

## CONSIDERACIÓN DEL CAMBIO INDIRECTO DE USO DE SUELO (ILUC) EN LOS ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE BIOCARBURANTES

Daniel Garraín

Lucila Izquierdo

Yolanda Lechón

Rosa Sáez

*CIEMAT – Dpto. Energía – Ud. Análisis de Sistemas Energéticos, Madrid (España)*

### Abstract

Life Cycle Assessments (LCA) of biofuels still hold an advantage in terms of greenhouse gases (GHG) savings on fossil fuels. This statement is questionable if the effects that may have the feedstock crops for biofuels on commercial products from biomass are not counted in the whole life cycle. Induced tensions in the market for other products can cause changes in land use which, in turn, affect GHG emissions. This effect is called 'Indirect Land Use Change' (ILUC). Most of the methodologies for calculating these emissions (including Directives 2009/28/EC and 2009/30/EC) do not include ILUC. In this paper we present in detail the main issues addressed at this time within the scientific community, including: the concept of ILUC, the complex causes in order to estimate the effect on GHG emissions, the bases and results of current models, and the proposals of some studies on ILUC possible regulatory treatment, specifically in Europe.

**Keywords:** *ILUC; LCA; GHG emissions; biofuels*

### Resumen

Los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de los biocarburantes mantienen todavía una ventaja, en términos de ahorros de gases de efecto invernadero (GEI), sobre los carburantes fósiles. Esta afirmación es cuestionable si no se contabilizan en el ciclo de vida los efectos que pueden tener los cultivos de materias primas para biocarburantes sobre otros productos comerciales de la biomasa. Las tensiones inducidas en el mercado de los otros productos pueden provocar cambios en el uso de la tierra que, a su vez, tienen repercusiones en las emisiones de GEI. A este efecto se denomina 'Cambio Indirecto de Uso de Suelo' (ILUC, *Indirect Land Use Change*). La mayoría de las metodologías para el cálculo de estas emisiones (entre ellas la adoptada por las Directivas 2009/28/CE y 2009/30/CE) no incluyen este efecto. En este trabajo se presentan con detalle las principales cuestiones que en estos momentos se abordan en el seno de la comunidad científica, incluyendo: el propio concepto de ILUC, las causas que hacen compleja su estimación, su efecto sobre las emisiones GEI, las bases y resultados de los modelos actuales, y las propuestas de algunos estudios sobre su posible tratamiento regulatorio, más concretamente a nivel europeo.

**Palabras clave:** *ILUC; ACV; emisiones de GEI; biocarburantes*

## 1. Introducción

Una de las principales razones para la introducción de los biocarburantes en el sector transporte es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo del ciclo de vida de estos combustibles frente a las de los combustibles fósiles, con el consiguiente efecto beneficioso sobre el clima. Desde hace algunos años, se considera que el uso de biocarburantes es una opción importante para reducir las emisiones de GEI. El razonamiento es: los biocarburantes desplazan a los combustibles fósiles, principalmente en el sector transporte, y aunque tienen aproximadamente las mismas emisiones que estos últimos durante la combustión, el carbono desprendido fue previamente absorbido desde la atmósfera durante la fase de cultivo de las materias primas utilizadas para su producción. No obstante, durante las fases de cultivo, producción y transporte previas a la utilización, los biocarburantes también emiten GEI. Estas emisiones pueden proceder, entre otras fuentes, del uso de fertilizantes durante el cultivo de materia prima, de consumo de diésel para la maquinaria agrícola, del consumo de energía fósil en el proceso de transformación de la materia prima, o del consumo de energía fósil en la distribución y el transporte.

Las metodologías para el cálculo de estas emisiones en el ciclo de vida de los biocarburantes – entre ellas la metodología adoptada por las Directivas 2009/28/EC (RED, 2009) y 2009/30/EC (FQD, 2009) - incluyen también en el cálculo, además de los factores mencionados, el posible efecto que pueden tener los cultivos utilizados como materia prima para la producción de biocarburantes sobre las reservas de carbono del suelo. Este efecto tendría lugar si estas materias primas se cultivaran en tierras que, hasta ese momento, no eran tierras de cultivo. En este caso, la pérdida de reservas de carbono del suelo se considera como una emisión neta de GEI que habría que sumar al resto de las emisiones GEI del ciclo de vida. A este efecto se denomina cambio directo de uso del suelo (LUC, del inglés *Land Use Change*).

Aún considerando este efecto de LUC, las emisiones de GEI emitidas en el conjunto del ciclo de vida de los biocarburantes son, de forma general, inferiores a las emitidas en el ciclo de vida de los combustibles fósiles. Las reducciones podrían llegar hasta un 70% en algunos casos. Sin embargo, en los años recientes, ha surgido preocupación porque esta reflexión pueda no ser del todo cierta y los cálculos realizados para estimar las emisiones de GEI de los biocarburantes no recojan el impacto total de éstos sobre el clima.

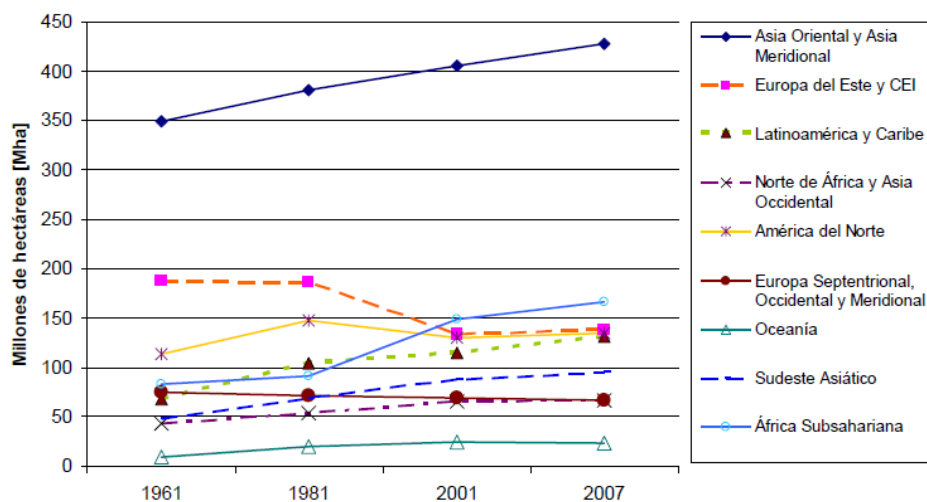
La razón principal de esta preocupación es que las metodologías aceptadas para el cálculo de las emisiones de GEI en el ciclo de vida de los biocarburantes no recogen el posible efecto del cambio indirecto del uso de suelo (ILUC, del inglés *Indirect Land Use Change*) que podría tener el cultivo de las materias primas incluso cuando éste se realiza en tierras ya cultivables. La preocupación se justifica porque las materias primas destinadas a la producción de biocarburantes pueden ser utilizadas en suelos que inicialmente se destinaban a otros fines y fueron directamente reconvertidos en tierras agrícolas. Las emisiones de carbono procedentes de ese cambio de uso del suelo deben ser incluidas en el cálculo general de las emisiones de GEI del biocarburante específico, con el fin de determinar si este cumple los criterios de sostenibilidad. Sin embargo, si el biocarburante se cultiva en tierras agrícolas existentes, puede desplazar la producción de otros cultivos, algunos de los cuales podrían dar lugar a la reconversión de suelos en tierras agrícolas. De esta forma, la demanda adicional de biocarburantes puede conducir indirectamente a cambios en la utilización del suelo, de donde procede la noción de ILUC. Este efecto indirecto se manifiesta en un cambio en la demanda de materias primas agrícolas, y de sus productos de sustitución, en los mercados mundiales. El cambio de los precios puede suponer un acicate a la adopción de nuevos comportamientos, haciendo aumentar la intensidad del uso de las tierras, lo que en muchos casos implica un cambio en el uso de las mismas. El aumento de los precios puede modificar también los comportamientos,

incentivando el aumento del rendimiento de los cultivos en las tierras agrícolas ya existentes (EC, 2010).

Los actuales requisitos de sostenibilidad de los biocarburantes exigidos en algunas legislaciones, especialmente la europea (RED, 2009), ya prohíben el cultivo de materia prima en algunas tierras (bosques o pastizales) con lo que el efecto de LUC se espera que sea limitado, o al menos controlado. No obstante, hay muchas incertidumbres sobre el efecto que pueda tener el ILUC. Todos los estudios sobre mercados agrícolas globales predicen que la demanda futura de alimentos y piensos requerirá nuevas tierras cultivables. Aunque se prevé un incremento importante de la productividad en las tierras cultivables actuales, esta demanda crecerá probablemente a mayor ritmo, lo que significará la movilización de nuevas tierras para cultivo.

La medida en que la disponibilidad de tierras está limitada en diversas regiones del mundo es objeto de un amplio debate. La figura 1 muestra la superficie cosechada en varias regiones del mundo. En comparación con 1981, la superficie cosechada disminuyó significativamente en Europa, en la Comunidad de Estados Independientes (CEI) y en América del Norte, lo que lleva a pensar que habría disponibles suelos con pocas reservas de carbono. La disponibilidad limitada de suelos pobres en carbono en otras partes del mundo y la falta de una protección más rigurosa de los bosques y de las zonas ricas en carbono son factores que pueden contribuir a ILUC, con sus efectos nocivos. Si la reconversión de zonas ricas en carbono se limitase o si las materias primas agrícolas se sometiesen, en mayor número, a criterios de sostenibilidad comparables a los establecidos para los biocarburantes, sería posible reducir los efectos del ILUC. La razón para ello es que el efecto del ILUC en favor de los biocarburantes es el LUC en favor de otras materias primas (EC, 2010).

Figura 1: Superficie cosechada a nivel mundial, según FAOSTAT (EC, 2010)



Los efectos del ILUC se conocen como “fugas” o “desplazamientos”, que son “resultado de una acción que ocurre en un sistema que, indirectamente, induce efectos fuera de los límites del sistema pero que pueden ser atribuidos a una acción que está dentro de los límites del sistema”. Para producir una demanda dada de biocarburantes, se necesita una demanda dada de materia prima; estas materias pueden ser obtenidas de: a) sustitución del uso de la biomasa; b) expansión del área de cultivos; c) incremento de la productividad de las cosechas en la misma tierra; y d) acortamiento del tiempo de rotación de las tierras. Quitando la opción c), todas las demás pueden conducir a efectos de ILUC. En el primer caso, esto es debido a un posible descenso de las cantidades disponibles para otros usos,

lo que puede tener consecuencias en las dinámicas de uso de la tierra en otros países productores de los productos comerciales afectados. La opción b) puede resultar, indirectamente, en un LUC debido al desplazamiento de actividades existentes a otras tierras. El resultado de la opción d) será la reducción de las cosechas alternativas y consecuentemente, la relocalización de las actividades asociadas. La magnitud del impacto dependerá de cómo se relocalicen las actividades o usos desplazados.

El incremento en los precios de las cosechas creará incentivos para más uso de tierra en los países exportadores ej. EEUU, China, India, o Brasil y también en países importadores como China, Egipto, Japón, Alemania, España, Méjico, o Brasil. Consecuentemente, el uso de materias primas para biocarburantes puede generar: a) la conversión de tierras actualmente no cultivadas (tierras en retirada, barbechos, bosques); b) el cambio de los usos anteriores de la biomasa; y c) el cambio de actividades previas en un territorio. Estas actividades desplazadas provocarán un cambio de uso de la tierra en países donde el área para cultivo es escasa.

En la Unión Europea se espera que este desplazamiento se produzca en tierras abandonadas, pero en los países en desarrollo se teme que este desplazamiento conduzca a una ampliación del área de cultivo. La producción de biocarburantes también incrementará la producción de coproductos (paja de trigo o bagazo de caña de azúcar en la producción de etanol, o DDGS –granos destilados secos- en la producción de biodiésel), que tienen un alto contenido en proteínas y materia orgánica. El efecto sobre el ILUC de los coproductos puede ser muy diferente: Si los coproductos se utilizan para alimentación animal, pueden reducir considerablemente la presión sobre los piensos naturales. Un estudio de Gallager (2008) concluye que para la colza, la soja, el trigo y el maíz, el efecto sobre el desplazamiento de cosechas ricas en proteínas puede reducir el efecto neto de uso de la tierra entre el 60-80%. Pero si estos coproductos se utilizan para producción de energía, puede aumentar la presión agrícola para los productos de alimentación animal.

## **2. Estimación y cuantificación de las emisiones de GEI por el ILUC**

Para calcular el impacto en la emisión de GEI resultante del ILUC, son necesarias proyecciones de los impactos en el futuro, cuyo carácter es intrínsecamente incierto, en la medida en que los futuros acontecimientos no tienen por qué seguir necesariamente las tendencias del pasado. Además, la previsión de cambios del uso de la tierra nunca puede ser validada, puesto que dichos cambios son un fenómeno imposible de observar o medir directamente. Por consiguiente, es necesaria la elaboración de modelos para hacer una estimación del ILUC (EC, 2010).

Como los desplazamientos pueden realizarse en áreas externas a un país, o en periodos largos de tiempo, o distribuirse a través de un mercado global, el ILUC no puede ser determinado con respecto a una actividad productiva individual, es decir, es un efecto “no local”. Hacer este análisis requeriría una completa trazabilidad de la materia prima producida y estimar el efecto de su introducción en un mercado global, lo que requiere el conocimiento de datos sobre todos los usos de la tierra para todos los productos y en todos los países, datos que están todavía muy lejos de estar disponibles. Por tanto, solo podrá intentarse estimarse el efecto ILUC para un objetivo específico de una política concreta, como puede ser la reducción de las emisiones de GEI de los biocarburantes (Öko, 2010).

El ILUC, hasta el momento, no parece que pueda ser estimado para una actividad de producción individual de una materia prima, puesto que el desplazamiento puede: a) desplazar actividades agrícolas previas a áreas fuera del país; b) ocurrir con intervalos largos de tiempo; o c) ser distribuido a través de un mercado global. Para calcular el desplazamiento de tierras provocado por el ILUC, se utilizan modelos económicos para producción agrícola, que tratan de establecer las relaciones comerciales entre países,

productos y mercados. En estos modelos, la tierra es un “input” económico para producir productos, de forma que cualquier cambio en los mercados y en la producción puede ser computado y calculado como modificación del uso de la tierra. Posteriormente, para calcular las emisiones de GEI provocadas por la modificación de las reservas de carbono en las tierras desplazadas, será necesario utilizar modelos de tipo biofísico.

## 2.1 Metodología general

Según el informe de la CE (2010), la tarea de calcular las posibles implicaciones del ILUC en las emisiones de GEI se basa en establecer relaciones cuantitativas entre: a) la producción adicional de biomasa para biocarburantes y el desplazamiento previsible del producto del uso anterior de la tierra, y b) la cantidad de producción desplazada y su posible efecto directo LUC. Debe, por tanto, seguirse, las cuatro etapas siguientes:

- **Etapas 1:** Demanda adicional de biocarburante y la respuesta del mercado (cambios en mercados, comercio y producción). El resultado es la obtención de [Kg /a] por país.
- **Etapas 2:** Demanda de tierra adicional y desplazamiento debido a biocarburantes. El resultado es la obtención de [ha/a] por país.
- **Etapas 3:** Emisiones de GEI de la producción desplazada. Este parámetro depende del tipo de tierra y región del mundo y de los años considerados (ILUC/ha). El resultado es la obtención de [g CO<sub>2</sub> eq/ ha·a].
- **Etapas 4:** Influencia de la materia prima y procesado del biocarburante (ILUC/MJ) Depende del cultivo y productividad agrícola, y de la tecnología y su eficiencia de conversión (rendimiento energético). El resultado es la obtención de [g CO<sub>2</sub> eq/MJ] para cada categoría de biocarburante.

Los modelos disponibles para calcular las etapas 1 y 2 son de naturaleza económica y tienen diferente complejidad, sofisticación y transparencia. Pueden ser modelos econométricos más o menos complejos (de relación causal o deterministas), que tratan de establecer las relaciones comerciales entre países, productos y mercados. En estos modelos, la tierra es un “input” económico para producir productos, de forma que cualquier cambio en los mercados y en la producción puede ser computado y calculado como modificación del uso de la tierra. No existe un modelo considerado “óptimo”, cualquiera de las aproximaciones científicas puede ser válida, dependiendo del alcance y de las preguntas que se quieran contestar. Estudios detallados de modelos de cuantificación de ILUC se encuentran en las siguientes referencias: CARB (2010), EC (2010), Ecofys (2008a, 2008b) e IEA Bioenergy (2009).

Para las etapas 3 y 4 tienen que utilizarse modelos de naturaleza biofísica. Para deducir las emisiones de CO<sub>2</sub> resultantes de un ILUC dado, es necesario conocer el contenido de carbono de la tierra afectada antes de su conversión y después de ésta, para lo que también se necesita determinar cuál era el uso anterior y si efectivamente ha ocurrido el desplazamiento. Una vez estimadas las emisiones GEI derivadas del ILUC, queda la tarea de relacionar estas emisiones con el biocarburante final. Para esto hay que recurrir a los estudios de ACV que analizan todas las etapas técnicas del ciclo de vida del biocarburante.

Así, la cuantificación de las emisiones de GEI del ILUC necesita acoplar modelos de mundos diferentes. Esto implica la necesidad de disponer de definiciones coherentes de los datos, y de resoluciones espaciales y temporales compatibles, lo que dificulta la construcción y mantenimiento de las interfases entre los modelos. Esto último, debido a la falta de datos y a las restricciones estructurales de los modelos, solo podría ser parcial.

## 2.2 Cuestiones diferenciales en los modelos actuales

El estudio de la EC (2010) realiza un análisis comparativo de los modelos actualmente usados, destacando las diferencias destacadas entre ellos. Los modelos estiman cual es el probable LUC e ILUC que se producirá bajo diferentes escenarios, utilizando una serie de datos básicos, unos supuestos de base, un escenario “base” de comparación y diversos escenarios “con políticas de apoyo”. Algunos modelos suponen que la unidad de impacto del cambio de uso del suelo de los biocarburantes es una función lineal del volumen de biocarburantes consumido. Otros, en cambio, suponen que esta relación no es lineal y que la unidad de impacto es una función creciente del volumen de biocarburantes consumido. Los resultados de los modelos son expresados como la diferencia entre los impactos de LUC e ILUC producidos en los escenarios “base” y “con políticas de apoyo” dividida entre la diferencia entre los volúmenes de consumo de biocarburantes previstos en ellos.

Este estudio destaca las posibles variables en donde pueden producirse estas diferencias de forma significativa. Estas son: a) las fuentes de datos, ya que en datos económicos puede existir mucha elasticidad en los mercados; b) los “escenarios base”, “escenarios con políticas” y sus supuestos, ya que se basan en estudios de predicción de productividad de cosechas, consumo de carburantes para el transporte o porcentaje de biocarburantes en los mercados; c) modelos de cálculo, ya que algunos autores utilizan modelos económicos (estimando, por ejemplo, el ILUC derivado de una política de promoción de biocarburantes) y otros usan modelos agrícolas o ambientales (estimando, por ejemplo, el ILUC derivado del consumo de productos agrícolas en general); d) consideración o no de los coproductos, por su relación con el proceso de asignación de impactos; e) relación entre la productividad de las cosechas y la demanda, ya que un cambio en esta última puede causar cambios en la cantidad de fertilizantes a utilizar, en el desarrollo tecnológico, en la intensidad de los cultivos o provocar menos productividad de la tierra convertida; f) el impacto de las políticas públicas, ya que puede imponer restricciones referidas a la sostenibilidad de biocarburantes; g) determinación del tipo de tierra en que va a ser convertida, por los diferentes “stocks” en carbono de cada una de ellas; h) evaluación de los cambios en las reservas de carbono, ya que existen grandes diferencias en la consideración de las pérdidas de carbono al convertirse, la atribución de valores de reservas de carbono a la vegetación, o la absorción del carbono atmosférico de los bosques.

## 2.3 Resultados de los principales estudios realizados

La tabla 1 muestra los resultados de algunos estudios que consideran el ILUC neto total en algunas cadenas de biocarburantes comparados con los combustibles fósiles a los que sustituyen. En ella puede apreciarse que, con el tiempo, las estimaciones han ido siendo más favorables a los biocarburantes, pasando de ser significativamente inaceptables, a valores más admisibles. Puede suponerse que esto sea debido a que los datos y los métodos de estimación van mejorando, sin embargo, la gran cantidad de variables que se tratan de diferente manera en cada uno de los estudios no permite asegurar nada.

**Tabla 1. Estimación del ILUC sobre las emisiones GEI de biocarburantes (EC, 2010)**

Estudio	Fecha	LUC (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)	ILUC (g CO <sub>2</sub> eq/MJ)*
Searchinger et al.	2008	156 a 270	127 a 232
EPA	2009	106 a 130	41 a 52
CARB	2009	44 a 68	15 a -13
Tyner et al.	2009	36	8

EPA	2010	8 a 54	-4 a -69
Herter et al.	2010	40	10
Tyner et al.	2010	21 a 32	1 a -9
IFPRI	2010	17	-43

\*NOTA: Resultado del impacto neto sobre el consumo de biocombustible cuando se considera el ILUC (un valor negativo indica ahorros en las emisiones de GEI)

Entre otros estudios destacables, cabe citar los siguientes:

- IFPRI (2010). El estudio considera como supuesto central una proporción de biocarburantes de cultivos del 5,6% del total del transporte en 2020, y varias proporciones de participación del biodiésel y bioetanol. Dependiendo de esta relación las emisiones pueden variar de los 18 a los 45 g CO<sub>2</sub> eq/MJ. Los resultados del estudio están en la escala más baja de todos los obtenidos. La emisiones de ILUC marginales son de las más bajas respecto a otros estudios, resultando desde los 20 g CO<sub>2</sub> eq/ MJ del bioetanol de caña a los 80 g CO<sub>2</sub> eq/MJ del biodiésel de soja.
- JRC-IE (2010). En este estudio debido a las restricciones de los modelos, solo pueden obtenerse escasos resultados sobre las emisiones de GEI, sin embargo, el estudio da una aproximación grosera de lo que podría ser el efecto ILUC, suponiendo que el carbono desprendido del suelo es 40 t/ha/año durante un periodo de 20 años. Dependiendo de diferentes escenarios de mercado, las emisiones pueden variar de los 34 a los 64 g CO<sub>2</sub> eq/ MJ.
- E4Tech Study (2010). Este estudio, realizado por el departamento de transportes inglés, desarrolla valores específicos para varias cadenas de biocarburantes. Sus resultados son muy divergentes, encontrando desde los -53 a -5 g CO<sub>2</sub> eq/ MJ para el bioetanol de trigo, hasta los 6 a 82 g CO<sub>2</sub> eq/ MJ para el biodiésel de palma.
- PBL Studies (2010a-d). La Agencia de Análisis Medioambiental de Holanda (PBL) publicó durante 2010 varios estudios sobre el tema (PBL, 2010a-d), que dan una excelente idea sobre los aspectos clave de la cuantificación del ILUC, subrayando que, a pesar de la debilidad de los modelos, es posible hoy encontrar un razonable rango de resultados cuantitativos para las emisiones GEI derivadas del ILUC. El estudio analiza diversos modelos que cuantifican este efecto del ILUC obteniendo unos valores desde los 15 hasta los 250 g CO<sub>2</sub> eq/ MJ.
- Overmans et al. (2011). Estos investigadores han hecho intentos para estimar el ILUC a través de datos históricos, usando parámetros relacionados para calcular cual ha sido el efecto indirecto real de una determinada producción de biocarburantes. Estos modelos pretenden ser más simples que los citados en los estudios anteriores. Los resultados de las emisiones de las emisiones varían entre 25 y 154 g CO<sub>2</sub> eq/ MJ para el biodiésel y entre 30 y 204 g CO<sub>2</sub> eq/ MJ para el bioetanol.
- Kim & Dale (2011). Estos autores también estiman o detectan el ILUC a través de datos históricos. El estudio se limita al bioetanol de maíz y al biodiesel de soja. No trata de cuantificar ni predecir el ILUC, sólo de detectarlo, y utiliza una aproximación estadística basada en los patrones de uso de la tierra de determinadas regiones individuales y las importaciones de grano en esas regiones, en relación con la reducción de las exportaciones de maíz o soja derivadas de la producción de biocarburantes en EEUU. Finalmente, el estudio concluye en que no se ha producido ILUC o que los datos empíricos analizados no han podido detectarlo. No obstante, este estudio ha sido muy criticado por la comunidad científica interesada, afirmando que: a) la inferencia del estudio no está soportada por sus resultados; b) el estudio descansa en un error

conceptual fundamental sobre lo que es el ILUC; y c) que se basa sólo en dos variables de un sistema que tiene muchos factores interrelacionados, y que su nivel de significación estadística es muy limitado (O'Hare et al., 2011).

## 2.4 El factor ILUC

El Öko Institute (2010) ha desarrollado una metodología simplificada para introducir las emisiones potenciales de GEI derivadas del ILUC en las políticas regulatorias de los biocarburantes y evitar el uso de modelos complejos: el llamado "factor ILUC". Está basado en tres tareas principales: a) Suponer que los patrones actuales de uso de la tierra para producir productos agrícolas comercializados son una aproximación adecuada para deducir promedios globales de potenciales emisiones de GEI derivadas del ILUC; b) Aceptar que para el próximo futuro, los patrones de mercado global de los productos agrícolas pueden deducirse de las tendencias de mercado observadas ahora; y c) Aceptar que la perturbación de la producción agrícola y de los mercados debida al incremento de la demanda para producción de biocarburantes será relativamente pequeña en la próxima década, incluso si se cumplen los objetivos de las políticas de biocarburantes europea y americana, dado que la participación de las materias primas para biocarburantes representa menos del 10% de la masa global de productos no energéticos globalmente comercializados.

El factor ILUC es una aproximación determinista, que pretende obtener impactos medios para un año u otro periodo temporal dado, que se basa en que el potencial de emisiones de GEI es una función directa de la tierra utilizada para el cultivo del biocarburante, y en que sólo los flujos de mercado afectarán al desplazamiento de tierras. Así, con estas suposiciones, puede obtenerse un factor de emisión promedio por hectárea de tierra desplazada. Los valores del factor ILUC propuestos en el informe de 2010 varían entre los 34 y los 68 g CO<sub>2</sub> eq/MJ de biocarburante, lo que representa entre un 25 y un 50% de las emisiones calculadas actualmente.

Como se supone que el riesgo de desplazamiento cambia con el tiempo, se propone utilizar un factor ILUC dinámico, con valores que pueden ser superiores o inferiores en un 25%, dependiendo de las aproximaciones que se adopten. Los promotores de la propuesta piensan que, dado que los umbrales establecidos en la Directiva Europa son solamente de "pasa o no pasa", y no admiten ninguna flexibilidad que permita promover un biocarburante "bueno" frente a otro "malo", la introducción de un factor ILUC de aproximadamente 10-50 g CO<sub>2</sub> eq/ MJ solo afectaría al 10% de los biocarburantes, los que estén en los límites del umbral, y su impacto global podría ser solo marginal. Este factor ILUC podría ser aplicado cuando el riesgo de desplazamiento fuera del 100%. En la práctica, el riesgo será menor.

## 2.5 Comparación de los efectos del ILUC sobre los ahorros de emisiones de GEI de los biocarburantes

Para hacer una comparación de los efectos del ILUC sobre los ahorros de emisiones de GEI de los biocarburantes hay que considerar:

- El cálculo de las emisiones en toda la cadena de producción de biocarburantes: Se han hecho gran cantidad de estudios de ACV cuyos datos están bien definidos en la literatura. Sin embargo, no ha sido posible conocer bien los datos utilizados y cómo han sido tenidos en cuenta en los cálculos de los valores del ILUC analizados, por lo que no es posible estimar adecuadamente cómo estos valores afectan a los resultados anteriores. Ninguno de los estudios tiene en cuenta la probabilidad de que las cadenas de biocarburantes mejoren con perspectivas a 2030.
- El cálculo de las emisiones evitadas usando un comparador para los combustibles fósiles sustituidos: La cuestión que surge respecto a este tema sería: ¿Cuál es el combustible que sustituiría a los biocarburantes, en caso de que éstos no se utilizaran?



El comparador fósil debería ser el de la fuente marginal de sustitución en el 2020, no la media. La legislación de biocarburantes esta pensada para largo plazo, ya que las cantidades que se prevén están lejos de ser las actuales y el beneficio esperado puede influir sobre las inversiones. Este no ha sido el caso en los estudios realizados (algunos de los expuestos anteriormente), donde se han utilizado valores medios de las emisiones actuales del crudo convencional.

- La decisión de cómo el cambio en los “stocks” de carbono debería ser comparado con los ahorros anuales esperados de utilizar biocarburantes en lugar de combustibles fósiles: El método requerido por la RED (2009) en relación con el LUC, es dividir el cambio en las reservas de carbono por 20. Esta suposición, aunque simple, es relativamente conservadora, ya que en Estados Unidos tienden a usar un periodo de 30 años, lo que reduciría los impactos un 33%. Cualquier aproximación más sofisticada pondría de manifiesto los temas científicos que están actualmente sin resolver y que deberían ser considerados en el marco del IPCC en línea con el cálculo de los potenciales de calentamiento global de diferentes gases.

### 3. Propuestas de actuación con respecto a la inclusión del ILUC

Actualmente, algunos países están tomando medidas para la introducción del ILUC en sus políticas regulatorias de biocarburantes. El caso de la UE sí que ha introducido el LUC en su metodología para el cálculo de las emisiones GEI, pero todavía no ha tomado ninguna decisión con respecto al ILUC. La CE, como era preceptivo en las Directivas comunitarias RED (2009) y FQD (2009), hizo un informe al Parlamento y al Consejo en diciembre de 2010 en el que manifestaba su convencimiento de que el ILUC debería ser considerado de alguna manera, pero todavía debía analizar la forma de hacerlo, ante las incertidumbres en los modelos actuales utilizados para su cuantificación. Entonces, la CE realizó dos consultas públicas para apoyar su informe, con objeto de contrastar las opiniones de los principales actores implicados en el tema, además de dos seminarios con participación de los principales expertos e instituciones interesados. Además, ha encargado varios informes a diferentes organismos con el fin de acumular conocimiento científico para apoyar su toma de decisiones (EC, 2010).

En la primera de las consultas (en julio de 2009), la CE proponía hasta ocho posibles opciones para la actuación de la UE respecto al ILUC. Estas opciones fueron: a) Extender las restricciones sobre LUC impuestas a los biocarburantes consumidos en Europa, a otros productos o países; b) Acuerdos internacionales para proteger los ecosistemas ricos en carbono; c) Dejar las cosas como están; d) Reducir límites mínimos establecidos en las directivas; e) Extender el uso de las bonificaciones en el cómputo de las emisiones de CO<sub>2</sub>; f) Requerimientos adicionales para biocarburantes procedentes de tierras con alta probabilidad de provocar daño por ILUC; y g) Computar las emisiones derivadas del ILUC e incluirlas en la contabilización de las emisiones para la aplicación de los criterios de sostenibilidad.

En marzo de 2010, la Comisión hizo públicos los 71 escritos recibidos de países miembros y terceros países (28%), organismos oficiales (6%), de la industria (45%) de ONGs (13%) y de centros de investigación (8%). España respondió, a través del IDAE, apoyando la opción c – dejar las cosas como están - basándose en que no existe suficiente conocimiento científico para adoptar una solución fiable, y rechazando la g, por razones similares; en esta línea estaba Argentina, Malasia y Brasil, pero no así socios europeos como Francia, Holanda (con matices) y el Reino Unido. Este último apoyaba la opción g como la mejor alternativa para distinguir un biocarburante bueno de otro malo.

En la línea española estaban también las principales asociaciones de productores de biocarburantes. Sin embargo, es bien conocido que dos sectores antagónicos en el

desarrollo de la política energética mundial, como son los grupos ambientalistas y las compañías petroleras, comparten a veces posturas similares en el caso de los biocarburantes, aunque por razones diferentes. Así, en esta ocasión, ambos se inclinan en su mayoría por la opción *g*: computar las emisiones derivadas del ILUC e incluirlas en la contabilización de las emisiones para la aplicación de los criterios de sostenibilidad. Las compañías petroleras consideran que esa opción es vital si se quiere lograr una verdadera reducción de los GEI, aunque algunos reconocen que no existen todavía todas las metodologías económicas y científicas que permiten culpar a los biocarburantes del ILUC. Los grupos ambientalistas no tienen ninguna duda sobre la necesidad de incluir el ILUC en los cálculos de emisiones de GEI tanto en la normativa de la UE, como en las políticas públicas nacionales de promoción de los biocarburantes.

Posteriormente, la CE lanzó una segunda consulta (octubre de 2010), con objeto de completar su conocimiento y buscar mayor ayuda para adoptar la actuación adecuada sobre cómo tratar este tema. Se recibieron un total de 145 respuestas. En la mayoría de las respuestas de la industria, agricultores y terceros países se opinaba que todavía no hay base científica que justifique tomar ninguna acción, aunque apoyan convenios internacionales para proteger las tierras con alto contenido de carbono. Por otro lado, la mayor parte de las ONGs y algunas industrias ajenas a los biocarburantes, apoyan la inclusión del ILUC en el cálculo actual de las emisiones GEI del ACV de los biocarburantes. Finalmente cabe destacar que los estados miembros seguían divididos en esta cuestión.

No obstante, algunos estudios están considerando diversas aproximaciones para incorporar el efecto ILUC en las normativas de sostenibilidad de biocarburantes, tanto en la cuantificación de las emisiones de GEI como mediante otras formas de conseguir reducir el efecto ILUC o minimizar su impacto. Cabe destacar el estudio de Öko Institute (2010), en el que, además de la inclusión del “factor ILUC”, los autores indican algunas formas de compensar el efecto ILUC, una vez que haya sido cuantificado, como: a) compensando los incrementos de GEI a través de los sistemas de reducción de emisiones (uso de mecanismos de desarrollo limpio o del sistema de mercado de emisiones europeo), o b) compensándolos a través del incremento del rendimiento de las cosechas. En el mismo estudio, también se identifican otras opciones para compensar el ILUC sin necesidad de cuantificarlo, como: a) priorizar las materias primas de bajo o nulo riesgo de ILUC, en las políticas de biocarburantes o de biomasa; b) Priorizar las tierras para cultivos que no entren en competencia con otros usos; c) Mejorar la contabilidad del carbono hasta considerar un sistema global completo, y establecer un techo de emisiones LUC para todos los países; d) Contabilizar todas las emisiones relacionadas con LUC en todas las “huellas de carbono” de todos los productos que utilicen biomasa; e) Aumentar la eficiencia global del uso de la bioenergía; o f) Encontrar esquemas de financiación y apoyo para mejores técnicas de gestión del uso de la tierra y prácticas agrícolas para cosechas de biocarburantes. Finalmente, manifiesta que todas las opciones alternativas para evitar el ILUC sin tener que cuantificarlo son desafortunadamente más caras, por lo que el desplazamiento y el ILUC consiguiente, se mantendrán a menos que haya otras señales claras al mercado. Cualquiera de estas señales, tendrá que distinguir entre biocarburantes “buenos o malos” y eso va a requerir algún tipo de cuantificación del ILUC.

#### **4. Conclusiones y futuros desarrollos**

Sobre la metodología general, se puede concluir que la cuantificación del ILUC requiere acoplar varios modelos de muy diferentes tipos (económicos, biofísicos y técnicos). Además, cada modelo tiene sus incertidumbres intrínsecas y los datos requeridos para los modelos de impacto global son cuantiosos (si no se usan aproximaciones simplificadas).

De los estudios revisados no es posible concluir definitivamente si un tipo de biocarburante se comporta mejor que otro, en relación al ILUC, o si para un tipo de biocarburante concreto,

existen diferencias dependiendo de la región donde se produzca la demanda. Teniendo en cuenta la importancia de estos datos para la toma de decisiones políticas, es una pena que no se haya profundizado aún más en estos aspectos.

No obstante, se siguen presentando propuestas de inclusión (o no) del mismo y existe un continuo debate por parte de la comunidad científica internacional y las partes interesadas. Para un futuro haría falta más consenso entre todas las partes. En la actualidad (marzo de 2012), y el caso español en Europa, existen discrepancias basadas en las conclusiones de la CE sobre las emisiones de GEI achacables a los biocarburantes tras añadirles las procedentes del ILUC. Esto ha ocasionado una avalancha de reacciones debido a que considera que hasta tres tipos de biodiésel presentan más emisiones de GEI que el diésel convencional. Desde el Ministerio de Industria hasta los productores de biocarburantes han mostrado el rechazo ya que consideran que la metodología no es adecuada para su cálculo y que, además, no se consideran los efectos indirectos relacionados con los coproductos de las refinerías (que tienen un alto nivel de toxicidad), los derrames de petróleo, el desplazamiento de la tierra durante su extracción o el uso de fuerzas y equipos militares en países conflictivos para proteger el suministro, entre otros.

## 5. Referencias

- CARB (2010). *Low Carbon Fuel*, California Air Resources Board, Standard Expert Workgroup. <http://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/workgroups/ewg/expertworkgroup.htm> (acceso Septiembre 2011).
- E4Tech (2010). *A causal descriptive approach to modelling the GEI emissions associated with the indirect land use change impacts of biofuels*, Final report prepared for UK Department for Transport; London (England). <http://www.dft.gov.uk/pgr/roads/environment/research/biofuels/pdf/report.pdf> (acceso Septiembre 2011).
- EC (2010). *Informe de la Comisión sobre el cambio indirecto del uso de la tierra en relación con los biocarburantes y biolíquidos*, Comisión Europea, COM (2010) 811 Final, Bruselas (Bélgica).
- Ecofys (2008a). *Review of EU's Impact assessment of 10% biofuels on land use change*, report for AEA for the Gallagher review of indirect effects of biofuels production, England.
- Ecofys (2008b). *Land use requirements of different EU biofuel scenarios in 2020*, report for AEA for the Gallagher review of indirect effects of biofuels production, England.
- Gallagher E. (2008). *The Gallagher review of the indirect effects of biofuel production*, Renewable Fuels Agency report, East Sussex (Estados Unidos). [http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/UNIDO\\_Header\\_Site/Subsites/Green\\_Industry\\_Asia\\_Conference\\_Maanila\\_GC13/Gallagher\\_Report.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/UNIDO_Header_Site/Subsites/Green_Industry_Asia_Conference_Maanila_GC13/Gallagher_Report.pdf) (acceso Septiembre 2011).
- IEA Bioenergy (2009). *Task 38: Land use changes due to bioenergy: quantifying and managing climate change and other environmental impacts*, Report, Helsinki (Finland). <http://ieabioenergy-task38.org/workshops/helsinki09/> (acceso Septiembre 2011).
- IFPRI (2010). *Global Trade and Environmental Impact Study of the EU Biofuels Mandate*, International Food Policy Research Institute, Technical report, Washington DC (USA).
- FQD (2009). Diario Oficial de la Unión Europea (05/06/2009). Directiva 2009/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 por la que se modifica la Directiva 98/70/CE en relación con las especificaciones de la gasolina, el diésel y el gasóleo, se introduce un mecanismo para controlar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se modifica la Directiva 1999/32/CE del Consejo en relación con las

especificaciones del combustible utilizado por los buques de navegación interior y se deroga la Directiva 93/12/CEE.

- JRC-IE (2010). *Indirect Land Use Change from increased biofuels demand - Comparison of models and results for marginal biofuels production from different feedstocks*, by Edwards, R., Mulligan, D., Marelli, L. (EC Joint Research Centre - Institute for Energy) Ispra (Italy). [http://re.jrc.ec.europa.eu/bf-tp/download/ILUC\\_modelling\\_comparison.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/bf-tp/download/ILUC_modelling_comparison.pdf) (acceso Septiembre 2011).
- Kim S., Dale B.E. (2011). Indirect land use change for biofuels: testing predictions and improving analytical methodologies, *Biomass & Bioenergy*, Vol.35 (7) 3235-3240.
- O'Hare M., Deluchi M., Edwards R., Fritsche U., Gibbs H., Hertel T., Hill J., Kammem D., Marelli L., Mulligan D., Plevin R., Tyner W. (2011) Comment on "Indirect land use change for biofuels: testing predictions and improving analytical methodologies." By Kim & Dale: statistical reliability and definition of the ILUC issue" Short Communication, *Biomass and bioenergy*, Vol. 35 (10) 4485-4487.
- Öko Institute (2010). *The ILUC factor as a means to hedge risks of GHG emissions from ILUC*, Öko Institute report, Darmstadt (Germany). <http://www.oeko.de/oekodoc/1030/2010-082-en.pdf> (acceso Septiembre 2011).
- Overmans K.P, Stephes E., Ros, J.P.M., Trins A.G. (2011). Indirect land use change emissions related to EU biofuel consumption: an analysis based on historical data, *Environmental Science & Policy* 14, 248-257.
- PBL (2010a). Identifying the indirect effects of bio-energy production, Netherlands Environmental Assessment Agency. <http://www.mnp.nl/bibliotheek/rapporten/500143003.pdf> (acceso Septiembre 2011).
- PBL (2010b). Evaluation of the indirect effects of biofuel production on biodiversity assessment across spatial and temporal scales, Netherlands Environmental Assessment Agency. <http://www.mnp.nl/bibliotheek/rapporten/500143007.pdf> (acceso Septiembre 2011).
- PBL (2010c) Are models suitable for determining ILUC factors?, Netherlands Environmental Assessment Agency. <http://www.mnp.nl/bibliotheek/rapporten/500143006.pdf> (acceso Septiembre 2011).
- PBL (2010d). Indirect effects of biofuels: intensification of agricultural production, Netherlands Environmental Assessment Agency. <http://www.mnp.nl/bibliotheek/rapporten/500143005.pdf> (acceso Septiembre 2011).
- RED (2009) Diario Oficial de la Unión Europea (05.06.2009). Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

**Correspondencia** (Para más información contacte con):

Daniel Garraín Cordero  
Ministerio de Economía y Competitividad  
CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)  
Departamento de Energía – Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos  
Av. Complutense, 40 – E28040 Madrid (España)  
Tel: +34 913466091  
Fax: +34 913466005  
E-mail: daniel.garrain@ciemat.es  
URL: <http://www.ciemat.es>