



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias Experimentales

Trabajo Fin de Grado

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS CULTIVOS ENERGÉTICOS

Alumno: Sergio Martínez Santamaría

Octubre, 2014

ÍNDICE

ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Antecedentes.....	8
1.2. Situación de los biocombustibles en el mundo.....	9
1.3. Cultivos energéticos. Definición y características.....	11
1.4. Requisitos de los cultivos energéticos.....	13
1.5. Principales biocombustibles en el mundo.....	14
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	16
3. METODOLOGÍA.....	17
4. RESULTADOS	19
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	35
6. BIBLOGRAFÍA.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción energética global en 2013

Gráfico 2. Evolución de los biocombustibles en el mundo

Gráfico 3. Fracción de estudios encontrados sobre impacto ambiental y/o social en cultivos energéticos

Gráfico 4. Porcentaje de estudios sobre indicadores que evalúan la sostenibilidad de los cultivos energéticos

Gráfico 5. Proporción de estudios que documentan impactos positivos en la calidad del aire en función del tipo de cultivo.

Gráfico 6. Proporción de estudios que documentan impactos negativos en la calidad del aire en función del tipo de cultivo.

Gráfico 7. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos en la calidad del aire de cultivos energéticos.

Gráfico 8. Proporción de estudios que documentan impactos positivos en la calidad del agua en función del tipo de cultivo.

Gráfico 9. Proporción de estudios que documentan impactos negativos en la calidad del agua en función del tipo de cultivo.

Gráfico 10. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos en la calidad del agua de cultivos energéticos.

Gráfico 11. Proporción de estudios que documentan impactos positivos en la calidad del suelo en función del tipo de cultivo.

Gráfico 12. Proporción de estudios que documentan impactos negativos en la calidad del suelo en función del tipo de cultivo.

Gráfico 13. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos en la calidad del suelo de cultivos energéticos.

Gráfico 14. Porcentaje Proporción de estudios que documentan impactos positivos en la biodiversidad en función del tipo de cultivo.

Gráfico 15. Proporción de estudios que documentan impactos negativos sobre la biodiversidad en función del tipo de cultivo.

Gráfico 16 Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos de los cultivos energéticos sobre la biodiversidad.

Gráfico 17. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre la rentabilidad de cultivos energéticos.

Gráfico 18. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre la economía local derivada del uso de cultivos energéticos.

Gráfico 19. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre el sector primario tradicional derivados del empleo de cultivos energéticos.

Gráfico 20. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre el precio de los alimentos derivados del uso de cultivos energéticos.

Gráfico 21. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre el empleo derivados del uso de cultivos energéticos.

Gráfico 22. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre cada uno de los indicadores que evalúan la sostenibilidad de los cultivos energéticos.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales cultivos para biocombustibles.

Tabla 2. Método de búsqueda de artículos.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa mundial biocombustibles.

Figura 2. Aprovechamiento de la energía de la biomasa vegetal.

Figura 3. Reacción de trans-esterificación en la producción de biodiesel.

RESUMEN

Hoy en día los cultivos energéticos para biocombustibles se están imponiendo como una opción energética renovable y compatible con el medio ambiente. Sin embargo, los cultivos energéticos, en algunos casos, tienen la capacidad de producir impactos ambientales negativos. El objetivo de este trabajo consistió en hacer una revisión bibliográfica sobre los impactos que tienen cada uno de los cultivos energéticos, para determinar de forma global su grado de sostenibilidad. Para determinar esta sostenibilidad se emplearon una serie de indicadores medioambientales y socioeconómicos. Por un lado los indicadores medioambientales evaluados fueron la calidad del aire, la calidad del agua, la calidad del suelo y la biodiversidad. Por otro lado los indicadores socioeconómicos que se evaluaron fueron efectos sobre agricultura y ganadería, sobre el precio de los alimentos, sobre la economía de la región, la rentabilidad y el empleo. Tras revisar 508 publicaciones sobre los efectos de los cultivos energéticos, las especies que mayor número de artículos tenían dedicado a su estudio fueron el *Miscanthus*, el maíz, el sauce y la caña de azúcar. La calidad del aire es el aspecto que más se ha investigado, con un 34,05% de artículos del total. Los impactos socioeconómicos fueron el segundo aspecto más importante según los artículos, con un 26,77% de trabajos dedicados. De los 9 los indicadores de sostenibilidad que se evaluaron, 8 dieron resultados positivos, es decir, se vieron beneficiados por el empleo de cultivos energéticos, excepto la calidad del agua que se veía perjudicada, principalmente por el empleo en el cultivo de fertilizantes y pesticidas. Las especies más sostenibles son aquellas que presentaron elevados porcentajes de impactos positivos frente a los negativos. Estos cultivos fueron el sorgo con un 100% de impactos positivos, “switchgrass” (*Panicum virgatum*) con un 96,15%, *Miscanthus* con un 93,97 %, el álamo 88,46 %, algas 87,50 %, sauce 86,66 % y remolacha 85,15 %. Las especies que se consideraron como menos sostenibles por haberse documentado un mayor número de impactos negativos son el trigo con un 70% de los artículos revisados, la *Jatropha* 62,5 %, el maíz 55,38 % y la colza 52,63 %.

Palabras clave: Cultivos energéticos; biocombustibles; sostenibilidad; impactos; indicadores; medioambientales; socioeconómicos.

ABSTRACT

Today energy crops for biofuels are being imposed as a renewable energy option compatible with the environment. However this is not entirely true, because in some cases energy crops cause negative effects on the environment. The goal of this paper was to perform a review about the impacts caused by energy crops on the environment in order to determine the degree of sustainability of energy crops. Sustainability was evaluated through a environmental and socioeconomic indicators. On the one hand, environmental indicators evaluated were air quality, water quality, soil quality and biodiversity. Secondly, socioeconomic indicators assessed were effects for farmers and ranchers, food price for economy and finally for profitability and employment. After reviewing 508 publications, species that were dedicated most articles to their study were *Miscanthus*, corn, willow and sugarcane. Air quality was the aspect more investigated, with 34,05% of the total items. Socioeconomic impacts were the second most important aspect studied according to articles with 26, 77 % of dedicated work. Of the 9 sustainability indicators evaluated, 8 were positive, only water quality was impaired mainly because of use of fertilizers and pesticides. The most sustainable species have high positive impacts and low negative impacts. These crops are sorghum with a 100% positive impacts, switchgrass (*Panicum virgatum*) with 96.15%, *Miscanthus* (93.97%), poplar (88.46%), algae (87.50%), willow (86.66%) and beet (85.15%). Species considered less sustainables were wheat (70%), *Jatropha* (62, 5%), corn (55, 38%) and rapeseed (52, 63%) of the total negative impacts.

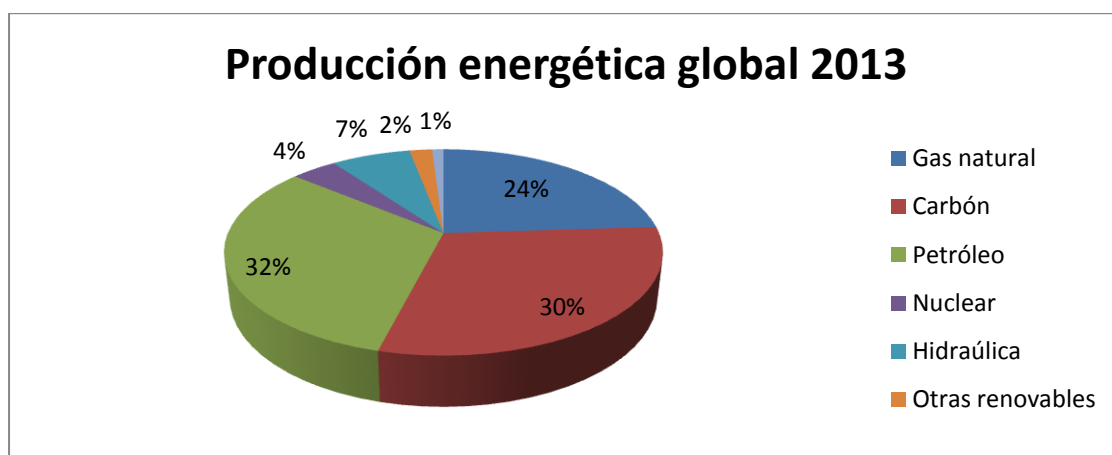
Key words: Energy crops; biofuels; sustainability; impacts; indicators; environmental; socioeconomics

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.

Durante muchos años los combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y gas natural, han representado la principal fuente de energía en el mundo, alrededor de un 80% de la energía que se consume en el mundo proceden de estos. Los más empleados son los derivados del petróleo que suponen el 32% de la energía primaria consumida por los seres humanos y cerca del 95% para el transporte mundial (ver Gráfico 1).

Gráfico1. Producción energética global en 2013 (según BP Statistical Review of World Energy, 2013)



A pesar de que han sido baratos, fáciles de extraer y capaces de abastecer a un planeta entero, los combustibles fósiles presentan diversos aspectos negativos, por un lado la gran cantidad de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera derivados de su uso y por otro es que su disponibilidad es limitada por lo que tarde o temprano terminarán por agotarse. Según la Organización de Países Productores de Petróleo (OPEP) o el Consejo Mundial de Energía las reservas de petróleo para el año 2050 se encontrarán en sus mínimos.

El elevado precio que está tomando el petróleo los últimos años especialmente para los países que no disponen de petróleo y las necesidades por muchos de estos de reducir sus emisiones para cumplir con

las exigencias del Protocolo de Kioto, los han llevado a buscar nuevas alternativas energéticas renovables para satisfacer sus demandas, y además que sean sostenibles, tanto desde el punto de vista ambiental como socioeconómico.

1.2. Situación de los biocombustibles en el mundo.

Uno de los mayores desafíos para la sociedad es el proveer energía para el transporte. A día de hoy el 95% del transporte mundial se mueve con derivados del petróleo (gasóleo y gasolina), de los cuales tenemos una alta dependencia. Debido al agotamiento de este recurso y su alto precio en los últimos años, ha obligado a muchos países a buscar otras opciones energéticas alternativas como son los biocombustibles (el biodiesel y el bioetanol), que proceden de la biomasa vegetal (principalmente de aceites y azúcares que acumulan los vegetales en sus tejidos). Las energías renovables siguen representando un porcentaje muy bajo actualmente, un 5,3% de la energía global en el mundo, (según BP Statistical Review of World Energy, 2014) aunque no obstante éstas han logrado aumentar en 2013 un 16,3% con respecto al año anterior, mientras que el resto de energías no renovables han seguido aumentando pero lo han hecho a un ritmo inferior al de otros años (según BP Statistical Review of World Energy, 2010-2014), esto parece informar que vamos por buen camino.

Los biocombustibles sin embargo no son algo nuevo, ya hace más de 100 años de que Rudolf Diesel fabricó un motor impulsado por aceite de cacahuete (gasóleo) o Henry Ford que empleaba etanol en sus modelos, pero los altos costos del maíz junto al precio barato del petróleo por entonces no permitieron que estos proyectos siguieran adelante. El uso de biocombustibles está siendo impulsado fuertemente por gobiernos, empresas internacionales e incluso organizaciones no gubernamentales, actualmente los biocombustibles representan un 1% de la producción energética en el mundo, aunque se prevé que sigan aumentando como lo lleva haciendo especialmente en los últimos 10-20 años (ver Gráfico 2). A nivel geográfico, el continente americano, especialmente América del Norte es el mayor productor

de biocombustibles seguido de América del Sur, Europa, Asia. El continente americano concentra aproximadamente el 90% de la producción de bioetanol, los principales productores de etanol actualmente son EE.UU, Brasil, China, India, Canadá y Francia, pero solo EE.UU y Brasil representan el 87% del total mundial con un (61% y 26%) respectivamente (Figura 1). La producción de bioetanol en el mundo es mucho mayor que la de biodiesel aproximadamente un 79% y 21% respectivamente. La producción de biodiesel también es liderada por EE.UU, seguida de Argentina, Alemania y Brasil. Si bien a pesar de ello la UE es líder en producción de biodiesel representa alrededor del 41% de la producción mundial con países como Alemania, España, Francia e Italia (ver Figura 1). La producción de biocombustibles en Asia es encabezada por Indonesia, Malasia y China para producir biodiesel del aceite de palma. Por último la producción de biocombustibles en el continente africano sigue siendo muy baja, debido principalmente a la falta de medios técnicos, a pesar de ello se ha incrementado en los últimos años en países del África occidental como Nigeria, Guinea o Ghana a partir de cultivos de palma y *Jatropha* para biodiesel

Gráfico 2. Evolución de los biocombustibles en el mundo (según BP Statistical Review of World Energy, 2013). Desde el año 2001 hasta el año 2013 se observa como la producción total en 2013 es aproximadamente 6 veces mayor que en 2001. Datos expresados en millones de toneladas equivalentes de petróleo.

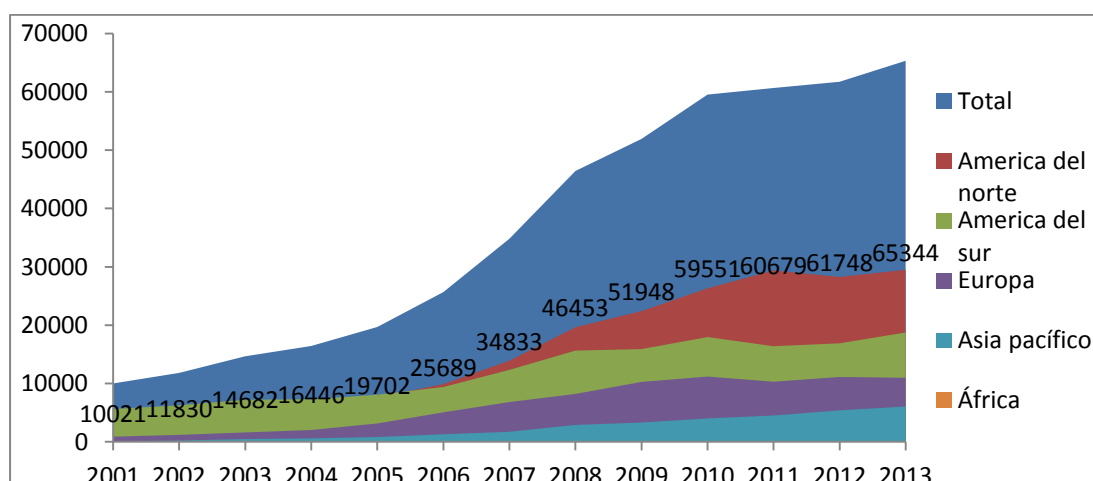
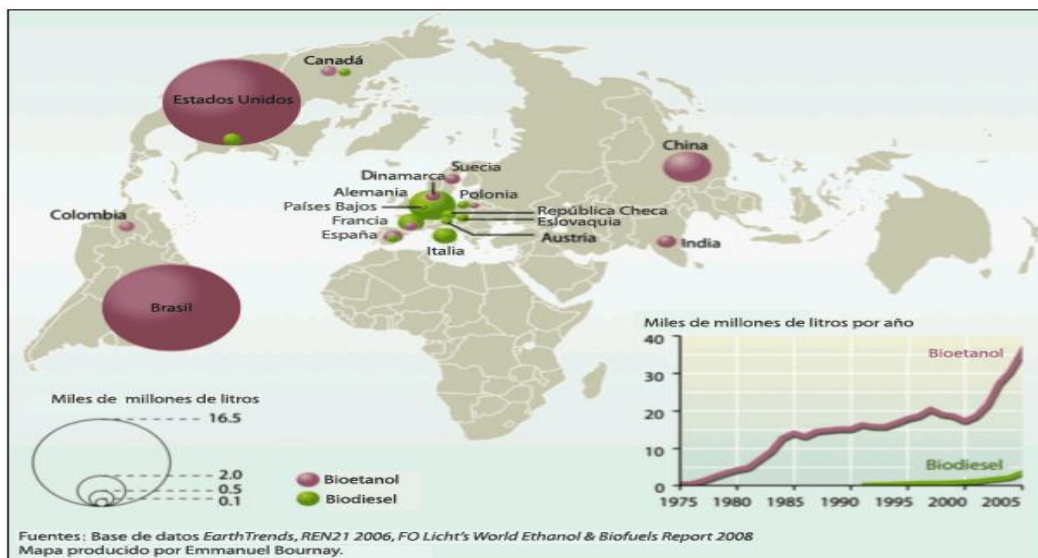


Figura 1. Mapa mundial de producción de biocombustibles.

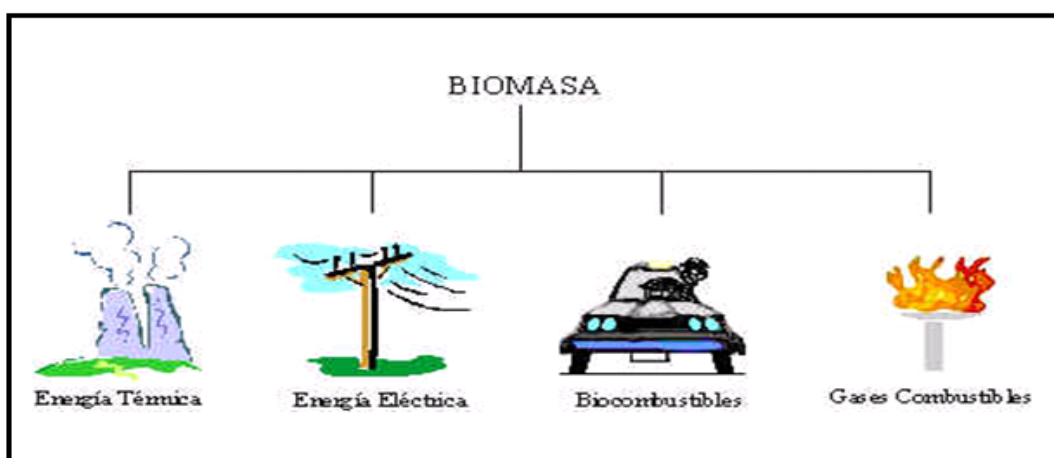


1.3. Cultivos energéticos. Definición y características.

Los cultivos energéticos son plantaciones de crecimiento rápido, que se realizan con el propósito específico de producir energía en alguna de sus tipologías (ver también Figura 2):

- Térmica.
- Eléctrica.
- Biocarburantes.
- Biogás.

Figura 2. Aprovechamiento de la energía de la biomasa vegetal.



Los **cultivos energéticos lignocelulósicos** (compuestos por lignina y celulosa) son los más empleados para producir energía térmica o eléctrica. Se tratan de biocombustibles sólidos leña, astillas, pellets, briquetas y residuos agroindustriales como el hueso de aceituna, cáscara de almendra, o la poda de vid. Se caracterizan por poseer un elevado poder calorífico y un bajo contenido en cenizas si bien su precio es mayor que el de otros biocombustibles. La mayoría de estos suelen emplearse directamente en calderas diseñadas especialmente para estos tipo de residuos, o bien la energía generada puede ser transformada en electricidad e incorporada a una red distribuidora.

Los **cultivos energéticos para biocarburantes** (biocombustibles líquidos) se caracterizan por ser plantaciones que posee un elevado contenido de aceites naturales en sus frutos y semillas y por tener tejidos vegetales ricos en azúcares, a partir de los cuales mediante una serie de procesos físico-químicos (fermentación alcohólica, esterificación de ácidos grasos y descomposición anaeróbica) son transformados en biodiesel y bioetanol.

Por último el **biogás** se obtiene a partir de residuos de cosechas y otros materiales que pueden descomponerse, mediante un proceso de fermentación con microorganismos para obtenerse este gas compuesto principalmente por metano. Actualmente, en este campo se ha investigado relativamente menos que en los dos anteriores.

1.4. Requisitos de los cultivos energéticos.

Según el artículo "*Biomasa: Cultivos energéticos*", publicado por el IDAE (*Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*) en España, los cultivos energéticos deben cumplir una serie de requisitos para cumplir los criterios de sostenibilidad:

1. Que no contribuyan a degradar el medio ambiente en términos de:

- Deben preservar la biodiversidad de las especies presentes en el medio.

- Que estas plantaciones no contribuyan a empobrecer o degradar el suelo, permitiendo la pronta recuperación de la tierra para implantar otros cultivos.
 - El empleo de estas plantaciones para aprovechamiento energético no debe contribuir al calentamiento global con emisiones de CO2 y otros gases.
 - Es importante que no afecten a la calidad el agua mediante el empleo de fertilizantes.
2. Que no tengan un aprovechamiento paralelo con la alimentación esto supone una amenaza para los alimentos y una elevación de sus precios.
 3. Las especies de cultivos empleadas deben adaptarse al lugar donde se implanten, para obtener la mayor producción en las zonas que reúnen las mejores condiciones.
 4. Los costes de producción deben ser bajos en relación a los altos niveles de productividad obtenidos, con un balance neto positivo (mayor energía obtenida por la producción que la invertida en el cultivo).
Deben ser rentables económicamente hablando desde el punto de vista del agricultor.
Deben poseer técnicas fáciles de manejar y comunes entre los agricultores.

1.5. Principales biocombustibles en el mundo

Existen tres tipos de biocombustibles según su procedencia:

- **Primera generación:** proceden de plantaciones de especies comestibles como el maíz, la soja o el girasol entre otros cultivos.
- **Segunda generación:** se obtienen a partir de materias primas de baja utilidad, son especies no comestibles como aceite usado para obtener biodiesel o cascara de fruta para bioetanol.
- **Tercera generación:** Al igual que los de segunda generación se extraen de materias de bajo interés alimentario, la diferencia radica en la biotecnología que se utiliza.

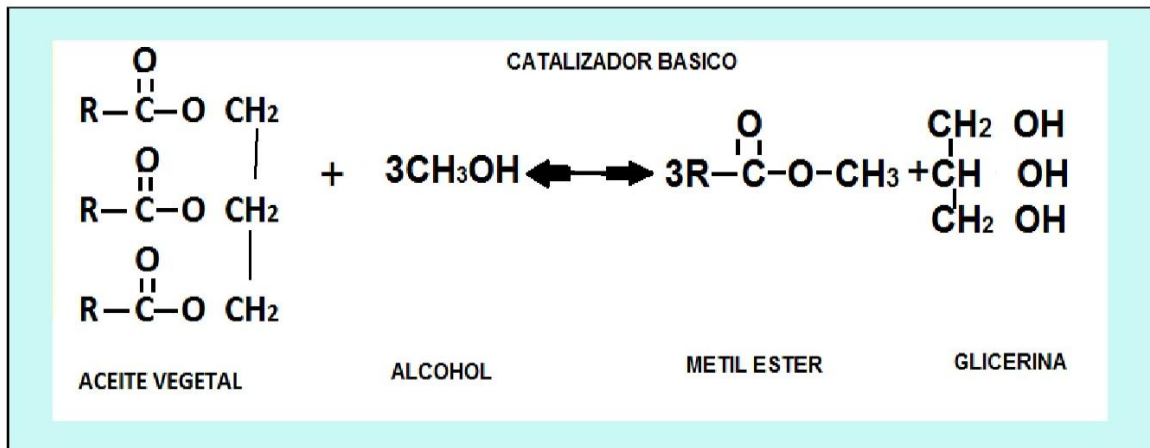
Los más empleados son los de primera generación a pesar de que entran en conflicto directo con el precio de los alimentos. Los biocombustibles de segunda y tercera generación aún se encuentran en desarrollo y no tienen precios competitivos.

Los biocarburantes se utilizan mayoritariamente en el sector transporte son:

Biodiesel: El biodiesel es un biocombustible que se obtiene a partir de los aceites y grasas acumuladas en frutos y semillas de especies vegetales. Estas grasas o aceites vegetales están compuestas por triglicéridos (ésteres de ácidos grasos libres con glicerol), estos se mezcla con un alcohol ligero (reacción de trans-esterificación) normalmente metanol y deja como residuo de valor añadido la glicerina (Figura 3). El biodiesel puede utilizarse en estado puro en vehículos fabricados para este tipo de combustible, correspondería a los B100 o bien en vehículos convencionales de diesel fósil, esto se consigue mediante pequeñas modificaciones en sus motores, en estos casos no es posible emplearse al 100 % , lo que se hace es mezclarse gasóleo fósil con bioetanol en diferentes proporciones, van desde B5 que emplea un 5% de etanol y un 95% de gasóleo fósil o bien B15, B30, B50 en función del contenido en biodiesel.

La especie más empleada para obtener biodiesel actualmente es la colza, ya pues tiene un alto contenido en aceite y se adapta bien a climas fríos, sin embargo existen otras especies que presentan mayores rendimientos por hectárea como el aceite de palma, la *Jatropha*, la camelina o la soja (Tabla 2).

Figura 3 .Reaccion de trans-esterificación en la producción de biodiesel.



Bioetanol: producido a partir de la fermentación de la materia orgánica con altos contenidos en almidón. El bioetanol es un biocombustible que se obtiene a partir de plantaciones de especies que poseen:

- Almidón como el maíz, trigo o cebada entre otros.
- Compuestos azucarados presentes en la caña de azúcar, la remolacha, etc.
- Compuestos celulósicos como la madera, desperdicios forestales aunque este proceso se encuentra en fase de investigación.

Estos compuestos son fermentados por bacterias anaeróbicas dando lugar a etanol y otros subproductos. El etanol se puede utilizar como combustible único en motores diseñados para su uso al 100% o bien modificando sus motores o en mezcla con gasolinas desde un 10% (10% etanol y 90% de gasolina) hasta mezclas más altas como el E-85 con un 85% de etanol y un 15% de gasolina. El principal productor de bioetanol como combustible es EEUU a partir del maíz, le sigue Brasil partir de la caña de azúcar (Tabla 1).

Tabla 1. Principales cultivos para biocombustibles.

Biocombustibles	Principales especies	Principal lugar de producción
Bioetanol	Miscanthus	Asia y Centro América
	Maíz	EE.UU, Canadá
	Sauce	Asia
	Caña de azúcar	América central y del sur, Asia
	Álamo	África
	Pasto	Asia
	varilla(Switchgrass)	Canadá, EE.UU
	Remolacha	Europa
	Sorgo	Asia, América y Europa
	Trigo	Asia y EE.UU
	Eucalipto	Australia
	Chopo	Asia
	Alfalfa	Europa
Cebada	Europa y EE.UU	
Biodiesel	Jatropha	América del Sur, África y Asia
	Palma	América del Sur, África y Asia
	Colza	Europa, Canadá y Asia
	Soja	Europa, Canadá, América y Asia
	Girasol	Norte y centro América
	Cardo	Europa y norte de África
	Camelina	Europa y Asia

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Aunque los cultivos energéticos para biocombustibles se proponen en principio como una opción de fuente de energía renovable, limpia y compatible con el medio ambiente, capaces de reducir las emisiones de CO₂ y combatir el cambio climático, aun no se tiene la certeza acerca de las ventajas que prometen, existiendo bastante controversia ambiental y social ya que en algunos casos se afirma que estos cultivos pueden no ser tan beneficiosos sino incluso perjudiciales para el medio ambiente y la salud (según afirman las revistas “*Nature Climate Change*” y “*Ecological Dimensions of Biofuels*”)

El **objetivo** de este trabajo es hacer una revisión de la literatura científica para evaluar el estatus actual acerca del grado de conocimiento de los impactos

ambientales y sociales de los cultivos energéticos en el mundo, así como estimar el grado de sostenibilidad de cada uno de ellos como alternativa a los combustibles fósiles.

Para estimar la sostenibilidad del empleo de los cultivos energéticos, se deben tener en cuenta en detalle tanto costes ambientales como socioeconómicos, que serán valorados mediante una serie de indicadores. Por un lado los **indicadores ambientales** que se tendrán en cuenta serán aquellos impactos sobre la ***calidad del aire, del agua, del suelo y la diversidad biológica***, por otro lado los **indicadores socioeconómicos** que se evaluarán serán impactos sobre la **rentabilidad, la economía, la agricultura y ganadería tradicional, el precio de los alimentos y por último el empleo.**

A partir de todos estos datos, podremos conocer los impactos asociados a cada uno de los cultivos energéticos y establecer una conclusión acerca de su sostenibilidad.

3. METODOLOGÍA

El estudio que se ha realizado ha sido de tipo bibliográfico, mediante la búsqueda de artículos en las base de datos de la web *SCI-JCR (Science Citation Index-Journal Citation Index)*, entre los años 1990 y 2014 clasificados en orden de relevancia.

Se realizaron diversas búsquedas con el objetivo de obtener la mayor cantidad de datos posibles, ya pues con una primera búsqueda la información recogida parecía escasa. A medida que se iban revisando los resúmenes cada uno de los artículos, se iban anotando los impactos descritos por el trabajo que causaban cada uno de los cultivos para un determinado indicador en una plantilla Excel. Estos podían ser positivos (si causaba un beneficio para algún indicador) o negativo (si causaba un efecto perjudicial en algún indicador), en algunos casos se encontraron efectos neutros de algunos tipos de cultivos.

Tabla 2. Método de búsqueda de artículos.

Primera búsqueda	Palabras de búsqueda (campo "topic") Primer filtro: <i>energy crops</i> * Segundo filtro: <i>impacts</i>
Segunda búsqueda	Palabras de búsqueda (campo "topic") Primer filtro: <i>energy crops</i> * Segundo filtro: Aquí se puso el nombre particular de cada uno de los cultivos encontrados anteriormente.

Criterios de inclusión

1. Las revistas seleccionadas debían tener acceso gratuito al menos al resumen.
2. La publicación debía ser en lengua hispana e inglesa e indexadas en *JCR*.
3. Aquellos trabajos que hacían referencia del impacto causado por algún tipo de cultivo energético en concreto.

Criterios de exclusión:

1. Aquellas revistas que no tienen acceso gratuito al resumen.
2. Publicaciones en un idioma distinto al español y al inglés.
3. Aquellos artículos que afirmaban que los cultivos energéticos de forma general causaban algún tipo de impacto pero no especificaban en algún cultivo en concreto.

Del total de artículos encontrados se clasificaron primero por tipo de cultivo (por ejemplo maíz, trigo, caña...) y después para cada cultivo se clasificaron en función de su impacto (bien para la calidad del aire, agua, precio de los alimentos, etc.).

Se representan gráficamente:

- Primero, los cultivos y los indicadores más estudiados.
- Segundo, los indicadores con los cultivos que mayores impactos positivos o negativos causaban.

- Tercero, todos los indicadores en un gráfico y el porcentaje de impactos positivo o negativo sobre ellos a modo de conclusión.

Los indicadores de sostenibilidad que se emplearon son los siguientes:

a) Ambientales:

- La calidad del aire.
- La calidad del agua.
- La calidad del suelo.
- La diversidad biológica.

b) Socioeconómicos:

- Rentabilidad y balance energético.
- Economía.
- Agricultura y ganadería tradicional.
- Provisión y precio de los alimentos.
- Creación o destrucción de los puestos de trabajo.

4. RESULTADOS.

En la primera búsqueda se revisaron un total de 1020 artículos de los cuales se seleccionaron 204. Resultados de la segunda búsqueda proporcionaron 304 artículos que sumados a los anteriores se obtuvieron un total de 508 artículos revisados en este estudio. De los 508 trabajos revisados sobre los impactos de los cultivos energéticos, se encontraron estudios de impacto sobre 24 especies diferentes de cultivos energéticos (Gráfico 3). El 16,33% sobre *Miscanthus*, el 12,79% en maíz, el 8,85% de sauce y a este último le sigue la caña de azúcar con un 8,66%. Otros cultivos importantes para la producción de biodiesel, como el trigo, la soja y la cebada son sin embargo menos estudiados en términos relativos (Gráfico 3).

Gráfico 3. Fracción de estudios encontrados sobre impacto ambiental y/o social en cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados (N = 508).

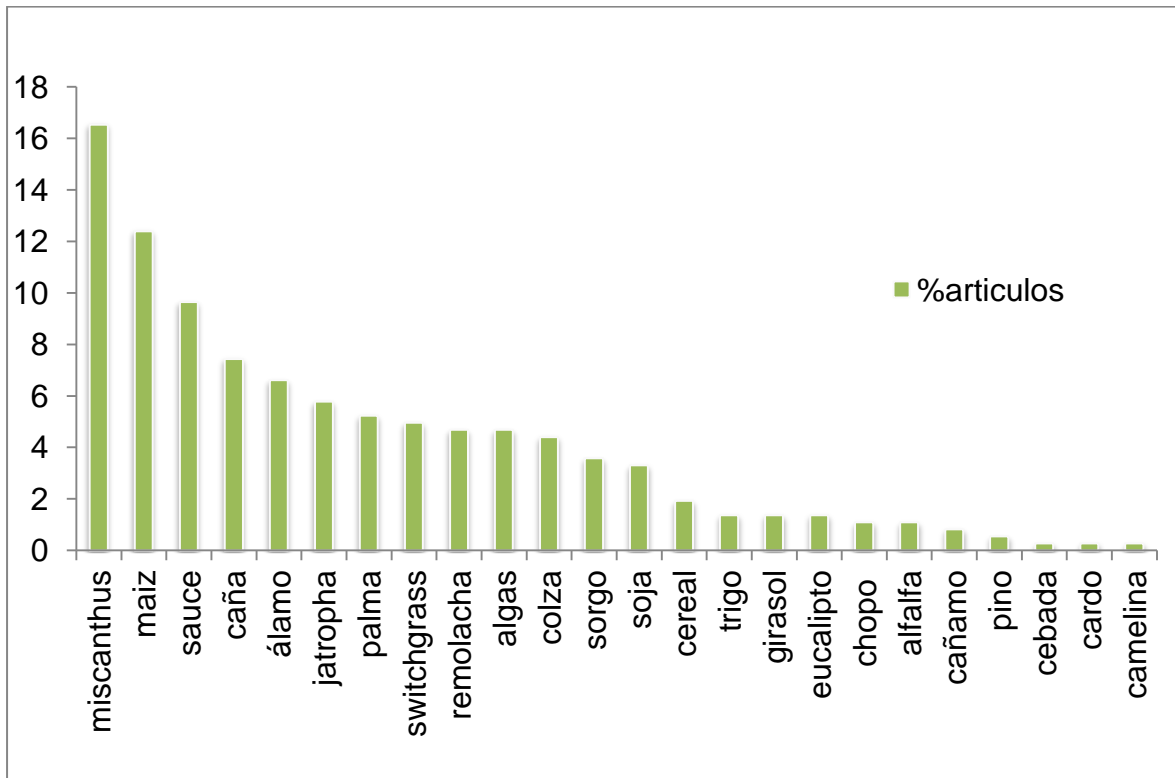
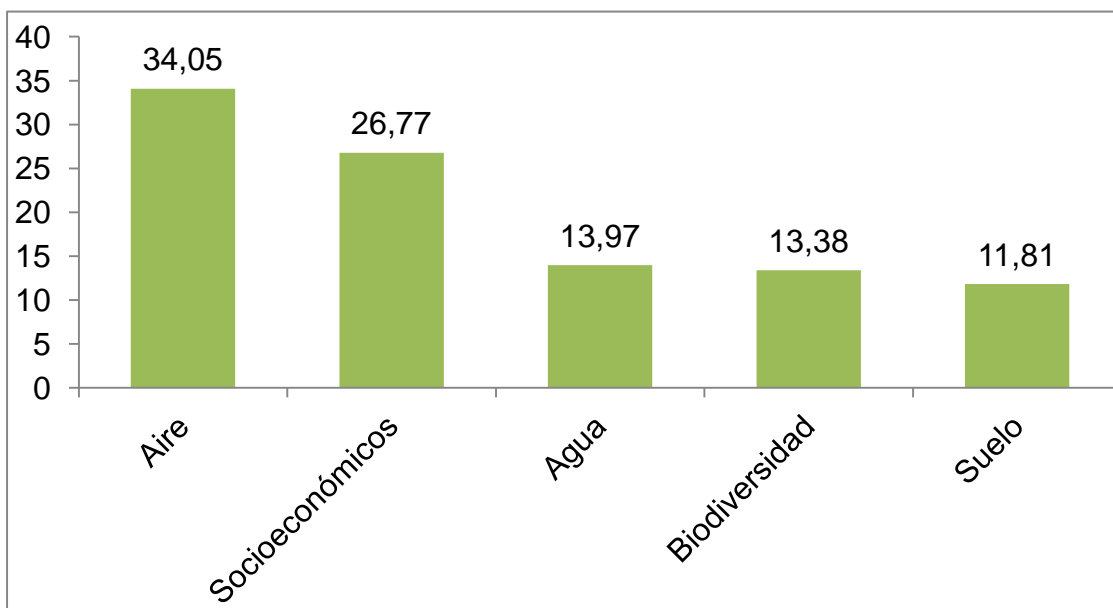


Gráfico 4. Porcentaje de estudios sobre indicadores que evalúan la sostenibilidad de los cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados (N= 508)



INDICADORES AMBIENTALES

CALIDAD DEL AIRE

La mayoría de los artículos que analizan la calidad del aire y emisiones de los cultivos energéticos, lo hacen a través de un análisis completo del ciclo de vida del cultivo , ya que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) no se corresponden únicamente con aquellas procedentes de la combustión del biocombustible, sino que deben ser consideradas todas las emisiones derivadas de la producción, esto es, aquellas que se generan antes en el proceso agrícola de producción, en la conversión a materia prima (biorrefinería), en la entrega y consumo final. Después, esta estimación de las emisiones se compara, a través del ciclo de vida, con las emitidas por los combustibles fósiles para determinar si reducían las emisiones o por el contrario si las aumentaban. Efectos positivos derivados del cultivo sobre la calidad del aire son descritos en *Miscanthus* con un 16,08% del total de impactos positivos descritos sobre este indicador, siendo el cultivo que más beneficia a la calidad del aire, a éste le sigue el sauce con un 9,79% y el maíz (Gráfico 5). La mayoría de **los beneficios van referidos a una reducción neta de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles**, esta reducción ya se inicia desde el propio proceso de plantación debido a la fijación del CO₂ que realizan los cultivos a través de la fotosíntesis. Efectos negativos derivados del cultivo sobre la calidad del aire son descritos principalmente en el maíz (Gráfico 6), con un 23,33% de los artículos sobre impactos negativos. A pesar de que en el gráfico anterior el maíz era el tercero que más beneficios aportaba, el porcentaje de artículos sobre efectos negativos es mayor que los positivos, en este caso, la mayoría de los artículos documentan que las emisiones de GEI durante la producción de maíz no solo no se ven reducidas, sino que en algunos casos se incrementan con respecto a los combustibles fósiles. El segundo cultivo era la caña de azúcar con un 16,66 % y el tercero la *Jatropha* con un 13,33 % cuyos principales impactos eran aumento de los GEI y emisiones particulares de NO₂ y SO₂.

Gráfico 5. Proporción de estudios que documentan impactos positivos en la calidad del aire en función del tipo de cultivo. Datos expresados en % sobre el total de artículos que documentan impactos positivos de los cultivos energéticos (N=143)

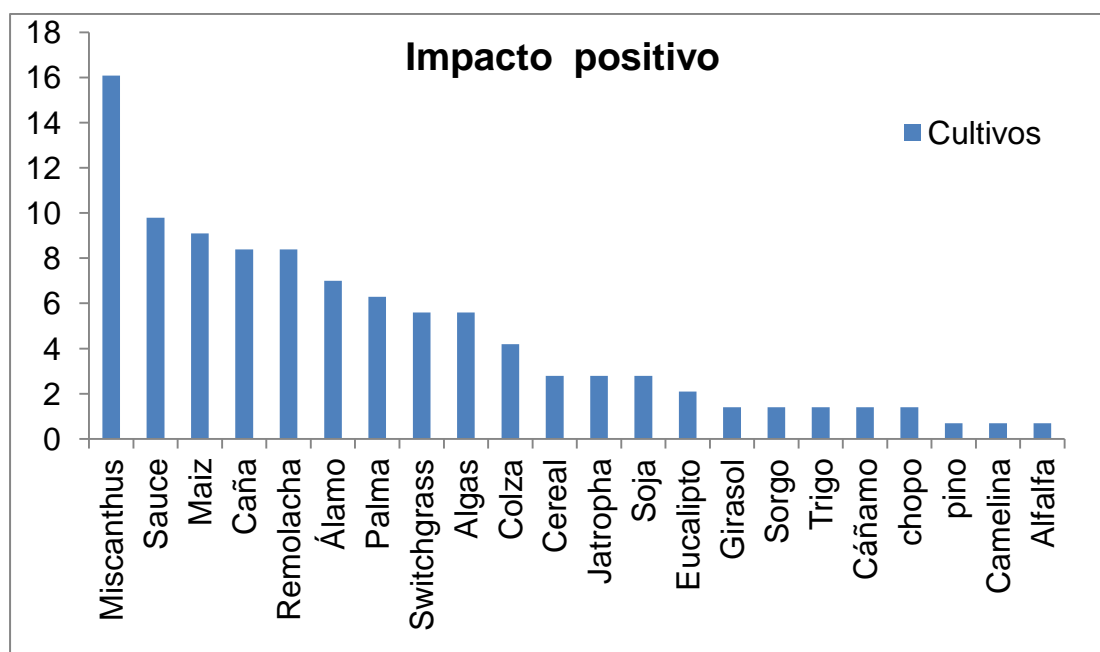
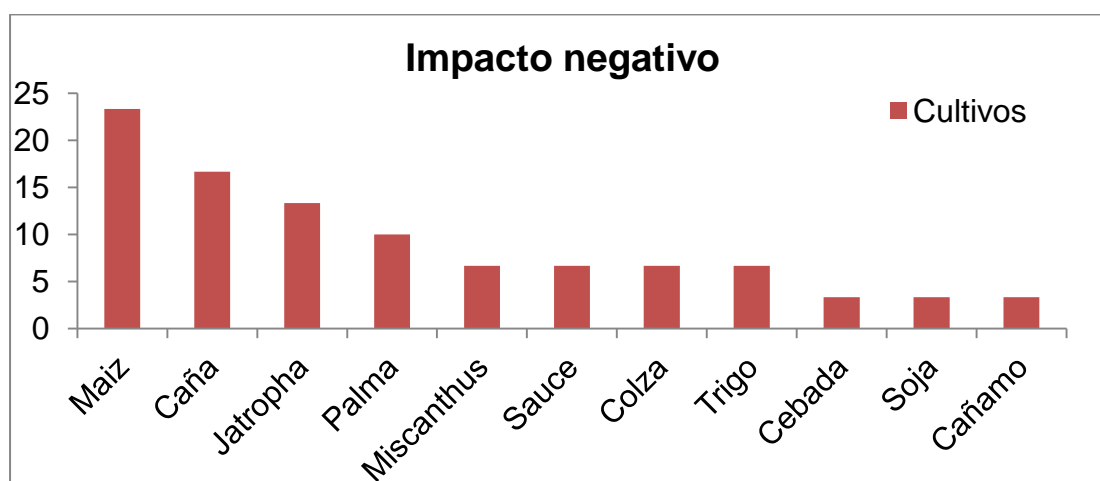


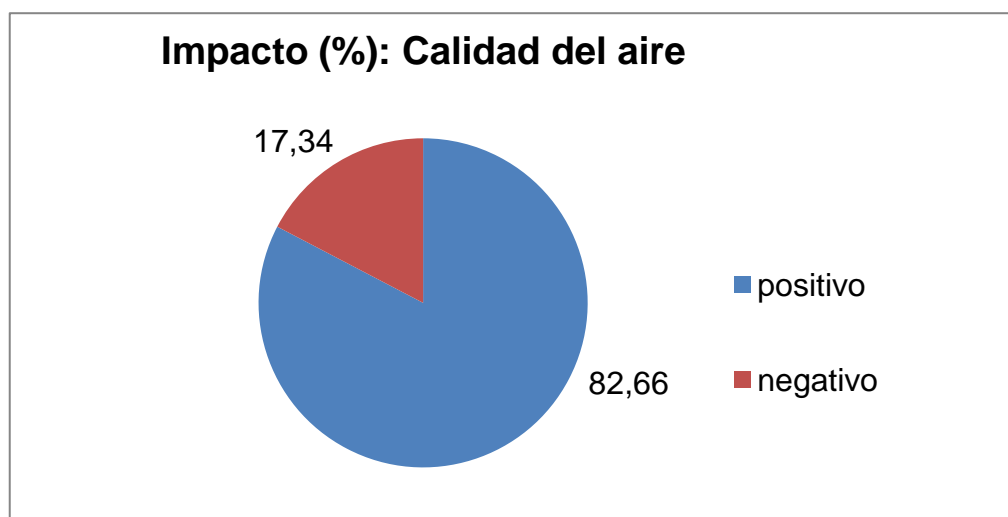
Gráfico 6. Proporción de estudios que documentan impactos negativos en la calidad del aire en función del tipo de cultivo. Datos expresados en % sobre el total de artículos que documentan impactos negativos de los cultivos energéticos sobre la calidad del aire (N=30)



A modo de resumen, la mayoría de los estudios analizados defienden que los cultivos energéticos tienen mayores efectos positivos sobre la calidad del aire que negativos (Gráfico 7), estos contribuyen a reducir las emisiones de GEI y

a mitigar el cambio climático, siempre en comparación con los combustibles fósiles tradicionales.

Gráfico 7. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos en la calidad del aire de cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=173)



CALIDAD DEL AGUA

Para evaluar los efectos sobre el agua, se tienen en cuenta tanto aspectos de calidad como de disponibilidad hídrica para otros usos. Aunque este tipo de cultivos demanden aproximadamente el 1% del agua utilizada por los cultivos en el mundo, se puede producir un desplazamiento de los recursos hídricos hacia este tipo de cultivos que puede afectar a la disponibilidad de la región para otros usos y un encarecimiento de la misma. Desde el punto de vista de la calidad se podría originar contaminación debido al lavado de los pesticidas y fertilizantes presentes en el suelo, que pueden acabar pasando a las aguas subterráneas. Así pues, del total de impactos positivos documentados sobre la calidad del agua Miscanthus con un 24,13 % es el cultivo que más beneficios aporta (Gráfico 8), las algas con un 17,24% a pesar de que actualmente se encuentran en fase de investigación, la mayoría de los estudios afirman que son depurativas, tiene la capacidad de mejorar la calidad del agua, (eliminando el nitrógeno y el fósforo) y se pueden emplear para tratar las aguas residuales contaminadas.

En cuanto a impactos negativos, el maíz con un 19,04 % era el cultivo que más perjudica a la calidad del agua (Gráfico 9) **causando principalmente eutrofización** (exceso de fósforo, nitrógeno, etc.). Todos estos procesos son causados por los fertilizantes y pesticidas que se usan para evitar plagas y mejorar la producción que se vierten al suelo y pasan a las aguas subterráneas. Después del maíz, la caña de azúcar con un 14,28 %

y la *Jatropha* con un 9,52 % son los cultivos que mas efectos negativos tienen, ya pues además de los factores anteriores, también puede causar déficit hídrico, es decir, agotamiento de la disponibilidad de agua en el suelo debido a que necesitan grandes cantidades de agua para su producción.

Gráfico 8. Proporción de estudios que documentan impactos positivos en la calidad del agua en función del tipo de cultivo. Datos expresados en % sobre el total de artículos que documentan impactos positivos de los cultivos energéticos sobre la calidad del agua (N=29)

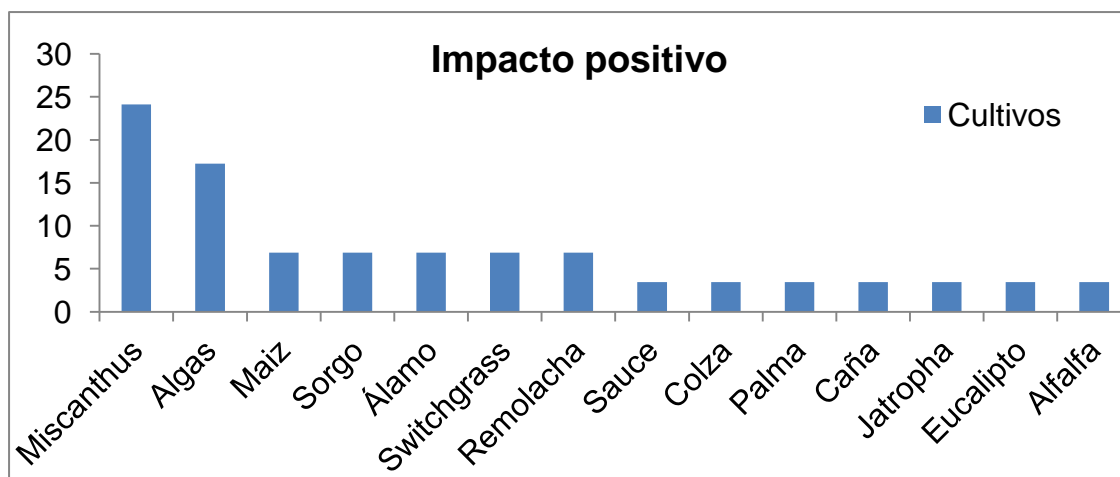
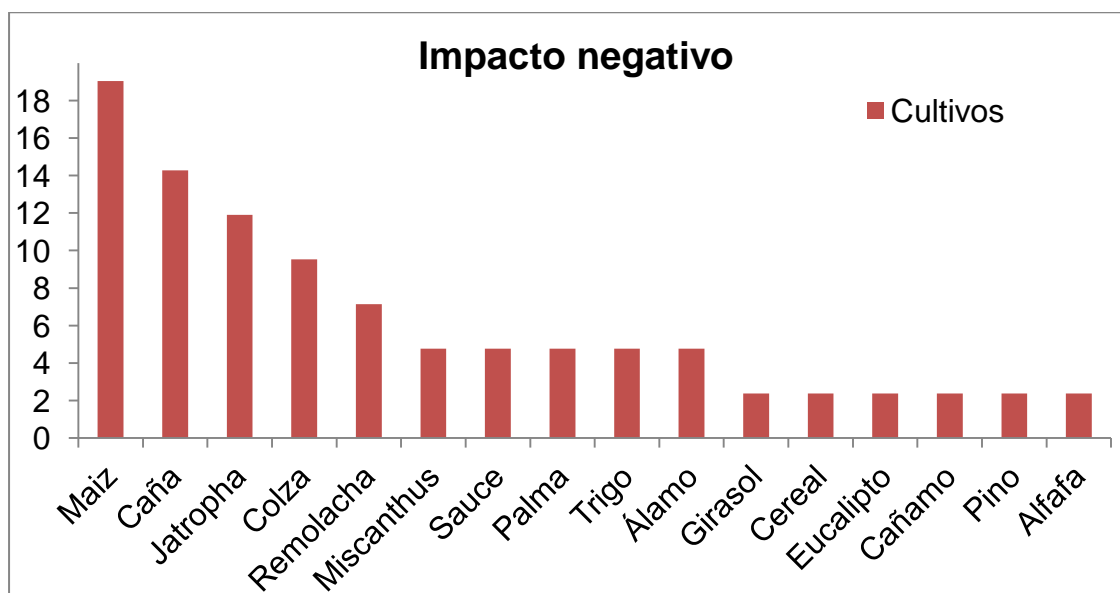
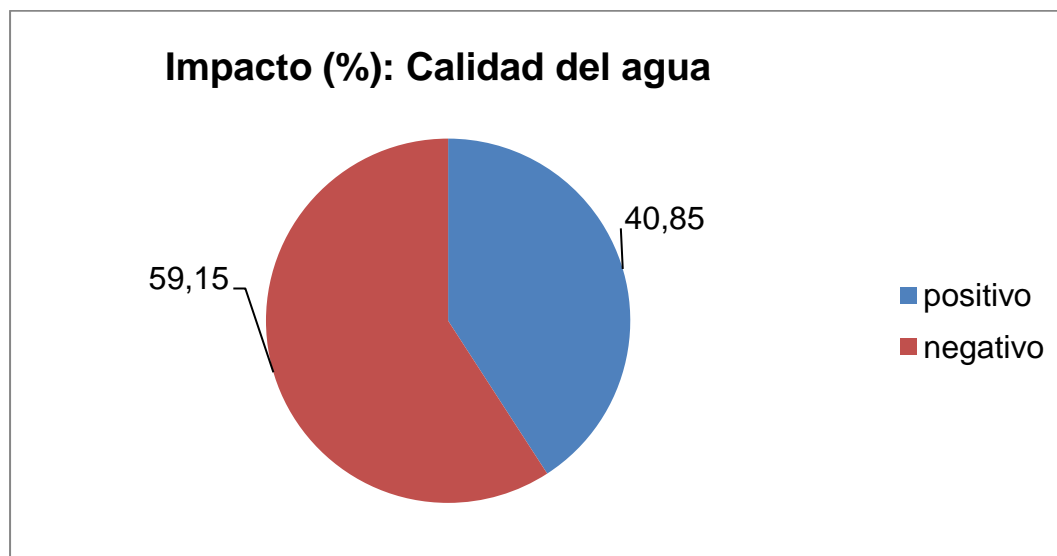


Gráfico 9. Proporción de estudios que documentan impactos negativos en la calidad del agua en función del tipo de cultivo. Datos expresados en % sobre el total de artículos que documentan impactos negativos de los cultivos energéticos sobre la calidad del agua (N=42)



De forma general, el 59,15 % de los artículos afirman que los cultivos energéticos tienen impactos negativos sobre la calidad y disponibilidad del agua, un 40,84 % dicen que tienen efectos positivos (Gráfico 10).

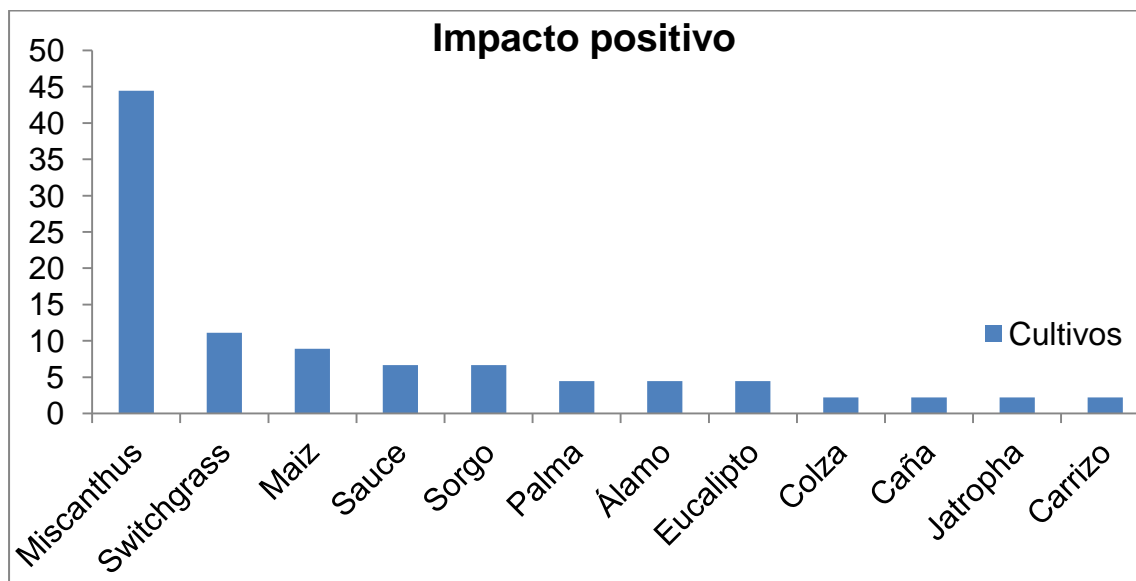
Gráfico 10. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos en la calidad del agua de cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=71)



CALIDAD DEL SUELO

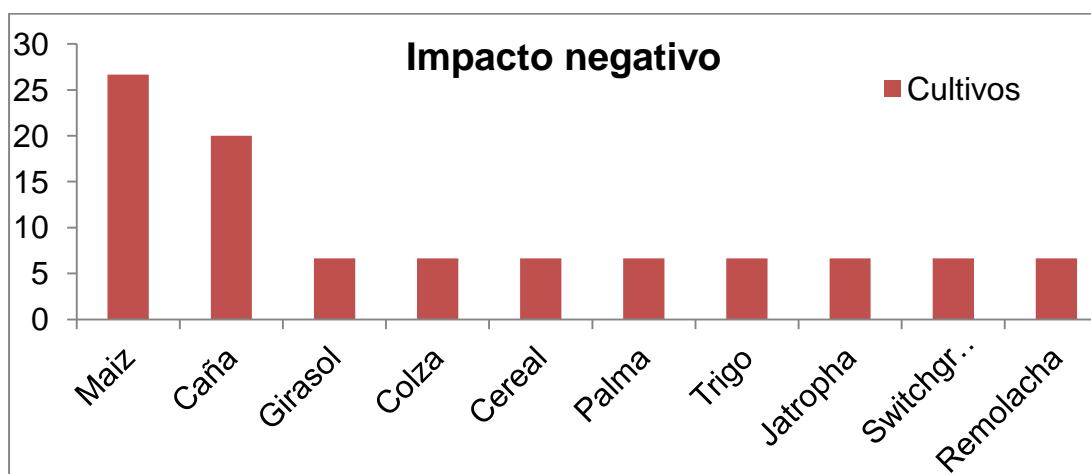
Los trabajos analizados tienen en cuenta todos los impactos que tenían los cultivos para la calidad del suelo, desde los procesos plantación y producción que puede generar aumento de erosión y contaminación por las maquinarias y productos empleados, hasta los efectos propios naturales que tienen los cultivos sobre el suelo cultivado. De nuevo *Miscanthus* con un 44,44 % de efectos positivos documentados es el cultivo que mayores beneficios reporta para la calidad del suelo, a este le siguen “switchgrass” (pasto varilla) con un 11,11 %, maíz 8,88 % y sauce 6,66 % con resultados bastantes similares (Gráfico 11). La mayoría de los beneficios descritos hacen referencias al **aumento de la cantidad de materia orgánica del suelo mediante el secuestro del carbono, ayuda a fijar los nutrientes, retienen la humedad, así como ofrece protección contra la erosión y degradación a través de la fijación por las raíces.**

Gráfico 11. Proporción de estudios que documentan impactos positivos en la calidad del suelo en función del tipo de cultivo. Datos expresados en % sobre el total de artículos que documentan impactos positivos de los cultivos energéticos sobre la calidad del suelo (N=45)



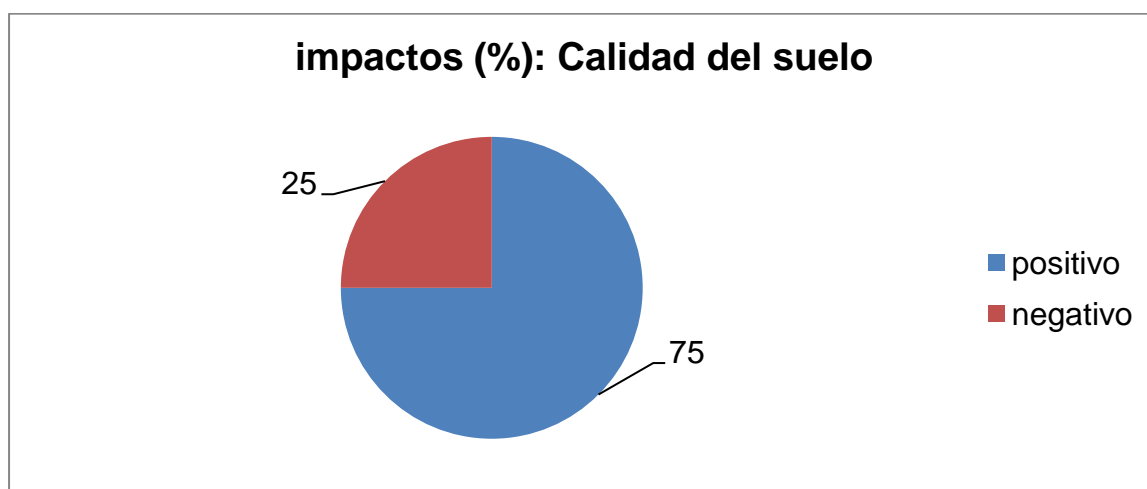
En cuanto a impactos negativos para la calidad del suelo, el maíz (26,66%), seguido de la caña de azúcar (20%) son los cultivos más perjudiciales para el suelo (Gráfico 12), causando **principalmente procesos de erosión debido a las labores agrícolas que dejan el suelo expuesto**. También se ha descrito **contaminación por pesticidas y fertilizantes y agotamiento de recursos abióticos, lo que en conjunto disminuye la fertilidad del suelo a través de la alteración sus propiedades físico-químicas**

Gráfico 12. Proporción de estudios que documentan impactos negativos en la calidad del suelo en función del tipo de cultivo. Datos expresados en % sobre el total de artículos que documentan impactos negativos de los cultivos energéticos sobre la calidad del suelo (N=15)



De todos los artículos que hacen referencia a impactos sobre el suelo, el 75% de estos afirman que los cultivos energéticos benefician a la calidad del suelo, por otro lado el 25% de los trabajos dicen que tienen efectos negativos sobre el suelo (Gráfico 13).

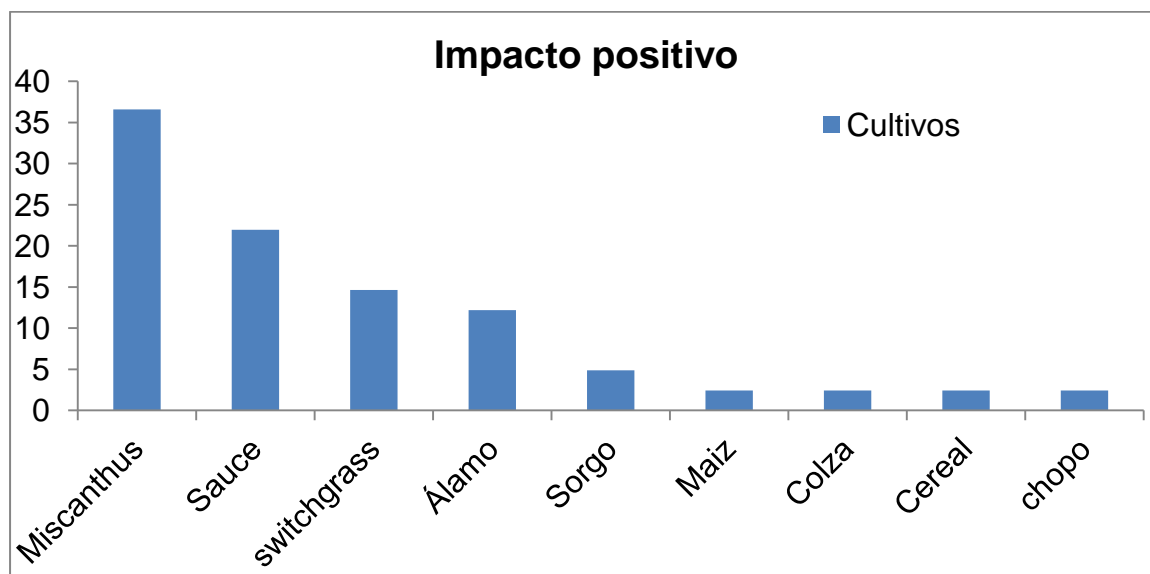
Gráfico 13. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos en la calidad del suelo de cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=60)



BIODIVERSIDAD

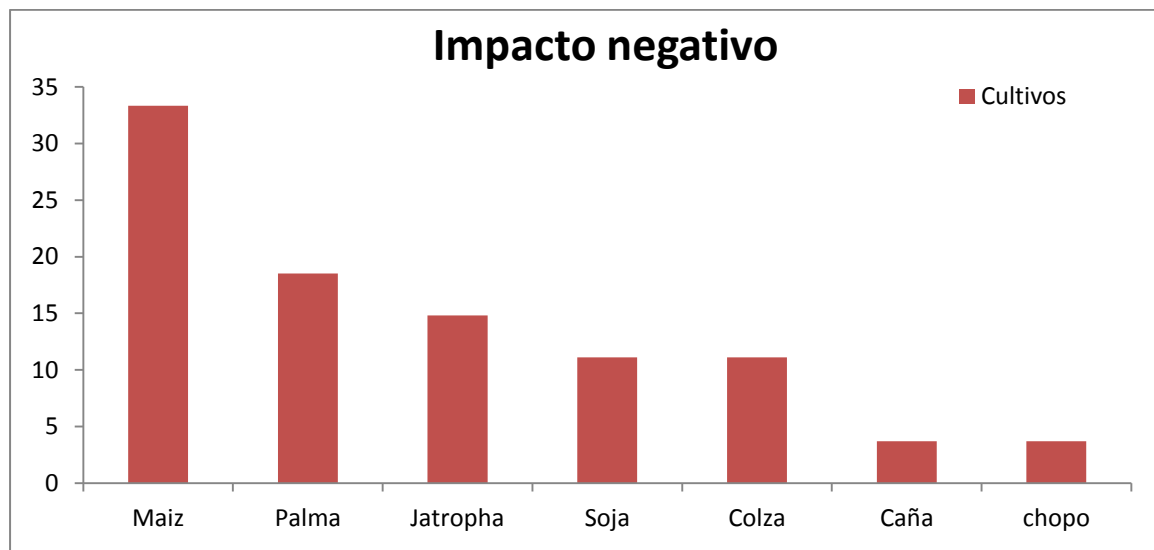
Para evaluar los efectos sobre la biodiversidad se han tenido en cuenta cómo afectan los cultivos a la diversidad de flora y de fauna, aunque la mayoría de los artículos hacían referencia a los impactos sobre la diversidad de fauna. Los beneficios para la diversidad reportados se refieren a la micro fauna del suelo (lombrices y gusanos), afirman que estas plantaciones sirven de reservorios para ellos y permiten la coexistencia de un mayor número de especies, como podían ser escarabajos y numerosos invertebrados. La diversidad de aves y mamíferos también parece verse beneficiada para muchos de estos cultivos. Así, del total artículos que afirmaban que los cultivos energéticos tienen un impacto positivo para la biodiversidad, *Miscanthus* con un 36,58 % es el cultivo más respetuoso con la biodiversidad, seguido del sauce con un 21,95 % y “switchgrass” con un 14,63 % (Gráfico 14).

Gráfico 14. Proporción de estudios que documentan impactos positivos en la biodiversidad en función del tipo de cultivo. Datos expresados en % sobre el total de artículos que documentan impactos positivos de los cultivos energéticos sobre la biodiversidad (N=41).



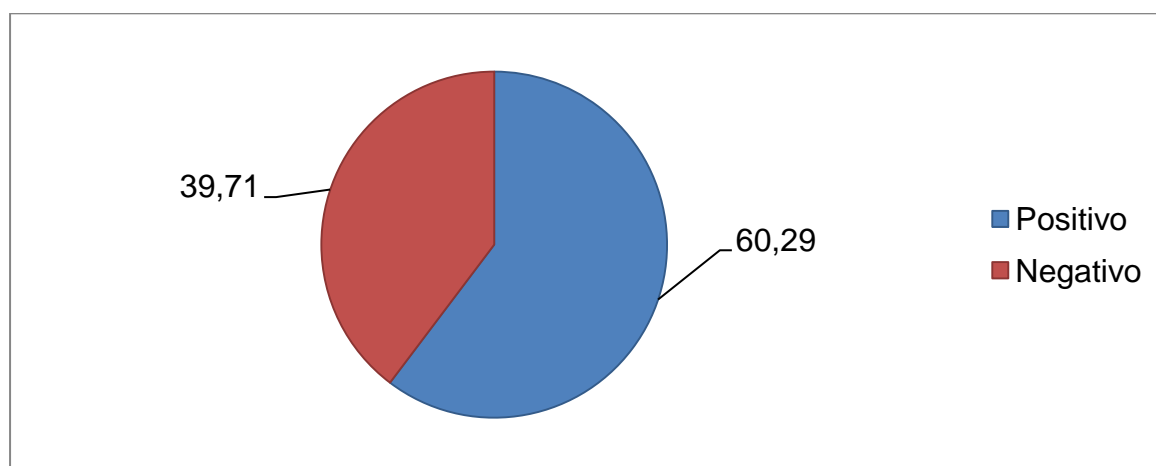
Del total de artículos que afirmaban que los cultivos energéticos suponen un impacto negativo para la biodiversidad, el maíz con un 33,33%, la palma con un 18,51% y la *Jatropha* con un 14,81% son las especies que mayores repercusiones negativas tienen (Gráfico 15). Por parte del maíz todos los efectos negativos hacen referencia a la pérdida de diversidad de aves como la perdiz o la alondra, los impactos de la palma y la *Jatropha* eran más diversos iban por un lado desde impactos a mamíferos como el gorila de espalda plateada o el orangután (*Pongo pygmaeus*) en zonas de bosques tropicales, hasta la competencia con la propia fauna silvestre. También se podrían ver afectados los insectos polinizadores, o propiciar la aparición de plagas.

Gráfico 15. Proporción de estudios que documentan impactos negativos sobre la biodiversidad en función del tipo de cultivo. Datos expresados en % sobre el total de artículos que documentan impactos negativos de los cultivos energéticos sobre la biodiversidad (N=27)



De forma general, un 60,29% de los estudios revisados documenta impactos positivos sobre la biodiversidad frente a un 39,70% que reporta impactos negativos (Gráfico 16),

Gráfico 16. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos de los cultivos energéticos sobre la biodiversidad. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=68)



INDICADORES SOCIOECONOMICOS

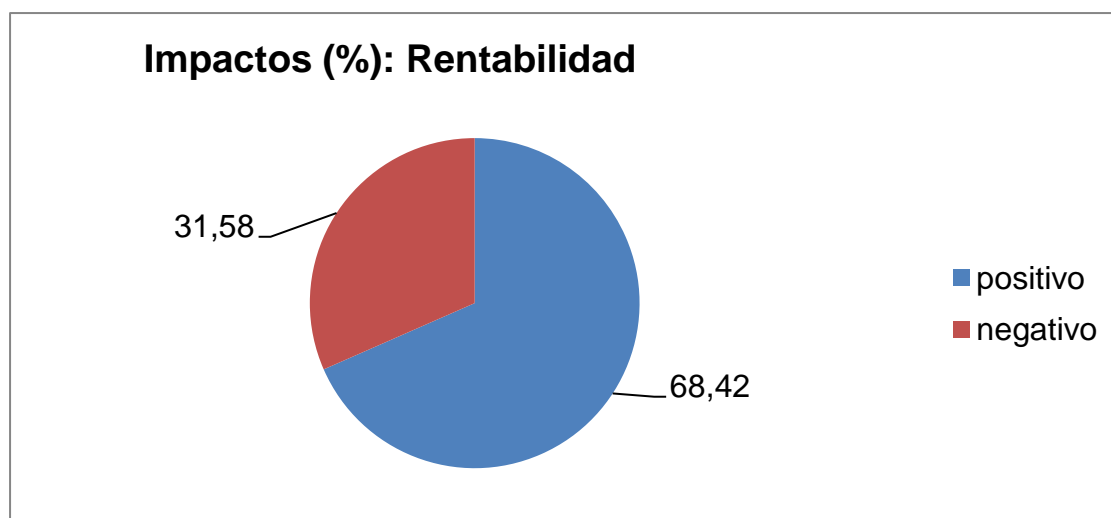
A pesar de que sus indicadores son evaluados de forma independiente, todos los impactos socioeconómicos se valoraran conjuntamente. Se evaluaron uno por uno cada uno de los siguientes aspectos: rentabilidad, economía de la región, agricultura y ganadería, precio de los alimentos y por último el empleo.

RENTABILIDAD

Para medir en grado de rentabilidad de los cultivos se tenían en cuenta la diferencia que existía entre los costos de producción (coste económico y energía invertida) y los beneficios obtenidos por estos, a través de un balance que como mínimo debería ser positivo. La rentabilidad depende de la eficiencia energética que tengan, en el uso de los recursos como puede ser el agua, y de las necesidades del cultivo para producir. De total de artículos sobre rentabilidad, se encontraron 13 especies que tenían impactos positivos de los cuales solo Miscanthus, “switchgrass”, álamo y la remolacha se presentaban como las mejores opciones. Por el contrario las algas, el trigo o el eucalipto se consideraban como los cultivos menos rentables, debido a los altos costes de producción: necesidad como fertilizantes, requerimientos de agua, labores agrícolas, etc. Destacar que el cultivo de algas está aún en investigación, se presenta como una especie de alta productividad pero sin embargo los requerimientos que necesita para ello son muy actualmente muy altos.

El 68,42% de los trabajos afirman que los cultivos energéticos son rentables y presentan balances energéticos positivos, mientras que un 31,58 % afirman que presentan un balance energético negativo (Gráfico 17), donde la energía que se obtendrá de ellos no compensará la energía invertida.

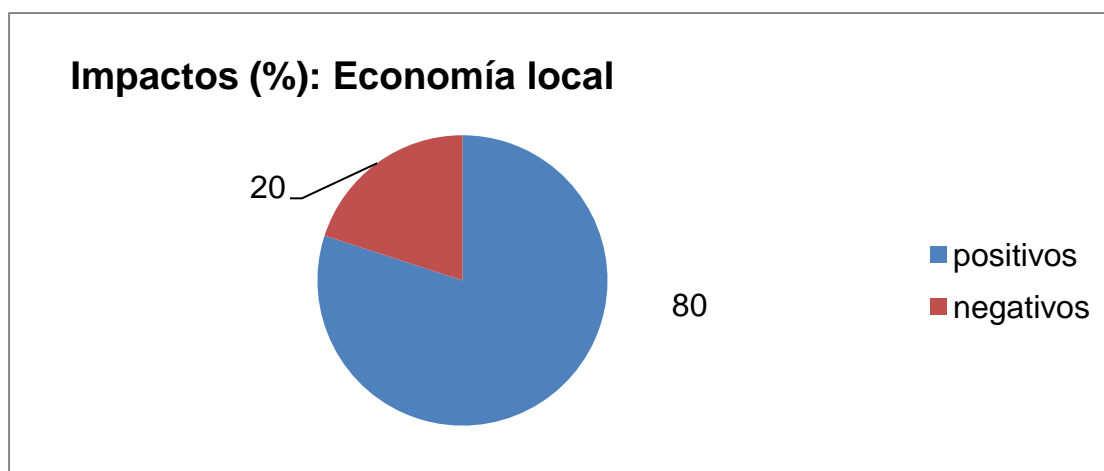
Gráfico 17. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre la rentabilidad de cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=38)



ECONOMÍA DE LA REGION

En este aspecto se evalúa la influencia de los cultivos energéticos sobre la economía de la región. El sauce, el *Miscanthus* y la remolacha son las especies que mayor impacto tienen sobre la economía de la región a través de la creación de un nuevo sector que es capaz de generar economía e ingresos a la sociedad que invierte en ellos, como puede ser mediante incentivos que se dan para impulsar la producción. Los impactos negativos suponen pérdidas económicas, principalmente a los pequeños agricultores y ganaderos. El 80% de los artículos confirman que los cultivos son beneficiosos para la economía local y 20 % que puede conllevar a un empobrecimiento de la región (Gráfico 18).

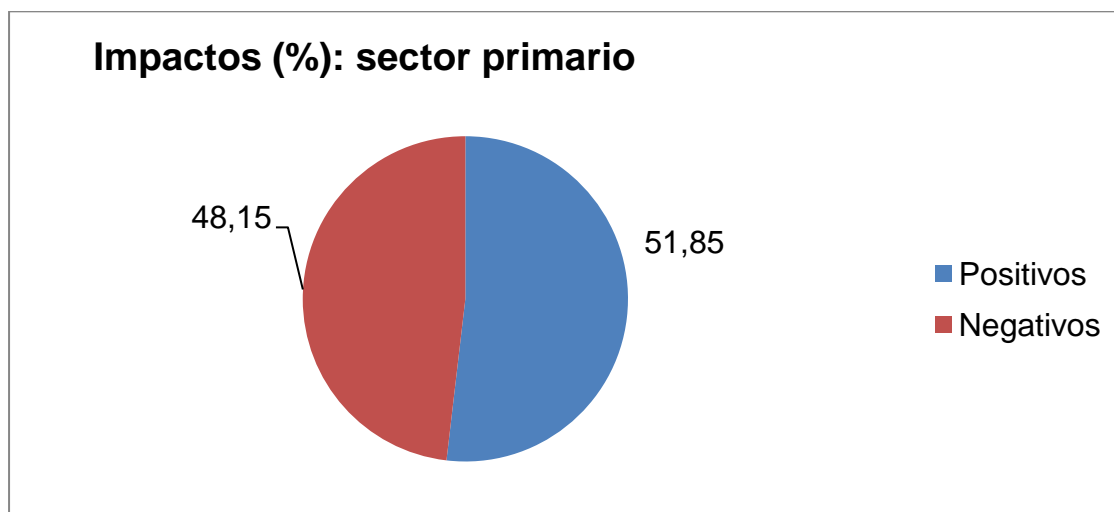
Gráfico 18. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre la economía local derivada del uso de cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=35)



AGRICULTURA Y GANADERÍA TRADICIONAL

En este caso no existe una evidencia clara, ya pues el 51,85% de los artículos analizados confirman que los cultivos energéticos benefician a agricultores y ganaderos, mientras que el 48,14% los perjudica (Gráfico 19). Las algas y *Miscanthus* son los que mayores efectos positivos presentan a la agricultura y ganadería, generalmente neutros, ya que no afectan a la disponibilidad de tierras ni compite con los cultivos tradicionales, pudiendo emplear tierras marginales, además de que dan una oportunidad de agricultores de trabajar las tierras de estos cultivos. En contra el maíz y la *Jatropha*, según la mayoría de artículos, son los más desfavorables. Los más afectados son los pequeños ganaderos y agricultores, ya que el sustento depende principalmente de estas tierras, que pueden ser expropiadas a cambio de un valor económico que a veces para ellos no les compensa.

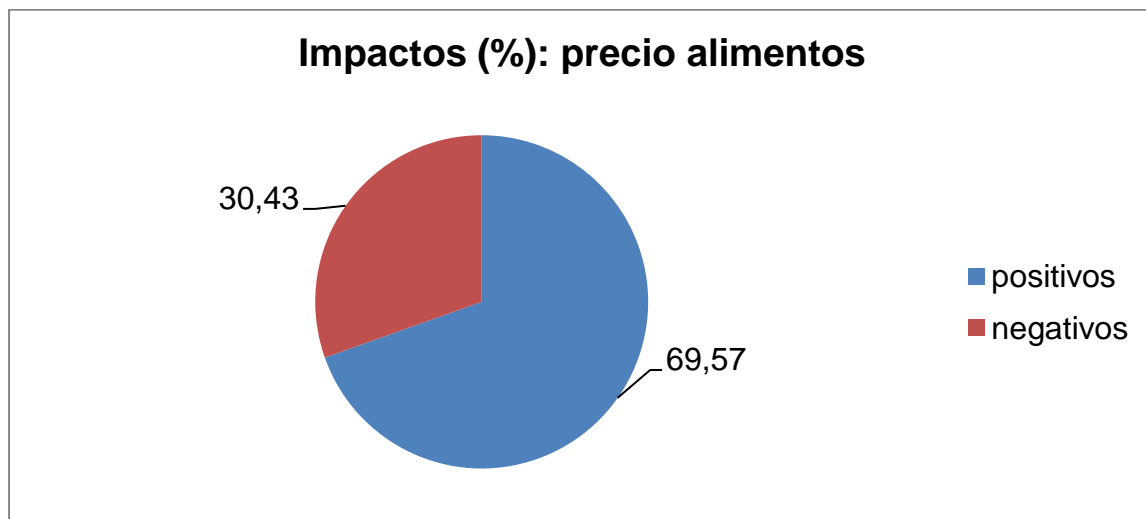
Gráfico 19. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre el sector primario tradicional derivados del empleo de cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=27)



PRECIO DE LOS ALIMENTOS

El 69,56% de los artículos afirman que los cultivos no tienen porque causar una competencia con la oferta de los alimentos y el aumento de su precio, el 30,43 % de los artículos revelan que los cultivos energéticos son un riesgo para la producción de alimentos y el incremento del precio (Gráfico 20). Así, cultivos que no son de interés alimenticio no deberían causar ningún impacto. Por ejemplo el alga es el cultivo que menos compiten con los alimentos, no compite en agua con los cultivos tradicionales, ya pues el aceite de alga no es comestible. La remolacha, la soja o el miscanthus también son cultivos que se consideran neutrales. Por el contrario, cultivos como el maíz o el aceite de palma son la base alimenticia de muchos países africanos y el reemplazamiento de estos para la obtención de biocombustibles puede provocar la disponibilidad de alimentos sea menor y por consiguiente que se produzca un encarecimiento de estos.

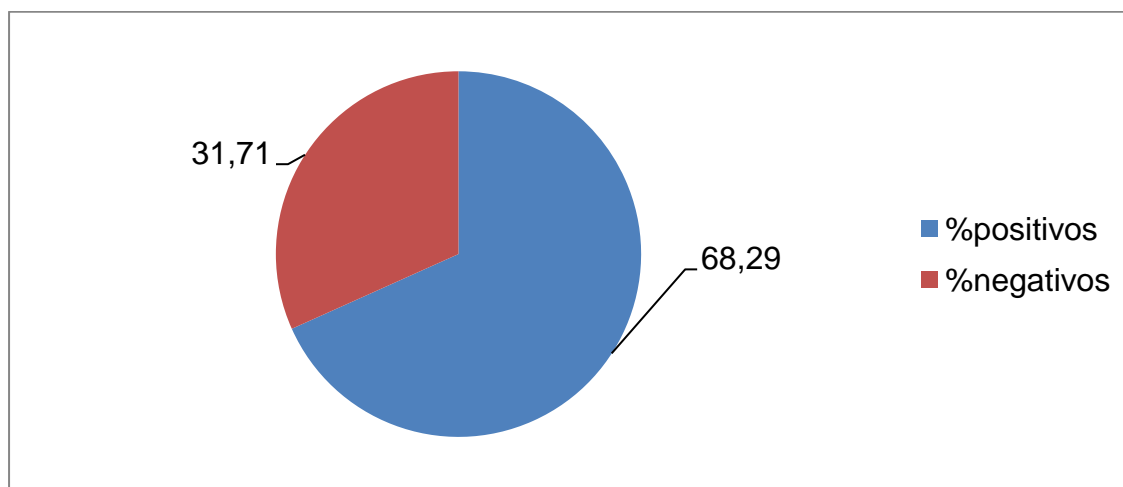
Gráfico 20. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre el precio de los alimentos derivados del uso de cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=23)



EMPLEO

Los escasos artículos (N =13) que se encontraron afirmaban que el 68,29% tenía efectos positivos para el empleo, es decir era capaz de generar puestos de trabajo, mientras el 31,70 decía lo contrario (Gráfico 21). El sauce y *Jatropha* son los cultivos que mayor beneficio para el empleo, muy relacionado con la economía local, se cree que la dedicación de tierras a generar biocombustibles puede generar muchos puestos de trabajos. Se encontró escasa información sobre aspectos negativos, los artículos iban referidos principalmente pérdida de empleos en agricultores y jornaleros tras la expropiación de las tierras.

Gráfico 21. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre el empleo derivados del uso de cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados para este indicador (N=13)

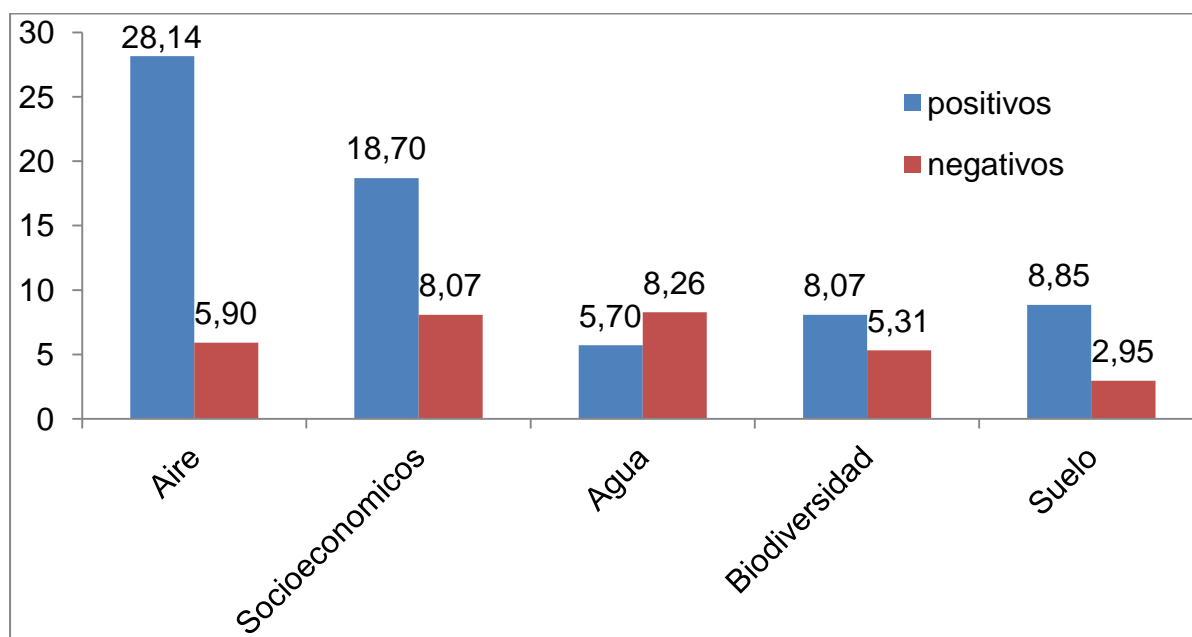


6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tras revisar 508 artículos, el 69,48% afirmaban que los cultivos energéticos tenían impactos positivos ambientales y/o socioeconómicos, mientras que el 30,51% reportan impactos negativos para algún indicador. Así, de los 9 indicadores de sostenibilidad evaluados 8 de ellos son favorables frente a 1 (la calidad del agua) que es desfavorable. De estos resultados se puede concluir, por tanto, que **los cultivos energéticos tienen en general efectos positivos sobre el medio ambiente y la sociedad**. Aunque la cifra de trabajos que documentan algún efecto negativo, casi un tercio de los mismos, no es desdeñable y advierte de que en algunos casos el empleo de cultivos puede acarrear problemas medioambientales y/o sociales. Estos resultados también señalan la necesidad de ampliar estudios en algunos indicadores y cultivos que están claramente infra-estudiados. Así, la calidad del aire es el parámetro más estudiado, según los datos publicados el 28,14% de los estudios afirman que los cultivos energéticos mejoran la calidad del aire, reduciendo las emisiones de CO₂ y por tanto ayudando a combatir el cambio climático frente un 5,90% de los trabajos que muestran que los cultivos energéticos pueden perjudicar la calidad del aire (Gráfico 22). De todos los indicadores que se evaluaron, la calidad del agua fue el único que presentaba un balance negativo, es decir hay un mayor

número de artículos que afirman que los cultivos energéticos tienen efectos negativos sobre la calidad y disponibilidad del agua, en concreto un 5,70% eran beneficiosos frente a unos 8,26% perjudiciales (Gráfico 22). Aunque en este punto se hace necesario aumentar el número de estudios para ver si esta tendencia se consolida.

Gráfico 22. Proporción de estudios que documentan impacto positivos vs. impactos negativos sobre cada uno de los indicadores que evalúan la sostenibilidad de los cultivos energéticos. Datos expresados en % sobre el total de artículos encontrados (N= 508).



Respecto a los indicadores socioeconómicos, los resultados revelaron que todos presentan un balance positivo, es decir, se documentan un mayor número de impactos positivos que negativos. Al analizarlos todos de forma conjunta, de los N=136 de artículos que se encontraban dedicados a aspectos socioeconómicos, el 18,70 % de estos presentan impactos positivos frente un 8,07% negativo (Gráfico 22).

Del 13,38 % de artículos que se encontraron sobre biodiversidad, el 8,07 % afirmaban que tenía impactos positivos, mientras que un 5,31 % eran impactos negativos. No obstante, en términos cualitativos, la sustitución de hectáreas de bosque por extensiones de monocultivo origina la pérdida de multitud de ecosistemas, debido a procesos de fragmentación del hábitat y aislamientos de las poblaciones de especies en parches que podrían dar lugar

a la extinción de las mismas si acaban aisladas como por ejemplo sería el caso de la pérdida de población de gorilas en el sudeste de África debido a la expansión del cultivo de palma (Wich et al., 2014). Por otro lado, hay que señalar que los posibles impactos sobre la flora están infra-representados ya que la mayoría de los estudios analizados para este indicador se focalizan en el impacto para la fauna.

Por último, la calidad del suelo un 8,85% de los estudios presentan impactos positivos sobre el suelo y un 2,95 %negativos (Gráfico 22). Los mayores beneficios van referidos a un aumento de la cantidad de materia orgánica del suelo, retención de humedad y protección del suelo contra la erosión, por otro lado los efectos negativos más frecuentes son la contaminación por el empleo de productos químicos y la erosión debido a las labores agrícolas.

Los cultivos mas sostenibles son aquellos que presentan un elevado número de impactos positivos frente a un número bajo de impactos negativos. Estos cultivos fueron el sorgo con un 100% de impactos positivos reportados, el “switchgrass” (*Panicum virgatum*) con un 96,15%, de impacto positivo, *Miscanthus* con un 93,97 %, álamo 88,46%, algas 87,50%, sauce 86,66% y remolacha 85,15%. Por otro lado las especies que se consideran como menos sostenibles por presentar un mayor número de artículos que señalan impactos negativos son: el trigo con un 70 %, la *Jatropha* 62,5 %, el maíz 55,38 % y la colza 52,63 %. El resto de cultivos presentan balances positivos en cuanto a impactos pero no de forma concluyente, como pueden ser la palma (56,66%) o la caña (52,27%).

Respecto a estos últimos datos, hay que tener en cuenta, sin embargo, el hecho que no todos los cultivos han recibido la misma atención por lo que estos porcentajes de impacto positivo/negativo han de ser tomados con cierta cautela hasta que el número de estudios por cada tipo de cultivo alcance cifras realmente más comparables.

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1 Bibliografía citada en el texto

- Agencia provincial de la energía de Burgos.PROBIO (2008)** Estudio cultivos energéticos.
- Anna Rauch and Michael Thöne, FiFo Institute Biofuels – At What Cost?** (2012)
- BP Statistical Review of World Energy June 2014.** <http://bp.com/statisticalreview>. London, UK.
- Carlos Martín Martínez.** Biocarburantes Criterios de sostenibilidad
- Clifford S. Duke .**Ecological Dimensions of Biofuels (2013)
- Consejo mundial de energía. <http://www.worldenergy.org/>
- Fabiola Serna.** Impacto Social y Económico en el Uso de Biocombustible.2011.
- Federico José Ossa Basañes.**Cultivos energéticos para biocombustibles.
<http://bioenergycrops.com/es/>
<http://monitorizandoelmundo.blogspot.com.es/2014/08/estadistica-energia-mundial-2013.html>
<http://www.bp.com/en/global/alternative-energy/our-businesses/biofuels/biofuels-operations-technologies/uk-vivergo-fuels-feed-wheat-ethanol/the-vivergo-story.html>
<http://www.bp.com/en/global/alternative-energy/our-businesses/biofuels/biofuels-operations-technologies/uk-vivergo-fuels-feed-wheat-ethanol/the-vivergo-story.html>
<http://www.energias-renovables.com/articulo/el-aceite-de-palma-lidera-la-produccion-20140630>
<http://www.residuosprofesional.com/la-produccion-mundial-de-biocombustibles-cae-por-primera-vez-desde-el-ano-2000/>
<http://www.scidev.net/america-latina/desarrollo-de-capacidades/opinion/biocombustibles-beneficios-y-riesgos-del-tercer-m.htm>
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)** <http://www.idae.es/>
- Jason Hill.** Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels (2006)
- Jesús López López.** El crecimiento económico sostenible de comunidades agrícolas a través de los biocombustibles.
- José Luis Arvizo Fernández.** Biocombustibles derivados del maíz. (2011)
- Juan Pablo Chumacero Ruiz.** Crisis energética mundial y biocombustibles
- Lian Pin Koh.** Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities (2008) 2450-2460
- Mariana Ballenilla Samper.** BIOCMBUSTIBLES: MITO O REALIDAD
Nature Climate Change. <http://www.naturalclimatechange.com>
- Organización de Países Productores de Petróleo (OPEP)
- Pedro Antonio Merino García***DESCRIPCIÓN, EVOLUCIÓN Y RETOS DEL SECTOR DE LOS BIOCMBUSTIBLES
Report for the European Commission. Renewable energy progress and biofuels sustainability
- Sonia Jimenez.**Agroenergía
- Sylvain Leduca.**CHP or biofuel production in Europe? (2012)40-49
- Torres y Cabrera.** Informe biocombustibles2010

7.2. Bibliografía revisada para el estudio.

http://sauwok5.fecyt.es/apps/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=P2bNnduEvRCzWaFLxx4&preferencesSaved=

Knight, C.A. et al. Molecular Ecology 15, 1229-1237 (2006).

Algodón, Jon.; et al. The first changes due to biofuel cropping sorghum on soil microbial communities and metabolic functioning.

Cadoux, Stephane; et al. Implications of the requirements of productivity and nutrient balance of annual greenhouse gases and perennial bioenergy crops. 425-438, July 2014

St. Claire; et al. The estimate of the costs of greenhouse gas before harvest energy crop production.

*Abou Kheira, Abdabbo. et al. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficit: Yield, water uses efficiency and oilseed characteristics. 403-408(2012)*

Achten, Wouter MJ; et al Life Cycle Assessment of a Palm Oil System with Simultaneous Production of Biodiesel and Cooking Oil in Cameroon.

Ali, Akram; et al. Factors affecting the response of beans and corn to the quality of air and soil CO₂ flow rates in Egypt

Arora, Saurabh; et al. Ruled by history: the institutional analysis of a biofuels innovation system challenged in Tanzania. (2013)

Asseng, S; et al. Canopy CO₂ assimilation, energy balance, and water use efficiency of an alfalfa crop before and after cutting. (2000)

*Berndt, Anja María; et al. Energy crops as a new bird habitat: using rapeseed fields by the rare Bluethroat (*Luscinia Luscinia*).*

Bouton, Joe; et al. The economic benefits of forage improvement in the United States. (2006)

Brandao, Miguel; et al. Soil organic carbon changes in the cultivation of energy crops: Implications for GHG balances and soil quality for use in LCA. 2323-2336

Brandt, Karoline. et al. Assessing the regional impacts of increased energy crop maize farmland birds. (2013)

*Bright, Jennifer A. et al. Using poultry establishment phase *Miscanthus* biomass crops during the breeding season in England. 545-554, September 2012*

Buchholz, Thomas; et al. Willow Biomass Crop Profitability affected by incentive programs. 53-64(2013)

Budsberg, Erik . et al .Life cycle assessment for the production of bioethanol from biomass via biochemical conversion Willow Crops

Campbell, Steven P ; et al. The use of short rotation coppice willow crops by birds and small mammals in central New York . 342-353. (2012)

Christofolletti, CA; et al. Sugar cane vinasse: environmental implications of their use. 2752-2761(2013)

*Clifton-Brown, John C. et al. Carbon mitigation by the energy crop, *Miscanthus*. (2007)*

Cocco, D. et al Life cycle assessment of bioenergy production systems from rapeseed crops.

*Cox, Kelly; et al. Evaluation of environmental life cycle (LCA) of aviation biofuel from microalgae, *Pongamia pinnata*, and sugar cane molasses. 126-128(2010)*

Demirbas, Ayhan; et al. Providing high quality water for algae production. 14-34(2009)

- Donnelly, Alison.; et al. A framework proposed to determine the environmental impact of replacing agricultural grassland with *Miscanthus* in Ireland. 247–263, June 2011
- El-Amin, EA; et al. Influence of eucalyptus cover on some physical and chemical properties of soil in Sudan. 2267-2278(2001)
- Estilos, David. et al. Cycle environmental and economic impacts of energy fuel of life -Crop chains: an integrated assessment of potential GHG avoidance in Ireland.
- Estilos, David. et al. Energy crops in Ireland: an economic comparison of willow and *Miscanthus* production with conventional farming systems. 407-421(2008)
- Estilos, David; et al. Cycle environmental and economic impacts of energy fuel of life -Crop chains: an integrated assessment of potential GHG avoidance in Ireland.
- Fabijanac, Goran; et al. BIOMASS FOR FUEL AND MACHINE HARVESTING AND PACKAGING
- Felten, Daniel. Et al. Balances and potential mitigation of greenhouse-effect systems bioenergy crop (*Miscanthus*, canola and corn) based on growing conditions Energy in West Germany.
- Felten, Daniel; et al. Balances and potential mitigation of greenhouse-effect systems bioenergy crop (*Miscanthus*, canola and corn) based on growing conditions in West Germany Energy. 160–174
- Felten, Daniel; et al. Balances and potential mitigation of greenhouse-effect systems bioenergy crop (*Miscanthus*, canola and corn) based on growing conditions Energy in West Germany 160–174(2013)
- Foteinis, Spyros. et al. Analysis of the life cycle for the production of bioethanol from sugar beet crops in Greece. 4834–4841(2011)
- Galbally, P; et al. Distillery Effluent and Biosolids Amendment xgiganteus Irish *Miscanthus* Plantations: Impacts on groundwater and soil.
- Garba, Nasir Anka. et al. Climate change impacts on greenhouse gas lifecycle (GHG) emissions savings Biomethanol corn and soybean. 806-813(2013)
- Gasol, Caries MA .et al. life cycle assessment of biodiesel production from winter rape grown in southern Europe.
- Gasol, Carles M; et al. Feasibility assessment of poplar bioenergy systems in southern Europe. 801–812(2009)
- Gonzalez Garcia, Sara; et al. Life cycle assessment of energy potential used for short rotation willow biomass in Sweden.(2013)
- González García, Sara; et al. Environmental Aspects of Eucalyptus based on production and use of ethanol. 1-8(2012)
- González-García; et al. Life cycle assessment of hemp hurds used in the production of second generation ethanol. (2011)
- Hansen, Anja; et al. Greenhouse gas mitigation potential of second generation power system short production cycle poplar in eastern Germany and its uncertainties accompanied.(2013)
- Hastings, Astley; et al. Potential of *Miscanthus* grasses to provide energy and hence reduce emissions of greenhouse gases.(2008)
- Hughes, JK; et al. The impact of extensive planting of *Miscanthus* as an energy crop on future CO₂ atmospheric concentrations. 79–88, April 2010
- Iriarte, Alfredo et al. Emissions of greenhouse gases and energy balance of sunflower biodiesel: Identification of the key factors in the supply chain. 46-52(2013)
- Iriarte.; et al. Environmental impacts and energy demand for rapeseed as an energy crop in Chile under different tillage and fertilization practices. 4305-4315(2011)
- Kim, S; et al. Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: bioethanol and biodiesel 426–439(2005)

Kim, S; Dale, et al. *BE*Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: bioethanol and biodiesel

Kim, Seungdo; et al. *Life cycle assessment of fuel ethanol from corn grain via dry milling*

Kocar, Gunnur; et al. *An overview of biofuels from energy crops: Current status and future prospects*

Koh, Lian Pin; et al *Testing remote sensing of tropical peatland conversion to oil palm.*

Lal, R.; et al *Soil quality impacts of waste disposal for the production of bioethanol.*

Langholtz, Mateo; et al. *The influence of CO2 mitigation incentives on the profitability of eucalyptus production areas clay sedimentation in Florida (2012)*

Liska, Adam J;et al..*Improvements in Life Cycle Energy Efficiency and Greenhouse Gas Greenhouse corn-ethanol 58–74, February 2009*

Liu, Wei; et al.*Miscanthus Productivity potential of energy crops in the Loess Plateau of China under climate change. (2013)*

Lorie, Scott R; et al.*Direct impacts on local climate from sugarcane expansion in Brazil.*

Lychnaras, Vassilis; et al. *Hemp: A more sustainable energy crop year for climate and energy policy*

Ma, Z; Wood; et al. *.CW Carbon dynamics subsequent to establishment of Panicum virgatum. 93–104(2000)*

Martinelli, Luiz A .et al.*The expansion of ethanol production from sugarcane in Brazil: environmental and social challenges. (2008)*

Mohammed, MAA; et al. *Hydrogen-rich gas from oil palm biomass as a potential source of renewable energy in Malaysia.(*

Ndong, Robert; et al. *Life cycle assessment of biofuels from Jatropha curcas in West Africa: a field study. 197–210, June 2009*

Nelson, Richard G.; et al. *Environmental and economic analysis of switchgrass production for water quality improvement in northeast Kansas. (2005)*

Novio, Martha. ; et al.*Biofuels and biodiversity: principles for creating better policies for biofuel production (2007)*

Pidlisnyuk, Valentina; et al. *Miscanthus as a biofuel crop for phytoremediation Productive. (2014)*

Poepflau, Christopher. Et al.*Changes in soil carbon under Miscanthus conducted by C-4 C-3 accumulation and decomposition - to capture function by default.*

Prasifka, JR; et al. *Development and Food FAW Miscanthus x giganteus and in Switchgrass. (2009)*

Prochnow, A. et al *Bioenergy from permanent grassland - A review: 2 combustion. 4945–4954(2009)*

Rist, Lucy; et al *Livelihood impacts of oil palm: smallholders in Indonesia. (2010)*

Robertson, Bruce A; et al.*Perennial biomass feedstocks enhance bird diversity 235–246, June 2011*

Rosenquist, Hakan; et al. *The prospects for cost reduction sauce production in Sweden.*

Royle, DJ.et al.*Control of diseases and pests in bioenergy crops poplar and willow. 69-79(1995)*

Ruttens, Ann; et al.*SHORT ROTATION SOTO willows and poplars CULTURE AS ENERGY CROPS IN METAL CONTAMINATED agricultural soils . 510-522(2014)*

Ruttens, Ann;*SHORT ROTATION SOTO willows and poplars CULTURE AS ENERGY CROPS IN METAL CONTAMINATED agricultural soils . 510-522. (2014)*

Sanderson, Matt A.; et al. *Perennial forages as second generation bioenergy crops. 768–788.(2008)*

Sanscartier, David.; et al. *Implications of the kind of soil and environmental factors in the life cycle GHG emissions of Miscanthus as a bioenergy feedstock* .401-413(2014)

Serrano, Clara; et al. *The production of biofuels from corn efficient traditional low input* (2013)

Shields, Sara; et al. *Ethanol production from lignocellulosic biomass of energy cane.*(2009)

Smeets, Edward MW; et al. *Contribution of N2O to the balance of greenhouse gases from the first generation of biofuels*. 1–23, January 2009

Smeets, Edward; et al. MW; *Contribution of N2O to the balance of greenhouse gases from the first generation debiocombustibles* (2009)

Souza, Simone Pereira;et al. .*Life cycle assessment of ethanol from sugarcane and biodiesel from palm oil production sharing.*2010.

Tsao, CC; et al. *Increased estimates of air pollution emissions from sugarcane ethanol from Brazil*. 53–57 (2012)

Twomey, et al.*WATER QUALITY AND ENERGY IMPACTS OF BIOFUELS*. 161-169(2009)

Tzilivakis, J.et al.*Environmental impact and economic evaluation of production systems in the UK sugar beet.*341-358(2005)

Van der Hilst, et al. *The spatial variation of environmental impacts regional biomass chains* .2053 – 2069(2012)

Van der Hilst; et al.*The spatial variation of environmental impacts regional biomass chains*. 403–417(2010)

Wang, D; et al.*Sorghum is a viable feedstock for ethanol production*.

Yan, Juan; et al.*Variability and adaptability of Miscanthus species evaluated for energy crop domestication*.

Zatta, Alessandro; et al. *changing land use from C3 to C4 Miscanthus grassland: effects on soil carbon content and estimated mitigation benefit after six years*. 360–370, July 2014

Zhang, Yizhen; et al. *Comparison of nutrients and energy facilities recycling technologies in the production of algal oil.*13-20(2014)

Zimmermann,.et al. *Jesko. Carbon sequestration in the soil during the establishment phase of Miscanthus x giganteus: a regional scale study on commercial farms using C-13 natural abundance*

Adenle, Ademola; et al.*Overall assessment of the research and development of algae biofuels and their potential role in sustainable development in developing countries*.

Ahmetovic, Elvis; et al.*Optimizing Energy and Water consumption in corn ethanol plants* 7972–7982(2010)

Almeida, J; et al. *Benchmarking the Environmental Performance of the Jatropha Biodiesel System through a Generic Life Cycle Assessment*. 5447–5453(2011)

Angelini, Luciana.et al.*Comparison of Arundo donax L. and Miscanthus x giganteus in a field experiment long term central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance*.

Ariza-Montobbio, P; et al. *Jatropha plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India Viability, livelihood trade-offs, and latent conflict*. (2010)

Ariza-Montobbio, Pere; et al. *Systems in Tanzania*.

Armah, Paul; et al *Drivers lead to higher prices: biofuels are not the main factor*. (2008)

Azapagic, A; et al.*The environmental life cycle impacts of the generation of electricity and heat from biogas produced by anaerobic digestion* 181–193(2014)

Babovic.et al. *POTENTIAL USES BIOMASS CROP rapid growth Miscanthusxgiganteus*. (2009)

Bellamy, P. et al.*The impact of growing miscanthus for biomass on farmland bird populations*.191-199(2009)

Bessou, Cecile; et al. *Using a culture model to account for the effects of local factors on the LCA of ethanol from sugar beet in Picardy, France.* 24-36(2013)

Bilandzija, Nikola. et al. *IMPACT OF GROWING CROPS LIGNOCELLULOSIC AND ENERGY USE IN POSSIBILITY OF CO2 EMISSION REDUCTION CASE STUDY: CULTURE Miscanthus X GIGANTEUS.*

Boizard, H. et al. *Sugar beet, a factor in the sustainability of arable crops is derived in northern France.* (2013)

Bonanno, Giuseppe. et al *Content of heavy metals in the ashes of energy crops grown in natural wetlands contaminated wastewater: Potential applications in agriculture and forestry?*

Bonanno, Giuseppe; et al. *Content of heavy metals in the ashes of energy crops grown in natural wetlands contaminated wastewater: Potential applications in agriculture and forestry?* 379–384(1998)

Borjesson, P; et al. *Reduction of CO2 mitigation costs of production of multifunctional biomass.* 1395-1400(2003)

Brandao, Miguel. et al. *Soil organic carbon changes in the cultivation of energy crops: Implications for GHG balances and soil quality for use in LCA.* 2323-2336

Bransby, DI; et al. *A review of carbon and nitrogen balances in switchgrass grown for energy.*

Bremer, Virgil R; et al. *Emissions savings in the corn ethanol lifecycle Food Co-Products to Livestock* (2009)

Buchholz, Thomas; et al *Improving the profitability of Willow Crop-Identifying Opportunities with a budget of crop models.* (2010).

Buratti, C.; et al. *Evaluation of GHG emissions from biomethane energy cereal crops in Umbria, Italy.*

Carels, Nicolas; et al. *Jatropha curcas: a review.*(2013)

Ceclan, Rodica; et al. *Studies on integrated use Sweet sorghum for bioethanol production in Romania*

Cenciani, K; et al. *Sustainable production of biodiesel by microalgae and its application in agriculture* 4638-4645(2011)

Chanakya, HN; et al. *The production of biofuels from algae and mitigation potential in India.*113-136(2013)

Chauvat, Matthieu; et al. *Establishment of bioenergy crops in metal contaminated soils stimulates underground wildlife.*

Chum, Helena L .; et al. *A comparison of the systems of production of ethanol from Brazilian sugar cane trade and US corn* 205–223, March/April 2014

Clarens, Andrés F; et al. *Environmental Life Cycle Comparison of Algae to Other Bioenergy commodities.* 1813–1819(2010)

Cristian, DP; et al. *Bird and mammal diversity on woody biomass plantations in North America*

Cristiana, DP; et al. *Bird and mammal diversity on woody biomass plantations in North America.*

Daroch, Maurycy; et al. *Recent advances in the production of liquid biofuels from algae feedstocks* 1371-1381(2013)

Davis, Sarah .et al. *Comparative biogeochemical cycles of bioenergy crops reveal nitrogen fixation and low emissions of greenhouse gases Miscanthus x giganteus in Agro-Ecosystem.* 144-156.(2010)

Daystar, Jesse; et al. *Life cycle assessment of bio-ethanol from waste pine indirectly via Biomass Gasification mixed alcohols.* 314-325(2012)

de Vries, Sander et al. *Efficient use of resources and the environmental performance of nine major biocombustiblescultivos, processed by conversion techniques first generation.*

de Vries, Sander. *Efficient use of resources and the environmental performance of nine major biocombustiblescultivos, processed by conversion techniques first generation.* (2012)

Demirbas, Ayhan; et al. *Importance of algae oil as a source of biodiesel.* 163–170(2011)

Demirbas, M; et al. *Fatih Biofuels from algae for sustainable development*. 3473-3480. (2011)

Dimitriou, Ioannis; et al *Changes in organic carbon and trace elements in the soil of plantations Willow short rotation coppice*.

Dimitriou, Ioannis; et il. *A review of the impacts of short rotation coppice Coppice on water issues*. 197-206(2009)

Dimitriou, Ioannis; *Impact of Short Rotation Coppice Willow on Water Quality*. (2012)

Dimitriou, Ioannis; *Changes in organic carbon and trace elements in the soil of plantations Willow short rotation coppice*.(2012)

Djomo, SN; et al. *Energy balance and greenhouse gases bioenergy production from poplar and willow: a review*. 181–197, June 2011

Djomo, Sylvestre Njakou. et al. *Energy balance and greenhouse gas production from bioenergy: a review*. 181–197, June 2011

Djomo, Sylvestre Njakou; et al. *Energy balance and greenhouse gases bioenergy production from poplar: a review*. 181–197, June 2011

Dondini, Marta. et al. *Carbon sequestration under Miscanthus: a study of the C-13 the distribution of soil aggregates*. 413-425. (2009)

Dondini, Marta. et al. *The potential of Miscanthus to sequester carbon in soils: comparing field measurements in Carlow, Ireland to model predictions* 413–425, December 2009

Duval, Benjamin D; et al. *Predicting emissions of greenhouse gases and soil carbon Pasto Change to energy crops*.(2013)

Estilos, David; et al. *Miscanthus and willow heat production - A strategy for effective use of land to avoid emissions of greenhouse gases in Ireland?*

Estilos, David; et al. *Miscanthus and willow heat production - A strategy for effective use of land to avoid emissions of greenhouse gases in Ireland?* 294–306(2008)

Fargione, Joseph E; et al. *The ecological impact of biofuels* 351-377(2010)

Fargione, Joseph. et al. *The ecological impact of biofuels*. 351-377(2010)

Fathelrahman, et al *Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources and Agriculture Colorado Using a mathematical programming model Equilibrium Displacement*.

Fathelrahman, et al. *EAssessment of Climate Change Impacts on Water Resources and Agriculture Colorado using a mathematical programming model Equilibrium Displacement* (2014)

Felten, Daniel. et al. *Effects of annual bioenergy crops on earthworms communities-A comparative study of perennial (Miscanthus) and crops with consideration of the intensity of land use classified*. 167-177(2011)

Felten, Daniel. *The accumulation of Miscanthus -derived carbon in soils in relation to the depth and duration of land use land under commercial rearing*.

Feng, Hongli; et al. Rubin, Ofir D *Greenhouse gas impacts of ethanol from Iowa corn: life cycle assessment approach compared to the whole system* (2008)

Feng, Hongli; Rubin, Ofir D. et al. *Greenhouse gas impacts of ethanol from Iowa corn: life cycle assessment approach compared to the whole system*.(2008)

Ferchaud, F; et al. *Implications of the requirements of productivity and nutrient balance of annual greenhouse gases and perennial bioenergy crops*. 425–438, July 2014

Find later, KM; et al. *Land use and second-generation biofuels raw materials: Those not considered impacts of Jatropha biodiesel in Rajasthan, India*. 515-523. (2009)

Fitzherbert, Emily B ; et al *How will oil palm expansion affects biodiversity?* (2008)

Fletcher, RJ. *Biodiversity conservation in the era of biofuels: risks and opportunities*. 161–168(2011)

Foereid, B. et al. *Turnover of organic matter in a Miscanthus field: effect of time in Miscanthus cultivation and inorganic nitrogen supply*. 1075-1085(2004)

Foley, Patrick M. et al. *Algae as a source of renewable chemicals: opportunities and challenges*. 1399-1405(2011)

Gabrielle, Benoit; et al. *Life cycle assessment of short rotation coppice eucalyptus for production of bioenergy in southern France* .30–42, January 2013

Galdos, Marcelo; et al. *Trends in global warming and human health related to the Brazilian production of ethanol from sugar cane impacts, considering black carbon emissions*. 576-582(2013)

Garofalo, P; et al. *'The water use efficiency of irrigated sorghum biomass in a Mediterranean environment*.

Georgescu, M; et al *Simulated hydro projected impacts of expanding sugarcane in Brazil*.

Gerbens-Leenes, Winnie; et al. *The water footprint of sweeteners and bio-ethanol*. 202–211(2012)

Gevers, J; et al. *Biodiversity and climate change mitigation through bioenergy: impacts of increased maize cultivation on farmland wildlife*. 472–482, December 2011

Ghasemi; et al. *Potential biofuel microalgae (review)*. 150-168 (2012)

Glowacka, Katarzyna; et al.. *A review of the genetic study of the energy crop Miscanthus*. 2445-2454(2011)

Gloyna, Kai; et al. *Sorghum, Miscanthus & Co: Energy crops as potential larval host plants rootworm western corn*.

Gloyna, Kai; Sorghum, et al. *Miscanthus & Co: Energy crops as potential larval host plants rootworm western corn* .(2014)

Gmuender, Simon; et al. *Environmental Impacts of Jatropha curcas biodiesel in India*.(2012)

González García, Sara; et al. *Environmental assessment of energy production based on long-term commercial sauceplantaciones in Sweden*.

González García, Sara; et al. *The environmental performance of lignocellulosic bioethanol production of alfalfa stems*. 118–131(2010)

Gonzalez-Garcia, Sara; et al. *Environmental profile of ethanol from poplar biomass as fuel for transportation in Southern Europe*

Hagman, Johan; et al. *Do biofuels require more water than fossil fuels? Based on the life cycle of the production of jatropha oil in rural Mozambique evaluation*. 176-185(2013)

Hallam, A; et al. *Annual Comparative economic analysis of perennial, and associated crops for biomass production*. 407–424(2001)

Halleux, Hubert. et al. *Comparative evaluation of life cycle two biofuels ethanol from sugar beet and rapeseed methyl ester*. (2008)

Halleux, Hubert; et al *Comparative evaluation of life cycle two biofuels ethanol from sugar beet and rapeseed methyl ester* (2008)

Hastings, Astley. et al. *Potential of Miscanthus grasses to provide energy and hence reduce emissions of greenhouse gases*.

Heller, MC; et al. *Life cycle energy and environmental benefits of generating electricity from biomass of poplar*. 1023–1042(2004)

Heller, MC; et al. *Life cycle assessment of a willow bioenergy cropping system* . 147–165(2003)

Hill, Jason. et al. *Environmental costs and benefits of biofuel production from food and transport lignocellulose-based energy crops*. *Reviews*.1-12(2007)

Hill, Jason; et al *Costs and benefits of biodiesel and ethanol environmental, economic, energy and biofuels.* 11206–11210(2006)

Hughes, Adam; et al. *Biogas microalgae: is it time to go back to the idea?* (2012)

Iriarte, Alfredo; et al *Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops in Chilean conditions.* 336–345(2010)

Jaimes, Wilmer; et al *Energy Analysis of Palm Oil Biodiesel Production.* (2010)

Kaegi, Thomas. et al. *Life cycle assessment of energy crops.* 460-465(2007)

Kelly-Yong, TL et al .*Potential of hydrogen from oil palm biomass as a renewable source of energy worldwide.*(2010)

Keoleian, GA.*Renewable energy from willow biomass crops: life cycle energy, environmental and economic performance.* (2005)

Keoleian, GA; et al *Renewable energy from willow biomass crops: life cycle energy, environmental and economic performance.* 342–353(2012).

Keoleian, GA;et al. *Renewable energy from willow biomass crops: life cycle energy, environmental and economic performance.*(2005)

Kern, J.et al. *Evaluation of nitrogen fertilization for the CO₂ balance during production of poplar and rye.* 1453–1460(2010)

Khanna, Madhu. Et al.*Production costs of miscanthus and switchgrass for bioenergy in Illinois.*

Kim, Seungdo; et al.*Energy and greenhouse gas profiles polyhydroxybutyrates Grain Corn Derivatives: A Life Cycle Perspective*

Kim, Seungdo; et al.*Life cycle assessment of fuel ethanol from corn grain via dry milling* (2008)

Klenk, Ingo.et al.*European bioethanol from grain and sugar beets from an economically and environmentally (2 (nd Party)*

Kochaphum, Chongprode; et al *Does biodiesel demand affects oil prices palm in Thailand?* (2013)

Koh, Lian Pin; et al *Landscape design for sustainable biofuels.* 431–438, August 2009

Krasuska, Ewa; et al. *Economy energy crops in Poland today and tomorrow.*(2012)

Krzyzaniak, Michal; et al. *Life Cycle Assessment of Produced in Willow short rotation coppice for EnergíaPropósitos.*

Kus, Recai; et al.*The effect of the mixture of corn oil and diesel oil on engine performance and emissions*

Lankoski, Jussi; et al. *Biofuel policies and the environment: Do climate benefits by increased production of biofuel feedstocks?* 676–687(2011)

Larson, JA; et al.*Economic and environmental impacts of the ethanol industry maize grain in the agricultural sector of the United States* 267-279.(2013)

Liebig, MA; et al. *Soil carbon storage by Switchgrass Grown for Bioenergy.* 215-222 (2008)

Lijo, Lucía; et al. *Ensure sustainable biogas production from anaerobic digestion of mono* (2014)

Lima, Mendelson; et al. *Deforestation and Social Impacts of soy for biodiesel: Perspectives of farmers in the Southern Brazilian Amazon.* (2011)

Liu, Wei.et al.*The yield potential of Miscanthus energy crops in the Loess Plateau of China.* 465-472(2008)

Ma, Z; et al. *Impacts of land management on the fundamental characteristics of switchgrass.* 105–112(2000)

Malca, Joao; et al *Evaluation of environmental life cycle of biodiesel from rapeseed: alternative cropping systems and places.*

Masarovicova, Elena; et al *Species of energy crops that do not compete with conventional agriculture.*(2010)

Mata, Teresa M; et al. *Microalgae for biodiesel production and other applications: A review.* 217–232(2010)

Medinski, TV. et al. *Soil carbon fractions in short rotation coppice poplar and black locust, Germany.* (2014)

Mendoza, Teodoro C.et al. *To makes *Jatropha curcas* (bakod tubang) a viable source of oil biodiesel in the Philippines.* (2007)

Mishra, Umakant; et al.*Miscanthus biomass productivity in cropland of the United States and their potential impact on soil organic carbon.*391-399(2013)

Murray, LD; et al. *Answer bird short-term harvesting switchgrass for biomass in Iowa.*

Najafi, Gholamhassan; et al. *Algae as sustainable energy source for the production of biofuels in Iran: A Case Study* 3870-3876(2011)

Nasidi, Muhammad. et al. *Bioethanol in Nigeria: comparative analysis of sugarcane and sweet sorghum as sources of raw materials.*(2010)

Ndong, Robert; et al. *Plantation jatropha based biofuel production..*

Nerlich, Kristin; et al. *Effects of Willow (*Salix* spp.) And poplar (*Populus* spp.) Short rotation of biodiversity based on the example of Ground Beetles (*Carabidae*).* 129-139(2012)

Ng, Tze Ling.et al.*Modeling Miscanthus in the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to simulate water quality effects as a bioenergy crop.* 7138–7144(2010)

Obidzinski, Krystof ; et al *Environmental and social impacts of oil palm plantations and its Implications for Biofuel Production in Indonesia.*(2012)

Ostermeyer, Arlette; et al. *Effects of biogas production and inter-farm competition.* (2012)

Ostry, ME.et al. *The expansion of cultivation of poplar: A cautionary note.* 61-462(1997)

Panichelli, Luis; et al. *Life cycle assessment of biodiesel from soybeans in Argentina for export.*144-159(2008)

Pellegrino, Elisa; et al *Impact on soil quality of a short rotation coppice 10 years of age compared to álamo soporte intensive agricultural and uncultivated systems in a Mediterranean area.*

Pimentel, David; et al.*Biofuel Impacts on World Food Supply: Use of Fossil Fuel, Land and Water Resources.*(2008)

Pogrzeba, M.; et al. *The environmental risks associated with *Miscanthus x giganteus* growing in soil contaminated by heavy metals.*

Prochnow, A; et al. *Bioenergy from permanent grassland - A review: 1 Biogas.* (2009)

Qin, Zhangcai. et al.*Impacts of land use due to biofuels crops on carbon balance, bioenergy production, and crop yields in the contiguous United States.* 277–288, May 2012

Rachidi, F; et al.*COMPARISON OF ENERGY -Balance sorghum and sunflower.*

Rasmussen, Laura Vang; et al. *The impacts of the production of biodiesel from *Jatropha* in carbon stocks above and below ground: A case study of Mozambique.* 728-736.(2012)

Regassa, Teshome; et al. *.Sweet sorghum as a bioenergy crop: Literature Review.* 348–355(2014)

Renouf, MA; et al.*Wegener An assessment of the environmental life cycle comparison of sugarcane with maize Australia USA and UK sugar beet as producers of sugars for fermentation.* 1144-1155. (2008)

Rittenburg, Rebecca A.; et al. *The local climate-development nexus: *Jatropha* and adaptation of small farmers in Tamil Nadu, India.* 328-343(2011)

Robertson, Bruce; et al. *A BIOFUELS ARE A THREAT OR OPPORTUNITY FOR THE CONSERVATION OF GRASSLAND BIRDS IN THE UNITED STATES?* 679-688(2012)

Rocha, MH (Rocha, Mateus Henrique) et al Life cycle assessment (LCA) of biofuels in Brazilian conditions: A meta-analysis 435–459(2014)

Rodrigues, A; et al.GHG balance of crude palm oil for biodiesel production in the northern region of Brazil.(2013)

Rodrigues, Goncalo; et al. Relate the energy performance and water productivity of sprinkler irrigated corn, wheat and sunflower under limited water availability. 195-204(2010)

Rodriguez, Catalina; et al. SUGAR CANE BAGASSE gasification AIR-VAPOR AND PARTIAL OXIDATION N-2 as a carrier gas .

Rowe, Rebecca; et al The potential benefits of commercial willow Short Rotation Coppice (SRC) for the communities of plants and invertebrates on farms. 325–336(2011)

Sadeghinezhad, Emad; et al. Sustainability and environmental impact of ethanol as biofuel.

Sage, Rufus; et al .Birds in Mount short rotation willow low compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK.

Sage, Rufus; et al The environmental impacts of biomass crops: the use of birds of miscanthus in summer and winter in southwestern England. 487–499, July 2010

Sahin, Yusuf.et al. Environmental impacts of biofuels. (2011)

Salassi, ME; et al. Farm-Scale Production Cost of Energy perennial cane biofuel feedstock.(2013)

Sanscartier, D; et al.Implications of the kind of soil and environmental factors on the life cycle GHG emissions of Miscanthus as a bioenergy feedstock. 401–413, July 2014

Sanz Requena, J. et al.Life Cycle Analysis (LCA) of biofuel production process from sunflower oil, rapeseed oil and soybean oil. (2010)

Sastre, CM; et al Electricity production from biomass centralized winter cereals grown under Spain-North Central: Global warming and energy performance assessments.

Sauerbrei, R; et al. Increased energy maize production reduces farmland bird diversity 265–274, May 2014

Scholz, Volkhard Gerd; et al. Environmental impact of energy crops. (2011)

Scholz, Volkhard Gerd; et al. Environmental impact of energy crops. (2011)

Semere, T; et al.Terrestrial flora species of small mammals and bird diversity in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary grass- (*Phalaris arundinacea*) fields.

Serge A. Witch; et al. Will Oil Palm's Homecoming. 1659–1663(2014)

Sevigne, Eva. et al. Water and energy consumption of *Populus* spp. bioenergy systems: A case study in southern Europe. 1133-1140(2011)

Shibu, ME; et al. Estimate the potential reduction of greenhouse gas biomass crops in Scotland under various management options. 211–227(2012)

Shonnard, David; et al. Camelina-Derived Jet Fuel and Diesel: Sustainable Advanced Biofuels. 382–392, October 2010

Skarback, E; Becht, PLandscape perspective on energy forests

Skinner, R. et al.Howard; Carbon dioxide and water flows switchgrass managed for bioenergy production. (2012)

Smeets, Edward; et al. The economic and environmental performance of miscanthus and switchgrass production and supply chains in a European environment.(2008)

Souza, Simone Pereira; et al Life cycle assessment of ethanol from sugarcane and biodiesel from palm oil production sharing.(2010)

Sparovek, Gerd; et al.Land use of the environment and the economic impact of the expansion of sugar cane in Brazil

1996-2006.

Stanley, Dara A; et al. *Quantifying the impacts of bioenergy crop pollinating insect abundance and diversity.* 335-344(2013)

Stephenson, AL; et al *Global Warming Potential Requirements and fossil energy scenarios Biodiesel Production in South Africa.*(2010)

Stichnothe, et al. *European renewable energy policy: Critical analysis of major default values and methods for calculating greenhouse gas (GHG) Palm oil biodiesel.*

Stoms, David M. et al. *Modeling wildlife and other compensation to the production of biofuel crops.*

Thomas, Mark; et al. *A I Modeling Water Quality Impacts of biofuel production from cellulose corn silage* 1123-1135(2009)

Tim; Kadoya.;et al. *The rapeseed crops distort plant-pollinator interactions.* 234-246(2012)

Tomaschek, Jan; et al. *Emissions of greenhouse gases and reducing costs of biofuel production in South Africa.*

Tonini, D; et al. *Global warming potential impact of bioenergy systems.*(2012)

Tonini, Davide;et al. *LCA of biomass-based energy systems: A case study for Denmark.*

Tseng, Yen-Kuei; et al *The economic and environmental benefits of growing Jatropha Curcas on marginal lands.* 361-363(2011)

Tsoutsos, Theocharis; et al .*Life Cycle Analysis for the production of biodiesel in Greek climatic conditions.* 328-335(2010)

Tucu, Dumitru; et al. *ANALYSIS OF OPPORTUNITIES FOR WILLOW CULTURE 'S RESOURCES BIOMASS AS BANAT REGION.*

Twine, Tracy; .et al. *Impacts of elevated CO2 on productivity and the surface of the agroecosystem energiapresupuesto soybean and corn in the Midwest USA.* 349-354(2013)

Tzilivakis, J; et al. *An assessment of the energy inputs and emissions of greenhouse gases in sugar beet (Beta vulgaris) production in the UK.*(2004)

Vadas, PA. et al *Economy and Energy ethanol production from alfalfa, corn and switchgrass in the Upper Midwest, USA.* (2008)

Van der Hilst, et al *Cost curves supply for bioenergy production in Mozambique spatiotemporal.* 405-430, July/August 2012

Van der Werf, HMG; et al. *Life Cycle Analysis of field production of fiber hemp, the effect of production practices on environmental impacts.*13-23(2004)

Van Eijck, Janske; et al. *Overall experience with the cultivation of jatropha for bio-energy: an assessment of the socio-economic and environmental aspects.*(2014)

Vázquez-Rowe, Ian; et al. *Applying LCA to support consistent energy policy: the effects of changing land use for bioenergy production.*(2012)

Volk, TA; et al. *increasing fuel: A sustainability assessment of willow biomass crops.* 411-418.(2002)

Volpi, Giulio. et al *Biofuels in Brazil and Spatial Change.*(2010)

Von Blottnitz.;et al *A review of evaluations conducted in bio-ethanol as a transportation fuel from a net energy, greenhouse gas, and the prospect of environmental life cycle.* 607-619(2006)

Vyn, Richard J .et al. *To examines the economic viability of miscanthus in Ontario: An application to the greenhouse industry.*

Whittaker et al *Renewable energy policy and waste grain.*

- Wilcove, David S; et al Addressing the threats to biodiversity from oil palm agriculture (2010)*
- Wiley, Patrick; et al. The production of biodiesel and biogas from algae: Overview of Process Train Options.*
- Windhorst, H. -W; et al.Is the recent boom in bio energy production a threat to the livestock industry? 365 – 379(2007)*
- Wortmann, CS; et al.Yield of dry sweet sorghum grain and biofuel crops in Nebraska*
- Wu, Yiping; et al.The impacts of alternative biofuel production in quantity and quality of water in the river basin Iowa.*
- Yang, Yi.; et al.Replacing gasoline with corn ethanol results in Significant Environmental Problem-Shifting.*
- Yang, Yi-; et al.Freshwater ecotoxicity life cycle, the human health cancer and noncancer Impact Assessments for corn ethanol and gasoline in the USA 149–157(2013)*
- Zatta, Alessandro. et al.Changing land use from C3 to C4 Miscanthus grassland: effects on soil carbon content and estimated mitigation benefit after six years. 360–370, July 2014*
- Zhao, Hua; et al.Genetic diversity and population structure of Miscanthus sinensis Germplasm in China. (2013)*
- Zhuang Ping;et al. Removal of metals by sorghum plants contaminated land .1432–1437(2009)*
- Zimmermann, J.; et al.The assessment of the impacts of the creation of Miscanthus in soil organic carbon in two contrasting types of land use in Ireland. 747–756, December 2013*
- Ziolkowska, Jadwiga.et al. Recent developments and prospects -based algae fuels in the USA.*