

MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Los agrocombustibles. ¿Solución o problema a la escasez de energía fósil?
(The agrofuels. Solution or problem to the shortage of fossil energy?)

Autor/a: D. Francisco Diez de Velasco Sánchez

Tutor/a: D. Federico Aguilera Klink

Grado en Administración y Dirección de Empresas
FACULTAD DE ECONOMÍA, EMPRESA Y TURISMO
Curso Académico 2014 / 2015

La Laguna. Junio de 2015

D. Federico Aguilera Klink, Catedrático del Departamento de Economía Aplicada y Métodos Cuantitativos.

CERTIFICA:

Que la presente Memoria de Trabajo Fin de Grado en Administración y Dirección de Empresas titulada:

Los agrocombustibles: ¿Solución o problema ante la escasez de combustibles fósiles? presentada por el alumno Francisco Diez de Velasco Sánchez y realizada bajo mi dirección, reúne las condiciones exigidas por la Guía Académica de la asignatura para su defensa

Para que así conste y surta los efectos oportunos, firmo la presente en La Laguna a 2 de Junio .de 2015.

El tutor

Fdo: D. Federico Aguilera Klink.

LUGAR Y FECHA

La Laguna, 2/6/2015

ÍNDICE

0. Introducción	5
0.1.¿Qué son los agrocombustibles?	5
0.2.La distinción entre biocombustibles y agrocombustibles	5
1. El cultivo de agrocombustibles en relación con el aumento de la demanda energética	6
1.1.El cenit o pico del petróleo	7
1.2.El crecimiento de la demanda energética	9
1.3.¿Sería razonable pensar que los agrocombustibles pueden satisfacer la demanda que actualmente se soporta con la extracción de combustibles fósiles?	11
2. Análisis de su Tasa de retorno energético (TRE) y la segunda ley de la termodinámica.	13
2.1.La TRE de los agrocombustibles	15
2.2.La relación entre los agrocombustibles y la ley de la Entropía	18
3. El problema de los agrocombustibles y la producción de alimentos (algunos casos del continente africano)	19
3.1.Regulación europea para controlar la procedencia de los agrocombustibles.....	21
3.2.Los agrocombustibles de primera, segunda, tercera y cuarta generación.....	22
3.3.La lucha contra el cambio climático y el abandono de tierras apoyada en el consumo de agrocombustibles	23
3.4.Ejemplos concretos de problemas en África por los agrocombustibles ...	25
3.4.1. El problema en Suazilandia	25
3.4.2. El problema en Tanzania	25
4. La visión del gobierno de España y de la comunidad autónoma de Canarias sobre el papel de este carburante.	26
4.1.La visión de España	26
4.2.La visión de Canarias	27
5. Conclusiones	29
6. Bibliografía	31

ÍNDICE DE TABLAS

Gráfico 1.1: Evolución del consumo total de energía primaria en cuatrillones BTu ...	10
Gráfico 1.2: Evolución del consumo de energía per cápita en EEUU y China en millones de BTu	10
Gráfico 1.3: Evolución del consumo de petróleo y de agrocombustibles en EEUU y China en miles de barriles por día.	12
Gráfico 1.4: Evolución en el consumo mundial de petróleo y agrocombustibles en miles de barriles diarios.	12
Tabla 2.1: Evolución de las necesidades mínima de energía neta para los distintos modelos sociales.	14
Tabla 2.2: TRE para la producción de agrodiesel de palma aceitera en Colombia y Brasil.....	16
Gráfico 2.3: Relación entre la producción y el consumo de agrocombustibles en Brasil (Miles de barriles diarios).	16
Gráfico 2.4: Relación entre la producción y el consumo de agroetanol por continente para el año 2012 en miles de barriles diarios.	17
Gráfico 2.5: Relación entre la producción y el consumo de agrodiesel por continente para el año 2012 en miles de barriles diarios.	17
Gráfico 4.1: Porcentaje de demanda de energía final en función del tipo de energía en 2011.....	28

Resumen

La energía es fundamental en la sociedad moderna ya que de la cantidad de energía disponible depende su desarrollo. Los combustibles fósiles guardan un papel muy importante en el abastecimiento energético a nivel mundial. Pero son una fuente finita y cuyo agotamiento se calcula que se produzca después de mediados de siglo. De aquí la necesidad de una alternativa. Los líderes del sector transporte, uno de los mayores consumidores de energía, proponen la posibilidad de que una de las soluciones sean los agrocombustibles. En este trabajo se discutirá la viabilidad de estos combustibles, los resultados obtenidos hasta la fecha y los avances alcanzados. En resumen, mostraremos que los agrocombustibles tienen demasiadas desventajas para apostar por ellos como fuente de energía que mejore la situación actual.

Palabras clave: energía, agrocombustibles, combustibles fósiles, abastecimiento energético.

Summary

Energy is essential in modern society since development depends on the amount of energy available. Fossil fuels keep a very important role in world energy supply. But it is a finite source whose depletion is estimated to occur towards the middle of the century. Therefore there is a need for an alternative. The leaders of the sector of transport, one of the major consumers of energy, proposed the possibility that one of the solutions might be agrofuels. This work will discuss the viability of these fuels, the results obtained to date and the progress achieved. Summarizing, we will show that agrofuels have too many disadvantages to bet for them as a source of energy that improve the current situation.

Key words: energy, agrofuels, fossil fuels, energy supply.

0. INTRODUCCIÓN

La energía es fundamental para el desarrollo de la sociedad moderna, ya que esta se ha construido partiendo de la base de la disponibilidad de energía. Los combustibles fósiles actualmente abastecen la mayor parte de la demanda energética pero debido a su carácter finito la investigación de alternativas energéticas se hace necesaria. En la búsqueda de alternativas tiene su tema este trabajo, ya que como veremos más adelante los agrocombustibles están siendo considerados como una clara alternativa al petróleo por grandes potencias mundiales. El trabajo se centra en conocer la viabilidad que tienen los agrocombustibles como sustituto de los actuales combustibles fósiles y el papel que podrían ocupar dentro del mix energético. Para ello analizaremos diferentes factores como son la demanda energética o la producción de agrocombustibles en relación con el mercado alimentario. En definitiva conoceremos las ventajas y desventajas de estos combustibles y desmentiremos algunos de los argumentos más utilizados para apoyar la producción de agrocombustibles.

Para empezar a hablar sobre este tema es necesario aclarar lo que son los agrocombustibles y el porqué de este término en lugar de biocombustibles, pese a que el uso de este último esté mucho más extendido en la sociedad.

0.1. ¿QUÉ SON LOS AGROCOMBUSTIBLES?

Los agrocombustibles son carburantes de origen vegetal principalmente pero también pueden tener origen animal, creados a partir de biomasa y que mediante su combustión generan energía. Los dos agrocombustibles más utilizados son el etanol y el biodiesel dependiendo de la materia prima utilizada en su producción. En el caso del biodiesel tiene su origen en los lípidos por lo que se produce a partir de aceites vegetales, sacados de plantas como la soja o la colza, y grasas animales. El etanol como combustible se produce a partir de los azúcares de las plantas, y para ello se utilizan materias primas como la caña de azúcar, la remolacha, el maíz, la celulosa o incluso residuos agrícolas. (Biodisol, <http://www.biodisol.com>)

Existe también otra forma de agrupar los agrocombustibles según su materia prima pero sobre todo según la complejidad de la tecnología utilizada para producirlos. Pero esta clasificación se expondrá a la hora de hablar sobre su relación con el mercado alimentario.

0.2. LA DISTINCIÓN ENTRE BIOCUMBUSTIBLES Y AGROCOMBUSTIBLES

La utilización del término biocombustibles para nombrar a los combustibles que se producen de forma artificial a través del cultivo de ciertas plantas es algo que ha sido criticado por muchas organizaciones que piden la corrección del término biocombustible para su cambio por uno más adecuado. Según está publicado en el informe *Agrocombustibles: Una revisión crítica de nueve puntos clave*: “No podemos llamarlo ‘programa de biocombustibles’ ni, evidentemente, ‘programa de biodiésel’. Estos términos emplean el prefijo ‘bio’ para dar a entender que la energía en cuestión procede de la ‘vida’ en general. Eso es algo ilegítimo y manipulador. Debemos encontrar un término para cada idioma que describa la situación de forma más exacta, es decir, optar por un término como ‘agrocombustible’. Este término se refiere

específicamente a aquella energía creada a partir de plantas cultivadas mediante la actividad agrícola.” (Biofuelwatch y otras, 2007) Como se observa en la cita, el término propuesto para la denominación de estos combustibles es el de agrocombustibles y la importancia que le dan en este artículo a la diferenciación entre los dos términos es notable, ya que según entienden los autores, la utilización del término biocombustibles puede llevar a pensar a la sociedad que el combustible que se va a consumir tiene un origen acorde con los métodos de cultivo biológico, algo que como se explicará más adelante no tiene porqué producirse.

La Federación nacional de agricultura biológica de Francia (FNAB) también es un ejemplo de organización interesada en que quede clara la diferencia entre un agrocombustible y un biocombustible y por eso ha manifestado en numerosas ocasiones su descontento hacia la denominación general de biocombustibles. Explican que no están de acuerdo con el uso llevado a cabo por el sector energético y otros sectores sobre el prefijo ‘bio’ y ha pedido en el Senado francés que se tomen medidas para que exista una mayor protección de este prefijo, ya que podía llevar a confusión. Según la FNAB, los consumidores tienen muy presente la relación entre el prefijo ‘bio’ y los productos biológicos cuyo cultivo busca el respeto al medioambiente, algo que en su opinión no entra dentro de la definición de biocombustible. Por lo que para evitar la ambigüedad y debido a que en otros estados de la Unión Europea también se estaba requiriendo esta misma protección, la FNAB realizó esta petición ante el Senado. (Nasdala, 2009)

Según la búsqueda realizada sobre este tema, se ha observado que la mayor parte de la información encontrada en la red no especializada en el tema de los agrocombustibles aparece con el nombre de biocombustibles. Lo que lleva a pensar en la clara necesidad de que se conciencie a la sociedad para que entiendan el verdadero significado de los agrocombustibles y sobre todo su origen, algo que parece muy difícil dejar claro utilizando el término biocombustibles. También es importante tener en cuenta que el término utilizado para denominar los diferentes tipos de agrocombustibles (como biodiesel o bioetanol) también tiene asociado el prefijo “bio” por lo que sería necesario prestar atención a estos términos para encontrar otros que se ajusten más al origen de estos carburantes. La utilización del término agrocombustibles, lleva a pensar en la posibilidad de adoptar también el de agrodiésel y agroetanol para diferenciarlo del diésel y de la gasolina, que tiene origen en los combustibles fósiles. Existe la misma posibilidad de confusión entre los términos de biodiesel y bioetanol que en el término biocombustibles, pero únicamente se ha encontrado la petición para limitar la utilización del término general y no el término específico de cada producto, algo que sería también necesario. En el resto del trabajo se utilizarán los términos de agrocombustibles, agrodiesel y agroetanol, para evitar que se pueda crear confusión respecto a la naturaleza de estos combustibles.

1. EL CULTIVO DE AGROCOMBUSTIBLES EN RELACIÓN CON EL AUMENTO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para comprender la situación de crecimiento que está conllevando la búsqueda de energías alternativas a los combustibles fósiles como es el caso de los agrocombustibles es necesario explicar el concepto de Cenit del Petróleo.

1.1.EL CENIT O PICO DEL PETRÓLEO

El Cenit o Pico del petróleo es el momento en el que el ritmo de extracción de las reservas de petróleo va disminuyendo hasta que llega un punto en el que las reservas de petróleo se acaban. La rentabilidad energética de la extracción de petróleo ha ido cayendo de forma continuada, ya que en 1900 realizando la inversión de un barril de petróleo en los yacimientos de EEUU se obtenían cien barriles. Actualmente, los últimos estudios muestran datos muy diferentes, ya que esta cifra baja hasta los diez barriles obtenidos realizando la misma inversión (la relación entre la inversión energética y la energía obtenida será ampliada más adelante con el nombre de TRE) (Álvarez, 2012). Para conocer aproximadamente el momento en el que se va a alcanzar el agotamiento, resulta relevante la figura que representa la Curva de Hubbert. Esta curva tiene la forma de una distribución normal en la que en la parte izquierda del pico tenemos el descubrimiento del petróleo y su fase de fácil extracción pero en cuanto pasamos del punto medio lo que ocurre es que la producción cada vez va disminuyendo hasta igualarse a 0 lo que supone el fin del petróleo barato y acaba desapareciendo. M. King Hubbert es un geofísico estadounidense creador de un modelo matemático para el cálculo del cenit del petróleo y otros combustibles fósiles en función de las reservas existentes. Hubbert realizó los cálculos para conocer la fecha aproximada en la que el petróleo llegaría a su fin y según estos, el Cenit del petróleo para Estados Unidos se produciría en torno al año 1971. Los años 70 fue una década en la que se produjo un decrecimiento en la producción estadounidense de petróleo y se produjeron dos grandes crisis debido a la menor disponibilidad energética. Pero con el descubrimiento de las reservas en Alaska, reservas con las que Hubbert no había contado en su informe, la situación de crisis se fue disipando y por lo tanto nunca se puso freno a la dependencia de los combustibles fósiles (Prieto, 2010).

A medida que ha pasado el tiempo han aparecido tanto partidarios de la realidad del final del petróleo (como por ejemplo Matthew Simmons, Richard Heinberg o Michael Ruppert: en Darley y otros, 2004), como una gran parte de la sociedad mundial que aún se encuentra convencida de que el modelo actual es correcto y que lo único que es necesario hacer es buscar alternativas al petróleo para abastecer la demanda o seguir invirtiendo en la búsqueda de nuevos yacimientos, olvidando completamente el cambio climático. También encontramos el caso de los que no se preocupan por este asunto porque su pensamiento está centrado en el corto plazo y no dan importancia a predicciones que tendrán lugar dentro de 25 años. El petróleo es un recurso finito y por lo tanto está claro que se terminará acabando. Y según los datos publicados por la Agencia Internacional de la Energía (2010) el Cenit del petróleo a nivel global fue alcanzado en el año 2006 y sus previsiones para los años siguientes incluyen un claro decrecimiento de la producción de los yacimientos que se encuentran actualmente en uso. Parece que gracias al descubrimiento de nuevas reservas y a la utilización de las tecnologías más avanzadas de extracción, la producción total de combustibles fósiles líquidos incluso llegará a incrementarse, eso sí, tímidamente. El conflicto lo encontramos en la demanda energética, que se prevé se incremente, pero esto será explicado a continuación.

En el Segundo Congreso sobre el Pico del Petróleo organizado recientemente por la UNED en Barbastro, se presentaron una serie de escenarios de cómo podría evolucionar el sector energético con la crisis que está suponiendo la disminución en la producción de petróleo. El mayor problema se encuentra en el sector transporte que depende casi en su totalidad de los combustibles líquidos, con una mínima representación de los medios

de transporte movidos por electricidad y por hidrógeno, por lo que este sector sería el más perjudicado por la falta de petróleo. Se estimaron los datos para dos escenarios, pero en ninguno de los dos se conseguía producir una cantidad de energía, utilizando todo el mix energético, que cubriera la curva de demanda. Otro de los estudios que se realizó fue el de evaluar las consecuencias para el sector eléctrico y aunque en ninguno de los dos escenarios se llegó a abastecer la totalidad de la demanda, con una fuerte apuesta por las energías renovables, sobre todo la energía solar, no faltaría demasiado para cubrir la demanda. Todos estos escenarios fueron calculados suponiendo que se llevaría a cabo una política global de ahorro y eficiencia energética. Pero para poder evitar un escenario en el que la crisis energética sea demoledora para la sociedad es necesario empezar a buscar soluciones lo antes posible, ya que se ha sobrepasado el Cenit y lo que queda es una carrera a contrarreloj para evitar el colapso. (Mediavilla, 2015)

Me gustaría resaltar una cuestión que se plantea el Profesor Richard Heinberg sobre la utilización que le estamos dando al petróleo. Heinberg, es especialista en medioambiente, uso de la energía y sus fuentes y las consecuencias del agotamiento del petróleo y en una entrevista para OneworldTV en 2010 (<http://oneworld.org>) sobre el decrecimiento reflexionó sobre si el uso que estamos haciendo actualmente del petróleo que se basa en extraerlo lo más rápido posible para después quemarlo es una acción inteligente para realizar con un recurso con tantas cualidades. Gracias al petróleo, la humanidad ha podido ver realizado el sueño de una Revolución industrial que le permitía incrementar la productividad, gracias a la mecanización, hasta límites que nunca había pensado que lograría antes de descubrir este elemento. Además ha permitido el desarrollo (para unas sociedades más que para otras) como civilización gracias a su capacidad para sustituir el esfuerzo del hombre en las actividades básicas, como son la agricultura, mientras este podía dedicar ese tiempo a investigar. Por lo que cabría la posibilidad de pensar que gracias al consumo que hemos llevado a cabo de petróleo la sociedad ha podido llegar a los niveles de crecimiento en los que se encuentra y ha favorecido el continuo desarrollo del último siglo. Eso es cierto, pero hay que preguntarse si ese crecimiento es real o solo se trata de una ilusión que ha sido posible por el abundante petróleo barato que prácticamente manaba sin esfuerzo de los pozos de petróleo. La búsqueda de energía no era un tema fundamental mientras había petróleo en abundancia, porque esa necesidad estaba totalmente cubierta. Pero el problema se producirá en el momento en que ese elemento en el que se ha cimentado la sociedad actual comience a escasear de forma que afecte al normal funcionamiento de las sociedades. ¿Qué ocurrirá cuando realmente se empiecen a notar los efectos de la escasez de petróleo y esto afecte al precio de prácticamente todos los bienes? ¿Sería posible seguir creciendo con la ausencia del petróleo, un combustible que ha permitido a la humanidad realizar innumerables avances durante los últimos 150 años?

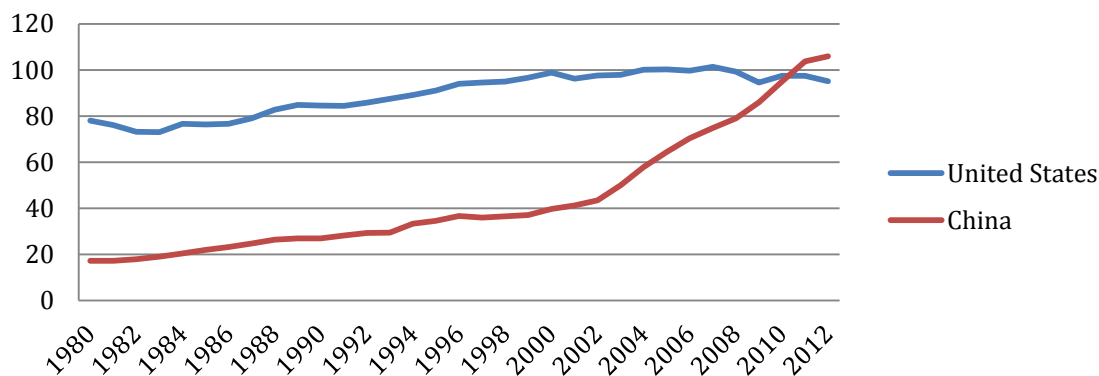
Muchos de los países más industrializados confían en que la producción de agrocombustibles proporcionará la energía necesaria para paliar los efectos inmediatos de un declive en la producción mundial de petróleo, sobre todo los efectos que tendrían en el sector del transporte que es un gran dependiente de combustibles líquidos. Desde organismos como la Unión Europea se está exigiendo a sus estados miembros que incluyan los agrocombustibles en su mix energético y además se especifican plazos y porcentajes con el fin de que el consumo de estos combustibles se incremente en los próximos años. La normativa europea en la que se regula el consumo de agrocombustibles se tratará más adelante.

Para concluir con este apartado, básico para entender el porqué de la investigación de los agrocombustibles me gustaría acabar con una reflexión de Richard Heinberg. El Profesor Heinberg pone en duda la inteligencia humana, de la que tantos presumen y en la que se basan para argumentar la superioridad de la raza, explicando el ciclo de vida de la levadura. La levadura basa su existencia en el consumo de azúcar, por lo que si ponemos levadura en una solución con azúcar, se alimentará de ella e irá produciendo residuos. En el momento en que la levadura consuma el azúcar de la solución, desaparecerá. Heinberg relaciona la levadura con la especie humana y compara la relación de la primera con el azúcar a la que tiene la especie humana con la energía (OneworldTV, 2010). La pregunta que cabe hacerse es: ¿El ser humano utilizará su inteligencia para demostrar que es más listo que la levadura o por el contrario agotará la energía de los combustibles fósiles y eso conllevará su extinción?

1.2.EL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda energética a nivel mundial se encuentra en crecimiento, debido en gran parte a los avances tecnológicos que son grandes demandantes de energía y al aumento de la demanda de países que anteriormente no se estaban desarrollando y en la mayoría de los casos buscan imitar los modelos ya existentes. El desarrollo de países como China supone una importante amenaza para países como EEUU cuyos modelos energéticos necesitan de una gran cantidad de energía disponible para continuar con su normal funcionamiento, ya que para que China se desarrolle y llegue a implantar un modelo similar, es necesario que su demanda energética se incremente y teniendo en cuenta los datos poblacionales que tiene el país, su desarrollo hasta el punto de EEUU conlleva un enorme incremento de energía necesaria. Cuando se dice que China es una potencia que quiere desarrollarse, hay que tener en cuenta lo que supondría en materia energética, ya que aproximadamente un tercio del parque automovilístico mundial se encuentra en EEUU que tiene una población cuatro veces inferior a la población de China. En el momento en que la nueva potencia exija un puesto a la cabeza del desarrollo mundial y su población quiera acceder al modelo de vida de los países desarrollados se va a producir un importante conflicto. El modelo social que tienen muchos países desarrollados es un modelo altamente demandante de energía en el que el ahorro energético no es realmente una preocupación, lo que se traduce en modelos insostenibles que deben cambiar radicalmente aunque sus ciudadanos no quieran perder calidad de vida para el correcto funcionamiento futuro.

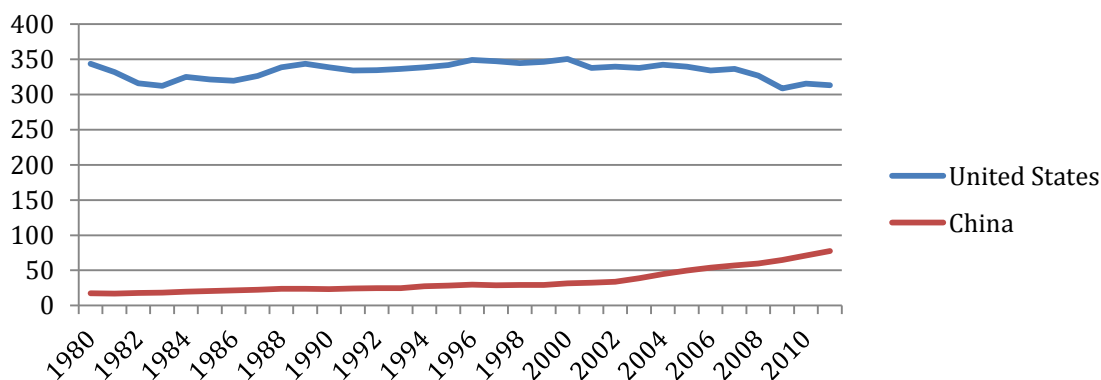
Gráfico 1.1: Evolución del consumo total de energía primaria en cuatrillones BTu¹



Fuente: U.S. Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>)

En los últimos 30 años el consumo energético tanto en EEUU como en China tiende a subir, pero el incremento no se comporta de la misma forma en ambos casos. En el caso de EEUU comienza con una tasa de consumo muy superior a la de China, y soporta un crecimiento de aproximadamente 20 cuatrillones de BTu, pero es muy interesante observar que a partir del año 2000, la tendencia creciente se estanca para dar paso a un periodo de decrecimiento. En el caso de China el comportamiento de su consumo de energía es totalmente diferente ya que el país se encuentra en una etapa de fuerte crecimiento, lo que se puede deducir por el importante y continuo incremento en el consumo energético que se mantiene durante el periodo de 30 años de la serie analizada. Después de ver este gráfico podemos concluir que el estancamiento en el que lleva inmerso EEUU desde el 2000 a nivel de consumo energético es un perfecto indicador para explicar que este país va a dejar paso a otras grandes potencias emergentes como sería el caso de China. Como vemos al final del periodo analizado incluso el consumo energético del país asiático supera al de EEUU, lo que supone la corroboración de lo anteriormente dicho, ya que cuando un país ve estancado su consumo de energía con el modelo que actualmente está utilizando EEUU es un claro indicador de estancamiento del desarrollo.

Gráfico 1.2: Evolución del consumo de energía per cápita en EEUU y China en millones de BTu



Fuente: U.S. Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>)

¹ La British thermal unit (BTU o BTu) es una unidad de medida energética utilizada frecuentemente en Estados Unidos. Su equivalencia en julios sería de 1055,056 julios y 1 julio equivaldría aproximadamente a 0,00095 BTu.

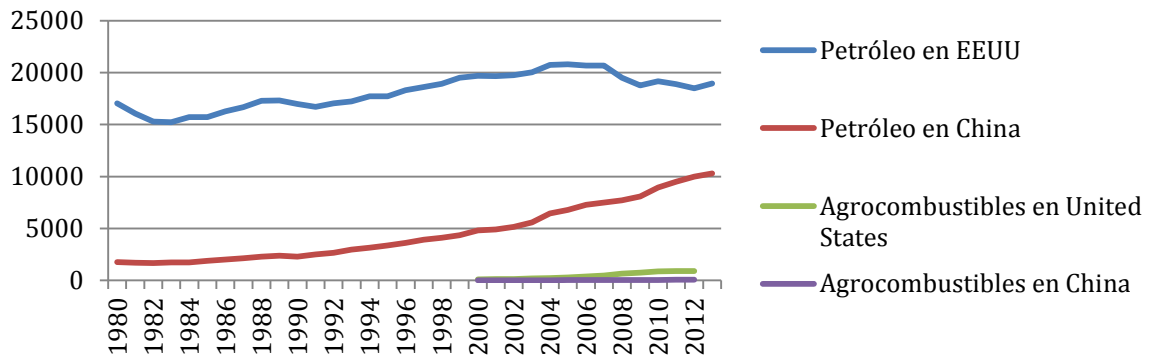
Gracias a este gráfico matizaremos las afirmaciones al observar como en los datos de consumo per cápita existe una diferencia abismal entre los dos países. Si en 1980 el consumo de energía primaria per cápita en China era de 17,5 millones de BTu, en el caso de Estados Unidos esta cifra se encontraba en 343,5 millones y por lo que se puede observar la cifra estadounidense aunque se ha mantenido en la franja de entre 300 y 350 millones al final del periodo analizado se ve una clara disminución del consumo per cápita. En el caso de China ocurre totalmente lo contrario, ya que como hemos visto en el gráfico anterior se produce un aumento cada año en la demanda energética y aunque no se llegan a alcanzar ni por asomo las cantidades en las que se mueve la potencia norteamericana se produce una tendencia ascendente que continúa y que se multiplica en los últimos años de la serie. Al final tenemos que el consumo energético per cápita para el año 2011 en China se ha incrementado hasta los 77,5 millones mientras que en EEUU ha decrecido hasta los 312,8 millones. Según la Agencia Internacional de la Energía, la demanda energética en 2040 será un 15% superior a la actual, principalmente por el incremento que está tendrá en China, India, Sureste asiático y África. Por cada barril de petróleo que dejen de consumir los países miembros de la OCDE, los países que se encuentran fuera de esta organización consumirán dos (Gualtieri, 2014).

Cabe hacerse una pregunta básica después de observar este gráfico. ¿El hecho de que el consumo energético en China es el problema más importante o existe la posibilidad de que el verdadero problema se encuentre en los valores tan altos que tiene el consumo de energía per cápita de los ciudadanos estadounidenses? En mi opinión, la respuesta está clara. El verdadero problema reside en EEUU y los países con tasas de consumo energético tan altas, que para mantener sistemas destinados al fracaso en términos de sostenibilidad, están acaparando la energía (entre otros muchos elementos) que deberían permitir a otros países llegar a obtener por lo menos unos niveles mínimos de calidad de vida. De todas formas es necesario disminuir el consumo energético si queremos que el final de los combustibles fósiles no tenga un efecto fatal para la sociedad mundial.

1.3.¿SERÍA RAZONABLE PENSAR QUE LOS AGROCOMBUSTIBLES PUEDEN SATISFACER LA DEMANDA QUE ACTUALMENTE SE SOPORTA CON LA EXTRACCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES?

El analista Julian Darley en el documental “The end of suburbia” (Darley y otros, 2004) ya llegó a la conclusión de que aunque toda la superficie de la Tierra se utilizara para cultivar agrocombustibles, esto no sería suficiente para soportar la demanda energética eternamente. Si la demanda energética no para de crecer y los agrocombustibles necesitan de una cierta superficie para su cultivo es inevitable que llegue el momento que explica Julian Darley en el que la superficie cultivable se agote. Para continuar con el ejemplo de EEUU y China es conveniente destacar que estamos hablando de un país como China con cuatro veces más población lo que supondría para cubrir una parte de la demanda con agrocombustibles un importante aumento en su producción lo que parece completamente inviable, debido a la falta de tierras cultivables.

Grafico1.3: Evolución del consumo de petróleo y de agrocombustibles en EEUU y China en miles de barriles por día

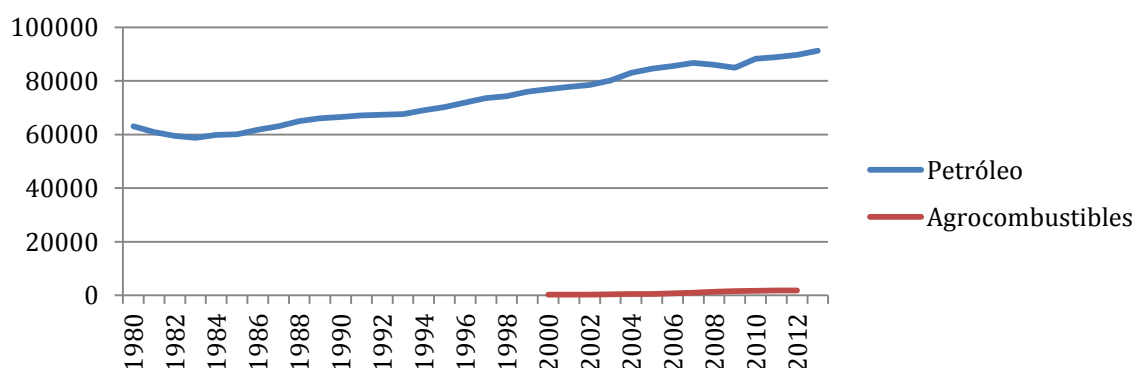


Fuente: U.S. Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>)

Para analizar la pregunta en el ejemplo de EEUU y China tenemos este gráfico en el que se puede ver claramente como la dependencia que tienen estos dos países del petróleo es demasiado alta para empezar a pensar en que se pueda sustituir por agrocombustibles a corto plazo. En el caso de EEUU el consumo de petróleo se encuentra muy por encima del consumo de China, pero como observamos en la parte final de la serie analizada, se está produciendo un decrecimiento de ese consumo. Por otra parte en el caso de China su tendencia es claramente creciente entre 1980 y el 2012, lo que vuelve a apoyar la afirmación anterior de que el país norteamericano se estanca mientras el asiático continúa su crecimiento a pasos de gigante. Además en cuanto a la presencia que suponen los agrocombustibles, en el caso de China parece que sus valores son tan bajos que no llega a percibirse crecimiento de algún tipo y aunque en los datos respectivos a EEUU sí se observe un crecimiento de su consumo, resulta insignificante al lado de los datos que arroja el consumo de petróleo.

Según los datos del gráfico para 2012, el consumo mundial de combustibles líquidos de origen fósil fue de aproximadamente 90 millones de barriles al día mientras que la producción mundial de agrocombustibles no llegó ni a los 2 millones de barriles al día. La diferencia es abismal si pensamos en sustituir no solamente los carburantes de origen fósil por agrocombustibles en ciertos países como hemos visto en el caso de China y EEUU sino que también sería imposible pensar que ocurra a corto plazo a nivel mundial, ya que la producción de estos últimos tendría que verse multiplicada por 45, algo que parece complicado.

Gráfico 1.4: Evolución en el consumo mundial de petróleo y agrocombustibles en miles de barriles diarios



Fuente: U.S. Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>)

En este gráfico observamos como los consumos mundiales tanto de petróleo como de agrocombustibles se comportan de una forma muy similar a lo que ocurre para el caso concreto de China, ya que ambos tienen una tendencia creciente y la cantidad de agrocombustibles consumida en relación a la de petróleo es insignificante. Por lo que podemos afirmar que a nivel mundial es muy difícil que el gran consumo que se realiza del petróleo pueda ser sustituido por consumo de agrocombustibles ya que con los datos del gráfico nos encontramos con que para el 2012 el consumo de agrocombustibles con respecto al de petróleo fue de un 2%. Se trata de una cantidad muy pequeña pero que, como veremos a la hora de relacionarlo con el mercado alimentario, está suponiendo graves problemas y si aumentáramos su producción provocaría probablemente una situación insostenible.

Para analizar todas las variables que influyen en la decisión de apostar por el cultivo de agrocombustibles también habría que sopesar la forma en que afectan a ciertas sociedades, ya que se está dejando de lado la alimentación de la población de ciertas regiones para que en otras regiones se pueda continuar haciendo uso de la energía que producen esas plantaciones. Más adelante analizaremos algunos casos de cómo está afectando esto a ciertas poblaciones que viven en países subdesarrollados y que dependen de la agricultura local para subsistir. Otra variable, que en mi opinión es básica para llegar a plantearse el escenario de sustituir los combustibles fósiles por agrocombustibles debería ser su balance energético, que se analizará en el siguiente punto.

Por último, como estamos viendo el sector del transporte es un gran interesado en la producción de agrocombustibles, y esto se entiende porque el parque automovilístico existente, con la excepción de algunas unidades que consumen otro tipo de energía, se ha fabricado para su utilización con combustibles líquidos. Según los datos de Eurostat (<http://ec.europa.eu/eurostat>), en los países de la UE, el sector transporte consume casi el 100% del total consumido de agrocombustibles. Países como Grecia, en el que este porcentaje baja hasta el 88% no es lo habitual, ya que la media para el conjunto de países en 2013 fue del 98%. Con estos datos podemos ver la importancia que supone para la producción de agrocombustibles la demanda del sector transporte.

2. LA TASA DE RETORNO ENERGÉTICO

En economía antes de realizar una inversión es conveniente realizar dos cálculos básicos: el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de rentabilidad (TIR). Gracias al VAN, un inversor puede simular el escenario de la inversión hasta el momento final, por lo que podrá realizar una estimación de lo que le va a reportar lo que ha invertido. Mediante la TIR, se consigue conocer el interés que va a reportar la inversión estudiada. Al obtener estos dos valores, el inversor podrá conocer mejor cuáles serán las cualidades de la inversión que va a realizar y si será rentable realizarla.

Cuando se va a llevar a cabo la producción o extracción de una energía es conveniente realizar el mismo proceso que en el caso de las inversiones, ya que en cierto modo se tiene que realizar una inversión energética para obtener más energía. Esto es lo que se conoce con el nombre de Tasa de Retorno Energético (TRE) o en inglés Energy Returned On Energy Invested (EROEI) que fue el término original que se utilizó en

1970 por Charles A. S. Hall, profesor de Ciencias Medioambientales en la Universidad del Estado de Nueva York, en su tesis doctoral para explicar la energía que necesitaban los peces para llevar a cabo sus migraciones. La TRE es la cantidad de energía que se produce o se extrae en relación con la cantidad de energía que es necesaria para realizar ese proceso, por lo que si conocemos este dato podremos saber si la inversión o coste energético en ese proceso va a ser beneficiosa o de lo contrario ni siquiera va a cubrir los costes energéticos de su producción. La TRE suele venir expresada de la siguiente forma: 1:1. Donde en uno de los dos lados de la relación se presenta la energía que se invierte, o input, y en el otro la energía que se obtiene, u output. Dependiendo del autor puede expresarlo en ese orden o en el orden contrario poniendo en el lado izquierdo la energía obtenida y en el derecho la energía invertida, pero en los casos encontrados en los que se ha expresado de esta forma suele especificarse. Además se suele utilizar como referencia una cantidad invertida de 1 unidad por lo que el valor que varía sería el de la cantidad obtenida. Otra forma de denominar este indicador sería con el término de energía neta, y la única diferencia que existiría sería que en este caso estamos hablando de la energía que queda después de restarle todos los gastos energéticos mientras que la TRE es el ratio que relaciona la energía invertida y la obtenida. Por lo tanto, si analizamos el valor de la energía neta lo que conseguiremos será la cantidad de energía que podremos utilizar y cuanto más energía neta obtengamos menos tendremos que preocuparnos por la energía futura porque mientras la TRE se mantenga a un nivel alto, cuando queramos obtener más energía sabremos que solo tendremos que invertir una pequeña parte de la que poseemos.

Para que la TRE sea lo más fiel posible es necesario incorporar en la ecuación todas las variables existentes, y es por eso por lo que en algunos casos encontramos que para un mismo elemento energético existen varias TRE diferentes dependiendo de la cantidad de variables que se hayan tomado en cuenta en la incorporación de gastos energéticos.

Para terminar la explicación sobre la tasa de retorno energética me gustaría volcar una serie de datos que nos muestran aproximadamente las necesidades mínimas de energía neta que necesitan los distintos modelos sociales.

Tabla 2.1: Evolución de las necesidades mínima de energía neta para los distintos modelos sociales

	TRE mínima
Sociedades cazadoras y recolectoras	2-3
Sociedades agrícolas y ganaderas	4-5
Sociedades agropecuarias avanzadas	5-6
Sociedades industriales	6-13
Sociedades desarrolladas	8-15
Sociedades industriales y tecnológicas	12-25

Fuente: Pedro Prieto, 2013

Como se puede apreciar a medida que la sociedad va desarrollándose, va incrementado sus necesidades energéticas hasta llegar a multiplicarla por 5 en el peor de los casos. Además se ha producido un cambio en la fuente de energía utilizada pasando de la utilización de energías renovables, como en el caso de la agricultura tradicional con la luz solar, a su sustitución por la utilización de combustibles fósiles. Para que el mix

energético en su conjunto pueda cubrir las necesidades modernas deberá utilizar fuentes de energía que tengan buenas TRE para poder contrarrestar el efecto de las que no tienen tasas tan altas. En la mayoría de los casos en el momento en que se quiere producir una nueva energía, el proceso puede necesitar de una inversión energética importante, debido a la necesidad que se tiene de investigación e infraestructuras. Pero la necesidad energética continúa durante el proceso de investigación, en el que deberemos dedicar tiempo y energía para conseguir mejorar la tecnología que utilizamos para la producción de esa nueva energía. Por eso es fundamental la utilización de energías con TRE muy altas, ya que el mayor exceso de energía nos permitirá seguir abasteciendo la demanda y además poder afrontar la inversión energética necesaria para la incorporación de una nueva fuente a nuestro mix energético. Esto ha ocurrido con las diferentes energías que se han ido incorporando en las últimas décadas. Por ejemplo, en el caso de la energía hidroeléctrica, se necesita energía para la construcción de grandes presas y la colocación de sistemas de turbinas para su proceso productivo. Pero además una vez que se ha realizado la inversión inicial de energía que permite poner el proceso en funcionamiento, se necesita un flujo constante de energía para seguir investigando y mejorar la eficiencia de esa tecnología e incrementar su TRE.

2.1.LA TRE DE LOS AGROCOMBUSTIBLES

En el caso de los agrocombustibles, el cálculo de su energía neta varía en función del lugar de origen de la materia prima utilizada por lo que se pueden observar grandes diferencias dependiendo de los cultivos que se estén analizando. A continuación pondremos algunos ejemplos de TRE de agrocombustibles según su materia prima y la ubicación de su cultivo.

En primer lugar, vamos a analizar los datos resultantes de la producción de agroetanol a partir de caña de azúcar en Brasil. Para ello hemos utilizado un estudio en el que se analizaban dos escenarios de gastos energéticos para dos plantaciones de caña de azúcar. En el primer caso, la TRE calculada dio como resultado 8,3:1 y en el segundo 10,2:1 (Macedo y otros, 2004). Lo que significa que en el primer cultivo se obtuvo una cantidad de energía de 8,3 unidades por cada unidad de energía invertida y en el segundo cultivo con la misma unidad invertida la energía obtenida se incrementaba hasta llegar a 10,2 unidades.

En el caso de la utilización de soja para la producción de agrodiesel en Estados Unidos, creo conveniente señalar el dato resultante de la TRE calculada en una producción que obtuvo un valor de 2,51:1 (Ahmed y otros, 1994) un dato que como podemos observar se encuentra bastante por debajo de los que han resultado en el análisis de la energía neta a partir de otras materias primas.

También se ha querido analizar el estudio sobre las TRE que obtuvieron tres compañías en Brasil y otras tres en Colombia que utilizan como materia prima la palma aceitera para la fabricación de agrodiesel (Da Costa y Silva, 2006).

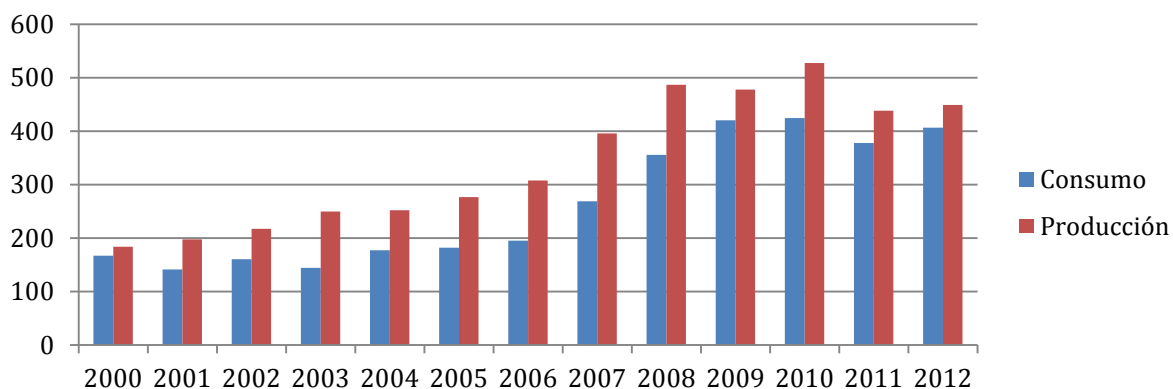
Tabla 2.2: TRE para la producción de agrodiesel de palma aceitera en Colombia y Brasil

Colombia	TRE	Brasil	TRE
COMPAÑÍA A	6,94	COMPAÑÍA A	8,1
COMPAÑÍA B	5,96	COMPAÑÍA B	10,34
COMPAÑÍA C	6,76	COMPAÑÍA C	7,78

Fuente: Da Costa y Silva, 2006

En el estudio se utilizaron tres compañías productoras de agrodiesel, y como podemos ver los datos son bastante diferentes. En primer lugar en el caso de los datos arrojados por las compañías en Colombia, se mueven en unos valores mucho más similares en contraposición a los valores de Brasil entre lo que vemos mayor diferencia. La muestra utilizada lo que nos enseña es que parece que existe una cierta uniformidad en los cultivos colombianos mientras que la TRE que se va a obtener en un cultivo en Brasil puede ser muy diferente dependiendo del cultivo. Esto último puede estar condicionado por la gran extensión que supone Brasil en Sudamérica por lo que las diferencias climáticas y geológicas que pueden tener los cultivos brasileños son mayores que las que ofrece Colombia. También habría que destacar el dato evidente de la mayor productividad que se puede obtener en los cultivos de Brasil, ya que en los seis casos estudiados, las mayores TRE son las que ofrecen las compañías de Brasil.

Gráfico 2.3: Relación entre la producción y el consumo de agrocombustibles en Brasil (Miles de barriles diarios)

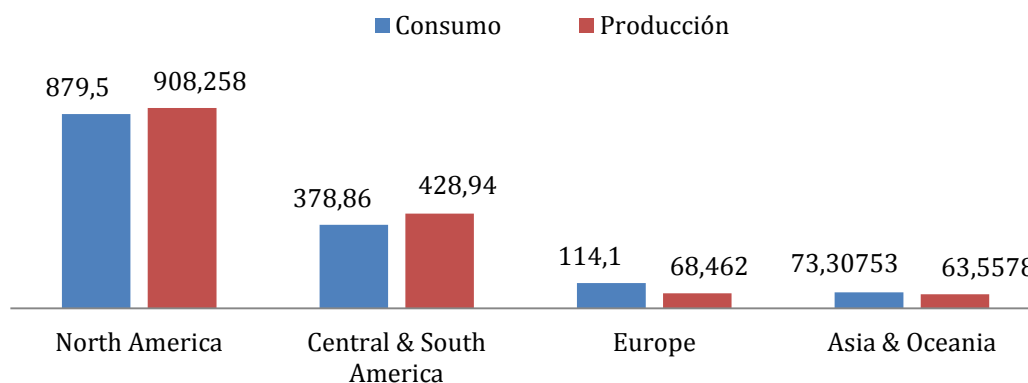


Fuente: U.S. Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>)

En relación entre la producción y el consumo de agrocombustibles se observa una clara diferencia, lo que lleva a pensar que la diferencia de producción que no se consume dentro del país se exporta a otros países. De esta manera, la TRE de estos agrocombustibles se ve disminuida debido al gasto energético que conlleva la necesidad de ser transportados y esta tasa se verá afectada dependiendo de la distancia en mayor o menor medida.

Al observar los datos parece evidente que la mejor ubicación para apostar por la producción tanto de agroetanol como de agrodiesel es Brasil. A continuación, veremos cómo se comporta el comercio de los agrocombustibles desde los continentes que exportan y los que necesitan importar porque su producción no consigue cubrir el consumo.

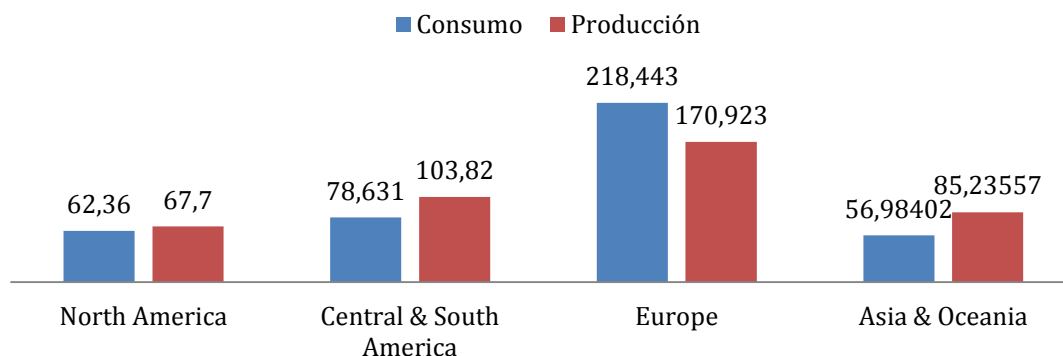
Gráfico 2.4: Relación entre la producción y el consumo de agroetanol por continente para el año 2012 en miles de barriles diarios



Fuente: U.S. Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>)

Gracias a este gráfico podemos analizar las diferencias existentes entre la producción y el consumo de agroetanol entre los diferentes continentes. Como se observa, en el continente americano, la producción de agroetanol siempre resulta mayor que las cantidades consumidas, lo que lleva a pensar que el agroetanol que se produce y no se consume en el continente es exportado a otros continentes, en este caso Europa es el que más agroetanol necesita importar para cubrir su consumo, ya que su producción únicamente llegó a cubrir en el año 2012 el 60% de su consumo. Asia y Oceanía también serían, aunque en menor cantidad, importadoras de agroetanol al cubrir en 2012 el 86% de su consumo.

Gráfico 2.5: Relación entre la producción y el consumo de agrodiesel por continente para el año 2012 en miles de barriles diarios



Fuente: U.S. Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>)

En este gráfico también observamos grandes diferencias pero en el caso del agrodiesel es Europa la gran demandante de este carburante teniendo los mayores consumos y además necesitando cubrir en el año 2012 casi el 22% de su consumo de agrodiesel con cantidades importadas de otros continentes.

Como se observa, en estos últimos gráficos no aparecen ni el continente africano ni lo que se conoce como Eurasia² ni los países de Oriente Medio, debido a que los valores

² Se incluyen en el término de Eurasia los países de: Armenia, Azerbaiyán, Bielorrusia, Estonia, Georgia, Kazajstán, Kirguistán, Letonia, Lituania, Moldavia, Rusia, Tayikistán, Turkmenistán, Ucrania, Uzbekistán.

de consumo y producción de agrocombustibles que presentan estas dos regiones son demasiado bajos o casi inexistentes.

Por último destacar que además de la existencia de una TRE mínima que sea razonable en términos energéticos (mayores que 1), existen otros argumentos para situar este dato por encima de la unidad dependiendo de la cantidad de costes energéticos que se incorporen en la fórmula del cálculo de la TRE. Según Charles A. S. Hall, una producción que tenga una TRE de menos de 5 no es viable a la hora de invertir energía fósil en producirla, ya que esa inversión se podría llevar a cabo en una energía que ofrezca mejores TRE. Pero luego encontramos otros autores que defienden la viabilidad de producciones energéticas por debajo de 5, como sería la opinión del Profesor de Física Aplicada de la Universidad de Valladolid Carlos de Castro, que apoya la inversión en producciones energéticas con TRE menor a 5 siempre y cuando en el cálculo de este ratio se haya incluido el coste energético de su transformación en producto de consumo y su transporte hasta el punto de consumo final (Álvarez, 2012).

2.2.LA RELACIÓN ENTRE LOS AGROCOMBUSTIBLES Y LA LEY DE LA ENTROPÍA

La Ley de la Entropía es como se denomina a la Segunda Ley de la Termodinámica, y uno de los mayores expertos en ella fue el economista Nicholas Georgescu-Roegen. Para poder comprender la existencia de esta ley es necesario explicar los pilares en los que se fundamenta. La Ley de la Entropía permite explicar la problemática que existe entre la mecánica y la termodinámica, ya que la primera se queda en el planteamiento físico y no alcanza a explicar los problemas reales como son los económicos. Una de las principales diferencias que encontramos entre los procesos mecánicos y los económicos es la que tiene que ver con la materia. El hombre no puede crear la materia, solo le puede buscar las utilidades que puede tener (Marshall, 1890). Esta afirmación nos puede llevar a tratar un sistema económico como uno mecánico y pensar que se trata de un sistema circular en el que la materia no se destruye solo cambia de forma. Pero esto nos llevaría a tratar los sistemas económicos desde un punto de vista mecánico pero no realista. La realidad es que en un sistema económico se tiene que incluir el factor de degradación de la materia, por lo que no sería un sistema cerrado sino un sistema que necesita de una ayuda externa para poder sobrevivir. Esto es lo que explica la Ley de la Entropía, que trata la energía como un factor que se encuentra presente en un sistema económico y que se va degradando a medida que permanece en él (la energía disponible en un combustible se va perdiendo a medida que se utiliza, ya que se transforma en calor y gases), de forma continua e irrevocable. La Entropía por lo tanto, supone el indicador de energía no disponible que encontramos en un sistema y su naturaleza conlleva que aumente hasta un punto en el que la energía disponible se iguale a 0 y por lo tanto esta desaparezca del sistema (Georgescu-Roegen, 1975). Todo esto hace necesario que la transformación de energía disponible en energía no disponible se lleve a cabo siempre con un consumo responsable, priorizando los proyectos más necesarios y buscando inversiones con la mayor rentabilidad energética, ya que esa energía transformada es energía perdida.

En la Tierra existen dos tipos de energía que puede aprovechar el ser humano. En primer lugar está la energía que reside en las reservas terrestres también denominada acervo, de la que el hombre conoce como sacar buen partido y es lo que ha estado haciendo hasta ahora. La otra energía es la que se encuentra fuera de la Tierra, es un

flujo, la más importante sería la energía que emana el Sol, de la cual en los últimos años se ha intentado incrementar su aprovechamiento pero consiguiendo un resultado por el momento demasiado bajo. Se ha calculado que todo el acervo disponible solo podría generar un par de días la energía emitida por el Sol. Por lo que el gran reto sería intentar incorporar la energía solar al mayor número de trabajos para conseguir aprovechar al máximo el potencial que ofrece.

Los grandes niveles de desarrollo alcanzados por el ser humano en los últimos siglos han favorecido también un gran crecimiento poblacional que hacía que importantes intelectuales se pararan a pensar en la capacidad poblacional que puede llegar a soportar el planeta. Resulta evidente que si analizáramos el Planeta como un sistema mecánico, la capacidad de población solo estaría limitada al espacio disponible, ya que supondría que los recursos nunca saldrían del sistema y podrían ser continuamente utilizados. Lógicamente, esto no es así y nos encontramos que los límites poblacionales están marcados por los recursos disponibles (no solamente por el espacio), por lo que la mala utilización de estos recursos puede provocar la extinción de la raza humana, igual que ha ocurrido anteriormente con otras razas y que continúa ocurriendo.

La producción de agrocombustibles es algo que según la Ley de la Entropía no tiene sentido, ya que sería el mismo principio que el de la industrialización de la agricultura, que utiliza los combustibles fósiles para dar de comer a la población. La necesidad de la utilización del flujo para crear una economía sostenible a largo plazo no es compatible con la producción de agrocombustibles que son producidos en la mayor parte de los casos en sistemas agrícolas altamente industrializados con el consiguiente gasto de acervo que esto supone. Georgescu-Roegen en 1971 pensaba que en el futuro podría ocurrir la locura de querer convertir vegetales en gasolina y por lo que parece que podría estar en lo cierto y eso vuelve a dejar claro lo poco que ha aprendido el ser humano en cuanto a sostenibilidad. (Georgescu-Roegen, 1971)

Utilizando los ejemplos de TRE de los que se habla en el apartado anterior, es el momento de plantearse ¿si los datos de la producción de biodiesel a partir de soja en EEUU con una TRE de 2,51:1 pese a ser superiores a 1 realmente son positivos para el sector o si por el contrario analizáramos todos los factores que tienen lugar incluyendo la pérdida de energía y la generación de deshechos puede dar un resultado negativo en cuanto al aprovechamiento de la energía disponible? Lo más probable es que no sea una buena inversión desde el pensamiento entrópico, la de utilizar energía disponible para conseguir algo más del doble de la invertida, si en el proceso vamos a incurrir en generación de residuos y pérdida de energía y va a ser irreversible.

3. EL PROBLEMA DE LOS AGROCOMBUSTIBLES Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS (ALGUNOS CASOS DEL CONTINENTE AFRICANO)

Al haber explicado el concepto de agrocombustible y la materia prima necesaria para su producción ha quedado claro que se necesitan de grandes extensiones de tierra en la que cultivarlos y por lo tanto es necesario hacer una correcta estructuración de las tierras disponibles para evitar malgastar las tierras disponibles. Pero se está produciendo una situación absurda desde el punto de vista de la supervivencia de la raza humana. Se está priorizando el cultivo de energía antes que la alimentación de ciertas poblaciones, y

como es habitual las poblaciones que están siendo desfavorecidas se encuentran en países menos desarrollados en los que los derechos humanos son casi inexistentes. Esto se está produciendo en ciertos países del continente africano, en países de Sudamérica y en algunas regiones de países asiáticos.

Los gobiernos de estos países no dudan a la hora de realizar concesiones de grandes extensiones de tierras, habitadas por población pobre, a grandes empresas productoras del sector de los agrocombustibles. De esta forma la población local es expulsada de las tierras en las que vive, algunas veces engañados con falsas promesas de futuros puestos de trabajo, que al final o nunca llegan o la retribución ofrecida en ese trabajo no alcanza el mínimo para vivir. En muchos casos, la dedicación de tierras para la producción de agrocombustibles es respaldada por los gobiernos y las organizaciones internacionales argumentando que se están utilizando tierras que se encontraban abandonadas o que no estaban correctamente aprovechadas, para lo que utilizan el término de “tierras marginales”. Desde un punto de vista financiero, la utilización de tierras abandonadas para la producción de un combustible que va a acabar con el problema energético y que también va a ayudar a reducir las emisiones de CO₂ a la atmosfera parece una perfecta forma de aprovechar esas tierras, pero no tendría en cuenta todos los costes, como podrían ser los ambientales o el coste social que supone para la población local expulsada. En la práctica es donde se observa que la teoría no es una verdad absoluta. En realidad las tierras de las que se expulsa a esa población no son únicamente su hogar sino que suponen su único sustento, del que se alimentan y utilizan para cultivar productos que intercambian por otros que necesiten. Al expulsarlos de estas tierras se les está privando de cualquier opción para sobrevivir. Pero en un mundo en el que la productividad se suele valorar por encima de la vida humana, la existencia de pequeñas plantaciones con menor productividad que de las grandes agroindustrias, se considera una infrutilización de esa superficie y por lo tanto debe ser transformada, aunque ello suponga un problema alimentario para las personas que dependen de ellas. Esta lógica lleva a las grandes empresas multinacionales a no permitir que mientras las reservas de combustibles fósiles se acaban y se está produciendo una crisis climática por la liberación de gases contaminantes a la atmosfera durante la combustión de combustibles fósiles, en ciertas regiones del planeta existan tierras que no se están aprovechando para ayudar en esta lucha. (Monbiot, 2007)

Debido a intereses puramente empresariales, se quiere hacer pensar que los agrocombustibles son beneficiosos para la sociedad y sobre todo para el medio ambiente, y además en la búsqueda de alternativas para dejar de depender de los países productores, muchos Gobiernos de países desarrollados y organizaciones supranacionales como la Unión Europea están poniendo en marcha políticas de apoyo a estos combustibles. Se están poniendo en marcha normativas internacionales que obligan a los gobiernos a consumir un porcentaje mínimo de agrocombustibles y se están ofreciendo ayudas gubernamentales a la inversión en la producción de este carburante. Esto está provocando que el problema sea cada vez mayor porque no se está analizando el impacto negativo que está provocando la producción de agrocombustibles sino que se están viendo las buenas cifras económicas que suponen la inversión en ellos.

3.1. REGULACIÓN EUROPEA PARA CONTROLAR LA PROCEDENCIA DE LOS AGROCOMBUSTIBLES

En la Unión Europea, contamos con la Directiva 2009/28/CE que establece un marco para el fomento en la utilización de energía procedente de fuentes renovables. Con respecto a los agrocombustibles, exige que su producción sea sostenible por lo que para ello enumera una serie de requisitos que debe cumplir una producción para encontrarse dentro del marco de esta Directiva y de esta forma pueda ser destinataria de los apoyos estatales. Los requisitos son los siguientes:

- En primer lugar deben suponer una disminución de emisiones de gases de efecto invernadero en comparación a los emitidos con el uso de combustibles fósiles. Para que el consumo de estos agrocombustibles sea tenido en cuenta a la hora del cumplimiento de los objetivos, esta reducción en la emisiones debe ser de al menos el 35% en comparación con la emisión de los combustibles fósiles. Pero esta reducción se aumenta hasta el 50% a partir del año 2017 y de esta forma lo que se intentará es que vaya creciendo la reducción mínima. La Directiva en su anexo V incluye los valores que serán utilizados para el cálculo de la reducción de emisiones. Este anexo incluye dos tipos de valores: valores reales y valores por defecto. La ecuación que sería necesaria utilizar para el cálculo de la reducción sería la siguiente:

$$\text{Ahorro} = \frac{E_F - E_B}{E_F}$$

E_F = Emisiones del combustible fósil con que se compara (emisiones medias reales según el marco de la Directiva 98/70/CE, si no se tienen utilizar el valor de 83,8 g CO₂/MJ)

E_B = Emisiones totales del agrocombustible, que se calcula de la siguiente forma:

$$E_B = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr} - e_{ee'}$$

E = las emisiones totales procedentes del uso del combustible.

e_{ec} = las emisiones procedentes de la extracción o del cultivo de las materias primas.

e_l = las emisiones anualizadas procedentes de las modificaciones en las reservas de carbono causadas por el cambio en el uso del suelo.

e_p = las emisiones procedentes de la transformación.

e_{td} = las emisiones procedentes del transporte y la distribución.

e_u = las emisiones procedentes del combustible cuando se utiliza.

e_{sca} = la reducción de emisiones procedentes de la acumulación de carbono en el suelo mediante una mejora de la gestión agrícola.

e_{ccs} = la reducción de emisiones procedentes de la captura y retención del carbono.

e_{ccr} = la reducción de emisiones procedentes de la captura y sustitución del carbono.

$e_{ee'}$ = la reducción de emisiones procedentes de la electricidad excedentaria de la cogeneración.

- Las emisiones procedentes de la fabricación de la maquinaria y demás útiles necesarios para la producción no se tendrán en cuenta.
- El segundo requisito es el que se refiere a la procedencia de las materias primas. Estas no pueden obtenerse en ningún caso de zonas con importante biodiversidad (como bosques, zonas protegidas o zonas de pasto o prados que sean ricas en biodiversidad), zonas con elevadas reservas de carbono (como humedales o zonas arboladas continuas) ni zonas que a 1 de enero de 2008 fueran consideradas como turberas.
 - El tercer requisito sería la verificación por parte de los Estados de la sostenibilidad de los agrocombustibles consumidos. Para esto, los operadores deberán presentar información auditada por un auditor independiente que se asegurará de que la información presentada sea fiable.

En octubre de 2012 se presentó una nueva propuesta para la modificación de esta Directiva ante el gran conflicto existente entre el cultivo de agrocombustibles y la alimentación de la población que vive donde se ubican esos cultivos. En esta propuesta se especificó un límite para la cantidad de agrocombustibles de primera generación que se podían utilizar, y este límite se quería colocar en el 5%. Pero después de varias votaciones se aumentó el límite hasta el 7%, con lo que vemos como la intención de los países de la UE no parece muy comprometida con los que más están sufriendo esta situación. Además se aprobó un incentivo para la utilización de un 0,5% de agrocombustibles de última generación para fomentar la utilización de este tipo de combustibles. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. www.idae.es)

Marc Olivier Herman experto en agrocombustibles de Oxfam afirmó que era necesario que esto no fuera un simple acuerdo sino que fuera el primer paso para intentar acabar con los problemas alimentarios que está produciendo los agrocombustibles en las poblaciones más pobres y que es necesario que la UE continúe hasta eliminar estos combustibles Agencia EFE (2015).

Más adelante cuando expliquemos algunos casos de países de África que está teniendo problemas con empresas europeas por el cultivo de agrocombustibles en sus tierras, veremos que las limitaciones impuestas por la UE a sus países miembros no están consiguiendo acabar con los problemas que producen los agrocombustibles en regiones pobres, y de una forma o de otra, las grandes compañías encuentran la manera de burlar el marco legal.

3.2.LOS AGROCOMBUSTIBLES DE PRIMERA, SEGUNDA, TERCERA Y CUARTA GENERACIÓN

Los agrocombustibles también pueden dividirse según la materia prima y el proceso que se utilice en la fabricación. De esta forma encontraríamos cuatro clases de agrocombustibles:

- Agrocombustibles de primera generación: Son combustibles cuya materia prima es de origen agrícola y para ello se utiliza la parte alimenticia de la planta. Sería el caso de los azúcares, los aceites y el almidón. Pero también se pueden utilizar grasas de origen animal como materia prima. Estos son los más polémicos, ya que suponen destinar productos alimenticios a la generación de energía en lugar

de dedicarlos a acabar con los problemas nutricionales que tiene la población mundial.

- Agrocombustibles de segunda generación: Para fabricar estos agrocombustibles se utiliza la celulosa contenida en los residuos agrícolas con los que se fabrica agroetanol mediante la hidrólisis. Este proceso para la producción de agroetanol es más complejo que el requerido para su producción a partir de cereales. Ejemplos de materias primas para la generación de agrocombustibles de segunda generación serían la paja, las hojas y ramas de plantas o el bagazo de caña de azúcar.
- Agrocombustibles de tercera generación: Son combustibles cuya materia prima son vegetales no comestibles y de crecimiento rápido, que además pueden ser recolectados sin que dejen de crecer. De esta forma no es necesario dejar en reposo la tierra y se puede continuar produciendo. Sería el caso de los campos de pasto perenne, árboles y algas verdes. Aunque no poseen tanto poder energético como los de primera generación se puede utilizar toda la planta para producir energía y además no altera el mercado de alimentos. En este caso no podemos olvidar el grave problema que supone el cultivo de plantas de crecimiento rápido combinado con la producción continua, sin dejar descansar la tierra, para los nutrientes del suelo cultivado. La sobreexplotación del suelo supone la pérdida de nutrientes por lo que se deberán utilizar fertilizantes químicos lo que supone aumentar los niveles de contaminación y un mayor coste energético por lo que la TRE disminuye.
- Agrocombustibles de cuarta generación: Esta clase de combustibles todavía está en fase de estudio y todavía no se han conseguido resultados, pero se basa en la producción gracias a dióxido de carbono o alguna otra fuente de carbono y bacterias genéticamente modificadas. Según los estudios realizados hasta el momento se sabe que se podría obtener agroetanol a partir de este método.

(Definiciones basadas en: Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, 2011, ABENGOA, 2010, Isolari, 2013)

Como podemos observar debido al problema ético que llega a suponer la utilización de alimentos para la generación de energía, se han tenido que buscar alternativas que no utilicen como materia prima un producto alimentario. Pero existen otra serie de problemas que parece que no cuentan a la hora de investigar nuevos agrocombustibles. Uno de ellos es el que sucede con los agrocombustibles de segunda generación en los que al utilizar los residuos de las cosechas, se corta el ciclo de la agricultura, mientras que lo que se debería hacer con estos excedentes sería devolverlos a la tierra para que sirvieran de abono y ayudaran a la recuperación de los nutrientes perdidos durante el cultivo de la tierra (Carpintero, 2006).

3.3.LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL ABANDONO DE TIERRAS APOYADA EN EL CONSUMO DE AGROCOMBUSTIBLES

Parece que uno de los principales atractivos que tienen estos carburantes es el beneficio que supone su consumo en comparación con el de combustibles fósiles para el medioambiente debido a que con su cultivo se ahorra una parte de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Pero, ¿hasta qué punto esta afirmación es cierta? Existen diferentes estudios sobre la emisión de gases de efecto invernadero que se evita

con el consumo de agrocombustibles en sustitución de los clásicos combustibles fósiles. Uno de estos estudios se encuentra reflejado en el informe “Agrocombustibles: Una revisión crítica de nueve puntos clave” (Biofuelwatch y otras, 2007) en el que se intenta dar información sobre los problemas que suponen los agrocombustibles. En el ámbito del cambio climático se llega a la conclusión de que no solamente se puede producir que la emisión no sea menor en el caso de los agrocombustibles, sino que se puede producir un empeoramiento del cambio climático con la utilización de estos carburantes. Existen tres razones fundamentales para afirmar lo anterior:

- En primer lugar habría que hablar sobre un compuesto, el óxido nitroso, muy presente en los fertilizantes producidos a base de nitrato y según ciertos estudios su potencial de calentamiento global es 296 veces superior al que tiene el CO₂ (Crutzen y otros, 2008). Con la proliferación de la agricultura industrial, el modelo de monocultivo en grandes extensiones de tierra comenzó a extenderse. La utilización de la agricultura industrial no permite el descanso de la tierra cultivada, ya que no se concibe que la tierra esté sin producir. Por esta razón el nivel de nutrientes en el suelo disminuye con gran rapidez y es necesaria la utilización de fertilizantes químicos que aunque no son muy respetuosos con el medio consiguen que la producción pueda continuar. Lo que ocurre es que al utilizar estos fertilizantes, que muchos de ellos están producidos a partir de óxido nitroso, se emiten una serie de gases a la atmósfera que en el caso de la agricultura tradicional no se emiten. Si a esto le añadimos el hecho de que en muchas ocasiones el proceso de fertilización para grandes extensiones se realiza desde el aire para ahorrar costes monetarios lo que se produce es que una parte de esos gases se queda en el ambiente. Desde la revolución industrial y la industrialización de la agricultura, las cantidades de óxido nitroso en la atmósfera se han aumentado por 17 (Biofuelwatch y otras, 2007).
- En segundo lugar, destacar que las tierras de cultivo y los bosques son un gran almacén de carbono y en el momento que se talan y se cambian por otro cultivo, todo ese carbono se libera a la atmósfera. Esto está ocurriendo en muchas zonas tropicales en las que se está acabando con grandes bosques para dedicar esos terrenos a campos de cultivo. Esto está siendo provocado en gran parte por la producción de agrocombustibles. Los agrocombustibles necesitan de grandes extensiones de tierras para su cultivo debido a su baja productividad por lo que otro de los grandes problemas que podemos observar en su producción es el aumento de la deforestación y la liberación de carbono a la atmósfera que esto supone (Biofuelwatch y otras, 2007).
- En tercer lugar encontramos la utilización de turberas para el cultivo de agrocombustibles. Las turberas constituyen la plantación con mayor índice de retención de carbono y gracias a la proliferación de los cultivos de agrocombustibles están siendo destruidas y por lo tanto todo ese carbono se está liberando a la atmósfera. La principal amenaza para las turberas es el auge que está teniendo el cultivo de palma aceitera como agrocombustible. Un claro ejemplo de esto es un reciente acuerdo entre compañías de Indonesia y de otros países desarrollados como China. Para disminuir sus niveles de emisiones llegan a acuerdos con compañías de producción de aceite de Indonesia, que como país en desarrollo el Protocolo de Kioto no le obliga a disminuir sus emisiones, y de esta forma pueden seguir produciendo agrocombustibles de aceite de palma sin preocuparse por las sanciones derivadas de las emisiones de su producción. La destrucción de turberas en Indonesia está suponiendo que se liberen grandes

cantidades de carbono a la atmósfera, ya que aunque sea muy poco el terreno que ocupan, su índice de retención es tan grande que altera los valores mundiales de emisiones de carbono. (Greenpeace, 2007)

Estos son los tres fundamentos por los que se pone en duda que la utilización de agrocombustibles sea mejor para el medioambiente y el calentamiento global que la utilización de combustibles fósiles. Observamos que las limitaciones impuestas por la UE no impiden que se destruyan ecosistemas ricos en biodiversidad, ya que para esto se necesitaría una legislación a nivel global que los protegiera.

En cuanto a que gracias a la producción de agrocombustibles la población volverá a ocupar las tierras abandonadas durante el éxodo rural, es difícil pensar que esto vaya a ocurrir únicamente porque aumente la demanda de estos combustibles. Es cierto que a mayor demanda, mayor oferta será necesaria, lo que implica que la producción tendrá que incrementarse. Pero con el modelo agrícola actual, caracterizado por la utilización de grandes extensiones para la producción de monocultivos y la gran dependencia de la industria, es muy difícil creer que el aumento de producción de agrocombustibles vaya a suponer que aumente la población rural empleada (Carpintero, 2006).

3.4.EJEMPLOS CONCRETOS DE PROBLEMAS EN ÁFRICA POR LOS AGROCOMBUSTIBLES

3.4.1. El problema en Suazilandia

El Reino de Suazilandia es el país más pequeño del hemisferio Sur y está situado en el continente africano, regido por una monarquía absoluta. (<http://www.thekingdomofswaziland.com/>) Este pequeño país duramente afectado por graves problemas alimentarios y de almacenamiento de agua está apostando por el cultivo de agrocombustibles. Parece algo muy poco inteligente cuando tu país se está muriendo de hambre dedicar tierras de cultivo a producir agrocombustibles, pero el Gobierno cree que es una idea perfecta que desarrollará la industria del país y abrirá un nuevo mercado que permitirá a los ciudadanos mejorar sus condiciones de vida. Para ello se utilizará la mandioca, un alimento fundamental en el 50% de África del que se obtendrá agroetanol. El proyecto impulsado por la empresa estadounidense USA Distillers supone una inversión de 5 millones de dólares en la región que según los comunicados oficiales proporcionara unos 700 empleos. Además el Gobierno apuesta por la reconversión del sector agrícola hacia una mayor industrialización. Parece algo positivo para los campesinos que podrán mejorar sus cultivos y aumentar sus ingresos, para de esta forma poder comprar alimentos y que disminuya el número de personas con graves carencias alimentarias. El mayor problema que observa la población es que debido a su bajo poder adquisitivo, para los campesinos que cultivan actualmente tierras será imposible hacer frente a la compra de la maquinaria necesaria para la producción. Otro gran problema es que debido a los problemas de escasez de agua, la poca existente habrá que dedicarla a cultivar alimentos o agrocombustibles, y parece evidente el cultivo que quedará perjudicado. Mientras tanto la población tendrá que seguir recibiendo ayuda alimentaria para poder continuar cultivando energía para exportar que es lo más necesario en este momento. (Energy Current News Digest, 2007)

3.4.2. El problema en Tanzania

Tanzania es otro de los países africanos en los que su población se ha visto gravemente afectada por las inversiones en agrocombustibles. En este caso se realizaron

expropiaciones de aproximadamente 80.000 hectáreas para su arrendamiento a una empresa con sede en Holanda y que buscaba generar energías limpias para Holanda y Bélgica. El proyecto tenía pensado utilizar los campos arrendados para la producción de jatrofa para después transportar los frutos a la central en Holanda en la que se generaría electricidad, calor y agrodiesel. La normativa en Tanzania solo permite arrendar extensiones tan grandes de tierras al Gobierno del país, por lo que las tierras tenían que ser traspasadas por los campesinos. Estos accedieron a traspasar sus tierras a cambio de una remuneración justa que se ajustara al bien que estaban traspasando.

Después de 5 años la empresa promotora se encuentra en bancarrota y el proyecto ha quedado completamente abandonado. Además las remuneraciones prometidas nunca terminaron de llegar a los campesinos que solo recibieron una pequeña cantidad de esta. Por lo que explica la empresa, las cantidades pactadas por el arrendamiento fueron abonadas al Gobierno para que fueran repartidas, pero por lo que se puede ver una buena parte se perdió por el camino. Las pocas hectáreas que fueron cultivadas con jatrofa quedaron abandonadas y sin los cuidados necesarios se están perdiendo. Mientras tanto, los campesinos han vuelto a cultivar sus tierras ya que por el momento nadie les ha puesto problemas para ello, pero existe el riesgo de que otros grupos inversores que se están interesando de esos cultivos quieran tomar el control. Esta es la situación que están viviendo miles de campesinos después de haber renunciado a la propiedad de sus tierras por una compensación que nunca llegó. Destacar que otra razón por la que muchos campesinos cedieron sus tierras fue porque pensaban que una vez finalizada la concesión les serían devueltas, algo a lo que la legislación no obliga. Este es otro caso del grave problema que se está produciendo en África por la apuesta que se quiere hacer en combustibles cuyo origen son cultivos (Valentino, 2011).

4. LA VISIÓN DEL GOBIERNO DE ESPAÑA Y DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS SOBRE EL PAPEL DE ESTE CARBURANTE.

4.1.LA VISIÓN DE ESPAÑA

España se encuentra muy influida por las decisiones que se toman desde Bruselas en muchos de los aspectos políticos básicos, como es el energético. Por esto cuando la Comisión Europea toma una decisión en materia energética, el Gobierno español debe incorporar esas medidas acordadas a sus políticas existentes. Recientemente se ha debatido sobre la necesidad de limitar el consumo de agrocombustibles de primera generación. La UE quiere realizar un plan estratégico por el que el consumo de agrocombustibles en el sector del transporte llegue a unos mínimos y de esta forma disminuir el uso de combustibles fósiles. El objetivo para 2017 es que la cantidad de agrocombustibles consumida por el sector del transporte sea al menos del 10% y según han aprobado recientemente, de este 10% el 7% puede provenir de agrocombustibles de primera generación. La propuesta original consistía en que esta cantidad no sobrepasara los 5 puntos porcentuales, pero debido a la diferencia existente entre los países miembros, la Comisión no pudo llegar al 5% de la propuesta original, ya que muchos países no están preparados para la producción de otros agrocombustibles. Por supuesto encontramos partidarios de abandonar la tecnología de los agrocombustibles, como

Pietro Caloprisco, de la ONG Transport & Environment, que afirma que si queremos disminuir realmente las emisiones de gases, debemos apostar por la eficiencia y las energías con bajas emisiones de carbono como la electricidad renovable. (Sevillano, 2015)

El gobierno de España está realizando una clara apuesta por las empresas que se dedican al sector de los agrocombustibles y de ello son claros indicadores las subvenciones y apuestas por este sector. Un ejemplo de la apuesta estatal que ha caído en saco roto han sido las ayudas a tres plantas de generación de agrocombustibles en Galicia. Se trata de tres plantas, dos de ellas situadas en el puerto de Ferrol y una nave en un polígono industrial cercano, esta última ni siquiera está terminada. Ninguna de las tres plantas ha llegado a producir agrocombustibles pese a haberse visto beneficiadas por unos 19 millones de euros entre incentivos, ayudas y créditos. Estas son tres de las cuatro plantas montadas en Galicia entre el 2006 y el 2009, y de las tres empresas encargadas de ellas una ha pasado a formar parte de una empresa de Indonesia, otra se encuentra en liquidación y la última en manos de un administrador concursal. Se puede decir que las ayudas Estatales no han servido de nada y que los puestos de trabajo prometidos se quedaron en promesas y los objetivos nunca se llegaron a cumplir. (Bustabad, 2014)

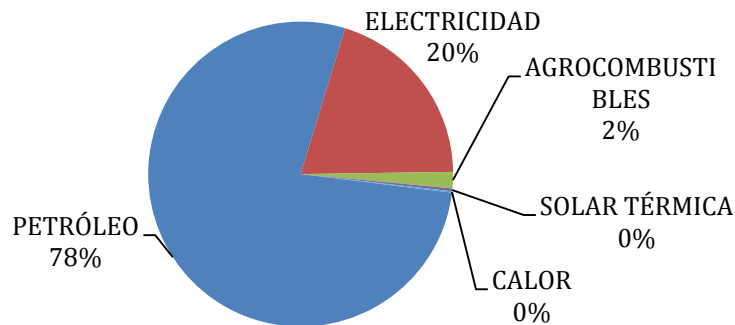
Encontramos un caso que en mi opinión resulta bastante interesante en la industria de los agrocombustibles. Se trata de un proyecto dirigido por una empresa española, Aqualia, y en la que participan seis países de la UE, entre los que se encuentran Alemania y Reino Unido. El proyecto buscará la producción de agrocombustibles a partir de algas regadas con aguas residuales y utilizando la energía solar para su crecimiento. De esta forma minimizarán las emisiones de gases contaminantes y además utilizarán las aguas residuales, que siempre se han considerado como un residuo, como un recurso fundamental. El proyecto fue presentado ante la Comisión Europea, quien ha aportado seis millones de euros para llevar a cabo el experimento propuesto para comprobar la viabilidad. La ubicación escogida para la realización del experimento es Chiclana de la Frontera (Cádiz), debido a que reúne unas buenas condiciones de sol y tiene acceso a una planta de tratamiento de residuos. Para llevar a cabo el experimento se contará con una extensión de diez hectáreas con las que se prevé obtener 3.000 kilos de algas con un 20% de contenido combustible. Los datos del proyecto afloran una productividad de las algas para hacer agroetanol del doble que la caña de azúcar y cinco veces la del maíz. Además no se trata de un agrocombustible de primera generación como sería el caso del maíz (Ruiz del Árbol, 2012).

Por último decir que el sector industrial de agrodiesel en España se encuentra en una grave situación de crisis. Su competitividad se ha visto claramente afectada por los bajos precios ofertados por países como Argentina e Indonesia que utilizan una diferencia entre las tasas de importación de materias primas y de exportación del producto final para crear un beneficio de 100 euros por tonelada de agrodiesel. Debido a esto, encontramos que las 50 plantas de producción de agrodiesel no son competitivas en el mercado y que en último trimestre del 2011, el 89% del agrodiesel consumido en España era importado de Argentina e Indonesia (El País, 2012).

4.2.LA VISIÓN DE CANARIAS

La dependencia energética exterior que tiene Canarias hace que la búsqueda de alternativas sea algo necesario a corto plazo.

Grafico 4.1: Porcentaje de demanda de energía final en función del tipo de energía en 2011



Fuente: Revisión PECAN 2006-2015, 2012

En el gráfico observamos que el porcentaje que representa la demanda de petróleo en la demanda total de energía final es de casi el 80%, pero si además conocemos que la producción de electricidad se realiza basándose en el consumo de petróleo, el porcentaje total llega hasta el 98%. Esto hace que investigue en nuevas fuentes de energía que puedan sustituir al petróleo en su sistema energético, y los agrocombustibles son una tentación.

Durante los últimos años en Canarias se ha apostado por la realización de proyectos de cultivo de agrocombustibles en tierras del archipiélago. Los inversores de estos proyectos dicen que la necesidad de disminuir la dependencia obliga a Canarias a investigar todas las alternativas para conseguir fuentes de energías producidas en el archipiélago. Se están llevando a cabo proyectos para la utilización de los desechos de las plantaciones de plátano como agrocombustibles, ya que actualmente no se les está dando ningún uso a estos residuos. Este estudio se está llevando a cabo gracias a una beca proporcionada por la Fundación DISA y el Instituto Tecnológico de Canarias. El proyecto arrojó según los investigadores, datos bastante positivos sobre la capacidad que tenía el archipiélago para aprovechar sus desechos del sector platanero en la generación de alternativas a los combustibles fósiles. El proyecto se encuentra parado debido a que la duración de la beca solo contemplaba un año, pero los investigadores pusieron los resultados obtenidos en poder de DISA para que de esta forma las futuras investigaciones pudieran continuar desde ese punto. (EFE, 2013)

Otro proyecto apoyado por DISA en colaboración con las dos universidades de Canarias fue el que buscaba generar agrocombustibles a partir de la planta jatrofa para lo que se aprovecharon terrenos desérticos de Fuerteventura y de esta forma se buscaba además apoyar en la lucha por la desertificación. Este proyecto se centraba en investigar las condiciones óptimas para el cultivo de jatrofa y según los responsables, los resultados obtenidos fueron muy positivos. Tras su primera etapa finalizada en 2010 recibió el galardón de “Mejor Idea del Año” otorgado por la publicación Actualidad Económica (Europa Press, 2011). La siguiente fase será estudiar la viabilidad económica del producto, sin la que el proyecto no podrá llegar a realizarse (Guerra, 2013). Este proyecto sigue estando respaldado por el Cabildo, pese a tratarse de un claro experimento que no tiene como destino final asentarse en Fuerteventura. Los altos costes laborales y la necesidad de mucha mano de obra a la hora de la recolección del fruto hacen que este proyecto no pueda ser económicamente viable en la isla. Para que

este proyecto pueda llevarse a cabo con unos costes monetarios aceptables para las empresas que quieran producir este agrocombustible, deben asentarse en un país con costes salariales mucho más bajos que en España. Todo apunta a que se trata de un experimento cuya implantación tiene como destino los países del continente africano, lo que como ya hemos visto está suponiendo grandes problemas para la población local de ese continente (Fuerteventura Limpia, 2014).

Otro de los proyectos es el que realiza el Instituto Tecnológico de Canarias gracias a un proyecto de la UE, llamado Windesene, por el que se busca producir agrodiesel y bioqueroseno a partir de la energía eólica. El proyecto parece prometedor y fue presentado como un gran éxito y apoyado por gran parte de las fuerzas políticas (Lachica, 2011).

Por último, me gustaría resaltar los acercamientos que tuvieron lugar a finales del 2007 entre Ricardo Melchior, el que entonces era presidente del Cabildo de Tenerife, y el gobierno de Senegal, en los que el ejecutivo de la isla ponía a disposición del gobierno senegalés sus conocimientos para ayudar al desarrollo tecnológico del país africano. Entre los conocimientos se encuentra la construcción de un campo de energía eólica y fotovoltaica para el que el Cabildo destinará la cifra de 55.000 euros. Pero lo que realmente buscan es aprovechar sus recursos, para entre otras cosas el cultivo de agrocombustibles, pese a que se conocen los problemas que estos están causando en países africanos (Rodríguez Santamaría, 2008).

5. CONCLUSIONES

El abastecimiento energético se está convirtiendo en un problema muy grave, y parece que va a ser el gran reto del siglo al que se va a tener que afrontar la civilización si quiere evitar su desaparición o el agravamiento de los problemas relacionados con la energía. Pese a saber lo que sucedería en el caso de que se produzca una falta de energía a corto plazo, que podría provocar una enorme crisis mundial, las políticas y medidas que se están llevando a cabo para mejorar las posibilidades futuras de abastecimiento son insuficientes. Casi la totalidad de la población mundial depende de la energía fósil para tener acceso a necesidades básicas y una disminución significativa en la energía disponible podría provocar que algunas necesidades básicas como la alimentación se viesen totalmente colapsadas y si en este momento hay una gran parte de la población mundial que pasa hambre, estaríamos hablando de un escenario en el que la práctica totalidad de la población se encontraría en esa situación.

La crisis energética provocaría un colapso completo del sistema económico y en mi opinión las grandes potencias mundiales no van a renunciar fácilmente a su estilo actual de vida, aunque tengan que pasar por encima de otros países para mantenerlo. Por lo que la posibilidad de que se produzca una guerra mundial por el control de la energía disponible se hace cada vez más real al no poner remedio a la dependencia.

La crisis tendrá varias etapas que irán sucediendo a medida que se vayan acabando los combustibles fósiles. Según los datos aportados el primero en agotarse será el petróleo, un combustible que se encuentra presente en prácticamente todos los sectores. A medida que se vaya acabando por supuesto se observará un importante incremento del precio, lo que conllevará un encarecimiento de todos los servicios que utilizan este producto en sus procesos, transporte e industria moderna son los dos sectores más evidentes. Pero

como vivimos en una sociedad que basa su economía en el transporte de bienes con los que comercia, encontramos que la mayor parte de productos que se consumen son transportados miles de kilómetros desde las grandes fábricas hasta los consumidores finales.

Encontramos por lo tanto la necesidad de un cambio radical en el modelo energético mundial para intentar minimizar los posibles problemas que se producirán, llegado el momento. Debe ser un cambio drástico, ya que llevamos demasiado tiempo quitando importancia a este problema y a los múltiples avisos que nos ha mandado la naturaleza. Los pocos que de verdad se han preocupado por empezar el cambio han sido ignorados y tratados de locos por la mayor parte de la sociedad. Un primer indicador de que la acción humana sobre la naturaleza es completamente insostenible es el crecimiento de los niveles de contaminación ambiental que se ha observado en las últimas décadas. El deshielo de los polos provocado por el calentamiento global o el cambio climático son claros síntomas de una mala gestión de los recursos que nos ofrece la naturaleza, y sobre todo una despreocupación completa por los residuos que hemos generado al utilizar esos recursos.

Algunos de los consejos propuestos en este trabajo para llevar a cabo el cambio son:

- El cambio principal pasa por una verdadera política de ahorro energético a nivel mundial en la que todos los países se comprometan a disminuir sus consumos energéticos. La disminución de la demanda de energía tiene que basarse en aprovechar al máximo la energía de la que se dispone por lo que sin un verdadero compromiso general por ajustar el consumo a las necesidades energéticas reales será imposible conseguir un mix energético que nos permita continuar desarrollándonos. Por supuesto el cambio en el modelo energético no afectará por igual a todos los países, del mismo modo que el consumo per cápita no es el mismo en todos los países. Los países con mayor consumo per cápita tendrán que realizar un esfuerzo considerable por ajustar su demanda, pero además los que menos consumo per cápita tienen, se enfrentarán a un reto mucho mayor para disminuirlo porque su margen es mucho menor. Por lo que sin un verdadero acuerdo global el ahorro no será llevado a cabo por todos los países y por lo tanto no será suficiente.
- El incremento en el consumo energético de la agricultura es otro de los grandes problemas a los que es necesario poner solución. La industrialización de la agricultura ha sido un gran avance a nivel de productividad, pero a la vez se ha descuidado la eficiencia energética, lo que ha provocado el incremento en la demanda de energía lo que en caso de escasez puede provocar un gran problema alimentario. La eficiencia energética de la agricultura industrial es muy baja por eso es necesario apostar por sistemas de agricultura ecológica a nivel local con lo que disminuiríamos el uso de pesticidas y fertilizantes, y además evitaremos el transporte de los productos, con la disminución que supondría para el consumo de combustibles del sector transporte.

Algo que queda bastante claro es que los agrocombustibles no deben ser considerados como una verdadera alternativa, ya que son mayores los problemas que producen que los beneficios. Las bajas tasas de retorno energético que tienen estos combustibles, la necesidad de tierras para su producción, la emisión de gases contaminantes o la influencia negativa que tienen los agrocombustibles de primera generación en la alimentación mundial son algunos de los argumentos que hemos explicado a lo largo de este trabajo. Todos ellos dejan bastante clara la falta de sostenibilidad existente en las

producciones de estos carburantes. Por lo tanto, pese a que son la forma más cómoda para sustituir al petróleo debido a tratarse de combustibles líquidos que utilizan las mismas infraestructuras de distribución y de consumo, sus desventajas deberían provocar el rechazo de esta alternativa por parte de los gobiernos.

Por último, resaltar la necesidad de un cambio a corto plazo, ya que aunque incluyamos todas las energías disponibles en el mix energético no conseguiríamos abastecer la demanda a menos que se lleve a cabo un cambio en la mentalidad de ahorro energético que nos permita disminuir la demanda energética de forma significativa.

6. BIBLIOGRAFÍA

ABENGOA, (2010). Biocombustibles de segunda generación. Recuperado de: http://www.abengoa.es/web/es/innovacion/areas_de_innovacion/biocombustibles_2_generacion/

Agencia EFE (2013) Los desechos de las plataneras canarias podrían convertirse en biocombustible. *ABC.es*. Recuperado de: <http://www.abc.es/natural-energiasrenovables/20130418/abci-platanos-biocombustible-201304181148.html>

Agencia EFE (2015) El Parlamento Europeo aprueba un acuerdo para limitar el uso de biocombustibles. *Expansión.es*. Recuperado de: <http://www.expansion.com/empresas/energia/2015/04/14/552cd43622601de9778b4573.html>

Ahmed.I, Decker.J, Morris.D (1994). How much energy does it take to make a gallon of soydiesel? Institute for local selfreliance. Recuperado de: <http://www.afdc.energy.gov/pdfs/3229.pdf>

Álvarez, C. (14 de febrero de 2012). ¿Cuánto petróleo hace falta para extraer un barril de petróleo? *El País Semanal* Blogs. Recuperado de: <http://blogs.elpais.com/ecolab/2012/02/cuanto-petroleo-hace-falta-para-extraer-un-barril-de-petroleo.html>

Biodisol. Los Biocombustibles. Recuperado de: <http://www.biodisol.com/que-son-los-biocombustibles-historia-produccion-noticias-y-articulos-biodiesel-energias-renovables/>

Biofuelwatch y otras. (2007). *Agrocombustibles: Una revisión crítica de nueve puntos clave*. Recuperado de <http://www.carbontradewatch.org/downloads/publications/agrocombustibles.pdf>

Bustabad, L. (2014) La entelequia del biodiésel gallego. *El País*. Recuperado de: http://ccaa.elpais.com/ccaa/2014/03/16/galicia/1395003017_471030.html

Carpintero, O. (2005) *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*. Taro de Tahíche, España Fundación Cesar Manrique.

Carpintero, O. (Septiembre de 2006) Biocombustibles y uso energético de la biomasa: un análisis crítico. *Ecologista*. Nº 49. Recuperado de: <http://www.ecologistasenaccion.es/article18508.html>

Crutzen P. J., Mosier A. R., Smith K. A. y Winiwarter W. (2008). N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8, 389-395.

Da Costa, Silva Lora. E (2006). The energy balance in the production of palm oil biodiesel two case studies: Brazil and Colombia. Federal University of Itayubá. Recuperado de: <http://www.galeon.com/densidadaceite/balancenergia.pdf>

Darley, J. y otros, 2004, The end of suburbia: Oil Depletion and the Collapse of The American Dream (documental) Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=yH8ElFAOFug>

DIRECTIVA 2009/28/CE, del 23 de abril de 2009, del Parlamento Europeo y del Consejo. Publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea del 5 de junio de 2009, páginas 16 a 62. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:ES:PDF>

El País (2012) La producción nacional de biodiesel se desploma. *El País*. Recuperado de: http://elpais.com/elpais/2012/03/20/motor/1332246036_957442.html

Energy Current News Digest. (2007) Swaziland joins biofuel drive despite mounting food crisis. Recuperado de: <http://www.iatp.org/news/swaziland-joins-biofuel-drive-despite-mounting-food-crisis#sthash.JEgKuTwm.dpuf>

Europa Press (2011). El Proyecto DISA Biocombustible Jatrofa en Fuerteventura recibe el “Premio Mejor Idea del Año” en categoría de energía. *El Día.es*. Recuperado de: <http://eldia.es/economia/2011-04-25/18-Proyecto-DISA-Biocombustible-Jatrofa-Fuerteventura-recibe-Premio-Mejor-Idea-Ano-categoria-energia.htm>

Fuerteventura Limpia, (2014). El Cabildo sigue apoyando a la petrolera DISA y su jatrofa. Recuperado de: <http://fuerteventuralimpia.blogspot.com.es/2014/06/cabildo-fuerteventura-jatrofa-disa-biocombustible.html>

Georgescu-Roegen, N. (1971). The Entropy Law and the Economic Problem. Publicado en *Distinguished Lecture Series*. Universidad de Alabama

Georgescu-Roegen, N. (1975). Energy and Economic Myths. *Southern Economic Journal*. 41, (3) 347-381. Recuperado de: http://www.dipecodir.it/upload/file/Cecchi/EcoTurCa/1975_georgescu-roegen_energy_and_economic_myths.pdf

Greenpeace. (2007). How the palm oil industry is Cooking the Climate. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2007/11/cooking-the-climate-full.pdf>

Gualtieri, T. (2014) La oferta de petróleo escaseará pese a la subida de la producción de EE UU. *El País.es*. Recuperado de: http://economia.elpais.com/economia/2014/11/12/actualidad/1415812524_009851.html

Guerra, D. (2013) DISA genera ya biodiésel 100% canario. *La provincia*. Recuperado de: <http://www.laprovincia.es/fuerteventura/2013/05/11/disa-genera-biodiesel-100-canario/530825.html>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Directiva Europea de Energías Renovables. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Gobierno de España. Recuperado de: <http://www.idae.es/index.php/relcategoria.1037/id.681/reلمenu.322/mod.pags/mem.detalle>

International Energy Agency, (2010). *World Energy Outlook 2010*.

Isolari, (2013). Llegan los biocombustibles de tercera y cuarta generación. Recuperado de: <http://www.isolari.es/llegan-los-biocombustibles-de-tercera-y-cuarta-generacion>

Lachica, S. (2011) Canarias participa en un proyecto europeo para obtener biocombustibles “a un euro por litro”. *eldiario.es*. Recuperado de: http://www.eldiario.es/canariasahora/energia/Canarias-biocombustible-euro-litro-proyecto_0_323368740.html

Macedo, I., Regis, M., Azevedo, J. (2004). Assessment of greenhouse gas emissions in the production and use of fuel ethanol in Brazil. Government of the state of Sao Paulo. Recuperado de: <http://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/brazil.unicamp.macedo.greenhousegas.pdf>

Marshall, A. (1890) *Principles of Economics* (8th ed. online). Recuperado de: http://files.libertyfund.org/files/1676/Marshall_0197_EBk_v6.0.pdf

Mediavilla, M. (2015). ¿De cuánta energía podremos disponer realmente? *eldiario.es*. Recuperado de: http://www.eldiario.es/ultima-llamada/crisis_energetica-peak_oil-transicion_energetica_6_345125495.html

Monbiot, G. (14 de noviembre de 2007) Los biocombustibles podrían matar más personas que la guerra de Iraq. Recuperado de: <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=59005>

Nasdala, N. (6 de junio del 2009). Le risque de confusion entre agrocarburant et biocarburant continue. Recuperado de: <http://www.actualites-news-environnement.com/20738-risque-confusion-agrocarburant-biocarburant.html>

OneworldTV. (15 de septiembre 2010). The Richard Heinberg Interview. Recuperado de: <http://oneworld.org/2010/09/15/the-richard-heinberg-interview>

Prieto, P. (2010) El cenit del petróleo. Recuperado de: <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=111022>

Prieto, P. [FUHEM]. (2013, julio 18). Pedro Prieto: La espinosa cuestión de la energía neta en las transiciones hacia la sostenibilidad [Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=pCc7FIT7Y_A

Rodríguez Santamaría, C. (2008). Senegal: biocombustibles en la ‘cabeza de playa’ del desembarco neocolonial. Recuperado de: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=61502>

Ruiz del Árbol, M. (2012) Algas + porquería = ¿biocombustible? *El País Sociedad*. Recuperado de: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/03/13/actualidad/1331642599_735363.html

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey I. P. D. (2011). Cuatro generaciones de biocombustibles en busca de la sustentabilidad. Recuperado de: <https://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/prensa.jsp?id=313>

Sevillano, E.G. (2015) Los eurodiputados limitan al 7% los biocombustibles ‘malos’ *El País Internacional*. Recuperado de: http://internacional.elpais.com/internacional/2015/04/14/actualidad/1429037186_598768.html

Valentino, S. (2011) TANZANIA: Biocombustibles manchados de promesas incumplidas. Recuperado de: <http://www.ipsnoticias.net/2011/03/tanzania-biocombustibles-manchados-de-promesas-incumplidas/>