

La cara oculta de los agrocombustibles: impactos sociales y ambientales

Autor/a: Sergio González Fernández

Universidad de León

Tutor/a: Óscar Carpintero Redondo

Cotutor/a: David Pérez Neira

Curso 2017-18

Máster en Cooperación Internacional para el Desarrollo



ÍNDICE

RESUMEN.....	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. LÍMITES ECOLÓGICOS Y TRANSPORTE.....	7
III. ¿LOS AGROCOMBUSTIBLES COMO SOLUCIÓN?.....	10
1 Agrocombustibles como solución de energía limpia	10
2. Tipos de agrocombustibles.....	11
2.1. Agrocombustibles en función de su generación.....	12
2.2. Los casos del biodiesel y bioetanol.....	14
IV. EFECTOS DE LOS AGROCOMBUSTIBLES SOBRE EL MEDIOAMBIENTE	16
1. La tasa de retorno energético.....	16
2. Las emisiones de CO ₂	18
3. La huella hídrica de los agrocombustibles.....	20
4. El incremento en la explotación de tierra y la deforestación.....	22
V. AGROCOMBUSTIBLES Y SOJA COMO PARTE DEL MODELO NEO-EXTRACTIVISTA	23
1. Efectos sociales de los agrocombustibles.....	25
1.1. Competencia con los alimentos	26
1.2. Desplazamientos de pequeños campesinos y soberanía alimentaria.....	26
1.3. Multinacionales y precios de los alimentos	29
2. El avance de la soja en el bloque sojero de América Latina.....	30
2.1 La producción de biodiesel en el bloque sojero.....	30
2.2. Impactos medioambientales en el bloque sojero de América Latina.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolución de la extensión destinada al cultivo de soja en Argentina y Brasil (miles de hectáreas)33

Gráfico 2: Evolución de la extensión destinada al cultivo de soja en Paraguay y Bolivia (miles de hectáreas).....33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: TRE según las diferentes fuentes17

RESUMEN

Ante las limitaciones de disponibilidad de recursos y emisiones de gases de efecto invernadero que el modelo de movilidad basado en el petróleo supone, surge la alternativa de los agrocombustibles. Estos presentan unas características similares en lo que a composición se refiere, pero tienen una serie de limitaciones que apenas se plantean desde los principales discursos institucionales. Los agrocombustibles, llevan asociados a su modelo de producción de monocultivo unas consecuencias ecológicas que les sitúa en una dudosa situación como carburantes alternativos. Los principales perjudicados de este modelo de movilidad liderado generalmente por el Norte global son las poblaciones del Sur donde, debido al modelo económico basado en el comercio internacional, acaban repercutiendo los principales efectos medioambientales y sociales del sistema económico.

Palabras Clave: Energía, Movilidad, Agrocombustibles, Latinoamérica, Monocultivo.

I. INTRODUCCIÓN

El actual sistema económico basado en la deslocalización productiva que separa cada vez más las zonas de producción y consumo se sostiene gracias a la disponibilidad energética que ofrecen los combustibles fósiles (Hughes & Rudolph, 2011). Con el avance de la globalización, se ha ido creando una enorme red de transporte que permite conectar territorios a nivel mundial lo que genera un modelo de movilidad de personas y mercancías muy dependiente de un suministro energético a precios bajos (Bermejo, 2010). En la actualidad, el transporte es el responsable del 29% del consumo de energía a nivel mundial (IDB, 2018), de la cual el 94% proviene de los combustibles fósiles (IEA, 2010).

Esta dependencia energética del transporte que es, en última instancia, una dependencia del modelo económico, representa un gran problema debido a la finitud de los recursos naturales, y en particular del petróleo. En la literatura se denomina pico de cualquier recurso a aquel punto en el que se alcanza la tasa máxima de extracción y partir de dicho momento, los recursos que quedan son más difíciles de obtener y de menor calidad. A nivel mundial, aunque los datos no son exactos, el pico del petróleo se estima que se pudo haber alcanzado en la primera década del 2000 (Campbell & Laherrère, 1998; International Energy Agency, 2013). Por tanto, ante la reducción de la energía disponible del petróleo y un incremento del precio (Kerschner & Capellán-Pérez, 2017), desde las instituciones se están buscando alternativas energéticas. Entre estas alternativas destacamos el desarrollo de los agrocombustibles.

Se denominan agrocombustibles a aquellos combustibles líquidos o gaseosos que provienen de diferentes transformaciones de materia vegetal o animal (Bringezu, Brien, & Howarth, 2009). En particular se denominan agrocombustibles de primera generación aquellos combustibles que provienen de cultivos agrícolas destinados a la alimentación (Vargas et al., 2009). Según el discurso institucional, estos agrocombustibles suelen ser presentados como una alternativa a los actuales combustibles fósiles. Sin embargo, volver a reutilizar la biomasa a pequeña escala como fuente principal de energía podría reducir la dependencia, pero no sería suficiente para mantener el actual sistema de movilidad. Es por ello que la producción a pequeña escala que permite la autosuficiencia energética a través de los biocombustibles, se transforma en grandes plantaciones de monocultivos para producir la materia prima para elaborar agrocombustibles con el objetivo de satisfacer las demandas energéticas de los países del Norte global. El incremento de demanda de este combustible se ve motivado por las políticas institucionales llevadas a cabo desde el Norte global con un fuerte incentivo del uso de estas fuentes energéticas (Honty, 2008).

Desde perspectivas críticas se pone en cuestión la viabilidad ambiental de los agrocombustibles. Así, desde la economía ecológica se propone analizar los problemas energéticos y de recursos desde una perspectiva biofísica haciendo hincapié sobre aspectos como el metabolismo energético, el ciclo de vida y el uso de recursos para dimensionar el problema y ver la viabilidad ambiental que ofrecen en realidad los biocombustibles (Pimentel, 2003; Carpintero, 2007; Vargas et al., 2009).

Por otro lado, desde la ecología política se invita a entender los problemas ambientales como problemas sociales, y particularmente, como conflictos ecológicos distributivos. En este sentido, resulta interesante explorar las tesis planteadas por autores como Acosta (2011) y Gudynas (2011) sobre el papel de los agrocombustibles, y en particular la soja, en los nuevos modelos neo-extractivistas que acechan a América Latina. El avance de cultivos destinados a agrocombustibles no solamente tiene impactos en términos ambientales, sino que estos también se traducen en consecuencias sociales en las cuales es necesario profundizar. Estos conflictos económicos y ambientales se traducen en desplazamientos de poblaciones, deforestación, pérdida de soberanía alimentaria, etc. La amplia competencia con el destino de los cultivos entre alimentación y recursos energéticos genera también fuertes tensiones sociales.

El principal objetivo de este trabajo es revisar la literatura acerca de los principales impactos y limitaciones ambientales y sociales de los agrocombustibles desde una perspectiva ecológica. Como objetivo secundario, estaría aproximarse a los impactos del avance de los agrocombustibles en el territorio del cono sur de América Latina, más especialmente de Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay. La metodología llevada a cabo para elaborar el trabajo, consta de una revisión bibliográfica de las diferentes fuentes que tratan el tema de los agrocombustibles, con el fin de obtener unas conclusiones acerca de este controvertido asunto.

Para ello este trabajo se ha elaborado en cuatro apartados. En primer lugar se ha planteado el modelo económico de transporte como eje principal de este problema energético intentando abarcar los límites que plantea. En segundo lugar se han sugerido los agrocombustibles como posible alternativa de recurso energético renovable conociendo los diferentes tipos en función de su generación y su materia prima. En el tercer apartado se investiga acerca de las limitaciones que tienen dichos agrocombustibles sobre todo desde un punto de vista ecológico y energético. Por último, en el cuarto apartado se ha llevado a cabo un análisis de los costes sociales que estos provocan acompañados de un breve análisis de los efectos que va a tener la soja de cara a un futuro

próximo con el incremento de la demanda de los agrocombustibles en el territorio del cono sur de América Latina. Por último, se ha tratado de obtener una serie de conclusiones acordes con los objetivos planteados.

II. LÍMITES ECOLÓGICOS Y TRANSPORTE

La historia de la humanidad ha mostrado que, en las sucesivas transiciones de modos de producción (sociedades cazadoras-recolectoras, agrícolas, e industriales), el resultado se ha saldado siempre con un incremento en el uso total y per cápita de energía y materiales (Carpintero & Riechmann, 2013). En la actualidad, la civilización industrial y el capitalismo ponen de relieve que esa estrategia progresiva está chocando con dos tipos de límites biofísicos. Desde el punto de vista de los recursos, la extracción masiva de materiales y combustibles fósiles ha alcanzado su techo de extracción en muchos casos (peak oil) (Campbell & Laherrère, 1998; International Energy Agency, 2013) lo que conlleva haber alcanzado la máxima tasa de extracción anual a mediados de la primera década del 2000. Esto implica, a su vez, dos cosas: a) que, a partir de ahora, la tasa de extracción será decreciente y, b) que ya se ha extraído la mitad del recurso (de mejor calidad), y nos enfrentamos a extracciones, no sólo decrecientes, sino también de peor calidad. Y desde el punto de vista de los residuos, el cambio climático pone de manifiesto que hemos traspasado los límites de la Tierra para absorber Gases de Efecto Invernadero (GEI) sin incrementar la temperatura media del Planeta (IPCC, 2014).

En ambos casos, la energía (como recurso o como consecuencia en términos de emisiones) es el nudo que une los dos aspectos. Parece claro, en este sentido, que el incremento del uso de los combustibles fósiles supuso un punto y aparte en la historia del ser humano, y con ello de la economía. Podríamos entender este salto de energía disponible como el más drástico, ya que permitió a través de este tipo de combustibles fósiles, avanzar hacia la mal llamada “sociedad moderna” en una pequeña parte del mundo a costa de una explotación de la biosfera a nivel planetario. De esta manera, como plantean Fernández Durán y González Reyes, (2014a: 241): Este aumento de la capacidad de acumulación de energía, “posibilitó y a la vez requirió, una expansión de las lógicas de funcionamiento capitalista a nivel planetario, con la interconexión de casi todos los territorios dentro del sistema-mundo. Al mismo tiempo produjo también un cambio dentro de las sociedades en las cuales permeó definitivamente la visión de la modernidad, con ideas de progreso y competitividad dentro de los imaginarios sociales”.

A partir de la Revolución Industrial y hasta nuestros tiempos, el uso del carbón en primera instancia y posteriormente el del petróleo, han pasado a ser un eje fundamental tanto a nivel social como económico que permitieron una transición que incorporó un nuevo modelo con nuevas tecnologías basado en el crecimiento económico constante (con su consecuente incremento del uso de recursos minerales y energéticos) cimentado bajo los conceptos de “progreso” y “modernidad”. Este modelo se empieza a poner en entredicho

seriamente tras la publicación del informe del club de Roma en 1972. En él se plantea que la economía basada en el crecimiento, no podía mantenerse de manera perpetua, ya que el planeta se encuentra bajo una serie de límites que en algún momento impedirían la continuidad de este sistema. A pesar de estas indicaciones, la evolución de la economía ha seguido un modelo energético cada vez más intensivo. Aun así, desde los discursos institucionales se sigue planteando la economía y el medioambiente como aspectos desligados e independientes y debido a este concepto tan poco integrador del sistema económico, social y ambiental, casi cincuenta años más tarde la tendencia económica del sistema capitalista sigue siendo el aumento de la acumulación a través del crecimiento económico, sin tener en cuenta cualquier límite natural (Meadows, Randers, & Meadows, 2006).

En torno a este modelo de uso intensivo de combustibles fósiles como fuente de energía principal, se ha creado un sistema basado en la idea de la deslocalización productiva y la bifurcación entre zonas de producción y consumo. Todo esto mediante una escala establecida a nivel mundial que ha derivado en un sistema de transporte y movilidad fundamentado sobre la base de una plena disponibilidad de petróleo a largo plazo, lo que supone desde el siglo pasado una dependencia total de gran parte del mundo de este modelo de energía fósil. Esta importancia del transporte en el modelo económico, ha llegado a la situación de que el consumo de energía es del 29% sobre la energía total consumida (IDB, 2018). Es así como la viabilidad de este modelo económico y productivo se muestra totalmente dependiente del transporte barato (y por ende del bajo precio de los combustibles) para que la deslocalización productiva y el sistema globalizado sea rentable desde un punto de vista económico (Hughes & Rudolph, 2011).

El modelo de movilidad de mercancías y personas que ha sido creado sobre la idea de “llegar cada vez más lejos y más rápido” es una de las causas de este proceso de intensificación energética en el uso de energías fósiles cuya viabilidad económica depende en todo momento de unos precios asequibles de dichos combustibles (Bermejo, 2010). En torno a este sistema de movilidad de energía fósil disponible y de precios bajos, se establece un modelo de transporte de mercancías y personas liderado por la globalización económica y la división internacional del trabajo. Se crean así una serie de redes de infraestructuras masivas que permiten llevar a cabo todo este sistema de transporte que facilita la movilidad y las relaciones comerciales a gran escala. Este modelo se presenta como la base de toda la economía globalizada en la actualidad. Incluso los modelos agrícolas requieren de energía fósil disponible para que la producción globalizada ofrezca cierta rentabilidad (Curtis, 2009).

La dependencia que el modelo de transporte tiene del petróleo a nivel mundial se traduce en que el 94% de la energía utilizada está formada por esta fuente de energía y sus derivados (IEA, 2010). Si tenemos en cuenta la reflexión anterior sobre la aparición del peak oil a mediados de la década pasada (Campbell & Laherrère, 1998; IEA, 2010) y el problema del cambio climático asociado a las emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles, entonces el transporte y sus exigencias se encuentran en el núcleo del problema.

El crecimiento económico en los últimos 40 años se encuentra además ligado a la disponibilidad de petróleo como energía fósil hasta en un 50% del crecimiento total (Murphy & Hall, 2011). Por esta razón, ante una situación en la que la extracción de petróleo alcanza su pico máximo, el crecimiento económico se dificultaría notablemente tal y como lo conocemos en la actualidad. Esto mismo ocurriría con el modelo de transporte globalizado, que ante esta situación de restricción de la oferta se vería gravemente limitado por esta restricción de recursos naturales ya que no se va a disponer de la energía necesaria para mantener el metabolismo energético que requiere la globalización.

De esta manera, es probable que el pico del petróleo disminuya la viabilidad del sistema de transporte fijado por la globalización generando una limitación importante en el ámbito de los movimientos de personas y mercancías debido a la escasez y la volatilidad de los precios (Hughes & Rudolph, 2011). Por todas estas razones, el colapso se presentaría como inevitable bajo la óptica de los flujos y la calidad del petróleo disponible más que desde el punto de vista de la disponibilidad de los stocks. Por tanto, aunque queda mucho petróleo por extraer, la calidad es baja, y el rendimiento energético para obtenerlo es cada vez menor. Se representa así un panorama donde las tasas de retorno energético, es decir la cantidad de energía obtenida por cada unidad invertida para su producción, son cada vez más pequeñas (Kerschner & Capellán-Pérez, 2017). No obstante las principales críticas recibidas ante la aparición del peak oil y sus consecuencias se plantean en dos direcciones. Por un lado, no tener en cuenta la tecnología futura que permita un incremento de la productividad, y en segundo lugar, la existencia de tiempo para que aparezcan otras fuentes alternativas de energía (Murphy & Hall, 2011).

El incremento de la demanda acompañado de una oferta que se mantiene o incluso puede llegar a decrecer, genera una insuficiencia para satisfacer dicha demanda de petróleo en la actualidad, lo que producirá a lo largo de los años crisis periódicas y continuadas en el tiempo. Como consecuencia de ello se generará una situación en la que el paradigma de

“llegar cada vez más lejos y más rápido” tornará en una evolución contraria disminuyendo los flujos de mercancías y la escala y revirtiendo el proceso globalizador. Esto explica la búsqueda constante de alternativas al modelo de movilidad basado en el petróleo donde los agrocombustibles se presentan como una posible opción de carácter renovable (Kerschner & Capellán-Pérez, 2017).

III. ¿LOS AGROCOMBUSTIBLES COMO SOLUCIÓN?

Los agrocombustibles¹ podrían entenderse como el “conjunto de combustibles líquidos o gaseosos, provenientes de distintas transformaciones de la materia vegetal o animal utilizados como alternativa a los combustibles fósiles en el sector del transporte por norma general”(Bringezu, Brien, & Howarth, 2009: 15). Se trataría por lo tanto de una fuente de energía obtenida de la biomasa que podría en parte sustituir al petróleo y con una contaminación directa mucho menor que la de estas energías fósiles. De esta manera, podemos ver ya cómo en los distintos planes de diferentes gobiernos como los de los Estados Unidos o la Unión Europea, la implantación de estos nuevos agrocombustibles adquieren una importancia notable de cara a plantear una alternativa a los denominados “combustibles fósiles” en un futuro próximo (Salinas Calejas & Gasca Quezada, 2009) como veremos a continuación.

1 Agrocombustibles como solución de energía limpia

Los agrocombustibles se han visto potenciados por tres factores claves: la crisis del petróleo, el agotamiento de recursos energéticos y el cambio climático y su actual estado crítico (Cortés Marín, Suarez Mahecha, & Pardo Carrasco, 2009). De esta manera, el pico del petróleo ha sido un factor fundamental a la hora de apostar por estas nuevas tecnologías energéticas (Honty, 2008) y de establecerse como alternativa principal debido a que son capaces de evitar los problemas de contaminación a través de la disminución de emisiones contaminantes, y al mismo tiempo la posible volatilidad de los precios del crudo (Salinas Calejas & Gasca Quezada, 2009). Los agrocombustibles se presentan como un sustituto directo del petróleo, ya que apenas requiere cambios en las actuales infraestructuras de locomoción para su puesta en marcha. En este sentido no podemos olvidar la actual importancia de las energías fósiles pues abastecen al 94% del sistema de locomoción mundial.

¹ Preferimos usar este término a lo largo del presente trabajo por hacer referencia a los agrocombustibles como monocultivos impuestos por grandes empresas multinacionales ya que estos no tienen nada que ver con la concepción de biocombustibles a pequeña escala, que si tendrían relación con el prefijo “bio” de vida.

Según el discurso institucional de sostenibilidad liderado por organismos como el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía perteneciente al Gobierno de España (IDAE, 2006) o la “*International Energy Agency*” (International Energy Agency, 2013), estas nuevas tecnologías energéticas serían una alternativa viable al petróleo. Nos permitirían a su vez llevar a cabo una transición energética poco traumática de cara a hacer frente a los problemas de escasez y con una clara visión de futuro en el ámbito medioambiental. Este recurso energético, según diferentes fuentes, no solo va a ser clave en diversas cuestiones de medio ambiente debido a su presunta incidencia ecológica poco relevante, o incluso positiva (International Energy Agency, 2013). Es previsible que adquiera un potencial económico, social y cultural grande (Cortés Marín et al., 2009), entendiéndose como una alternativa prometedora que favorece una disminución de la dependencia energética, (factor clave para territorios como Europa cuya disponibilidad energética casi en su totalidad depende de la importación de crudo de otros países), de la reducción de emisiones de CO₂, y que ofrece una energía biodegradable y sostenible. También se prevé un posible aumento del empleo gracias a la necesidad de mano de obra en lugares donde se produzcan dichos combustibles (Demirbas, 2009) a la vez que puede generar un claro modelo de desarrollo rural y del modelo agrícola (Cortés Marín et al., 2009).

Los agrocombustibles también se caracterizan por ofrecer una innovadora tecnología. Este hecho es muy importante para países en desarrollo debido a la relevancia que van a tener en la producción. En el caso de los países más industrializados, sus emisiones y, por ende, su contaminación, se van a ver reducidas de manera notable (Demirbas, 2009). Al ser producidos a través de la biomasa, estos agrocombustibles tendrían la capacidad de cerrar los ciclos de CO₂, y por lo tanto el dióxido de carbono emitido, sería aquel absorbido previamente por las plantas durante el proceso de crecimiento de estas (IDAE, 2006).

Es por todas estas razones por lo que desde Estados Unidos y Europa (principales consumidores de energía debido en parte a la amplitud de su parque de automoción) se está potenciando el uso de agrocombustibles de manera notable, sobre todo a partir de la crisis del petróleo de los años setenta donde se empezaron a ver las debilidades que estos países ofrecían de cara a la escasez de este recurso energético (García Camús & García Laborda, 2006).

2. Tipos de agrocombustibles

En primer lugar cabe destacar la diferencia entre biocombustibles y agrocombustibles. Se entenderían los primeros como los “combustibles renovables de origen biológico que incluyen a la leña, estiércol, biogás, biohidrógeno, bioalcohol, biomasa microbiana,

desechos agrícolas, cultivos para combustibles, etc. y por agrocombustibles a los biocombustibles obtenidos a partir de monocultivos tales como soja, caña de azúcar, maíz etc.” (Pistonesi, Nadal, Bravo, & Bouille, 2015: 10).

Los diferentes agrocombustibles los podemos clasificar en torno a dos características básicas. En primer lugar su generación, que hace referencia al método y los recursos para la elaboración de estos, y en segundo lugar, al tipo de cultivo que se utiliza para la creación de cada uno de los agrocombustibles.

2.1. Agrocombustibles en función de su generación

Podemos distinguir los agrocombustibles en función de su generación, es decir, del modelo de producción de dichos combustibles. En primer lugar, tenemos los agrocombustibles de primera generación que actualmente sería la más desarrollada y la única que se está produciendo de manera extensa, encontrándose así en un periodo de desarrollo en el cual va aumentando su eficiencia y viabilidad (Aguilera, 2014). Estos comprenderían aquellos agrocombustibles provenientes de la biomasa, más específicamente, de cultivos agrícolas destinados a la alimentación (Vargas et al., 2009). Poseen la ventaja de que las emisiones son mucho menores que los combustibles convencionales, y que se llevan a cabo con cultivos conocidos y desarrollados. Por el contrario, el principal problema de estos agrocombustibles se muestra en el ámbito de la competencia con los productos alimenticios, lo que puede suponer una mayor volatilidad de los precios, al mismo tiempo que un aumento de estos (Salinas Calejas & Gasca Quezada, 2009).

Se considera que pese a mostrarse en periodo de experimentación, en el corto plazo se podrá disponer de los denominados combustibles de segunda generación (contando con algún producto en la actualidad pero no comercializado a gran escala). Esta segunda generación de agrocombustibles estaría basada en materias primas que provienen de la silvicultura, de residuos agrícolas, o incluso de la producción de algas con este único fin. Podría garantizarse a través de este modelo de agrocombustibles una mayor eficiencia y evitar la competencia con la producción de alimentos agrícolas ya que aparte de esto, el requerimiento de tierras utilizadas también sería menor (Honty, 2008). Este tipo de agrocombustibles aparte de no suponer competencia directa con los alimentos agrícolas, tienen las ventajas de que se podrían plantar en zonas no agrícolas ni ganaderas, el agua que requieren podría ser el de las lluvias sin necesitar demasiada atención en este sentido, y no requiere de un uso masivo de agroquímicos, al mismo tiempo que podrían utilizarse diferentes desechos industriales (Salinas Calejas & Gasca Quezada, 2009). Al ir muchos de estos cultivos ligados a la silvicultura, podría incentivar las áreas rurales, y contribuir a

combatir el cambio climático mediante el incremento de la superficie de bosque (Aguilar, 2009). Por otra parte, las desventajas que ofrecen serían unos costos más elevados, y la propagación de los organismos genéticamente modificados (OMG) con impactos desconocidos, sobre todo en relación a la biodiversidad (Salinas Calejas & Gasca Quezada, 2009).

En un futuro próximo por lo tanto, se espera que tenga gran importancia esta próxima generación de tecnologías en los agrocombustibles, ya que podrían ofrecer mayores rendimientos energéticos que las actuales basadas en el almidón, el azúcar y otros aceites vegetales, aunque no son tecnologías simples ni están listas para ser una solución plausible como alternativa a los combustibles fósiles en la actualidad (Smolker, Tokar, Petermann, & Hernández, 2007).

A corto plazo, los únicos combustibles que servirían como alternativa renovable serían los de primera generación a pesar de sus bajos rendimientos. De hecho los planes de la Unión Europea, Estados Unidos y Japón eran aumentar para el año 2020 hasta un 20% el consumo dedicado al transporte público (Cerdas, 2009) aunque en la actualidad estos se están viendo rebajados porque solo se podrían ver cubiertos de manera mayoritaria mediante este tipo de agrocombustibles (Valin et al., 2015). La segunda generación, apenas sería actualmente una posible esperanza de futuro que se encuentra en fase de tratar de ofrecer una serie de cultivos más productivos y con unos costes inferiores, pudiendo llegar a triplicar la producción por hectárea sobre los cultivos de agrocombustibles de primera generación (Ballesteros, 2007).

Si tenemos en cuenta las diferencias en los costes de los agrocombustibles de 1ª y 2ª generación, vemos cómo para los agrocombustibles de primera generación producidos en la actualidad el coste monetario principal es el de la materia prima suponiendo esta entre un 45% y 70% del coste total. Por otra parte, en el caso de los de segunda generación, los principales costes provienen de gastos en capital, suponiendo estos entre un 35% y un 50% seguidos de los costes en materia prima (entre un 25% y un 40%), factor que a largo plazo, al tener una volatilidad tan baja dicha materia prima, será una ventaja notable en estos nuevos combustibles renovables. De esta manera, se plantea un escenario donde a partir del año 2030, ya podría ser más barato producir algunos agrocombustibles que la gasolina convencional (Aguilera, 2014).

En la actualidad, se está empezando a hablar de una tercera generación de agrocombustibles relacionada en su mayoría con la biomasa de algas. En un futuro, esta podría verse ligada también a introducir el uso de CO₂ como materia prima (Lee & Lavoie,

2013). Podríamos definir esta tercera generación entonces como aquellos agrocombustibles producidos a través de la biomasa de algas y capaces de ofrecer rendimientos muy superiores a los de las dos generaciones anteriormente citadas. Ofrecerían así una alta productividad, pero tendrían el inconveniente de necesitar a lo largo de su producción, una amplia cantidad de agua, lo que puede suponer un problema de cara al futuro. Se diferencian principalmente de los agrocombustibles de segunda generación en la materia prima utilizada para su fabricación, y podrían garantizar una producción mucho más rápida y en superficies más reducidas. De todas formas, si el futuro de los combustibles se encuentra en estos agrocombustibles, lo más probable es que sea una combinación de las tres generaciones las que formen parte de su proceso productivo, y seguramente, no habrá ninguna específica que tenga más importancia que las demás.

2.2. Los casos del biodiesel y bioetanol

Otra manera de clasificar los agrocombustibles es en función de la materia prima que se utiliza para su elaboración. Esta clasificación en la actualidad se puede entender como la más importante, principalmente porque es la que afecta de manera directa a las poblaciones más perjudicadas a razón de los monocultivos utilizados para las plantaciones de esta materia prima. En este apartado por lo tanto, vamos a tratar de analizar cómo se obtienen los principales agrocombustibles producidos a escala internacional que en la actualidad serían el biodiesel y el bioetanol, ya que se encuentran en una fase de producción industrial más avanzada y comercializada (Honty, 2008).

En primer lugar, el biodiesel se obtiene principalmente de semillas oleaginosas (Ballesteros, 2007) aceites vegetales y en ciertos casos de residuos de aceites usados (Vargas et al., 2009). Los principales cultivos utilizados para llevar a cabo este tipo de biocombustibles serían: soja, palma, jatropha, o girasol (Salinas Calejas & Gasca Quezada, 2009). En algunos casos, en menor medida, se utilizan materias primas provenientes de grasas de origen animal como el sebo de vaca o de búfalo para llevar a cabo este combustible (García Camús & García Laborda, 2006). El tipo de cultivo utilizado, varía en función del lugar, el clima, la calidad de los suelos, y la productividad que dicho cultivo pueda tener en el entorno donde se establece. De todas maneras, los principales cultivos están formados por soja y palma aceitera (Vargas et al., 2009). El biodiesel como agrocombustible, tiene unas propiedades muy similares a las del gasóleo sobre todo en lo relativo a la densidad (García Camús & García Laborda, 2006) y posee un punto de inflamación superior al gasóleo de origen fósil lo que permite sustituir a este combustible en su totalidad con el actual sistema de motores de los automóviles, sin tener que realizar

grandes cambios. Esto ofrece una facilidad extra para implementar este tipo de agrocombustible como una alternativa viable a los combustibles fósiles (Ballenilla, 2007).

El proceso de elaboración del biodiesel abarca tres etapas diferentes basadas en el prensado en frío, la extracción y transesterificación. En primer lugar, se extrae el aceite de la semilla de los diferentes cultivos y se refina. Se obtiene así una masa con alto contenido en proteínas y que en algunos casos se puede utilizar para piensos de animales. En una segunda etapa se lleva a cabo el proceso de transesterificación con el fin de reducir la viscosidad y lograr un producto similar al gasóleo, sobre todo en lo que a densidad se refiere. Mediante este proceso se obtienen diferentes subproductos que finalmente en una tercera etapa se separan para conseguir el biodiesel que se buscaba (Vargas et al., 2009).

Por otra parte está el bioetanol que es un biocombustible obtenido a partir de productos ricos en sacarosa y en almidón (Vargas et al., 2009). La materia prima utilizada para su elaboración es muy diversa, y abarca desde cereales (maíz, trigo y cebada), tubérculos (yuca, camote, patata y malanga), celulosa (residuos agrícolas) o sacarosa (remolacha, caña de azúcar, melaza y sargo dulce). Estas materias primas se transforman en azúcar y en bioetanol mediante fermentación alcohólica (Salinas Calejas & Gasca Quezada, 2009). El bioetanol es un combustible similar a la gasolina, por lo que se suele mezclar con esta, con el fin de conseguir un combustible más barato y con una eficacia muy similar (Ballenilla, 2007).

El proceso de elaboración del bioetanol es diferente en función de si se lleva a cabo mediante cultivos ricos en sacaros o en almidón. En el caso de los primeros el procedimiento es más sencillo, ya que se obtiene mediante un simple proceso de fermentación y destilación. En el segundo caso se llevan a cabo reacciones vegetales a través de agua y una enzima que permite obtener glucosa o fructosa que posteriormente será fermentada para obtener el bioetanol (Vargas et al., 2009).

Según lo mostrado, se puede ver como la mayoría de estos agrocombustibles (biodiesel y bioetanol) se catalogarían dentro de la clasificación de agrocombustibles de primera generación ya que son cultivos que al mismo tiempo pueden formar parte de la alimentación humana. Por otra parte, en algunos casos podemos catalogarlos de segunda generación, como es el caso de los residuos de aceites utilizados para llevar a cabo estos agrocombustibles. A pesar que existen otros tipos que no hemos visto, no se encuentran suficientemente avanzados como para entender que tienen una importancia determinante. El hecho de que una amplia mayoría de estos agrocombustibles sea de primera

generación, hace que se produzcan una serie de problemas en aquellas zonas productoras de agrocombustibles, que será lo que se trate de explicar a continuación.

IV. EFECTOS DE LOS AGROCOMBUSTIBLES SOBRE EL MEDIOAMBIENTE

Como hemos mencionado, el sistema de movilidad se crea en torno a un sistema económico cada vez más amplio que trata de abarcar todos los rincones del planeta. Los límites ecológicos de este modelo nos llevan a retomar la idea de un “mundo lleno” como nos sugiere la economía ecológica (Costanza & Daly, 1992). De todas maneras, estos agrocombustibles se plantean sin tener en cuenta la limitación de tierras disponibles para su plantación y la competencia con otros recursos como pueden ser los alimentos. Por lo tanto, no plantean solo un modelo que se topa con los límites de los recursos sino que también se van a encontrar con los límites por parte de los residuos.

1. La tasa de retorno energético

Un elemento fundamental a la hora de considerar la producción de los agrocombustibles es el rendimiento energético de estos. Este se mediría a través de la tasa de retorno energético que podríamos entender como la energía retornada (ER), es decir, la cantidad de energía obtenida para uso final a través de los combustibles más los subproductos obtenidos, dividido entre la energía invertida (EI) que sería aquella utilizada para elaborar dicha cantidad de combustible.

$$\text{TRE} = \text{ER}/\text{EI}$$

De esta manera obtendríamos la tasa de retorno energético que mediría el rendimiento energético que nos ofrece dicho combustible, y que en el caso de que esta fuese inferior a la unidad no sería racional su producción desde un punto de vista energético (Murphy & Hall, 2011).

Uno de los factores que hacen a los agrocombustibles menos eficientes es que su proceso de distribución es muy poco eficaz ya que no puede acudir a los diferentes conductos utilizados por el gas o por el petróleo y requiere ser transportado a través de otros medios menos eficientes. Por lo tanto, ¿cuál sería la tasa de retorno energético de los agrocombustibles?

Como podemos ver en los diferentes estudios analizados, las tasas de retorno energético tanto del etanol como del biodiesel varían en función del cultivo, el territorio donde se

establece etc., pero en todos los casos queda claro, que aún en las mejores situaciones, el rendimiento energético es relativamente escaso.

El análisis de diferentes fuentes sobre el biodiesel producido a través de cultivos de soja, arrojan unas TRE escasas. Los cálculos elaborados por Pimentel y Patzek (2005) sobre la producción de biodiesel en Estados Unidos, muestran una TRE de 0.98 con una inversión de 42.249,0 KJ/L y una obtención de los cultivos de 41.471,8 KJ/L. Por otra parte, otro estudio llevado a cabo por Macedo, Leal, y Da Silva (2004) ofrece una TRE algo superior, de 2,51 mediante una inversión de 25.500,2 KJ/L de energía, y una obtención de 64.121,0 KJ/L. Otras cifras obtenidas sobre biodiesel elaborado a partir de palma aceitera, muestra resultados más optimistas de entre 5,96 y 6,94 en cultivos de Colombia y entre 7,78 y 10,34 en cultivos de Brasil, siendo estas las cifras más optimistas obtenidas hasta el momento (Da Costa & Silva Lora, 2006). Por otra parte, diferentes cultivos de etanol en EEUU analizados por Pimentel y Patzek, (2005), muestran tasas inferiores a la unidad, mientras que otros estudios sobre cultivos de caña de azúcar en Brasil elaborados por Macedo et al., (2004) arrojan TRE de hasta 8,32. La variedad de las cifras obtenidas presentan un proceso de incertidumbre sobre la tasa de retorno de estos agrocombustibles y por lo general muestran mucha diversidad en función de la productividad que se considere que dichos cultivos van a obtener a lo largo del proceso (De Castro, Carpintero, Frechoso, Mediavilla, & de Miguel, 2014).

Tabla 1. TRE según las diferentes fuentes

Tipo de agrocombustible	País	TRE	Fuente
Biodiesel de soja	EEUU	0,98	Pimentel y Patzek (2005)
Biodiesel de soja	EEUU	2,51	Macedo, Leal, y Da Silva (2004)
Biodiesel de palma aceitera	Colombia	5,96-6,94	Da Costa & Silva Lora, (2006)
Biodiesel de palma aceitera	Brasil	7,78-10,34	Da Costa & Silva Lora, (2006)
Biodiesel de palma aceitera	China	3	De Castro et al., (2014)
Etanol de madera y maíz	EEUU	0,64-0,84	Pimentel y Patzek, (2005)
Etanol de caña de azúcar	Brasil	8,32	Macedo et al., (2004)
Etanol de caña de azúcar	Brasil	5	De Castro et al., (2014)

Fuente: *Texto de la fuente en cursiva*

No podemos olvidar, que la TRE del petróleo de los años 40 era de 100:1 y descendió hasta 23:1 en los años 70. Por ello, aun en los mejores escenarios, la TRE de los agrocombustibles está en todo caso por debajo de la del petróleo o el carbón (Carpintero, 2008). Se estima que en la primera década de los 2000 la TRE del petróleo cayó hasta los 18:1, y aun así vemos que los peores escenarios siguen superando a las mejores predicciones de los agrocombustibles (Fernández Durán & González Reyes, 2014b).

Esta tasa de retorno energético varía mucho en función de la profundidad de los estudios que se analicen. Cuanto más se adentre en cuestiones de variaciones de productividad, y más lejos se llegue en el análisis del ciclo de vida de los agrocombustibles, generalmente la TRE disminuye en mayor medida (Vargas et al., 2009). Es por esta razón por la que hemos de ser prudentes a la hora de valorar los mejores escenarios ya que hay que añadir que estas tasas siguen estando muy ligadas a procesos de elaboración de agrocombustibles muy dependientes de los combustibles fósiles (De Castro et al., 2014).

2. Las emisiones de CO₂

Uno de estos factores y muy probablemente el más importante, son las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Los agrocombustibles plantean dos objetivos fundamentales, hacer frente al agotamiento del petróleo, y reducir las emisiones de CO₂ con el fin de mitigar los efectos del cambio climático. La primera de ellas puede llevarse a cabo mediante la elaboración de este tipo de combustibles, pero, ¿es cierto que van a disminuir las emisiones de CO₂ al sustituir los combustibles fósiles por los agrocombustibles?

Desde el punto de vista teórico, existen diferentes corrientes convencionales que muestran que los agrocombustibles presentan unas emisiones directas menores en el proceso de combustión de los vehículos (Dufey, 2006). Esto se explica mediante el hecho de que el balance de CO₂ en este caso debería ser neutral (Vargas et al., 2009), es decir, las emisiones de CO₂ que se producen en la combustión del combustible, son aquellas que previamente en el proceso de cultivo habían sido absorbidas por las plantas, por lo que no se estarían llevando a cabo nuevas emisiones. Las principales preocupaciones se plantean ante la posibilidad de que el afán por reducir las emisiones pueda generar el efecto contrario. Podríamos entender esto por lo tanto como una especie de paradoja de Jevons, donde a pesar de reducir las emisiones directas de la combustión, se estarían aumentando las emisiones totales si las analizamos mediante un proceso de ciclo de vida completo (desde la adecuación de la tierra hasta el consumo) del agrocombustible (Gilbertson et al., 2007). De esta manera, el ahorro producido en la quema de combustibles, se vería sobrepasado (Holt-Giménez, 2008) por diferentes cuestiones como la deforestación, los cultivos intensivos, el drenaje de turba, etc. Por tanto, defender los agrocombustibles como un nuevo modelo limpio, solo se podría entender a través de no cuantificar los costes indirectos ni el ciclo de vida del proceso de elaboración de estos nuevos combustibles “verdes” (Pimentel & Patzek, 2005).

Las dinámicas de incremento de consumo de carburantes que se prevén en un futuro próximo, son mayores que la capacidad de sustitución de combustibles fósiles por parte de

los agrocombustibles (Gilbertson et al., 2007). Esta presión al alza sobre la oferta de biocombustibles que va a generar la demanda, supondrá para muchos de los países productores (o potencialmente productores) un incremento de la agricultura intensiva, la deforestación y el número de emisiones de CO₂ (Honty, 2008). El entorno del cono sur de América Latina, que estudiaremos posteriormente, será uno de los mayores afectados por estos cultivos intensivos, con una evolución creciente de la deforestación en grandes bosques como por ejemplo el Amazonas.

Analizando el ciclo de vida de los agrocombustibles, podemos ver que los combustibles fósiles se encuentran presentes en todas las fases de su cadena productiva (Russi, 2008). De esta manera, teniendo en cuenta todo este proceso de ciclo de vida, debemos pensar que en el proceso de cultivo, de procesamiento y transporte de este producto es constante el uso de los combustibles fósiles (Vargas et al., 2009).

Todo esto nos demuestra que los combustibles fósiles están presentes en todo momento, pero podría plantearse que en una situación de incremento de uso de los agrocombustibles como fuente de energía principal, se pudieran ver sustituidos estos inputs en su totalidad por energías "limpias". Es algo bastante atrevido ya que hay diferentes aspectos donde la capacidad de los agrocombustibles fósiles no podrá ser sustituida por agrocombustibles, pero si así fuera, el rendimiento de estos agrocombustibles sería mucho menor (Vargas et al., 2009). Si ya de por sí sus rendimientos son relativamente escasos, podría darse la situación que el uso de estos agrocombustibles arrojaran un déficit energético notable.

El principal problema del incremento de estas emisiones en la producción de los agrocombustibles viene por parte de su modelo de producción, es decir: el monocultivo (Cerdas, 2009). Las emisiones menores que prometían estos "combustibles verdes" quedan neutralizadas incluso incrementadas si tenemos en cuenta todo el proceso del ciclo de vida (Gilbertson et al., 2007). En estos sistemas de producción agrícola (cultivo, cosecha, transporte) llevados a cabo mediante el imperante monocultivo mecanizado de agroquímicos y maquinaria agrícola (Altieri & Bravo, 2012) tienen gran importancia los gases de efecto invernadero (GEI) de óxido nitroso, que es uno de los principales contribuyentes a la intensificación del proceso de cambio climático.

Mediante este sistema se producen por lo tanto gran cantidad de gases de efecto invernadero entre los que adquieren mayor importancia el CO₂, el metano y el óxido nitroso. Los efectos de estos gases en grandes cantidades acumuladas sobre los ecosistemas son realmente graves llegando a producir la eutrofización de lagos,

acidificación del suelo, la consecuente pérdida de biodiversidad etc. (Delucchi, 2010). Por todo ello, un incremento del monocultivo intensivo es posible que destruya gran parte de ecosistemas naturales que funcionan como sumideros de carbono y por lo tanto se intensifiquen las emisiones de GEI. Otro factor clave a tener en cuenta en lo que a la producción de monocultivos, es la necesidad de amplios terrenos cultivables, lo que lleva consigo un incremento notable de la deforestación (más destrucción de sumideros de carbono). Se dice que un incremento de la disminución de la masa forestal, puede incrementar las emisiones de GEI desde un 14% hasta un 18%. Otro factor fundamental son los aumentos de las emisiones por la eliminación de las turberas (Gilbertson et al., 2007).

Como vemos, el sistema agrícola bajo el que se cultivan los agrocombustibles es un factor clave de la intensificación del cambio climático. De hecho, se entiende que los actuales modelos agrícolas son partícipes del 24% de las emisiones de GEI a la atmósfera, mientras que, para que nos hagamos una idea, el transporte contribuye en un 14% (IPCC, 2014). Al mismo tiempo, la eliminación de vegetación natural del suelo aumenta la cantidad de emisiones derivadas de la pérdida de carbono del suelo. Todo este proceso agrícola tiene consecuencias no lineales (Gilbertson et al., 2007) ya que una intensificación de la emisión de gases y su consecuente aumento del efecto invernadero hace que mediante el cambio climático y sus efectos (sequías, inundaciones) disminuya la productividad de los cultivos entrando así en un proceso cíclico (Cerdas, 2009) e irreparable que genera peores cosechas.

Por todo ello, y volviendo sobre el incremento de la demanda de combustibles en un futuro próximo y por ende la necesidad de mayores cultivos de agrocombustibles, podemos entender que este modelo de “energía verde” se presenta más insostenible cuanto más intensivos y extensos sean estos cultivos agrícolas.

3. La huella hídrica de los agrocombustibles

Entre los impactos de los agrocombustibles no sólo se encuentran los relacionados con las emisiones o su baja tasa de retorno energético. También el coste en términos hídricos es relevante. En este sentido, la huella hídrica ofrece una de las mejores maneras de medir el impacto de los agrocombustibles de manera global. Se define como el agua asociada a al proceso productivo de un determinado producto, es decir, un equivalente de la huella ecológica desde el punto de vista del uso del agua (Hoekstra, 2017; Gerbens-Leenes, 2017).

Desde este punto de vista, podemos observar cómo la producción de agrocombustibles provoca grandes impactos en la calidad y el uso del agua en cantidades muy superiores a las de los combustibles fósiles (Delucchi, 2010). Estos problemas generados en torno al agua, pueden verse intensificados por la apuesta de políticas de incremento del uso de los agrocombustibles, dándose así mediante esta transformación en los inputs energéticos una mayor huella hídrica (Gerbens-Leenes, van Lienden, Hoekstra, & van der Meer, 2012).

Estas campañas intensivas en el uso de agrocombustibles incrementarán la necesidad de agua y por consiguiente, una mayor contaminación de dicho recurso, lo que es posible que desemboque en situaciones de escasez de un bien tan necesario como el agua (Powers, Burken, & Alvarez, 2009). Esta presión que se va a ejercer sobre el agua dulce disponible para el consumo, muestra que considerar los agrocombustibles como un proceso de transición ecológica solo puede ser posible si se dejan de lado los modelos de cultivo que se llevan a cabo y se promueven en la actualidad. En el periodo entre 2005 y 2030 se prevé un notable aumento de la huella azul (aquella relacionada con el agua dulce) y de la huella hídrica verde (aquella relacionada con la vegetación y los cultivos) aunque con variaciones en función de los territorios (por ejemplo, en el caso de América Latina, se muestra más dependiente de la primera de ellas) (Gerbens-Leenes et al., 2012).

En función del cultivo, la localización geográfica y el clima, el uso intensivo de agrocombustibles requiere de una cantidad de agua entre 70 y 400 veces mayor que la producción de combustibles fósiles (Vargas et al., 2009). Como se puede comprobar, son cifras muy superiores, por lo que quizás lo que se consiga con este modelo agrícola de combustibles sea traspasar los problemas de contaminación directa hacia la contaminación indirecta y la escasez de otros recursos escasos como el agua. Al ser este un recurso limitado, puede provocar grandes situaciones de colapso en diferentes territorios, siendo los más afectados aquellos donde se establecen los cultivos. Se estima, que para la producción de 100 Gigajulios (GJ), (que sería el consumo medio de una persona occidental durante un periodo de un año) a través de energía proveniente de cultivos, se requerirían unos 2.420 m³ de agua en el caso de que fuesen producidos en Holanda, o 14.260 m³ si se produjesen en Zimbabue (Vargas et al., 2009) Para que nos hagamos una idea de dicha magnitud, y para tener en cuenta los posibles efectos sobre la escasez de agua que podría producir, en España, según el INE (2017), el consumo medio de agua por persona en los hogares en un año, sería de unos 48,18 m³, es decir, requeriría unas 50 veces más agua la producción de agrocombustibles en los mejores casos, y hasta 295 en las peores situaciones, que el consumo medio por persona. Reemplazar el 10% de consumo mundial de gasolina por agocarburantes requeriría una cantidad equivalente al 100% de consumo

de agua dulce en todos los Estados Unidos, contando el agua necesaria para mitigar la contaminación (Delucchi, 2010).

Cabe destacar que, las necesidades hídricas varían en función de diferentes factores tanto geográficos como climáticos o de materia prima (Powers et al., 2009). De la misma manera, otro aspecto importante es que la evolución del cambio climático puede intensificar los problemas con el agua y acentuar los eventos extremos en hidrología mediante un incremento de las inundaciones y sequías, por lo que podría darse una situación de evolución no lineal que intensificase los problemas hídricos (Delucchi, 2010; García & Davis, 1983).

Es bastante probable también que esta situación de aumento de la huella hídrica y menor disponibilidad de agua ligado al incremento del cultivo de agrocombustibles, provoque situaciones críticas al incrementar la competencia por el agua entre alimentos y energía (Ewing & Msangi, 2009). Los mayores impactos recaerán de nuevo sobre los países del Sur, mientras que en occidente los efectos serán mucho menores (Kuchler, 2010). Volvemos de nuevo a la situación de intercambio ecológico desigual (Hornborg, 1998) que planteábamos con las emisiones de gases de efecto invernadero, donde para el beneficio de los países del Norte, es necesario una disminución de la calidad de vida de los países más vulnerables que casualmente siempre son aquellos con un mayor nivel de pobreza (Delucchi, 2010).

Estos efectos sobre un bien básico como el agua, no son debidos al uso de cultivos energéticos como tal de por sí, sino que van ligados, al igual que las emisiones de gases de efecto invernadero al sistema de producción de monocultivo a gran escala.

4. El incremento en la explotación de tierra y la deforestación

Otro de los factores contraproducentes de los agrocombustibles, sobre todo en el caso de los de primera generación, es la cantidad de tierra necesaria para su producción, que excede los límites disponibles de tierras de cultivo a nivel mundial (De Castro et al., 2014). No solo esta escasa disponibilidad de tierra va a ser un factor fundamental para dejar de ver este negocio como una energía limpia, sino que como ya hemos mostrado en otros casos, el sistema de producción de monocultivo en este uso de las tierras también va a suponer un incremento de los efectos negativos de los agrocombustibles, sobre todo en el campo de diferentes aspectos sociales.

Los agrocombustibles requieren de una cantidad mucho mayor de tierra por unidad de energía en comparación con los combustibles fósiles derivados del petróleo (Delucchi,

2010). Por ejemplo en el caso Europeo, conseguir una sustitución de combustibles fósiles por biodiesel del 5,75% del parque motor, requeriría una extensión de cultivo del 192% sobre el actual, es decir, destinar el uso total de este tipo de cultivos actuales, y doblar la producción, lo que se prevé imposible (Vargas et al., 2009). El objetivo de reemplazar el 10% de combustibles fósiles por agrocombustibles para el año 2020 que pretendían tanto EEUU como Europa, se ha visto modificado por las dificultades en términos de espacio en ambos territorios para los cultivos. ¿Qué va a pasar, entonces, cuando ante la falta de petróleo se necesite de una sustitución mucho mayor si se quiere mantener el parque móvil? El 10% de sustitución de combustibles en EEUU requiere de una extensión de tierras de 22 millones de hectáreas (Pimentel, 2003) por lo que sustituir los combustibles en una cantidad mayor se presenta inviable y lleno de conflictos.

La necesidad de nuevas extensiones de tierra va asociada a la expansión de los cultivos en terrenos forestales y de alta biodiversidad que intensifican los conflictos y los efectos sobre el medioambiente (Richards, Myers, Swinton, & Walker, 2012). Se muestra así mediante los modelos neoextractivistas, un camino libre hacia la explotación de terrenos forestales y sus consecuencias donde los gobiernos progresistas -sobre todo en el caso de América Latina- muestran una visión favorable a estas técnicas con el fin de poder hacer frente a cuestiones sociales de los propios países (Gudynas, 2011). También los nuevos tratados de libre comercio crearán una situación favorable para la extensión de estos cultivos que intensificará el problema de disponibilidad de tierra y deforestación.

V. AGROCOMBUSTIBLES Y SOJA COMO PARTE DEL MODELO NEO-EXTRACTIVISTA

La capacidad energética que poseen los agrocombustibles es mucho menor que la de los combustibles fósiles como hemos visto en las tasas de retorno energético. Al mismo tiempo, son alternativas que intensifican mucho más los modelos extractivistas que se están llevando a cabo hasta el momento. Su uso intensivo en tierra, agua y otros factores que mostramos a lo largo del trabajo hacen de ellos, una fuente de energía bastante conflictiva.

Bajo la dinámica de aumento de población de demanda y el consecuente aumento de extracción de recursos y generación de residuos, surgen los denominados conflictos ecológico-distributivos (Martínez Alier, 2004; Martinez-Alier et al., 2014). Las soluciones planteadas por la economía convencional se presentan tratando el medio ambiente como un insumo más y suponiendo que mediante su compensación monetaria se lograría terminar con los conflictos generados, en algunos casos no es suficiente. Por esta razón,

desde el punto de vista de la economía ecológica los agrocombustibles como alternativa, son fuente de grandes conflictos ecológico-distributivos que desembocan en nuevos modelos neoextractivistas.

Los modelos extractivistas surgieron hace unos cinco siglos, a través del desarrollo de conquista y colonización que se llevó a cabo en los territorios de África, Asia y América Latina. Mediante este proceso, las sociedades del Norte se especializaron en la importación y confección de materias primas mientras que estas sociedades del Sur, centraron su actividad sobre la extracción y la exportación. Surge así la denominada “paradoja de la abundancia” de recursos naturales donde los países más ricos en recursos naturales se convirtieron en los más pobres a efectos sociales. Todo esto debido al mecanismo de saqueo colonial de las grandes potencias del Norte (Acosta, 2011).

En la actualidad, se están llevando a cabo nuevos procesos extractivistas de características similares y conocidos como neoextractivismo, ya que mantienen y reproducen los mecanismos de explotación del modelo extractivista mediante la explotación de recursos para el Norte global solo que desde un punto de vista más permisivo desde los entes gubernamentales que reproducen dicho modelo desde el Sur (Acosta, 2011). Por lo tanto, aquello denominado en un primer momento como acumulación originaria por pensadores como Marx, en la actualidad se presenta como un desarrollo del sistema imperialista de acumulación adquiriendo la forma de lo que Harvey (2005) denomina acumulación por desposesión. Dicho proceso de acumulación reproduciría los métodos de la acumulación originaria pero con el fin de mantener el actual sistema capitalista. De esta manera, pasan a ser dominados por el mercado diferentes ámbitos que antes se mantenían al margen.

Estos modelos de explotación de los recursos naturales, se encuentran liderados por la explotación de recursos mineros, hidrocarburos y monocultivos de explotación agrícola (Gudynas, 2011). Se presentan así los territorios del Sur global como espacios proclives para la extensión de grandes monocultivos destinados a la alimentación de las personas y animales, y la elaboración de agrocombustibles.

De esta manera, a lo largo de los años, países como Argentina o Brasil han presenciado grandes cambios en su modelo agrícola, orientándose hacia un modelo principalmente destinado a la exportación que reproduce la teoría del neoextractivismo (Gudynas, 2011). Este proceso no es baladí ya que produce grandes impactos en el ámbito político y social, y por lo general, genera periodos de inestabilidad, siendo los más perjudicados las poblaciones indígenas de estos territorios, quienes siempre han sido mantenidos al margen e invisibilizados mediante procesos de restricción de derechos que atentan contra

sus territorios en favor de las grandes multinacionales y de los gobiernos que respaldan estas prácticas (Gudynas, 2014).

Este modelo neoextractivista se ve ampliamente representado en un mercado como el de la soja, donde dicho cultivo está basado en el uso intensivo de maquinaria, los organismos genéticamente modificados, el uso de herbicidas químicos y la exportación de esta materia prima (Gudynas, 2011).

Por todo ello, el incremento de la demanda de los agrocombustibles muestra una situación proclive para la expansión de estos cultivos todavía en mayor medida sobre estos países de América Latina, por sus condiciones climáticas, políticas y económicas favorables y con las consecuencias sociales y ambientales que conllevan. A pesar de plantearse como una energía renovable y limpia, los agrocombustibles tienen sus repercusiones sobre el medio ambiente como hemos visto y el ámbito social, llegando a poder ser hasta contraproducentes.

Todo este sistema de cultivo entra dentro del sistema capitalista en el que predomina un comercio ecológicamente desigual donde para mantener a los países del Norte, son sometidos ecológica y socialmente los países del Sur (Bravo, 2013). Las regiones más afectadas del planeta por conflictos como el cambio climático son aquellas con mayor pobreza, ya que los peores efectos se establecen en las zonas más cálidas de los trópicos (Holt-Giménez, 2008). Como sugiere Vargas, (2009: 27) “el negocio de los agrocombustibles está propiciando un nuevo ciclo de colonialismo y de apropiación de la tierra, trasladando la producción de la materia prima a regiones con inmensos territorios vacíos” como el cono sur de América Latina y algunas comarcas de África.

1. Efectos sociales de los agrocombustibles

Todo proceso que lleva consigo un impacto medioambiental -como se ha visto que ocurre con los agrocombustibles- por lo general lleva asociado un impacto social. La producción de agrocombustibles tiene grandes efectos por el lado de las cuestiones sociales que estos cultivos provocan. Todo ello principalmente debido no a la producción en sí, sino al modelo de monocultivo que se practica. Este proceso de cultivos se ve intensificado por cuestiones comerciales debido a la mundialización de la producción y el comercio donde se lleva a cabo una competencia directa entre todos los países del mercado internacional buscando, en primer lugar, una mayor competitividad en las regiones productoras, y en segundo lugar, una externalización de los costes ambientales y sociales desde el Norte global hacia las regiones del Sur (Fearnside, 2001). Es así como estos países se convierten en el motor económico de este proceso dinamizado por la economía globalizada. El

incremento del metabolismo comercial como punto de escape del capitalismo tiene gran repercusión en estos países del Sur debido al cultivo de materias primas como consecuencia del dominio de grandes multinacionales del sector agrícola (Pasquis, 2006).

Los efectos sociales se centran en diferentes ámbitos que trataremos de explicar más detalladamente a continuación.

1.1. Competencia con los alimentos

La producción de agrocombustibles mediante diferentes cultivos en los países del Sur, se encuentra inmersa dentro de un sistema productivo que no se puede analizar de forma aislada. Estos cultivos compiten entre varios usos: alimentación para las personas, alimentación animal y agrocombustibles. Uno de los ejemplos claros de esta situación es la producción de soja en el cono sur de América Latina. En los últimos años, a partir de 2007, los principales incrementos que se han llevado a cabo en la producción de aceite de soja tiene como destino la producción de diésel como combustible (Hilbert, Sbarra, & López, 2012) y Argentina es uno de los potenciales países de cara a satisfacer un incremento en un futuro próximo de la demanda de cultivos destinados a los agrocombustibles.

En este caso, el problema de escala se muestra bajo la situación de que la tierra anteriormente destinada a la producción de alimentos, se está destinando progresivamente a la producción de soja para exportación a causa del incremento de la demanda de “combustibles limpios” en el Norte (Altieri & Bravo, 2012).

Ya se ha mencionado, que los combustibles de primera generación suponen una grave amenaza para los cultivos, y el caso de la soja es especialmente llamativo. Las previsiones de incremento de demanda de los agrocombustibles van a tener una responsabilidad especial sobre el incremento de estos cultivos de soja, ya que la competencia por el destino de esa producción, va a situarse ante una dicotomía entre alimentación y energía, que puede acabar con una disminución de la oferta de alimentos y un incremento de cultivos destinados a la producción energética de estos agrocombustibles. Este debate entre alimentación y energía ocurre por una simple razón, el mercado de la energía es mucho más potente que el de los alimentos en el sentido de que es necesario para satisfacer las necesidades energéticas en el Norte global, ya que ahí no se produce una carencia perceptible mayoritariamente en la alimentación (Gilbertson et al., 2007).

1.2. Desplazamientos de pequeños campesinos y soberanía alimentaria

Una de las principales razones a través de las cuales se pretendía incentivar la producción de agrocombustibles desde los grandes núcleos como la Unión Europea y Estados Unidos

era la supuesta creación de empleo que se decía que favorecería la necesaria fijación de población rural en los territorios del sur, combatiendo los grandes niveles de migraciones hacia las ciudades que se están llevando a cabo. Este esperanzador incentivo se ha traducido en efectos totalmente contrarios. En ningún momento, desde los años 70 del siglo XX, se ha conseguido fijar población en los países latinoamericanos ya que el trasvase de población rural a las ciudades ha llevado a cabo un incremento constante (Banco Mundial, 2018).

Por otra parte, el boom de los cultivos de soja en el cono sur a partir de los años 70 produjo una mayor intensidad de migraciones del ámbito rural a las grandes ciudades mediante la expulsión del campo de los pequeños agricultores (Carrón, 2007). La concentración de las tierras en manos de los grandes latifundistas tuvo gran importancia en este efecto migratorio por la simple razón de que la soja es mucho más rentable mediante un cultivo intensivo en capital y escaso de mano de obra (Gilbertson et al., 2007).

Esto tendrá su consecuente efecto sobre los cultivos de autoabastecimiento alimentario de los campesinos, que quedarán desplazados por grandes monocultivos de producción de agrocombustibles debido a la incapacidad de los pequeños agricultores que practican agricultura de subsistencia para competir con las grandes extensiones de cultivo (Salinas Calejas & Gasca Quezada, 2009)

El caso específico de los agrocombustibles en el cono sur de América Latina, no es diferente, y es así como surgen una serie de conflictos con la población local de carácter rural. Inicialmente, las propuestas de producción de grandes extensiones de cultivos dedicados a los agrocombustibles prometían en el territorio rural un incremento del trabajo y su consecuente desarrollo rural en estos países Latinoamericanos. Obviamente esto no deja de ser un eslogan ofrecido por los países del Norte para evitar trabas a la plantación de estos cultivos. La realidad muestra que el modelo de grandes extensiones de monocultivo provoca efectos totalmente contradictorios a los que inicialmente se “preveían”. Los efectos provocados por las grandes extensiones de monocultivo son variables y dejan al sistema rural y a muchas poblaciones indígenas de estos territorios sin protección alguna ante las grandes inversiones multinacionales respaldadas por los gobiernos para la explotación de esos territorios.

Estos desplazamientos de la tierra de los campesinos del cono sur, suponen también un gran impacto sobre la cultura rural y los conocimientos indígenas que se van perdiendo en favor de la “modernización” de las técnicas agrarias basadas en la productividad. Se pierde así también la posibilidad de avanzar hacia cultivos sostenibles de la tierra en terrenos

agrícolas de América Latina donde los saberes tradicionales son un sector básico de la transición hacia la sostenibilidad ambiental (Gilbertson et al., 2007).

Por esta razón, bajo los sistemas de agricultura familiar, 100 hectáreas de cultivo de soja suponen 35 empleos en el territorio del cono sur mientras que bajo un sistema de agricultura mecanizada de monocultivo solo emplean a 0,5 trabajadores (Holt-Giménez, 2008).

La introducción de la soja transgénica que actualmente predomina en este territorio, genera también una pérdida del dominio sobre las semillas ya que la propiedad de estas quedan en manos de patentes que impiden el acceso libre a ellas para los productores, por lo que se pierde de nuevo soberanía en aspectos tan importantes como son los económicos, territoriales y alimentarios. De hecho, son abundantes también las expulsiones de muchas poblaciones por la expansión de monocultivos y sus tratamientos químicos como las fumigaciones, que afectan gravemente a la población (Bravo, 2013).

Los mayores perjudicados de estas situaciones son, por lo tanto, las economías de pequeña escala y la soberanía alimentaria y la democratización de las tierras en los espacios rurales (Gilbertson et al., 2007).

Se está generando así un gran mercado destinado a la exportación para los países del Norte, dejando a un lado la soberanía de los países del Sur e incrementando, por ende, su dependencia y pobreza en el ámbito del acceso a recursos alimentarios. Este sistema hace que los alimentos que antes se producían de manera local, ahora su consumo dependa de la importación, generando una mayor dependencia exterior (Gilbertson et al., 2007). El avance de la frontera agrícola en el cono sur, es considerado un éxito por la industria agrícola debido al incremento de terrenos disponibles y beneficios económicos. Por otra parte, los agricultores y campesinos son los gravemente perjudicados (Altieri & Bravo, 2012).

Todo este proceso de pérdida de soberanía de las poblaciones locales, ha despertado grandes movimientos de lucha en el cono sur de América Latina como pueden ser el Movimiento Sin Tierra o la Vía Campesina que buscan una lucha constante por recuperar la soberanía de los pueblos en todos los sentidos (Gilbertson et al., 2007).

El avance de la frontera de la soja en el territorio del cono sur de América Latina ligado a la revalorización de las tierras y por consiguiente su incremento en los precios y el incentivo a ser vendidas supone una situación cada vez más desastrosa (Altieri & Bravo, 2012) Esto

implica un continuo descenso en la población rural y el reemplazo de mano de obra por maquinaria (Dominguez & Orsini, 2016).

1.3. Multinacionales y precios de los alimentos

La producción de agrocombustibles como el bioetanol y biodiesel está muy ligada a las grandes multinacionales (como la mayoría de los monocultivos) lo que supone un incremento de tierras y dominio de terrenos de estas en el Sur global (MAB, 2009). La necesidad de grandes espacios para el cultivo de los agrocombustibles deja en manos de las grandes empresas del “*agrobusiness*” el control de los territorios y los cultivos dejando fuera del acceso a estos negocios a los campesinos locales. La demanda de alimentos se mantiene, y la oferta disminuye en favor de cultivos de agrocombustibles por lo que se produce un notable incremento de los precios de los alimentos, que al tratarse de sociedades rurales con una renta per cápita muy escasa, se traduce en graves problemas de hambrunas en esos territorios rurales (Altieri & Bravo, 2012). Es así como la expansión de los cultivos de soja produce un alto incremento de la concentración de la tierra y también una concentración notable de los ingresos, ya que estos cultivos quedan en manos de grandes empresas en vez de pequeños campesinos (Altieri & Bravo, 2012).

Estas situaciones en las que los campesinos son desplazados por grandes empresas generan diferentes situaciones de conflictos por el abandono de tierras. El desplazamiento de población por la acaparación de tierras, genera una huida de los campesinos hacia los suburbios de las ciudades en busca de un trabajo asalariado que incrementa estas situaciones de pobreza (Gilbertson et al., 2007). Por lo tanto, podríamos ver que cuanto mayor sea la producción de agrocombustibles, mayor será la concentración de tierras y sus consecuentes efectos (Bravo, 2013). Este modelo de producción y explotación de grandes extensiones de tierra, al igual que las emisiones de CO₂ vistas anteriormente, supondría también una notable degradación de los hábitats naturales (Delucchi, 2010).

El recurso más buscado por las grandes multinacionales que se dedican a la producción de agrocombustibles es la tierra. Es un sistema productivo donde los agricultores son prescindibles, y donde los grandes cultivos llevan a cabo fuertes procesos de deforestación donde se implantan grandes desiertos de soja (Vargas et al., 2009).

Alrededor de tres cuartas partes de la producción de soja para biodiesel en estos países está en mano del “*agrobusiness*” por lo que la repercusión sobre las poblaciones no se presenta muy positiva, como veremos más adelante. Se crea así un fuerte mercado de estos agrocombustibles en los países del bloque, que sumado a la presión que ya tenían sobre la producción de cultivos para otros fines, va a incrementar notablemente los

efectos colaterales de dichos cultivos (Fritz, 2008). Todo esto gracias a que estos territorios del Sur, son espacios “privilegiados” para la productividad de los cultivos de soja y de costes relativamente bajos.

2. El avance de la soja en el bloque sojero de América Latina

El origen principal del cultivo de soja proviene de Brasil y Argentina, pero por las cualidades de los territorios donde se expanden los cultivos de soja, se tienen en cuenta los cultivos que abarcan parte de Paraguay y Bolivia. Estos cuatro países pertenecientes al cono sur de América Latina forman el denominado bloque sojero de América Latina.

En el cómputo total de estos países, la soja es el principal cultivo dedicado a los agrocombustibles (Cavalett & Ortega, 2010) y se encuentra principalmente concentrado en torno a unas pocas multinacionales agrícolas que dominan la totalidad del agronegocio de estos cultivos de soja en este espacio del cono sur de América Latina (Vargas et al., 2009). Estas grandes zonas de cultivo empezaron a extenderse una vez superados los años 70, siendo desde entonces el cultivo que ha llevado a cabo un mayor incremento en cuanto a producción se refiere (ya sea desde el punto de vista de la extensión o de cosecha recogida). Que se hayan elegido estos espacios para el cultivo de la soja, no es algo baladí, sino que se ha impuesto en esos territorios por diferentes factores. Son espacios donde es fácil llevar a cabo una notable reducción en los costes de producción, ya sea por la implementación de las economías de escala a razón de las plantaciones mediante sistemas de monocultivos o por el pago de bajos salarios a los agricultores y la escasa necesidad de trabajo agrícola. Como consecuencia del clima y la situación geográfica, la productividad es superior, y por último, porque desde los grandes núcleos del Norte global como Europa y Estados Unidos, es fácil externalizar los costes debido a su fuerte poder comercial hacia estos territorios (Pasquis, 2006).

Los principales motores del incremento de los cultivos de soja en estos territorios podríamos entender que son los precios internacionales y el desarrollo tecnológico, que permiten el abaratamiento del producto final y por lo tanto una mayor facilidad de exportación para estos países, en cuyo sector han basado la economía agrícola (Grau, Gasparri, & Aide, 2005). Durante todos estos años de amplia producción, estos cultivos se han caracterizado por su alta productividad, alta tecnología en los procesos de producción y como consecuencia un gran incremento del uso de fertilizantes (Laurance et al., 2001).

2.1 La producción de biodiesel en el bloque sojero

Se estima que actualmente la producción de soja destinada a producción de biodiesel en Argentina es de 2,32 millones de toneladas (un 6% de la producción de soja total) de las

cuales 1,4 millones están destinadas a la exportación siendo Europa el principal destino, y el resto como stock y consumo propio (Hilbert et al., 2012).

La demanda de biodiesel para satisfacción de las metas fijadas del 10% para 2020 tanto en Brasil como en Argentina incrementaría estos cultivos destinados al biodiesel en los dos países en un 40%, lo que implica que para satisfacer la demanda de los países del Norte con escasa capacidad de ser autosuficientes de cara a la producción de soja para biodiesel incrementará notablemente la producción en estos países proclives al cultivo de soja (FAO, 2017).

La producción en Brasil y Argentina, ha aumentado en los últimos años. En el periodo 2007-2012 de 47 a 76 mil barriles por día en el primer caso y de 47 a 51 mil barriles por día en el segundo (International Energy Agency, 2013) y las previsiones de incremento de los cultivos siguen incrementándose en los últimos años.

Una de las referencias para ver cómo van a evolucionar los cultivos de soja en estos territorios tiene que ver con las políticas de energías limpias fijadas en los países del Norte, como es la implantación de un 10% de agrocombustibles sobre el uso de combustibles totales. La incapacidad de estos países para hacer frente a dichos cultivos y su única opción de recurrir a la importación (Argentina exporta el 90% de su producción a la Unión Europea) incrementará los cultivos de soja en los países del bloque sojero.

Un dato relevante es la capacidad de estos países para cubrir su demanda con combustibles B5 (5% de porcentaje de biodiesel en la mezcla sobre el total). Esto nos muestra que, en los cuatro países mencionados, un pequeño aumento de la producción podría hacer frente a esta situación. Por ejemplo Argentina, Brasil y Paraguay, deberían incrementar su producción en 0,1, 0,24 y 0,07 respectivamente para satisfacer su demanda interna (Razo et al., 2007). De hecho, teniendo en cuenta los cultivos totales de soja, en Argentina y Brasil se podrían llegar a reemplazar el 47% del total de combustibles, en Bolivia el 27% y en Paraguay el 15%. En el resto de países por ejemplo, apenas ninguno supera el 5% (Ludena, Razo, & Saucedo, 2007). Por otra parte, los países con mayor capacidad para producir agrocombustibles mediante plantación de soja por su capacidad instalada son Brasil y Argentina, por lo que entendemos que pueden ser los territorios donde más se incrementen los cultivos en un futuro próximo debido al incremento de la demanda.

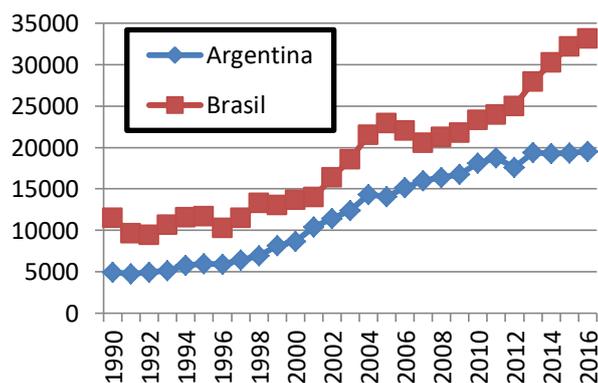
Este aumento de la demanda de agrocombustibles supondrá una mayor presión sobre los cultivos de soja e incrementará la competitividad entre cultivos destinados a alimentación y los cultivos destinados a la producción de agrocombustibles.

2.2. Impactos medioambientales en el bloque sojero de América Latina

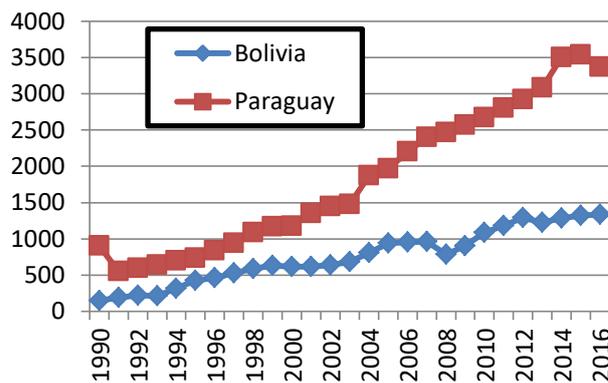
Como hemos mostrado, uno de los principales problemas de los cultivos de soja son los impactos medioambientales de las producciones de monocultivo en este territorio. Estos impactos están muy relacionados con los efectos negativos que tienen los agrocombustibles, ya que sus principales problemas vienen porque, a pesar de que se mitigan los impactos directos en cuanto a emisiones de GEI, cuando la producción se analiza desde una visión global de ciclo de vida los efectos son iguales o incluso peores. A parte de estas cuestiones de emisiones que ya hemos visto anteriormente, se dan otros serios problemas como la deforestación o la pérdida de gran parte de la biodiversidad.

La expansión de estas tierras de cultivo, se está haciendo a costa de cualquier aspecto ambiental (Gilbertson et al., 2007) sin ser realmente conscientes de los efectos que esto va a tener en un futuro próximo. Estos cultivos de soja comenzaron a incrementarse a principios de 1980 en estos países del cono sur (Grau et al., 2005) y desde ese momento, el incremento de tierras de cultivo ha sido constante. Como podemos ver en los gráficos 1 y 2, el crecimiento muestra un carácter exponencial en el conjunto de países.

Los incrementos de tierra dedicada al cultivo de soja desde los años 90 del siglo XX son notables y todos ellos se han visto favorecidos en parte por ciertas políticas públicas que se han llevado a cabo en este periodo. El incremento más alto (periodo 1990-2016) se lleva a cabo en Bolivia con un aumento de los cultivos de soja de 932,12%, seguido de Argentina con un 393,11%, Paraguay con un 374,48% y por último Brasil con un 288,12% (FAO, 2018). A pesar de que el aumento más alto en porcentaje de tierra se haya dado en Bolivia, los más significativos son los casos de Argentina y Brasil donde a pesar de darse un incremento menor, partían de una situación en la que los cultivos de soja ya ocupaban de por sí gran parte de los terrenos de cultivo. Adquieren también cierta importancia los ritmos de crecimiento medio interanual durante este periodo siendo de 5,59% en Argentina, 4,48% en Brasil, 5,89% en Paraguay y 9,76% en Bolivia, siendo este último el incremento más amplio.

Grafico 1: Evolución de la extensión destinada al cultivo de soja en Argentina y Brasil (miles de hectáreas) ²

Fuente: *Elaboración propia mediante datos de la FAO (2018)*

Grafico 2: Evolución de la extensión destinada al cultivo de soja en Paraguay y Bolivia (miles de hectáreas)

Fuente: *Elaboración propia mediante datos de la FAO (2018)*

Otro aspecto significativo es la extensión de tierra cultivable de cada país destinada a la soja. Según los datos del Banco Mundial (2018) la superficie total de todo tipo de cultivos de estos países para 2015 es la siguiente:

- Argentina: 39,20 millones de hectáreas
- Bolivia: 4,47 millones de hectáreas
- Brasil: 80,01 millones de hectáreas
- Paraguay: 4,80 millones de hectáreas

De dicha superficie total, en el caso de Argentina, se dedica al cultivo de soja el 49,75% con 19,5 millones de hectáreas (INDEC, 2018), en Bolivia el 22,34% con 1 millón de hectáreas (INE Bolivia, 2015), en Brasil el 39,36% con 31,5 millones de hectáreas (CONAB, 2018) y en Paraguay el 70,41% con 3,38 millones de hectáreas (Gobierno Nacional, 2017) todo ello según los datos del 2015, al ser los más recientes que hemos podido encontrar de forma conjunta.

Estas inmensas cantidades de cultivos de soja en estos países como hemos dicho, han sido llevadas a cabo en parte debido al que anteriormente denominamos nuevo extractivismo. A través de diferentes políticas neoliberales de libre comercio establecidas a partir de los años 80, se han permitido nuevas facilidades para el comercio de los países del Norte global mediante la explotación de los territorios del Sur (Richards et al., 2012). Todo este proceso de facilidades comerciales, con el apoyo de las élites locales, centraron el modelo productivo de estos países en la producción de soja con el único fin de destinar casi su totalidad hacia la exportación. Otro factor que ha sido clave en este proceso, es la

² Los cuatro países se han puesto en dos gráficas diferentes por cuestiones de escala, con el fin de ofrecer una imagen más real de la situación sin que la perspectiva se pierda al ser comparados.

fluctuación de la moneda en estos países, que ha ido muy ligada a los aumentos de producción de soja y la consecuente deforestación por un comercio mucho más accesible. Se dice así que en este territorio, hasta 80.000 km², es decir, el 31% del área de producción ha sido llevado a cabo mediante este tipo de incentivos comerciales (Richards et al., 2012). La intensificación en un futuro próximo de los cultivos de soja a causa del aumento de la demanda de los agrocombustibles podría intensificar esta situación.

Esta expansión agrícola supone el mayor agente que provoca grandes procesos de deforestación en el cono sur de América Latina. El incremento de productividad de los cultivos de soja, suele ir ligado a aumentos de extensiones de cultivo por la mayor rentabilidad y al mismo tiempo y consecuentemente, de deforestación (Grau et al., 2005). En este sentido, el extractivismo y la reprimarización generan una especie de fiebre global por la tierra ya que es el factor más buscado por las grandes empresas productoras. La soja es uno de los productos en los cuales el uso de transgénicos está más extendido, por lo que el uso de agroquímicos está muy presente a lo largo de las tierras de cultivo, lo que daña gravemente la biodiversidad y la salud de las poblaciones locales. Es por ello que el avance de cultivos de soja por lo general, es una fuente de grandes conflictos con diferentes poblaciones locales que se van a ver afectadas por esta expansión (Manzanal, 2017).

Este sistema de extensos cultivos dedicados a la exportación como es el caso del “boom de la soja” lideran las causas de extensiones deforestadas en estos países (Richards et al., 2012). Mediante la deforestación producida se lleva a cabo una fuerte destrucción de fuentes alimenticias para las poblaciones locales tanto humanas como del reino animal lo que daña gravemente la biodiversidad, al mismo tiempo que se destruyen sumideros de CO² y aumentan las emisiones de GEI empeorando los procesos de cambio climático (Cerdas, 2009). Estos procesos de deforestación se ven defendidos por las políticas públicas llevadas a cabo en estos países a causa de las presiones comerciales del Norte, y por el afán de incremento del sistema económico de acumulación (Bravo, 2007). Por lo tanto, la deforestación de estos territorios como el Amazonas o el chaco semiárido de Argentina, pueden llegar a generar un punto de no retorno, que desencadene diferentes procesos de autodestrucción en dichos terrenos boscosos, siendo especialmente grave el caso de que esto se produzca en el Amazonas (Gilbertson et al., 2007).

Según la base de datos de la FAO (2018), en estos países se ha perdido una gran cantidad de masa forestal desde la época de los años 90 hasta el año 2015. Si nos adentramos a analizar las cifras, vemos cómo en Brasil la deforestación ha alcanzado la cifra de 53,17

millones de hectáreas (algo más que toda la superficie de España), en Bolivia 8,03 millones, en Argentina 7,68 millones y en Paraguay 5,83 millones. Toda esta masa forestal perdida durante todos estos años, coincide casualmente con el aumento constante de los cultivos de soja en estos territorios.

La pérdida de masa forestal de todos estos países ha sido continua desde los años 90, llegando a darse situaciones de casi un 10% de pérdida de bosques como es el caso de Paraguay entre los años 2010 y 2015. La continuidad de esta evolución pone en grave peligro terrenos boscosos y sobre todo grandes poblaciones de especies que pierden su hábitat debido a la deforestación.

Por el contrario la evolución de los cultivos de soja muestra una tendencia totalmente contraria a la deforestación. Mientras se pierden grandes extensiones de masa forestal, los cultivos de soja se incrementan. En estos periodos de 5 años, desde el año 1995, los incrementos de cultivo de soja han sido en todo momento positivos, pudiendo destacar el periodo 2000/2005 donde la media de incremento de terreno destinado al cultivo entre los cuatro países ha sido alrededor de un 60%. A pesar de que no podemos mostrar a ciencia cierta que toda la superficie deforestada haya ido a parar a cultivos de soja, si podemos mostrar que estos cultivos han tenido gran parte de la culpa de estos procesos de deforestación. Los datos que ofrece la FAO (2016) de superficie neta perdida de bosque y ganada en agricultura seria de 29,8 millones de hectáreas y de 32 millones de hectáreas respectivamente. Esto demuestra que la superficie deforestada tiene como consecuencia un modelo agroindustrial insostenible como el que se está desarrollando en la actualidad.

Por último, para hacer hincapié en la importancia que estos cultivos tienen sobre la deforestación en estos territorios del bloque sojero de América Latina, podemos apoyarnos en un informe de la NASA -citado en Gilbertson et al. (2007)- que muestra que a lo largo de estos años de cultivo intensivo de la soja en estos territorios, se ha dado una notable correlación positiva entre el precio de la soja y los índices de deforestación en el cono sur Latinoamericano.

El sistema de producción de monocultivos, mediante los procesos de deforestación y los agroquímicos utilizados tiene una fuerte repercusión sobre la biodiversidad en estos territorios (Altieri, 2009). Estamos ante los que posiblemente sean los territorios más ricos en biodiversidad del planeta, por lo que la expansión de estos monocultivos para la producción de agrocombustibles puede generar pérdidas irreparables en biodiversidad ya sea de manera directa mediante la destrucción de hábitats naturales por la deforestación,

o por métodos indirectos como la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes (Ballenilla, 2007).

En los territorios de Brasil (mayoritariamente), Bolivia y Paraguay están dos de los ecosistemas más ricos en biodiversidad que pueden verse gravemente afectados. En primer lugar, el Pantanal, que es el humedal más grande del mundo puede verse afectado gravemente por la plantación de grandes extensiones de cultivo. Por otra parte tenemos el Cerrado que es la sabana tropical más extensa del mundo y con una mayor biodiversidad que puede verse afectada por la misma razón. Por todo ello, si se pretende cubrir la demanda, se requiere una mayor extensión de tierras disponibles, y estas pueden ser las elegidas creando efectos muy graves sobre los ecosistemas y la biodiversidad (Gilbertson et al., 2007).

Por último, desde el discurso internacional, se pretende alimentar a una población creciente, cubrir las necesidades energéticas mediante agrocombustibles y al mismo tiempo reducir las emisiones de GEI, mantener la superficie forestal y la biodiversidad (Cerdas, 2009). Como ya se ha subrayado, todo esto no es algo muy compatible, sino todo lo contrario, por lo que serán necesarias unas medidas ambientales mucho más drásticas para solucionar estos problemas.

VI. CONCLUSIONES

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, los agrocombustibles son un fenómeno cuya producción se está incrementando a nivel mundial y se están planteando desde el punto de vista de los principales discursos internacionales como una alternativa limpia y viable a los combustibles fósiles. El incremento del cultivo destinado a los agrocombustibles está desarrollando los nuevos modelos extractivistas muy activos en territorios del Sur global como es América Latina.

El intercambio ecológico desigual que surge de expandir a escala mundial los sistemas globales de consumo y producción externalizan los costes medioambientales y sociales hacia los territorios del Sur donde vemos que los países del cono sur (en el caso de América Latina) se están viendo gravemente afectados. La situación no parece que vaya a mejorar y todas las bondades que prometían los agrocombustibles (o gran mayoría de ellas) en realidad han quedado en papel mojado, pues no deja de resultar un modelo más de explotación de recursos en el Sur global por parte de los países del Norte.

Dejar la producción de agrocombustibles en manos de grandes empresas multinacionales es el principal hándicap de estos carburantes ya que los efectos negativos sobre la sociedad y el medioambiente se dan principalmente a causa del modelo de producción. Esto nos muestra que el comercio internacional de los recursos energéticos no deja de ser un modelo más de explotación de los países del Sur.

La capacidad de los agrocombustibles para mantener el modelo de movilidad que se había creado en torno a los combustibles fósiles se ve limitada principalmente por cuestiones como el incremento de emisiones a causa del uso de modelos agrícolas de monocultivos, la necesidad de tierras de las que apenas se dispone a nivel mundial y que hace que estos tengan que competir con la producción de alimentos. El incremento del uso del agua como recursos escaso o la baja tasa de retorno son cuestiones que nos dan pistas para entender que los agrocombustibles no van a ser el futuro de los carburantes en el ámbito de la locomoción.

Todos estos motivos dan pie a interpretar que el principal problema -y por donde realmente habría que atajar la situación- es que el sistema económico no tiene capacidad para sobrevivir como lo conocemos en un futuro "próximo" a causa de las carencias energéticas de combustibles fósiles y el agravamiento del cambio climático. La solución no está, por tanto, en la búsqueda de una alternativa para mantener el sistema de movilidad actual sino que el futuro debería basarse en adaptar el sistema económico a una reducción drástica de la movilidad a la cual nos conduce la disminución de petróleo disponible.

De esta manera, no solo se crearía un modelo sostenible energética y ecológicamente, sino que sería una de las bases para que los países del Sur no se vean explotados por la intensiva búsqueda de recursos de los países del Norte.

Adaptar por lo tanto el sistema socioeconómico a la disponibilidad de recursos, respetando su tasa de reposición, como nos muestra la economía ecológica, sería uno de los factores fundamentales para colaborar con el desarrollo de los países del Sur, evitando así los modelos de anticooperación vigentes en el sistema económico actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. (2011), "Extractivismo y neoextractivismo: Dos caras de la misma maldición." *Más allá del desarrollo*, 83-121.
- Aguilar, C. G. (2009), "El hambre voraz de los acuerdos comerciales: derecho a la alimentación y regionalismo autónomo en Centroamérica", *Azúcar roja, desiertos verdes*, María Silvia Emanuelli, Jennie Jonsén y Sofía Monsalve Suárez (eds.), Costa Rica, FIAN: 87-94.
- Aguilera, J. I. (2014), Sostenibilidad de los biocombustibles en un entorno rural. (Working paper). Disponible en http://www.uniovi.net/calidad/procesos/Difusion/Guias/pdf/1011/epi/4_planes_antiguos.pdf#page=76
- Altieri, M. (2009), "Desiertos verdes: Monocultivos y sus impactos sobre la biodiversidad", *Azúcar roja, desiertos verdes*, María Silvia Emanuelli, Jennie Jonsén y Sofía Monsalve Suárez (eds.), Costa Rica, FIAN: 55.62.
- Altieri, M., & Bravo, E. (2012), La tragedia social y ecológica de la producción de agrocombustibles en el continente Americano. (Working paper). Disponible en <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/BIOCOMBUSTIBLES-Altieri-Bravo.pdf>
- Ballenilla, M. (2007), Biocombustibles: mito o realidad. (Working paper). Disponible en http://cervantes.cpd.ua.es/personal/fernando.ballenilla/Apuntes/BIOMITOREALIDAD_050907.pdf
- Ballesteros, M. (2007), "Biocarburantes de segunda generación". *Revista de Ecología Política*, (34): 11-13.
- Banco Mundial. (2018), Base de datos del Banco Mundial. Disponible en <http://www.bancomundial.org>
- Bermejo, R. (2010), "Transformación del sistema de transporte por el impacto de techo del petróleo". *Ekonomiaz*, (73): 216-249.
- Bravo, E. (2007), "Una lectura geopolítica de la problemática de los agrocombustibles". *Revista de Ecología Política*, (34): 47-54.
- Bravo, E. (2013), *Biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentaria: Encendiendo el debate sobre agrocombustibles*, Quito, Génesis.
- Bringezu, S., Brien, M. O., & Howarth, R. W. (2009), Assessing biofuels. Disponible en www.unep.fr/energy
- Campbell, C. J., & Laherrère, J. H. (1998). "The end of cheap oil". *Scientific American*, (3): 78-83.
- Carpintero, Ó. (2008), "Biocombustibles y uso energético de la biomasa: Un análisis crítico", *El fin de la era del petróleo barato*, Joaquim Sampere y Enric Tello (eds.), Barcelona, Icaria Antrazyt: 135-158.

- Carpintero, Ó., & Riechmann, J. (2013), "Pensar la transición: Enseñanzas y estrategias económico-ecológicas". *Revista de Economía Crítica*, (16): 45-107.
- Carrón, J. M. (2007), "Migraciones internacionales intrarregionales en el cono sur de América Latina: El caso de Paraguay", *Población y desarrollo*: 94-105.
- Cavalett, O., & Ortega, E. (2010), "Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil". *Journal of Cleaner Production*, (18): 55-70.
- Cerdas, G. (2009), "Monocultivos y agrocombustibles: elementos clave del debate", *Azúcar roja, desiertos verdes*, María Silvia Emanuelli, Jennie Jonsén y Sofía Monsalve Suárez (eds.), Costa Rica, FIAN: 41-54.
- CONAB. (2018), Base de datos Conab. Disponible en <https://www.conab.gov.br>
- Cortés Marín, E., Suarez Mahecha, H., & Pardo Carrasco, S. (2009), "Biocombustibles y autosuficiencia energética". *Dyna*, (158): 101-110.
- Costanza, R., & Daly, H. (1992), "Natural capital and sustainable development". *Conservation Biology*, (6): 37-46.
- Curtis, F. (2009), "Peak globalization: Climate change, oil depletion and global trade". *Ecological Economics*, (69): 427-434.
- Da Costa, E., & Silva Lora, E. (2006), "The energy balance in the production of palm oil. Biodiesel—two case studies: Brazil and Colombia". *World bioenergy conference, Jonkoping*, (1998): 1-5.
- De Castro, C., Carpintero, Ó., Frechoso, F., Mediavilla, M., & de Miguel, L. J. (2014), "A top-down approach to assess physical and ecological limits of biofuels". *Energy*, (64): 506-512.
- Delucchi, M. A. (2010), "Impacts of biofuels on climate change, water use, and land use". *Annals of the New York Academy of Sciences*, (1195): 28-45.
- Demirbas, A. (2009), "Biofuels securing the planet's future energy needs". *Energy Conversion and Management*, (50): 2239-2249.
- Dominguez, N., & Orsini, G. (2016), Reflexiones sobre el impacto de la agricultura permanente en base a la monoproducción de soja en las economías regionales: el caso de Entre Ríos (Working paper).
- Dufey, A. (2006), "Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas". *IIED*, (64): 1-64.
- Ewing, M., & Msangi, S. (2009), "Biofuels production in developing countries: assessing tradeoffs in welfare and food security". *Environmental Science and Policy*, (12): 520-528.
- FAO. (2016), "State of the world's forest. Forests and agriculture: Land-use challenges and opportunities". *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)* (45): 811-922
- FAO. (2017), "Biofuels". *OECD-FAO Agricultural outlook*: 3-8.

- FAO. (2018), Food and Agriculture Organization of the United Nations Database. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Fearnside, P. M. (2001), "Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil". *Environmental Conservation*, (28): 23-38.
- Fernández Durán, R., & González Reyes, L. (2014a), *En la espiral de la energía Volumen I: Historia de la humanidad desde el papel de la energía* (1ª), Madrid, Libros en acción.
- Fernández Durán, R., & González Reyes, L. (2014b), *En la espiral de la energía Volumen II: Colapso del capitalismo global y civilizatorio* (1ª), Madrid, Libros en acción.
- Fritz, T. (2008), *Agroenergía en América Latina: Un estudio de casos de cuatro países: Brasil, Argentina, Paraguay y Colombia*, Berlín, FDCL.
- García Camús, J. M., & García Laborda, J. Á. (2006), "Biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol". *Fundación para el crecimiento de Madrid CEIM*, (125): 1-125
- García, S., & Davis, J. (1983), "Principios básicos de la asociación de cultivos". *CIAT*, 1-9.
- Gerbens-Leenes, P. W. (2017), "Bioenergy water footprints, comparing first, second and third generation feedstocks for bioenergy supply in 2040". *European Water*, (59): 373-380.
- Gerbens-Leenes, P. W., van Lienden, A. R., Hoekstra, A. Y., & van der Meer, T. H. (2012), "Biofuel scenarios in a water perspective: The global blue and green water footprint of road transport in 2030". *Global Environmental Change*, (22): 764-775.
- Gilbertson, T., Semino, S., Von Weizsaecker, C., Paul, H., Holland, N., Ernsting, A., & Boswell, A. (2007), *Agrocombustibles: Una revisión crítica de nueve puntos claves* (1ª), NOAH.
- Grau, R., Gasparri, I., & Aide, M. (2005), "Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina". *Environmental Conservation*, (32): 140-148.
- Gudynas, E. (2011), "El nuevo extractivismo progresista en América del Sur". *Centro Latinoamericano de Ecología Social (CLAES)*: 75-92.
- Gudynas, E. (2014), "Cuando los extractivismos reconfiguran democracias y derechos: Tensiones y contradicciones bajo el progresismo realmente gobernante". *Herramienta*, (54): 139-150.
- Harvey, D. (2005), "El nuevo imperialismo: Acumulación por desposesión". *CLACSO*: 99-129.
- Hilbert, J., Sbarra, R., & López, M. (2012), "Producción de biodiesel a partir de aceite de soja: Contexto y evolución reciente". *Ediciones INTA*, (53): 1-152.
- Hoekstra, A. Y. (2017), "Water footprint assessment: Evolvement of a new research field". *Water Resources Management*, (31): 3061-3081.
- Holt-Giménez, E. (2008), "Bio-combustibles: Mitos de la transición de los agrocombustibles". *REDESMA*, 1-7.

- Honty, G. (2008), Agrocombustibles y sustentabilidad en América Latina. *IV congreso regional de ingeniería química* (Working paper). Disponible en <https://es.scribd.com/document/7196603/CLAES-Agrocombustibles-y-Sustentabilidad-en-America-Latina-G>
- Hornborg, A. (1998), "Towards an ecological theory of unequal exchange: articulating world system theory and ecological economics". *Ecological Economics*, (25): 127-136.
- Hughes, L., & Rudolph, J. (2011), "Future world oil production: Growth, plateau, or peak?" *Current Opinion in Environmental Sustainability*, (3): 225-234.
- IDAE. (2006), Biocarburantes en el transporte. *Ministerio de industria, turismo y comercio*.
- IDB. (2018), Inter-American Development Bank database. Disponible en <https://www.iadb.org/es>
- IEA. (2010), World Energy Outlook. International Energy Agency. Disponible en <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2010/WEO2010.pdf%0A> <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1359645403003240>
- IEA. (2013), "Medium-term renewable energy market report 2013: Market trends and projections to 2018". *Renewable Energy*: 1-242.
- INDEC. (2018), *Base de datos INDEC*. Disponible en <https://www.indec.gov.ar/bases-de-datos.asp>
- INE. (2017). España en cifras 2017. Instituto Nacional de Estadística. Disponible en http://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2017/files/assets/common/downloads/publication.pdf
- INE Bolivia. (2015), Censo agropecuario 2015. Disponible en <https://www.ine.gob.bo/index.php/prensa/publicaciones/118-publicaciones/estadisticas-por-actividad-economica/158-censo-agropecuario-2013-bolivia>
- IPCC. (2014), Climate change 2014: Mitigation of climate change. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- Kerschner, C., & Capellán-Pérez, I. (2017), "Peak-oil and ecological economics". *Routledge Handbook of Ecological Economics*: 425-435.
- Kuchler, M. (2010), "Unravelling the argument for bioenergy production in developing countries: A world-economy perspective". *Ecological Economics*, (69): 1336-1343.
- Laurance, W. F., Cochrane, M. A., Bergen, S., Fearnside, P. M., Delamônica, P., Barber, C., D'Angelo, S. & Fernandes, T. (2001), "Environment: The future of the Brazilian Amazon". *Science*, (291): 438-439.
- Lee, R. A., & Lavoie, J.-M. (2013), "From first to third generation biofuels: Challenges of producing a commodity from a biomass of increasing complexity". *Animal Frontiers*, (3): 6-11.

- Ludena, C., Razo, C., & Saucedo, A. (2007), "Biofuels Potential in Latin America and the Caribbean: Quantitative considerations and policy implications for the agricultural sector". *American Association of Agricultural Economics Annual Meeting*: 1-66.
- MAB. (2009), "Agua, minería, agronegocio y modelo energético: ¿Para qué? ¿Para quién?" *Azúcar roja, desiertos verdes*, María Silvia Emanuelli, Jennie Jonsén y Sofía Monsalve Suárez (eds.), Costa Rica, FIAN: 127-132.
- Macedo, I. D., Leal, M. R., & Da Silva, J. E. (2004), "Assessment of greenhouse gas emissions in the production and use of fuel ethanol in Brazil". *Government of the State of São Paulo*.
- Manzanal, M. (2017), "Desarrollo y territorio: Una visión desde los procesos de sojización del Cono Sur de América Latina". *Geograficando*, (13): 1-12.
- Martinez-Alier, J., Temper, L., Munguti, S., Matiku, P., Ferreira, H., Soares, W., Porto, M., Raharinirina, V., Haas, W., Singh, S. & Mayer, A. (2014), "The many faces of land grabbing. Cases from Africa and Latin America". *EJOLT*, (10): 1-93.
- Martínez Alier, J. (2004), "Los conflictos ecológico- distributivos y los indicadores de sustentabilidad". *Revista Iberoamericana de economía ecológica (REVIBEC)*, (1): 21-30.
- Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2006), *Limits to growth: The 30-year update*. Barcelona, Círculo de lectores, Galaxia Gutenberg.
- Murphy, D. J., & Hall, C. A. S. (2011), "Energy return on investment, peak oil, and the end of economic growth". *Annals of the New York Academy of Sciences*, (1219): 52-72.
- Nacional, G. (2017), Síntesis estadísticas. Producción agropecuaria. Informe final.
- Pasquis, R. (2006), "Mercado y medio ambiente: el caso de la soya en la Amazonía brasileña". *Iconos. Revista de ciencias sociales*, (25): 47-56.
- Pimentel, D. (2003), "Ethanol fuels: Energy balance, economics, and environmental impacts are negative". *Natural Resources Research*, (12): 127-134.
- Pimentel, D., & Patzek, T. (2005), "Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; Biodiesel production using soybean and sunflower". *Natural Resources Research*, (14): 65-76.
- Pistonesi, H., Nadal, G., Bravo, V., & Bouille, D. (2015), *Aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: Elementos para la formulación de políticas públicas* (1ª), Santiago de Chile, CEPAL.
- Powers, S. E., Burken, J. G., & Alvarez, P. J. (2009), "The water footprint of biofuels: A drink or drive issue?" *Environmental science and technology*, (43): 3005-3010.
- Razo, C., Ludena, C., Saucedo, A., Astete-Miller, S., Hepp, J., & Vildósola, A. (2007). *Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América latina y el Caribe* (1ª), Santiago de Chile, CEPAL.

- Richards, P. D., Myers, R. J., Swinton, S. M., & Walker, R. T. (2012), "Exchange rates, soybean supply response, and deforestation in South America". *Global Environmental Change*, (22): 454-462.
- Russi, D. (2008), "Agrocombustibles: ¿Una solución para muchos problemas o muchos problemas sin solución?" *Ecología Política*, (34): 34-46.
- Salinas Calejas, E., & Gasca Quezada, V. (2009), "Los Biocombustibles". *El Cotidiano*, (157): 74-82.
- Smolker, R., Tokar, B., Petermann, A., & Hernández, E. (2007), "El verdadero costo de los agrocombustibles: Alimentación, bosques y clima". *Science*: 1-80.
- Valin, H., Peters, D., van den Berg, M., Frank, S., Havlik, P., Forsell, N., & Hamelinck, C. (2015), The land use change impact of biofuels in the EU: Quantification of area and greenhouse gas impacts. European Union. Recuperado a partir de https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Final_Report_GLOBIOM_publication.pdf
- Vargas, M., Ariza, P., Bertran, L., Bermejo, I., Binimelis, R., Calderón, E., Cañellas, S., Cipriano, X., Fumado, J., Galán, E., García, F., Jurado, A., Landeros, A., Llistar, D., Markos, A., Raffin, A., Rekondo, M., & Rivera-Ferre, M. (2009). *Agrocombustibles: ¿Otro negocio es posible?* (1ª), Barcelona, Icaria Antrazyt.