

El Análisis de Ciclo de Vida (LCA) como Herramienta Cuantitativa para Evaluar el Desempeño Ambiental de Producto

Autor: Leila Schein- Leila.schein@erm.com - ERM Argentina

Sinopsis

Se presenta el Análisis de ciclo de vida (LCA por sus siglas en inglés) como una metodología cuantitativa que permite calcular las cargas ambientales asociadas al desempeño de la función de un producto, en su ciclo de vida completo: adquisición de materiales, manufactura, uso, distribución y disposición final. El objetivo de la aplicación de este tipo de análisis permite identificar oportunidades, riesgos y costos ocultos en ineficiencias o puntos críticos del sistema donde se pueden evaluar alternativas de diseño, equipamiento u operación.

El objetivo principal es reducir el consumo de recursos y la generación de residuos, mejorando así el desempeño ambiental a través de una gestión sustentable y transparente, que puede ser comunicada a partes interesadas y afectadas, clientes y proveedores y a la sociedad en su conjunto.

El análisis transversal del “sistema producto” a través del enfoque de unidad funcional, implica ir más allá de los límites de las instalaciones y permite evaluar comparativamente el desempeño de sistemas con funciones equivalentes y se utiliza cada vez más para dirimir debates y sustentar con base científica, por ejemplo, si la producción, utilización y gestión de residuos de los bio-plásticos impacta menos en el medio ambiente que el ciclo de vida de plásticos convencionales; o si la utilización de biocombustibles puede considerarse ambientalmente menos perjudicial.

Como herramienta técnica el Análisis de Ciclo de Vida cuenta con más de 30 años de desarrollo en arenas científicas y técnicas. Actualmente el concepto de ciclo de vida sustenta el desarrollo de normas y estándares de desempeño ambiental (ISO series 14020, 14040 y 14060; PAS (BS), certificaciones de múltiples sistemas de ecoetiquetado y esta en la base de las consideraciones de las metodologías de desarrollo y evaluación de proyectos MDL).

Más allá de la identificación de aspectos mejorables del sistema producto bajo estudio, este tipo de análisis asegura la disponibilidad de información de ciclo de vida para la toma de decisiones, en todo momento y en todos los niveles.

Entre los beneficios marginales de su aplicación, se encuentra: el aumento de las ventajas competitivas a través de la innovación, el posicionamiento estratégico en el mercado, la mejora de la imagen pública y la relación con partes interesadas y afectadas, a través de la comunicación vía reportes de sustentabilidad, declaraciones ambientales de producto (EPDs), indicadores de desempeño, entre otros.

La industria energética es el sostén de la industria y como tal influye en todos los niveles de la cadena de producción, tomar conciencia que la gestión de la Sustentabilidad de sus productos tendrá indefectiblemente un fuerte impacto positivo en la cadena de valor derivada de ellos. El presente trabajo, presentará aplicaciones de desarrollos en el sector E&P para ilustrar los conceptos expuestos.

Palabras Clave: Análisis de ciclo de vida, LCA, desempeño ambiental, identificación de puntos críticos, sustentabilidad.

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo principal presentar la potencialidad de la herramienta análisis de ciclo de vida, para la evaluación de desempeño ambiental en todas las etapas del ciclo de vida de un producto o servicio. En este caso particular, se presentaran las posibilidades de aplicar la metodología para realizar comparaciones equitativas entre distintos tipos de combustibles, de origen fósil y vegetal, para aportar una perspectiva nueva en este debate, tan ampliamente difundido.

Si bien no existe un consenso técnico totalmente aceptado, los hechos están demostrando que mas allá de los cuestionamientos e incertidumbres relacionadas con la sustentabilidad de la oferta de combustibles mixtos, con porcentajes de biocombustibles en combustibles convencionales, cada vez mas empiezan a efectivizarse inversiones concretas en el desarrollo de infraestructura industrial, para lograr la escala de producción que pueda competir, o mejor dicho, complementar, la oferta de combustible de origen fósil/convencional.

Este cambio, surgido en los últimos años a nivel mundial y cabalmente acelerado en el ámbito local a partir de la ley de biocombustibles recientemente sancionada, pone al sector energético en el lugar de comprender, y asimilar el concepto de biocombustibles, para poder integrarse a las condiciones actuales de comercialización de biocombustibles.

Desarrollo

Para exponer las posibilidades del análisis de ciclo de vida y destacar su aporte como herramienta, en el contexto arriba citado, es preciso adentrarse en el concepto de ciclo de vida: En términos generales, como se puede observar en la figura N°1 el esquema de ciclo de vida de un producto:



Es la secuencia de procesos asociados a un sistema de producción. Inicia con las materias primas y la energía necesaria para ser manufacturado y distribuido. Luego, también comprende la etapa de uso (donde el diseño del producto impacta directamente: vida útil, demanda energética, etc.) y fin de ciclo de vida, mediando el reciclaje, donde las materias primas y sus transformación influyen claramente, por el tipo de material que se deba disponer. En líneas generales, los diseños ambientalmente amigables están determinados por la demanda de gestión de en su etapa de fin de ciclo de vida: posibilidades y costos monetarios, energéticos y ambientales del reciclaje y disposición final del residuos definitivo.

Etapas de la realización de un Análisis de Ciclo de Vida:

- Definición de objetivos: describe la aplicación que cubre el análisis, las razones por las que se efectúa el análisis y el público objetivo.
- El alcance, es la descripción técnica y detallada del "sistema producto" analizado o del nuevo escenario.
- Recogida de datos en inventario de ciclo de vida; se trata de recoger y cuantificar diferentes inputs y outputs y se calculan las "sumas respectivas" para el sistema producto estudiado.
- Valoración de los impactos de ciclo de vida; el objetivo es entender y valorar la amplitud y la significación de los impactos medioambientales de un sistema de producto.
- Interpretación; en función de los objetivos y del alcance predefinidos, se extraen una serie de conclusiones. A partir de estas conclusiones se elaboran recomendaciones.

Sistema-producto

El punto de partida de este tipo de estudios es un diagrama de flujo, que represente gráficamente la estructura del sistema producto y que ilustre la interdependencia de los procesos y subsistemas involucrados. En este tipo de diagrama, los nodos son los procesos y los conectores son los flujos (materiales, energéticos o ambientales).

La interdependencia material o económica, y sobre todo la económica, entre procesos asociados directa o indirectamente a un sistema productivo puede ser infinita, por lo tanto es preciso aplicar criterios para limitar el sistema en estudio. Esta es una instancia relativamente subjetiva, en la que se recorta el sistema, de acuerdo a los objetivos y el alcance propuesto. En todo Análisis de Ciclo de Vida la justificación de estos límites debe ser explícita y pertinente. Existen una serie de criterios genéricos que, además de la vasta bibliografía metodológica ya existente en la materia, simplifican la tarea de considerar que unidades o procesos se incluirán en el estudio de ACV y cuales se excluirán, y porque. En general se aplican los siguientes:

- Límites entre el sistema tecnológico y el sistema "naturaleza" (materias elaboradas o materias primas)
- Área geográfica Horizonte de tiempo
- Límites entre el actual ciclo de vida y los ciclos de vida de otros sistemas relacionados.

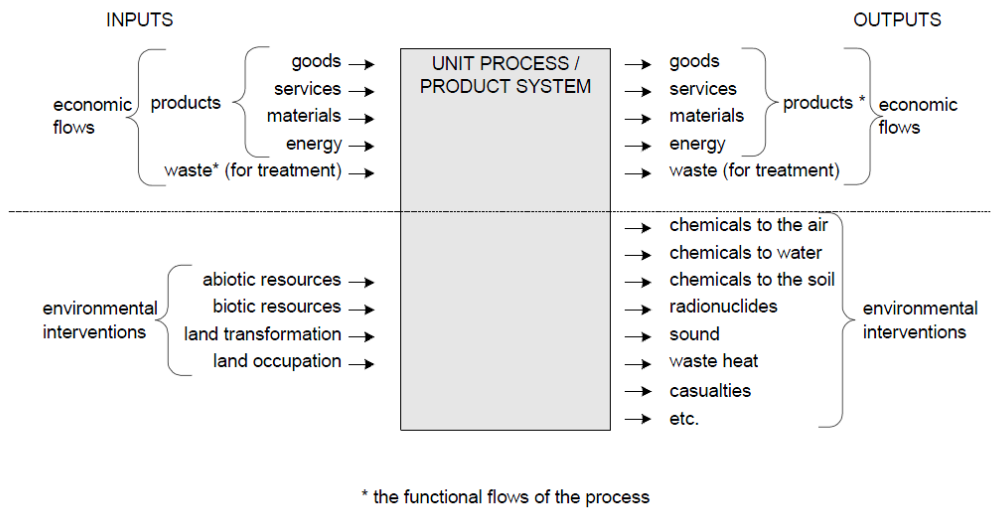
Inventario

El conjunto de entradas (materia prima, energía, transporte, trabajo, subproductos reciclados de otros procesos, etc.) y salidas (residuos, emisiones, subproductos a reciclar en otros procesos, etc) relacionadas con la función o producto generado por el proceso. Los datos son validados y relacionados con la unidad funcional de manera que se puedan agregar los resultados. Una etapa importante en el proceso de cálculo es la ubicación de los flujos, ej. Relativos al aire, agua y terreno.¹

La siguiente figura², ilustra los componentes teóricos de un inventario de ciclo de vida.

¹ http://www.ecoil.tuc.gr/LCA-2_SP.pdf.

² 2008- UNEP LCA Training Kit Module a –LCA and decision support



Se considera que el sistema bajo estudio cumple una función, la medida del desempeño de esa función se denomina unidad funcional. Esta unidad, cuando se trata de evaluar comparativamente dos o más sistemas se adopta como un valor que tendrá un flujo de referencia que represente esa cantidad: la cantidad necesaria de producto para lograr la medida de la función del sistema que interesa evaluar.

La unidad funcional, UF, es un concepto central en ACV ya que es la base para el cálculo de entradas y salidas del inventario y la cual se referirá la carga ambiental evaluada. El hecho de evaluar unidades funcionales permite tratar de forma equivalente a sistemas alternativos para compararlos sobre una base común. Dentro de la misma debe considerarse la durabilidad de los productos, en muchos casos su multifuncionalidad y otras funciones cualitativas³. El flujo de referencia se convierte en el punto de partida para construir los modelos necesarios de los sistemas de producto.

El orden lógico para la realización de este tipo de análisis implica la realización de un esquema de flujo donde se ilustren las relaciones del sistema producto evaluado, considerando lo mencionado respecto de la unidad funcional y los límites del mismo.

Hay distintas fuentes de datos: primarias, obtenidas de medidas, entrevistas o extraída de reportes e información “secundaria” obtenida de Inventarios de Ciclo de Vida, grandes bases de datos construidas a partir de informaciones oficiales, que suelen representar los datos medios por país o por tipo de tecnología. Son la base fundamental de la realización de cualquier ACV, y es por ello que resultan tan importantes.

El mayor desarrollo de este tipo de base de datos se produjo durante los últimos 15 años en Europa, Estados Unidos y Japón, que ya cuentan con varias generaciones de bases de datos, sobre las que complementan y mejoran la calidad de la información de manera periódica. En otros países se están comenzando a implementar programas que apuntan a la elaboración de Bases de Datos para Inventario de Ciclo de Vida nacionales, con el objetivo de elaborar Análisis de Ciclo de Vida con datos locales: ALCAS – Australian Life Cycle Assessment (www.alcas.asn.au/), ISLCA – Indian Society for LCA (www.members.tripod.com/neef.in/); KS LCA – Korean Society for LCA (<http://user.chollian.net/~kslca/>); Thailand National LCI Database; (http://www.mtec.or.th/website/article_list.aspx?id=48&cate=28); Taiwan Industrial Technology Research

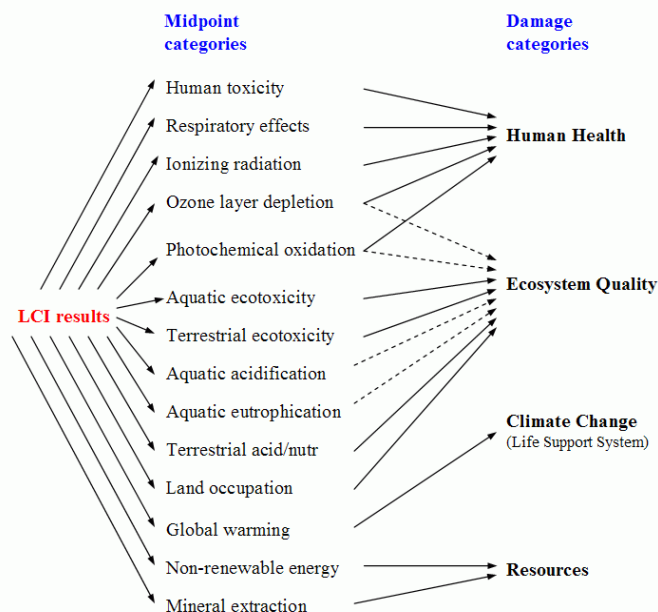
³ http://www.cfia.or.cr/cc_sostenible/descargas/Otras%20Presentaciones%20relacionadas/Unidad%20funcional.ppt#342,5,Slide 5

Institute, China Sichuan University, Brazil 1. Associação Brasileira do Ciclo de Vida (www.ciclodevida.ufsc.br/acv/); 2. Grupo de pesquisas em Avaliacao do Ciclo de Vida de la Universidade Federal de Santa Catarina; Mexico Mexican Center for LCA and Sustainable Design (www.lcamexico.com/contact.htm).

Este tipo de información comprende todos aquellos datos relacionados con la producción y distribución de energía, la extracción de materia prima y combustibles y los esquemas primarios de distribución de estos bienes, sobre los que se sustenta la estructura económica de un país. El hecho de contar con este nivel de información a nivel local permite la implementación de sistemas nacionales de ecoetiquetado y garantiza el cumplimiento de requisitos normativos de otros países, en cuanto a la demanda de evidencia de las medidas de control tomadas para reducir el impacto ambiental de los productos y servicios, principalmente vinculadas al comercio internacional.

Modelos de evaluación de impacto

Una vez reunidos los datos del inventario de ciclo de vida, para el sistema definido y en los términos de la unidad funcional determinada, se procede a evaluar el impacto ambiental de ese sistema-producto. Para ello, es necesario aplicar un modelo de evaluación de impacto de ciclo de vida, que consiste en una trama de relaciones entre los elementos del inventario (sustancias, materias primas, energía y emisiones), y el medio local o global, según el tipo de factor, sobre el que impactan. Existen distintos modelos, este es uno de los desarrollados denominado IMPACT 2002+. A continuación se muestra muy sintéticamente como se plantean estas relaciones. La forma en que cada modelo funciona es información privada pertenece a las empresas/instituciones que los desarrollan.⁴



En esta instancia es importante mencionar que se considera que las denominadas “*Damage categories*”, también conocidas como “*Endopint Categories*”, Categorías de daño o impacto final, llevan asociados una serie de criterios técnicos para distribuir y asignar los impactos en los distintos factores ambientales

⁴ IMPACT 2002 +. Inicialmente desarrollado por al Escuela Politécnica de Laussane, fue luego retomado por la Universidad de Michigan, bajo el equipo coordinado por el Dr. Oliver Jolliet actualmente trabajando con el CIRAGI de Montreal.

agregándose para afectar la salud humana, la calidad del ecosistema, el proceso de cambio climático o el agotamiento de recursos naturales.

Cabe aclarar que los resultados están directamente relacionados con las consideraciones de los cálculos. El ACV es un modelo, donde las consideraciones con las que se define la utilización de los datos pueden cambiar drásticamente los resultados.

Existe un creciente desarrollo de normativa específica para homologar la aplicación de este tipo de análisis: directivas y normativas específicas que permiten, bajo ciertas condiciones, la publicación de los resultados para análisis de producto y comparativos. El concepto de ciclo de vida sustenta el desarrollo de normas y estándares de desempeño ambiental (ISO series 14020, 14040 y 14060; PAS (BS), certificaciones de múltiples sistemas de eco etiquetado y esta en la base de las consideraciones de las metodologías de desarrollo y evaluación de proyectos MDL (Mecanismos de desarrollo limpio).

El debate sobre el desempeño ambiental de los biocombustibles, frente a los combustibles convencionales tiene ya muchos años de vigencia y todavía no ha surgido una respuesta clara y unívoca. En el transcurso de los últimos años el análisis de ciclo de vida se ha aplicado en la evaluación comparativa de sistemas de producción y uso de distintos tipos de combustible.

Esto se debe, en gran parte, a que las consideraciones a la hora de elaborar ACV hay un fuerte grado de subjetividad, razón por la cual los resultados pueden variar significativamente.

A continuación se presentan los resultados y un breve comentario respecto de las consideraciones abordadas para un ACV comparativo entre diesel y biodiesel, realizado en 1998 y otro realizado en 2008 con la novedad de haber incorporado, en las etapas de toma de decisiones subjetivas, la opinión de distintas partes interesadas, para “salvar” la subjetividad y lograr así resultados más objetivos.

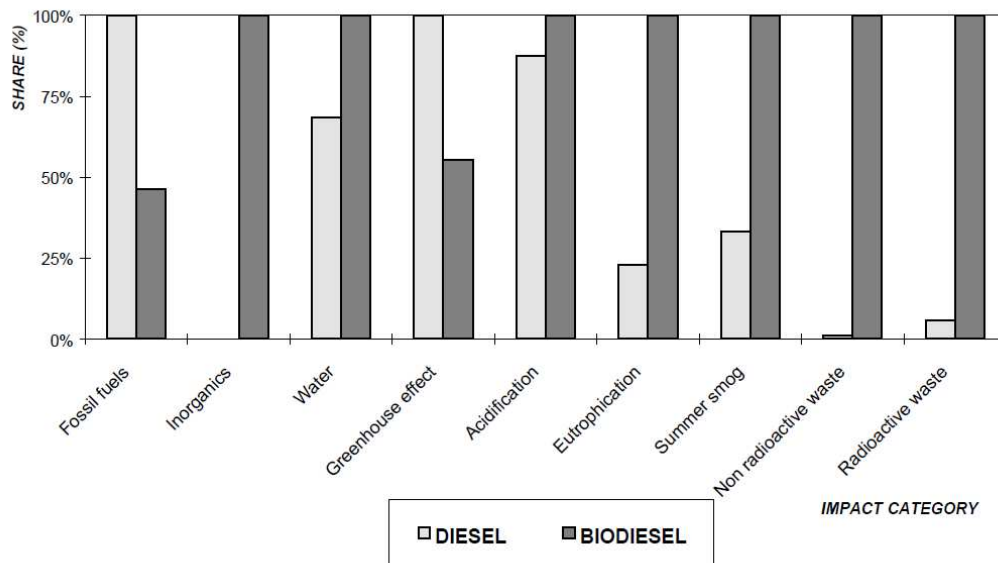
El primer caso a presentar⁵, publicado en 1998 abarca la comparación entre diesel y biodiesel de primera generación, elaborado a partir de productos alimenticios. Calcula la unidad funcional y el flujo de referencia considerando que serán utilizados en autos idénticos funcionando en iguales condiciones para recorrer 100 km con diesel y biodiesel. La unidad funcional definida: la cantidad de combustible necesario para recorrer 100 km, tiene un flujo de referencia de 1 y 0,9 kg de combustible, respectivamente.

Ambos análisis cubren desde la extracción de materia prima y concluyen con la combustión del producto en el motor del auto. Asimismo, el transporte de los combustibles hasta la boca de expendio tampoco fue evaluado, dado que se considera equivalente entre ambos combustibles. La única diferencia en el transporte de ambos, es la cantidad de combustible a ser transportado para la función equivalente.

El análisis se basó en las normas de la serie ISO 14040, que define 4 etapas: definición de alcances y objetivo, análisis de inventario, evaluación de impactos e interpretación. En este trabajo se puso especial hincapié en la etapa de evaluación de impactos, donde se relaciona los resultados obtenidos del análisis de inventario, y se reduce a una serie de categorías ambientales, de modo tal que el resultado se de fácil interpretación. Este resultado, denominado perfil ambiental representa la contribución relativa de las distintas etapas del ciclo de vida del producto evaluado, en cada categoría de impacto, en referencia a la unidad funcional definida.

⁵ L. De Nocker, C. Spirinckx and R. Torfs
VITO, Flemish Institute for Technological Research
Comparison of LCA and External-cost analysis for biodiesel and diesel

Bajo el interrogante de si el biodiesel tiene efectivamente un mejor desempeño ambiental que el diesel de origen fósil, se lleva a cabo este trabajo y se obtienen los siguientes resultados:



Se observa que en la mayoría de las categorías de impacto el biodiesel tiene un peor desempeño ambiental: excepto en consumo de combustibles fósiles y potencial de calentamiento global. Las categorías en las que el biodiesel impacta peor que el diesel de origen fósil, están relacionadas con los procesos de manejo de cultivo (aplicación de pesticidas y fertilizantes) y procesos de

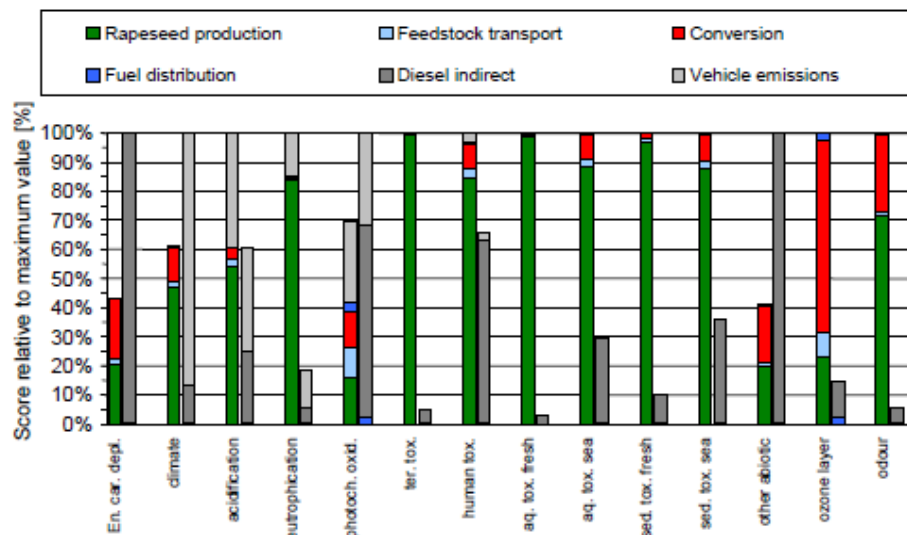
En el caso del biodiesel, se trata de la absorción de CO₂ del cultivo, que se computa dentro del ciclo, considerándose por tanto, solo la utilización de combustibles fósiles que intervienen en el proceso de conversión a diesel, de los aceites extraídos del cultivo.

El otro trabajo que citamos, fue realizado por un consorcio de empresas y entes gubernamentales de Holanda, publicado en 2008. Se trata de un ACV comparativo entre combustibles de origen fósil y biocombustibles.

La particularidad de este trabajo, es que se propone como objetivo, además de comunicar los resultados de la evaluación de impacto ambiental de los biocombustibles analizados, involucrar activamente a las partes interesadas (stakeholders) en todo el proceso del ACV, incluyendo la determinación de los datos de ingresos de los parámetros evaluados, para incorporar el criterio de las partes interesadas, en búsqueda de resultados mas objetivos.

Las partes interesadas involucradas fueron los siguientes grupos: productores de materias primas, productores de biodiesel, representantes de la industria aceitera, ONGs ambientales, usuarios finales y representantes gubernamentales. Todos ellos fueron instruidos para comprender los procesos metodologicos del ACV y algunos procesos técnicos del sistema en estudio: balances de N de la cosecha, por ejemplo.

Los escenarios analizados fueron varios, se destacan biodiesel de colza y bioetanol de trigo, entre otros, que involucran distintos tipos de biocombustibles. Se presentan los resultados del biodiesel, para corresponderse con los del trabajo anteriormente citado.



Los biocombustibles evaluados han demostrado tener un peor desempeño ambiental en términos de acidificación y eutrofización, causados por las emisiones al medio de la etapa agrícola (NO_x, SO_x y fosfatos). Todas estas emisiones asociadas al manejo agrícola y en particular al tipo de fertilizante aplicado, a la época de la cosecha, el tipo de suelo y otras variables.

Es importante destacar que los trabajos mencionados han sido extremadamente sintetizados, para extraer algunos aspectos a desatacar. Se presentan las citas correspondientes y se propone profundizar su lectura y comprensión, dado que existen valiosas conclusiones.

Perspectivas de “otros” biocombustibles (segunda y tercera generación)

Existen, otras generaciones de biocombustibles que de alguna manera han respondido a la inquietud a propósito de la eventual competencia de los cultivos energéticos con los alimenticios. Estos biocombustibles, denominados de segunda y tercera generación, siguen siendo evaluados en cuanto a su desempeño, en términos energéticos, ambientales y de sostenibilidad.

Los biocombustibles de segunda generación se obtienen a partir de biomasa no alimenticia. También utilizan tecnologías de transesterificación pero sobre oleaginosas no tradicionales como la jatropha, la camelina o la Salicornia o con variedades nuevas de algas marinas.⁶

Los biocombustibles de tercera generación, se producen a partir de tecnologías nuevas, todavía no comercialmente viables, generalmente asociados a la utilización de residuos con contenido de celulosa (residuos de madera, aserrín, perfolia y tallo de maíz y muchas variedades de paso) que no tienen aplicaciones alimenticias y hasta el momento prácticamente no poseen valor comercial.

Conclusiones

Este trabajo brevemente ilustra una aplicación concreta de la utilización del Análisis de Ciclo de Vida para la evaluación comparativa de desempeño ambiental de combustibles de distinto tipo. Las perspectivas y posibilidades de aplicación de la herramienta presentada son muy amplias y particularmente interesantes y pertinentes, en el contexto de evaluar nuevas alternativas de producción de combustibles de biomasa.

⁶ 2008 La Argentina y los biocombustibles de segunda y tercera generación. Carlos St. James

En el concepto de ciclo de vida se destaca la ventaja de poder identificar los aspectos mejorables del sistema producto, disponiendo de información para la toma de decisiones en todo el ciclo de vida del producto, facilitando la gestión y la transparencia, pudiendo lograr un aumento de las ventajas competitivas, que lleven a posicionar estratégicamente al producto, a partir de una mejora de la imagen pública, contando con la posibilidad de comunicar a partes interesadas, clientes y proveedores.

Como elemento central de la cadena de producción, la industria energética puede servirse de estas herramientas para medir, gestionar y comunicar el desempeño ambiental de sus productos. La generación de este tipo de información es fundamental y un punto de partida estratégico para el desarrollo de bases de datos que podrían servir como información de base para cualquier tipo de industria manufacturera.

La compilación, gestión y publicación del ACV de la producción de combustibles sería un aporte fundamental para la construcción de futuras bases de datos, que permitiría avanzar y desarrollar información ambiental que refleje los esfuerzos realizados para gestionar el desempeño ambiental.

Bibliografía

- Participative LCA on Biofuels (2008) Senter Novel- GAVE- VROM
- Comprendre los ACV y sus límites- Emmanuel LEGRAND, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon
- Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina- - WISDOM Argentina - Informe Final
- Comparison of LCA and external-cost analysis for biodiesel and diesel- L. De Nocker, C. Spirinckx and R. Torfs VITO, Flemish Institute for Technological Research
- Carbon Disclosure Project
- Supply Chain Report 2010
- Life Cycle Assessment A product-oriented method for sustainability analysis Training Manual November 2008- UNEP
- Life-cycle Approaches to Sustainable Consumption
- Workshop Proceedings, 22 November 2002-Edgar Hertwich (ed.)