies and Opportunities for Investment (Msangi, Ewing, Rosegrant) de Khanna M. et al. Handbook of Bioenergy Economics and Policy pp 78.

2.1 APLICACIÓN DEL MODELO PARA ARGENTINA

Con el fin de analizar la situación de los mercados argentino y brasilero de biocombustibles, más precisamente del biodiesel, y su impacto en el sector agrícola, se analizará la producción de poroto de soja desde la campaña 2005/2006 hasta la 2017/2018. A partir de los datos obtenidos se calcula el volumen de extracción de aceite de soja y la producción del biodiesel para ser aplicados en el modelo presentado.

Con el objeto de lograr una aproximación empírica al modelo representado en la Figura 1, se busca caracterizar las relaciones entre el uso de tierra en la producción de alimentos o biodiesel, en base a la cantidad de soja cosechada, y la tecnología aplicada en la conversión de granos en biocombustibles, manteniendo el supuesto de que los dos únicos usos de la soja son los alimentos y los biocombustibles. Resulta primordial hacer una aclaración en torno al efecto del trade-off en el uso de tierra: en el momento de las decisiones de siembra, la disyuntiva alimento o biodiesel no aparece en la mente de los agricultores. Los productores identifican en sus planes una sola curva de oferta dependiente de los precios relativos esperados de los granos que compiten por sus tierras e indirectamente con las relaciones de ingresos netos relativos esperados más el riesgo. Así, en el modelo planteado se propone representar una extrapolación en cuanto a las decisiones de una sociedad como un conjunto de sujetos de decisión que actúan en el fenómeno.

Por tanto, si es necesario definir un momento para la toma de decisiones entre las alternativas, alimentos o biodiesel, es en la etapa de la industrialización al final del proceso del “crushing”. Las compañías aceiteras, fundamentalmente, toman decisiones en torno al aceite crudo en función de sus planes: los beneficios esperados y las condiciones del mercado nacional e internacional. Los protagonistas en este escenario son las regulaciones (precios y cupos establecidos para el biodiesel por el gobierno), las petroleras, los “mixers” y otros demandantes nacionales e internacionales. En este modelo, la producción del biodiesel se ha medido considerando la capacidad productiva de las diferentes empresas que participan de la industria. En tanto, el uso de la tierra se mide teniendo en cuenta el coeficiente técnico de producción que indica que, por cada tonelada de soja, se obtienen 180 litros de biodiesel, relación que se justifica por el

porcentaje de aceite en cada grano de soja. Por ello, el coeficiente se mantendrá constante en el tiempo durante el período considerado.

Por otro lado, se considera la cantidad total de soja necesaria para la elaboración de combustible, conociendo el rendimiento de este cultivo en cada campaña, de manera de obtener el total de hectáreas de tierra que se aplican a la producción de energía.

Para Argentina, las estadísticas provistas por la Cámara Argentina de Energías Renovables indican que desde el año 2013, la capacidad instalada de biodiesel se ha mantenido constante en 4,6 millones de toneladas, debido a dificultades de expansión, tanto en el mercado interno (por cambios en las reglas de juego) y en mercado externo (cierres de mercados).

En Argentina, el biodiesel se produce exclusivamente en base al aceite de soja. Por lo que la industria registra datos de plantas que fabrican el biodiesel teniendo como materia prima a la soja o al aceite de soja.

La industria tiene su nacimiento con la Ley Nacional 26.093/2006 y su Decreto Reglamentario 109/2007, que constituyen el marco legal del sector, regulando la producción (a través de cupos), los precios internos, el porcentaje del corte obligatorio, la autorización de las empresas para instalarse y poder ejercer la actividad de producción en biodiesel, bioetanol y biogás, y los instrumentos de promoción.

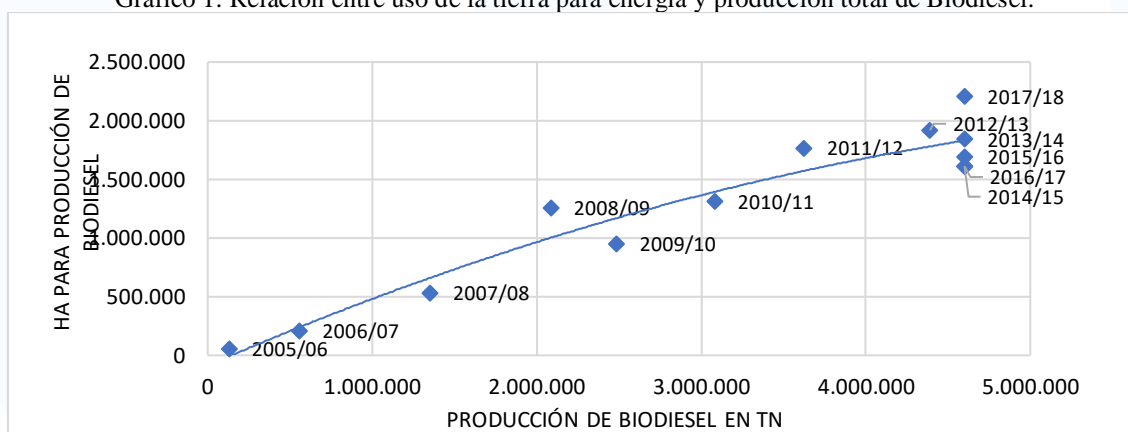
La regulación del Estado en este mercado es importante ya que el otorgamiento de cupos para vender en el mercado local es una condición necesaria para que el mercado no se concentre en pocas firmas. El cupo establecido por la Autoridad de Aplicación de la Ley resulta abastecido principalmente por las pequeñas empresas y debe ser cubierto por completo, para luego destinar los saldos a la exportación.

La industria del biodiesel está integrada, principalmente, por las grandes aceiteras del país de capitales nacionales y extranjeros. Se trata de un grupo no homogéneo de empresas, que se pueden agrupar en dos grandes categorías, las firmas exportadoras, que cuentan con acceso a mercados externos por medio de la comercialización de otros bienes; y las Pymes, que abastecen al mercado interno, favorecidas por los incentivos económicos que les otorga el gobierno. Las primeras venden la mayor parte de su producción al exterior (luego de cubrir el cupo interno asignado) aprovechando sus menores costos

unitarios, los que se explican por la ventaja en la compra de insumos y la posibilidad de aprovechar las economías de escala, estas firmas son tomadoras de precios fijados internacionalmente. Las empresas pequeñas producen siguiendo el precio regulado por el gobierno.

La evidencia de la relación entre hectáreas aplicadas a la producción de biodiesel y producción agregada de este combustible se aprecia en el Gráfico 1; éste muestra con datos empíricos la relación descrita en el cuadrante I del modelo analizado en la Figura 1. En este caso, a partir de los datos de las campañas consideradas, puede aproximarse el comportamiento de la curva de eficiencia global de Argentina de la producción de biodiesel (función de producción de biodiesel).

Gráfico 1: Relación entre uso de la tierra para energía y producción total de Biodiesel.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Cámara Argentina de Energía Renovable y Ministerio de Agricultura de la Nación.

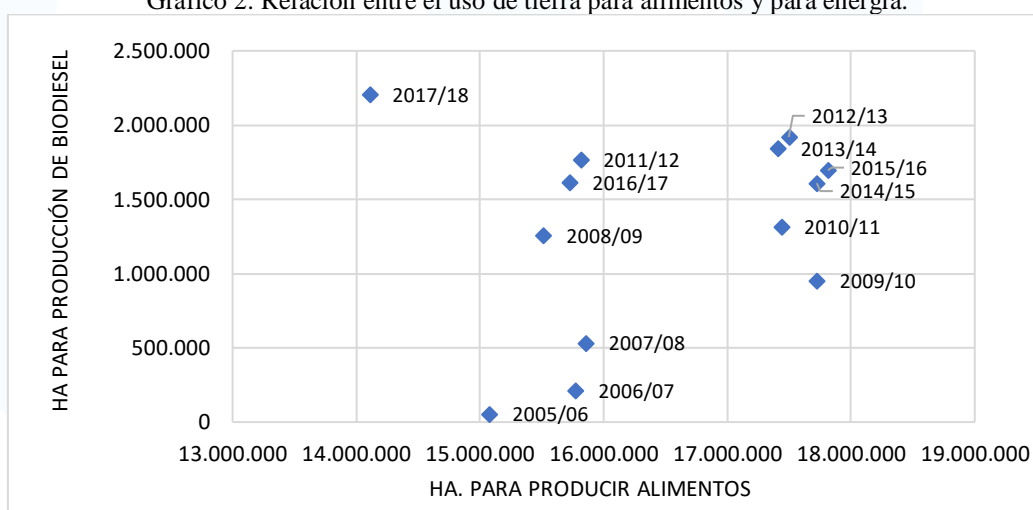
Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

Con el fin de explicar la determinación de la frontera agropecuaria (Cuadrante II del modelo de la Figura 1) se consideró el uso alternativo del recurso tierra entre los dos bienes: soja para alimentos y soja para biodiesel. Para identificar esos datos se tomó el total de hectáreas cosechadas en cada campaña, partiendo de las cifras del total de aceite necesario para producir biocombustibles, y reconociendo como diferencia, a la cantidad de hectáreas usadas para cosechar soja destinada a alimentos (no debe perderse de vista que se parte del supuesto de que energía y alimentos son los dos únicos usos alternativos del cultivo analizado). Es decir, de cada tonelada de soja, un 18% se obtiene aceite a partir

del cual se elabora el biodiesel, y el resto se considera alimento (harinas y cáscaras) junto con el grano destinado a alimento. Las hectáreas necesarias para producir biodiesel se calculan en base a ese 18%, la superficie restante es para alimentos (tanto harinas, cáscaras y granos).

Esto se representa en el Gráfico 2, en el que se observa el “trade-off” entre los usos alternativos de la tierra, como una frontera agropecuaria marcada por el total de tierra disponible. Se desprende del mismo, la inexistencia de “trade-off”, por un lado, por la factibilidad de ampliar la frontera agropecuaria; y por otro lado, porque la cantidad de hectáreas asignadas, depende principalmente del rinde¹. Cabe señalar, que el porcentaje destinado a cada uso en los últimos cinco años, ha sido en promedio una proporción de 10% de hectáreas para biodiesel y el 90% restante para alimento.

Gráfico 2: Relación entre el uso de tierra para alimentos y para energía.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Cámara Argentina de Energía Renovable y Ministerio de Agricultura de la Nación.

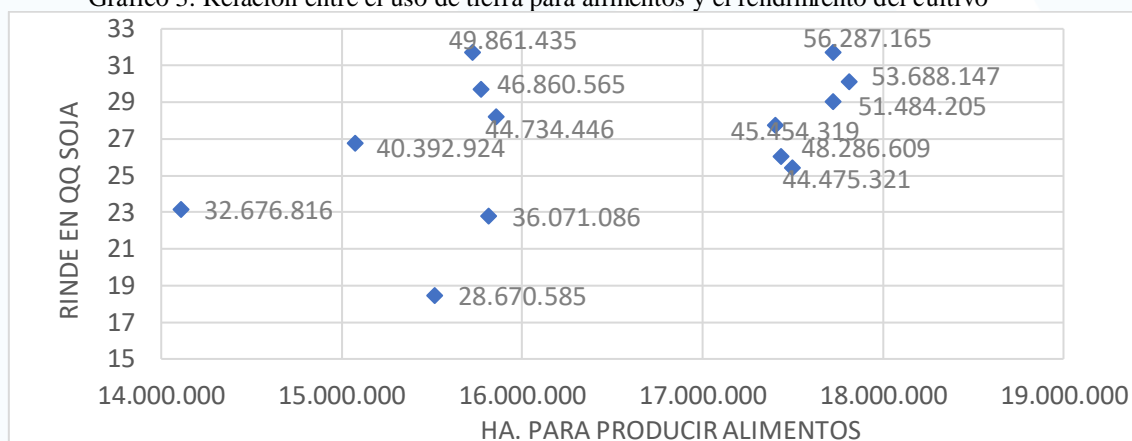
Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

En lo que concierne al cuadrante III del modelo propuesto en la Figura 1, el mismo permite reconocer la relación existente entre el rendimiento del cultivo de soja y la cantidad de tierras aplicadas a la producción. En este punto, se debe tener presente que,

¹ A partir del año 2013, la capacidad de producción de biodiesel se mantiene constante, por lo que las hectáreas necesarias para alcanzar la producción varían solo por el rinde por hectárea.

de manera implícita, en el rendimiento de un cultivo actúan un conjunto de factores, exógenos y endógenos, que modificarán la productividad obtenida. Entre estos factores se encuentran las condiciones climáticas, el nivel de lluvia o la utilización de sistemas de riego, la rotación o no de cultivos en cada período, entre los más relevantes. Ese vector de factores condicionantes ha actuado en el caso argentino tal como se evidencia en el Gráfico 3, donde se aprecia la relación existente entre el rendimiento de soja medido en quintales por hectárea (según estadísticas del Ministerio de Agricultura de la Nación) y el total de tierra utilizada para la producción de este cultivo.

Gráfico 3: Relación entre el uso de tierra para alimentos y el rendimiento del cultivo



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Cámara Argentina de Energía Renovable y Ministerio de Agricultura de la Nación.

Nota: Los valores de los puntos indican los niveles de producción de soja para alimentos en toneladas.

Al analizar el gráfico anterior, se puede pensar que es muy probable que cada punto pertenezca a una isocuanta diferente y no a la misma (como sugeriría la unión de los diferentes puntos). Cada punto, al representar un nivel de producción dado por los dos factores en distintos momentos de tiempo, y siendo valores de producción diferentes para cada año, representan un punto de una isocuanta.

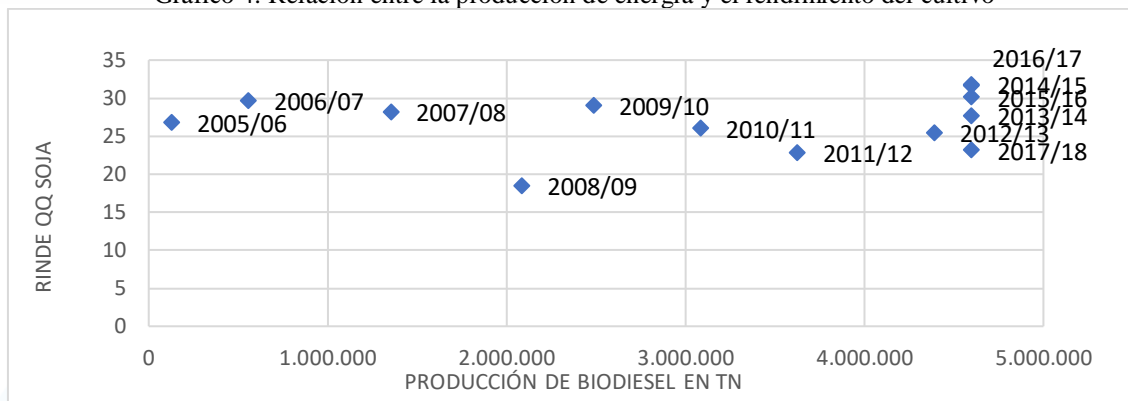
La relación entre el nivel de rendimiento del cultivo estudiado y la producción de energía se aprecia en el cuadrante IV de la Figura 1. Para analizar esa relación se ha construido un diagrama de dispersión que surge del rendimiento de soja, tal como se lo presentó en el gráfico anterior (quintales por hectárea), y el total de producción de

biodiesel a partir de los datos estadísticos de la Cámara Argentina de Energía Renovable (véase Gráfico 4).

En el caso particular de Argentina, se evidencia que el volumen total de producción de biodiesel ha aumentado a lo largo del tiempo, sin depender de la variación en el rendimiento de su principal insumo, lo que se explica en parte, por su legislación. Esta relación podría parecer indicativa de un impacto negativo en el volumen de producción de alimentos (lo que no se observa para el caso argentino bajo análisis), en el sentido que, independientemente del menor rendimiento que pueda presentarse en alguna campaña, como la de los años 2008/2009, la cantidad de soja aplicada a “combustible verde” no se resiente. Evidentemente, es así, pues las relaciones tecnológicas en la producción de biodiesel y en la de aceites y harinas son reflejados en coeficientes técnicos fijos tipo Leontief; esto justifica el hecho que las plantas industriales no pueden modificar esos coeficientes frente a las variaciones en los rendimientos de las materias primas. Es comprensible que no exista relación entre la producción de biodiesel y los rendimientos de la soja, porque la producción del primero está en la etapa de industrialización (sector secundario) y los rendimientos son característicos de la producción del sector primario.

Cabe destacar que, si se midiera el tenor graso del grano ingresado a planta para crushing en cada año, y se lo correlacionaría con la producción de biodiesel se verificaría lo siguiente: que para producir una misma cantidad de biodiesel necesitaríamos menor cantidad de grano por cada tonelada de aceite, y entonces no puede concluirse que el modelo planteado sea inconsistente en su aplicación a la situación argentina, sino que debería tenerse en cuenta un último cuadrante no incorporado en el mismo que muestre la relación antes descrita.

Gráfico 4: Relación entre la producción de energía y el rendimiento del cultivo



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Cámara Argentina de Energía Renovable y Ministerio de Agricultura de la Nación.

Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

Se puede observar que no hay relación entre los niveles de rendimiento del cultivo y la producción del biodiésel, ya que esta última aumenta hasta la campaña 2012/13 y luego, se mantiene constante; mientras tanto, la evolución del rendimiento del cultivo a lo largo de las sucesivas campañas no tiene un comportamiento determinado. Lo antes expuesto, permite concluir que no se está resolviendo el dilema entre biocombustibles y alimentos en términos del modelo planteado, porque para ello, es necesario que el rendimiento del cultivo aumente en forma continua, y con ello la producción, lo que no se verifica con los datos analizados.

Como corolario, con los datos disponibles, no hay evidencias de un cambio tecnológico que permita superar el trade-off mencionado. Una explicación para ello, viene dada porque la producción de un país no sólo aumenta por un incremento del rinde del sector agropecuario, medido en QQ/ Ha, sino también por otros factores como los estímulos económicos (subsidios, políticas internacionales, etc.) y precios de referencia a nivel internacional, sin perder de vista que estos factores impactan directamente en las decisiones de los productores de biocombustible, y no así las decisiones de crushing.

2.2 APLICACIÓN DEL MODELO AL CASO DE BRASIL

En el caso de Brasil, a diferencia de Argentina, se produce biodiésel a partir de distintas materias primas. En los últimos cinco años, los porcentajes de participación

promedio en la producción fueron los siguientes: 76% en base a aceite de soja, 2% aceite de algodón, 18% grasas animales y 4% otros materiales grasos.

A partir de los datos de ANP (2019) se puede observar que en los últimos 5 años (2014 a 2018) hubo un aumento significativo en la producción de biodiesel, mientras que en 2014 la producción consolidada fue de 3.422.210 m³, en el 2018 fue de 5.350.036 m³, lo que representó un aumento del 56,33%.

Estos aumentos tienen una relación directa con la política pública por los incentivos a la producción de biodiesel, donde el gobierno redujo las alícuotas impositivas (Cide, IPI, Pis / Pasep, Cofins) y ofreció crédito con un menor costo financiero a los productores, además de los subsidios, que cubren el mayor costo del biocombustible en comparación con el diésel. De acuerdo al Plan Nacional de Agroenergía (ANP)², hay tres aspectos que justifican tales incentivos: a) energías renovables como alternativa al petróleo; b) contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes del aire en las ciudades; c) perspectiva de creación de empleo, ingreso e inserción productiva en el campo.

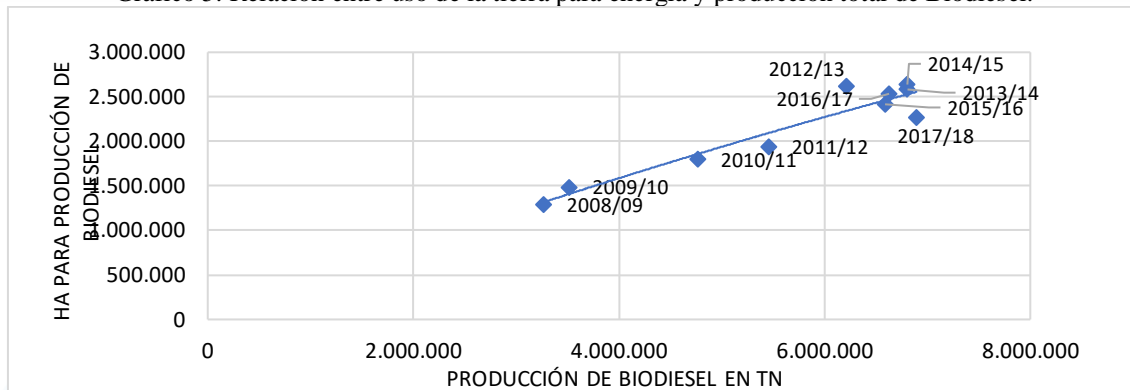
Los incentivos del Estado al biodiesel son de gran importancia por tres razones centrales: a) el apoyo que debe darse a una cadena de suministro incipiente; b) atención al equilibrio de producción y competencia, con calidad y regularidad, y c) fomento de la creación de empleo en la agricultura.

Las discusiones sobre los cambios en el marco legal del biodiesel comenzaron en 2010, con cambios significativos, destacando que el aspecto central es la elevación del 11% actual, hasta el 20% de la adición de biodiesel al diésel, gradualmente, en los próximos años.

Al analizar para Brasil la relación entre hectáreas aplicadas a la producción de biodiesel y producción agregada de este combustible se aprecia una función de producción de biodiesel con comportamiento esperado, ya que a medida que usamos más hectáreas de tierra para el cultivo de soja destinada a la producción de biodiesel, las cantidades producidas de este último son mayores (véase Gráfico 5).

² Es un documento que guía las acciones del gobierno en esta área.

Gráfico 5: Relación entre uso de la tierra para energía y producción total de Biodiesel.

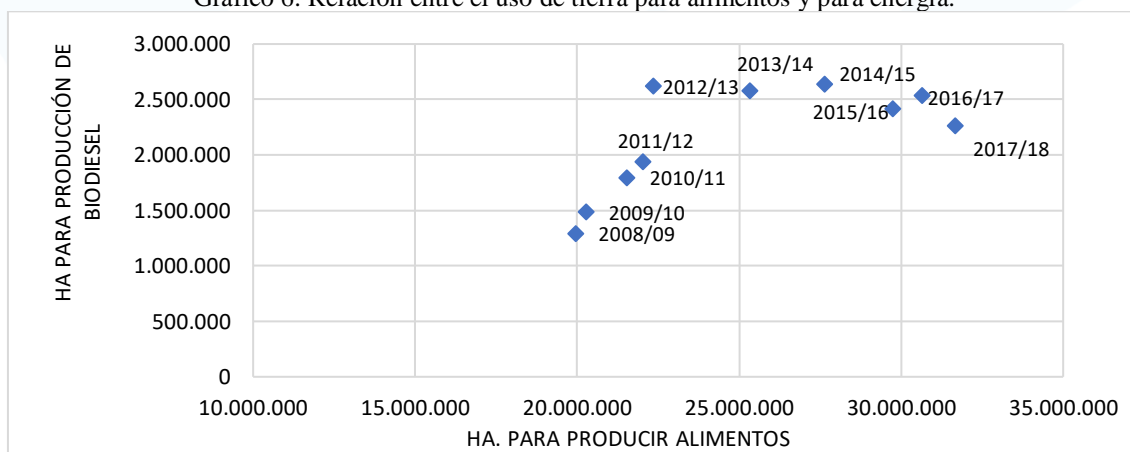


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) y del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

Respecto a la frontera agropecuaria o “trade-off” entre los usos alternativos de la tierra, como una frontera agropecuaria limitada por el total de tierra disponible, la cantidad de hectáreas sembradas de soja se incrementa período a período y el porcentaje destinado a cada uso es constante, manteniendo una proporción promedio de 8% para biodiesel y el 92% restante para alimento. En consecuencia, no existe “trade-off” por la continua ampliación de la frontera agropecuaria (Gráfico 6).

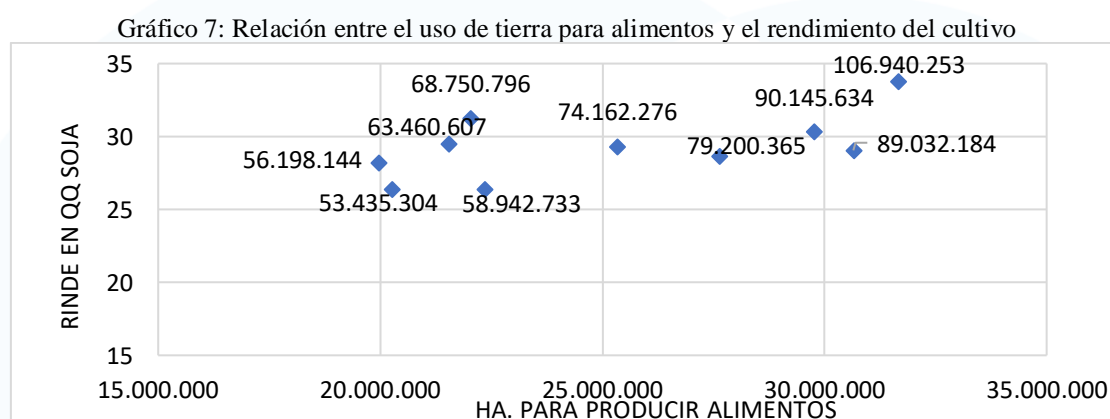
Gráfico 6: Relación entre el uso de tierra para alimentos y para energía.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) y del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

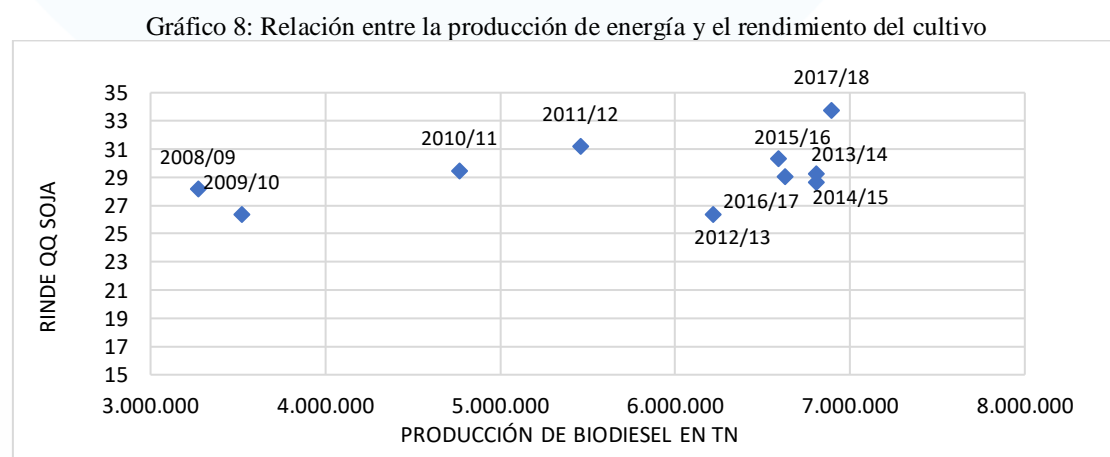
Al analizar el Gráfico 7, se puede inferir que es muy probable que cada punto indicado pertenezca a una isocuanta diferente, al representar un nivel de producción dado por los dos factores en distintos momentos de tiempo, y siendo valores de producción diferentes en cada año, representa un punto de una isocuanta.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) y del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nota: Los valores de los puntos indican los niveles de producción de soja para alimentos en toneladas.

En el Gráfico 8, se examina la relación entre el nivel de rendimiento del cultivo estudiado y la producción de energía, se observa una correlación levemente creciente, al incrementarse el rinde la producción de energía aumenta. Así, el cambio tecnológico permitiría superar un posible trade-off.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) y del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

En conclusión, no se observa una relación entre los niveles de rendimiento del cultivo y la producción del biodiesel, ya que esta última viene aumentando de manera continua, mientras que la evolución del rendimiento del cultivo a lo largo de las sucesivas campañas no tiene un comportamiento determinado. Tal como se mencionó en el caso Argentino, no se está resolviendo el problema entre biocombustibles y alimentos en términos del modelo planteado.

3 AMPLIACIÓN DEL MODELO DE BIODIESEL - ALIMENTOS PARA EQUILIBRIO PARCIAL

En este punto, se presenta una descripción de la industria del biodiesel y se formula un modelo de equilibrio parcial para interpretar su comportamiento.

El objetivo de la ampliación del modelo propuesto es explicar y predecir que la producción de energía proveniente de biodiesel está vinculada a las decisiones sobre el uso de la tierra y, en definitiva, al volumen de la producción y a la productividad de un cultivo.

Aquí se consideran los impactos de dos cambios tecnológicos simultáneos: a) los progresos tecnológicos en los métodos de conversión de granos en combustibles que generan mayor eficiencia, que puede sintetizarse en el cambio tecnológico en la producción de biodiesel, b) los avances tecnológicos centrados en la labor agronómica para producir más materias primas provenientes de la tierra (genética, fertilización, prácticas cultivales y equipamiento de capital). En el primer caso, el cambio tecnológico en la producción de biodiesel, provoca un aumento en la eficiencia de la producción del mismo. El segundo cambio, significa una mayor cantidad de energía producida con una misma cantidad de tierra utilizada o alternativamente, se obtiene una cierta cantidad de energía, con una cantidad menor de tierra.

En el modelo se supone que las PYMES presentan una menor eficiencia en la producción de biodiesel, por lo que necesitan más tierra para obtener la misma cantidad de combustible, supuesto real al considerar la falta de acceso a la materia prima y a los mercados, lo que encarece relativamente su producción y lleva a necesitar el apoyo del gobierno a través de un precio subsidiado para poder subsistir, al menos para el caso

argentino. Mientras, las empresas con mayores escalas de capacidad productiva, tienen la posibilidad de exportar y son más eficientes, por lo que se infiere que, con una menor dotación de tierra respecto de las pequeñas empresas, consiguen un producto medio superior del recurso.

En el lado derecho de la Figura 2 (cuadrante II) se muestran las curvas de producción de biodiesel en función al insumo tierra, dibujando en el mismo la función correspondiente para empresas de alta eficiencia (empresas grandes, que tienen la posibilidad de ser exportadoras), la función correspondiente para empresas de baja eficiencia (PYMES), y la función de producción agregada. En el lado izquierdo de la figura (cuadrante III), puede observarse el uso de la tierra para los dos fines considerados.

La función de producción agregada se obtiene de la siguiente manera: Partiendo de un punto inicial, supóngase el Punto 1 en la Función de Oferta de Biodiesel PYMES, que representa una producción de esas empresas de $Bp1$ para un uso de la tierra de $TBp1$, y otro punto inicial 1 en la Función de Oferta de Biodiesel de las Grandes Empresas (exportadoras), que representa una producción de $Bg1$ para un uso de la tierra de $TBg1$. La adición de los segmentos, representa gráficamente la producción de biodiesel para ambos tipos de empresas, obteniéndose la producción total (agregada) de la economía en biodiesel ($Ba1 = Bp1 + Bg1$). Con la misma lógica, se puede agregar la producción de ambos tipos de empresas, para el caso en que ambas incrementen su producción, motivadas por algún shock (que se explicará más adelante); se obtienen así los puntos nombrados como 2 en las Funciones de Oferta de Biodiesel de PYMES y en la correspondiente a las Grandes Empresas, que representa una producción para las primeras de $Bp2$ para un uso de la tierra de $TBp2$, y para de las grandes empresas de $Bg2$ para un uso de la tierra de $TBg2$, para un total de producción agregada de la economía de $Ba2$. Con los dos puntos obtenidos, se puede obtener la curva de producción agregada de la industria del biodiesel (que se llamará Oferta de Biodiesel Agregada).

Por otro lado, es importante aclarar que, al destinar más cantidad de tierra a la producción de soja para biodiesel, quedarán menos hectáreas disponibles para la producción de soja destinada a otros fines (alimentos).

PA/PBD³ (representado por la recta aa) que impera en la economía. Este punto de combinaciones de producción de soja para ambos usos (biodiesel y alimentos), llevará a usar la cantidad de tierra TB1 para producir soja para la fabricación de biodiesel y TA1 quedará disponible para la cosecha de soja para alimentos.

Se introduce ahora un incremento en el precio relativo que está inducido por un aumento en el precio del biodiesel (tal que $PBD' > PBD$), se obtiene, en tanto, una nueva recta bb de precios relativos.

Tras el aumento en el precio (suponiendo que el precio de la soja para alimentos se mantiene constante), las nuevas cantidades de producción serán de B2 para la soja destinada al biodiesel y A2 para la soja destinada a alimentos, lo que requerirá el uso de TB2 hectáreas de tierra para la cosecha de soja para biodiesel y TA2 para soja destinada a alimentos.

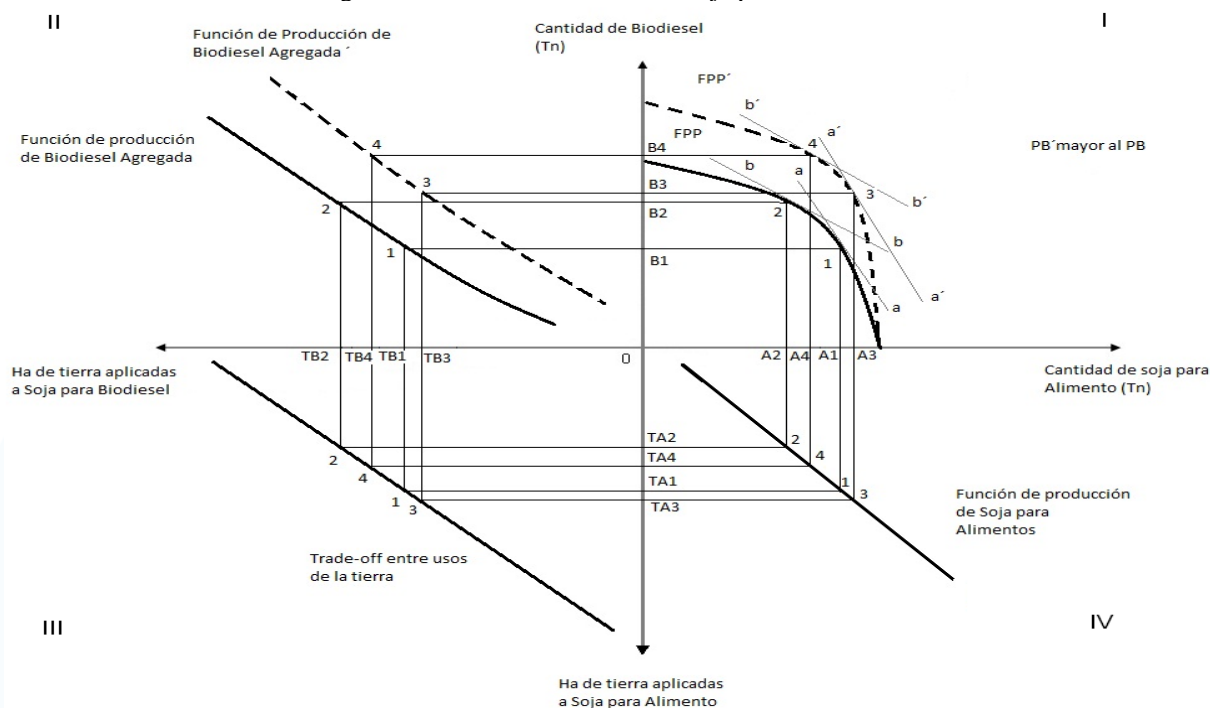
Si ahora se introduce un cambio tecnológico en el sector biodiesel, de modo tal de incrementar la eficiencia en la producción de dicho bien, la curva de transformación se trasladaría a una superior, tal como FPP', lo que permitirá producir más cantidad de biodiesel para las mismas cantidades producidas de soja destinada a alimentos; es decir, los puntos de la primer FPP son ahora puntos internos de esta curva FPP'.

Se observa que la Función de Producción de Biodiesel Agregada se traslada, aumenta la oferta del bien, ya que la mejora en la tecnología usada en dicha producción hará posible que se produzcan más toneladas de biodiesel por cada hectárea de tierra usada en la producción de soja para biodiesel, en comparación al uso de la misma con la tecnología anterior.

Si se consideran los precios relativos analizados con anterioridad, PA/PBD y PA/PBD', se tienen las cantidades de producción de biodiesel B3 y B4, y A3 y A4 para la soja destinada a alimentos, respectivamente. Las cantidades de tierra usadas en ambas producciones y para ambos precios relativos son de TB3 y TB4, y TA3 y TA4, respectivamente.

³ Donde P_A es el precio de la soja para alimentos, y P_{BD} es el precio que enfrenta la industria de biodiesel, considerado como un promedio ponderado entre el precio interno y el precio internacional.

Figura 3: Modelo biodiesel versus soja para alimentos.



Fuente: Elaboración propia.

3.1 APLICACIÓN DEL MODELO PARA EL CASO ARGENTINO

A continuación, se planteará, el modelo a partir de la utilización de información estadística publicada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación y de la Cámara Argentina de Energía Renovables.

Con el dato de las hectáreas sembradas y cosechadas de soja, y la producción de granos que de ello resulta. Luego, se calcula el rendimiento en kilogramos y en quintales de soja por hectárea cosechada, obteniendo la cantidad de soja utilizada para producir biodiesel y alimentos, en toneladas, y las hectáreas asignadas para ambas producciones. Se considera nuevamente, para calcular la producción de biodiesel, que con una tonelada de soja se realizan 180 litros de biodiesel.

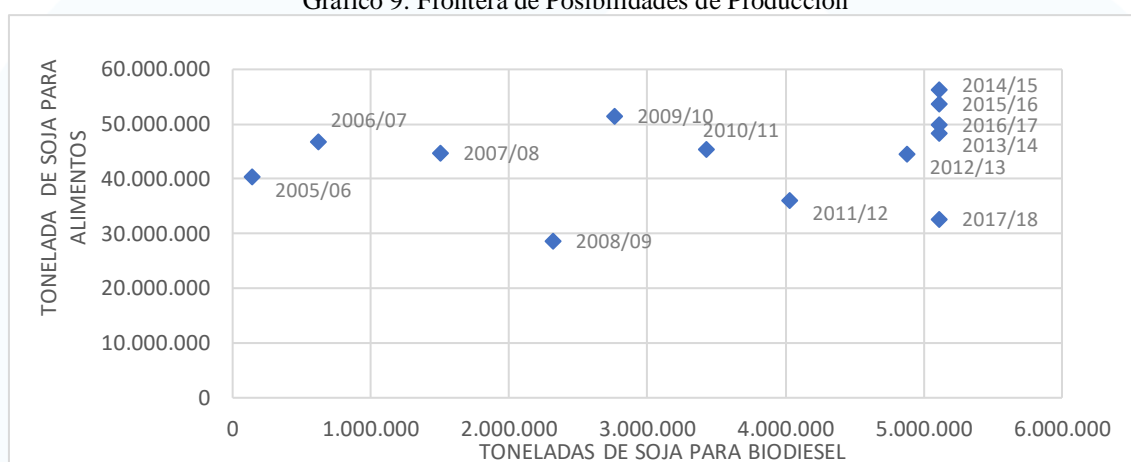
De la aplicación del modelo anterior, surgen los datos más relevantes en gráficos de dispersión, reflejando las líneas de tendencia; de esta forma se puede corroborar la dinámica del modelo con una aproximación empírica sencilla.

La evidencia empírica de la explicación teórica del cuadrante II del modelo se presenta en el Gráfico 1 (Oferta Agregada de Biodiesel o Función de Producción de

Biodiesel). El comportamiento de la misma es el esperado, ya que a medida que usamos más hectáreas de tierra para el cultivo de soja destinada a la producción de biodiesel, las cantidades producidas de este último son mayores.

Ahora, volviendo al cuadrante I de la Figura 3 se analiza la FPP para Argentina, la que se muestran en el Gráfico 9, con datos empíricos.

Gráfico 9: Frontera de Posibilidades de Producción



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Cámara Argentina de Energía Renovable y Ministerio de Agricultura de la Nación.

Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

Para analizar la FPP se debe tener presente que la misma se grafica considerando los puntos eficientes, quedando dentro de la frontera aquellos que no lo son y que llevan a lograr menores toneladas de producción de un bien en función de la del otro bien. La aproximación empírica indica que, en cuanto a la FPP, del análisis de los puntos del Gráfico 9, se puede inferir que el punto de la campaña 2014/15 es un punto eficiente que se encontraría sobre la frontera, los restantes puntos son ineficientes, lo que significa que, en esos años, no se cultivaba en forma eficiente la producción de soja para ninguno de sus usos.

Por otro lado, los puntos alineados a la derecha del gráfico muestran la capacidad instalada máxima de la industria que se mantuvo constante desde la campaña 2013/14.

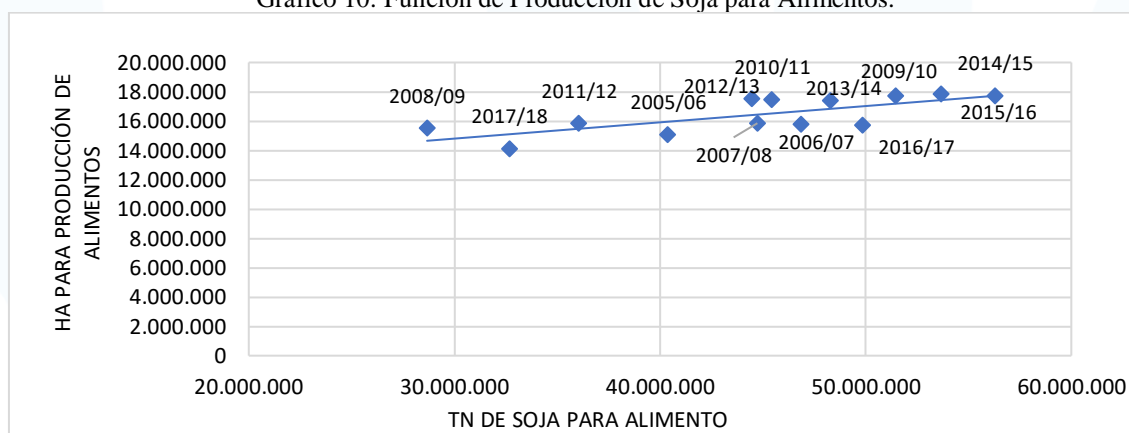
En cuanto al análisis de la curva de Oferta de la Tierra, denominada así al explicar el marco teórico del modelo (“Trade-off entre usos de la tierra”), también es posible

ilustrar lo representado en el cuadrante III de la figura de cuatro cuadrantes. Esto se observa en el Gráfico 2 presentado anteriormente.

El resultado en la gráfica 2 de la Oferta de Tierra muestra la inexistencia del “trade-off”, ya que se puede ampliar la frontera para aumentar la producción de ambos bienes, y por otro lado la cantidad de hectáreas usadas depende principalmente del rinde y no de la cantidad de tierra destinada a la producción (a partir del 2013 en que la capacidad de producción de biodiesel se mantiene constante las hectáreas necesarias para alcanzar la producción varían solo por el rinde).

Finalmente, para el caso de la Función de Producción de Soja para Alimentos, que se corresponde con el cuadrante IV de la Figura 3 y reproducido en el Gráfico 10, el comportamiento es el esperado, ya que a medida que se usan más hectáreas de tierra para dicho cultivo, las cantidades que de éste se producen, son mayores.

Gráfico 10: Función de Producción de Soja para Alimentos.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Cámara Argentina de Energía Renovable y Ministerio de Agricultura de la Nación.

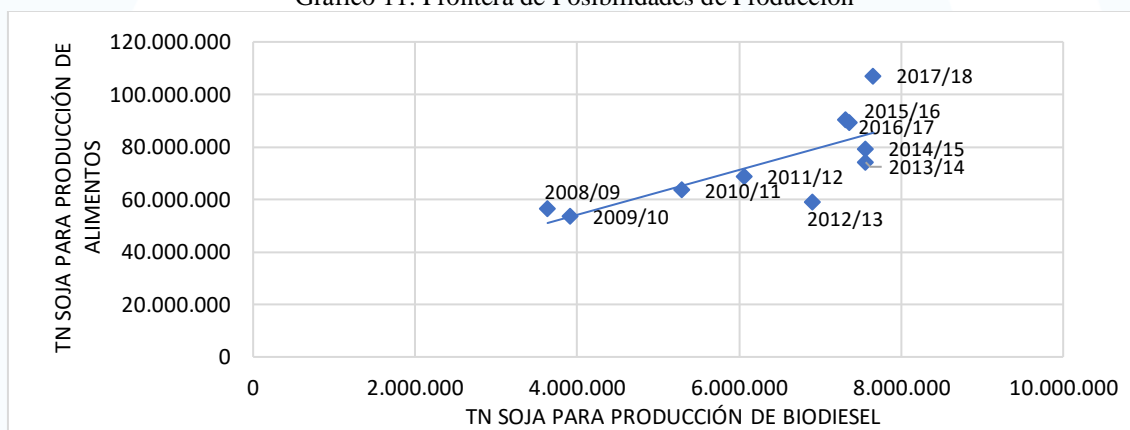
Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

3.2 APLICACIÓN DEL MODELO PARA BRASIL

Para analizar Brasil, se realizan los gráficos análogos a los realizados para el caso argentino, con datos cuyos cálculos se construyen de manera al caso argentino. En el caso de la función de producción del biodiesel, el comportamiento es el esperado, como se observa en el Gráfico 5.

Para analizar el cuadrante I se estudia la FPP para Brasil con datos empíricos. Se puede pensar que cada punto pertenece a una frontera de posibilidades de producción diferente. El trade off no se encuentran evidencias, ya que la superficie sembrada crece año a año (entre los años 2008 y 2017 la cantidad de toneladas de soja sembrada creció un 60%), lo mismo sucede con las toneladas cosechadas de grano (entre los años 2008 y 2017 la cantidad de toneladas de soja cosechadas creció un 92%). Esto permitió que las toneladas de soja destinadas para ambos usos se vieran incrementadas. Lo anterior se muestra en el Gráfico 11 y el Gráfico 6 de oferta de la tierra ya estudiado en el apartado anterior.

Gráfico 11: Frontera de Posibilidades de Producción

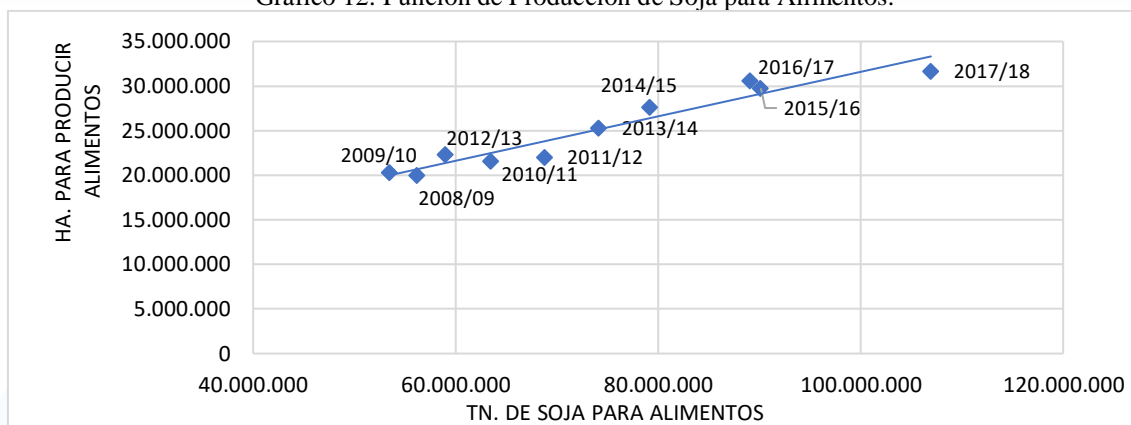


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) y del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

La función de producción de soja para alimentos tiene el comportamiento esperado, a medida que se destinan más hectáreas de soja para la producción de alimentos, se puede obtener más toneladas de soja para dicho uso (véase Gráfico 12).

Gráfico 12: Función de Producción de Soja para Alimentos.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) y del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nota: Los valores de los puntos indican las campañas.

4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con relación a la producción de biodiesel, bajo el supuesto de plena capacidad, las hectáreas cosechadas necesarias en los últimos cinco años bajo estudio en promedio para poder hacer frente a dicha producción fueron: en el caso de Argentina, del 10% mientras que, en el caso de Brasil, del 8%. La razón principal de esto es que, si bien Brasil dispone de una capacidad de producción de biodiesel de 6,9 millones de toneladas y Argentina de 4,6 millones de toneladas, Brasil dispone en promedio para las campañas 2013/14 a 2017/18 de un 66% más de hectáreas sembradas que Argentina. En ambos países los porcentajes de hectáreas usadas para producir biodiesel no son elevados como para comprometer la producción de alimentos.

Los datos señalan que para 2020 Brasil sería el mayor productor de soja del mundo superando a los Estados Unidos, con un potencial de crecimiento aún mayor, para el periodo bajo estudio Brasil usaba 63 millones de hectáreas con agricultura, lo que representaba el 7,2% de todo el territorio. Según los datos, el país tendría la posibilidad de duplicar el área actual de la agricultura sin deprimir las áreas usadas actualmente para la ganadería.

Otros avances en la producción de soja se evidencian en la productividad de nuevas tecnologías y mejoras genéticas, mientras que el área se expandió 3,3 veces en

comparación con principios de la década de 1980, la producción creció 5,6 veces en el mismo período, lo que significa que la producción por hectárea sembrada casi se duplicó.

El modelo de equilibrio parcial bajo análisis contempla dos formas de cambios tecnológicos: en la eficiencia de las industrias de conversión de biomasa en bioenergía y en la producción de materias primas oleaginosas a partir del uso del suelo.

Se propuso en el trabajo extender el modelo de Msangi al plantear un análisis de equilibrio parcial que incorpore una función agregada de biodiesel y una de soja para alimentos, vinculado con los precios relativos de los bienes que compiten por el uso del suelo.

Con la aplicación del modelo, se demuestra que los cambios tecnológicos simultáneos pueden ejercer sinergias para ahorrar tierra en la producción de energía, produciendo más alimento; o bien disponer de mayor cantidad de energía sin sacrificar alimentos.

Por otra parte, se observa que la expansión de la producción de biodiesel no depende del rendimiento de los cultivos de soja, pues la tecnología de producción considerada en el modelo es de coeficientes fijos tipo Leontief. Se evidencia, que la mayor producción de biodiesel será posible por medio de la incorporación de nueva y mejor tecnología en la producción de soja de modo tal de no perjudicar las cantidades de alimentos requeridas por la sociedad; teniendo en cuenta la incorporación de nuevas tierras y tecnología de avanzada y el impacto de los precios de los biocombustibles en los alimentos.

Es importante recordar que la relación del uso de la tierra para biodiesel y de la producción del mismo presenta el comportamiento esperado, la producción se ve incrementada al aumentar las hectáreas de tierra destinadas a producir soja para ese fin.

Al considerarse, al menos en el corto plazo, que la cantidad de tierra disponible para el cultivo de soja es fija (frontera agropecuaria constante), existe un trade-off por el uso de la tierra, a la hora de decidir sobre los usos alternativos analizados. Se debe tener presente, que se supone que el productor decide de antemano si produce soja para venderla como alimento o como biocombustible.

Por otro lado, la relación del rinde del poroto de soja, medido en quintales por hectárea se ha mantenido relativamente estable salvo para el año 2008 de sequía en Argentina, mientras que la producción de biodiesel ha aumentado constantemente. Es así que, exceptuando el año 2008, caso atípico en el que disminuye abruptamente el rinde; en general, se evidencia que ante rendimientos prácticamente constantes el aumento en las hectáreas destinadas a producir soja para alimentos incrementa la producción de ese grano para dicho fin.

En Argentina, los indicadores analizados muestran las relaciones esperadas a nivel teórico. Sin embargo, dadas las características de la industria, no es posible obtener evidencias de la competencia entre Biocombustibles y Alimentos, que podría ser salvada por la ampliación de la frontera agrícola.

Finalmente, el desarrollo actual de la industria de biocombustibles no puede dar una respuesta integral frente a las necesidades crecientes de energía que demanda el planeta, tampoco pretende sustituir de raíz el uso de los combustibles de origen fósil. Sin embargo, los nuevos biocombustibles pueden contribuir al ahorro de diésel oil para los requerimientos productivos en entornos puntuales y regionales; por ejemplo, resolviendo la gran demanda del sector agropecuario en épocas de mayor actividad, mediante el abastecimiento de energía para la maquinaria agrícola.

En un sentido amplio, se puede sostener que, en Argentina, es necesario desplegar políticas estables y firmes para desarrollar la energía solar y eólica debido a sus condiciones climáticas variadas por la posición que ocupa el país en el cono sur; no menos importante es explorar el aprovechamiento de la energía mareo motriz que podría generarse debido a la longitud de sus costas. En relación a este punto, Brasil podría ser un ejemplo a seguir en políticas de energía renovables, dado que lleva mayor tiempo de desarrollo de esas energías.

Para responder a los imperiosos objetivos de seguridad alimentaria, la idea central es que deberían dirigirse los esfuerzos al empleo de esas fuentes alternativas de energía, como sustitutos de los combustibles fósiles y reservar los biocombustibles para casos puntuales, como los señalados en el párrafo anterior.

REFERENCIAS

ANP. Agência Nacional de Petróleo. Gás Natural e Biocombustível. Dados Estatísticos, produção de biodiesel. < Disponible en: <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>> Acceso el 20 de mayo de 2019.

Ardila, Jorge (2009): *“Oferta de alimentos en el contexto actual: tendencias y desafíos para América Latina y el Caribe”*; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Asís, I.; Sattler, S.; Castro Gonzalez, E. (2018). *“Posibles escenarios en el análisis del Upgrading y governance de la cadena de soja”*. Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política. La Plata. Buenos Aires.

Asís, I.; Sattler, S.; Castro Gonzalez, E. (2017). *“Análisis y Perspectivas de la industria de los biocombustibles en Argentina”*. Argentina. Rosario, Santa Fe. 2017. Revista. Artículo Completo. Jornada. VIII JORNADAS DE ECONOMIA ECOLÓGICA. Facultad de Ciencias Económicas y Estadística.

Blanco Fonseca, María; Burrell, Alison; Gay, Hubertus; Henseler, Martin; Kavallari, Aikaterini; M'Barek, Robert; Pérez Domínguez, Ignacio; Tonini, Axel (2010), “Impacts of the EU biofuel target on agricultural markets and land use: a comparative modelling assessment”.

Cámara Argentina de Energía Renovables. <http://www.argentinarenovables.org/>

De la Torre Ugarte, Daniel (1997), “The POLYSYS Modeling Framework: A Documentation”.

Duffey, Annie (2011). *“Estudio regional sobre economía de los biocombustibles 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe”*, CEPAL.

INDEC: Informe de Biocombustibles Mayo de 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Dados estatísticos da produção agrícola Municipal. < Disponible en <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>> Acceso el 20 de mayo de 2019.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación <http://www.minagri.gob.ar>

Msangi, Ewing, Rosegrant (2010), “Biofuels and Agricultural Growth: Challenges for Developing Agricultural Economies and Opportunities for Investment”. Khanna M. Scheffran J., Zilberman D. (2010). Handbook of Bioenergy Economics and Policy. Cap., pp 73-90. Springer Eds. Springer Science + Business Media LLC 2010.

Ramos, L. P. Et. Al. (2016) “Biodiesel: Matérias-Primas, Tecnologias de Produção e Propriedades Combustíveis”. Revista Virtual de Química. Vol. 9, nº 01. Pág. 317-369, 2016.

Secretaría de Energía de la Nación- datos de la industria:
<http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3025>

Sonnet, F. H.; Moneta Pizarro, A. M.; Sattler, S. A.; Monzani, F.; Castro González, E. L.; Rossini, M. L. (2011). “El impacto del biodiesel sobre los recursos y la disponibilidad de materias primas del agro: un modelo con aproximación empírica”, Artículo presentado en III congreso regional de economía agraria xvi congreso de economistas agrarios de Chile xlii reunión anual de la asociación argentina de economía agraria. (9 al 11 de Noviembre 2011). (En Libro de Resúmenes pp. 99-100).

Sonnet, F. H.; Sattler, S. A.; Rossini, M. L.; Castro González, E. L. (2011) “El mercado de Biocombustibles: una oportunidad para el crecimiento y desafío frente a los alimentos”, Artículo presentado en XIV jornadas nacionales de la empresa agropecuaria. Delegación y la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. (21 al 23 de septiembre) (En libro de resúmenes pp. 71 a 75).

Sonnet, F. H.; Sattler, S. A.; Monzani, F.; Castro González, E. L. (2012). “La industria de Biocombustibles: análisis económico, concentración y regulación.”, Artículo presentado en XLVII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política en la Universidad Nacional de la Patagonia “San Juan Bosco”- Trelew, del 14 al 16 de noviembre de 2012.

Sonnet F., Sattler S., Castro Gonzalez E. (2014) “Impacto de la producción de biodiesel en el uso de la tierra y en la disponibilidad”. Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política. Posadas-Misiones.

Sonnet, F. H.; Sattler, S. A; Castro González, E. L (2015). “Análisis de la cadena de la soja y sus subproductos: Una oportunidad para el desarrollo.”, Artículo presentado en IX Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos, realizada en los días 3 al 6 de noviembre de 2015, Facultad de Ciencias Económicas-UBA- Buenos Aires.

Sonnet, F. H.; Sattler, S. A; Castro González, E. L. (2015). “Upgrading y Governance en la cadena de valor del maíz: molienda húmeda y etanol.”, Artículo presentado en XLVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria realizada en los días 4 al 6 de noviembre de 2015, Tandil-Buenos Aires.