

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE EMISIONES BALANCE ENERGÉTICO Y HUELLA HÍDRICA DE MÁIZ PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.

Hilbert, J. A.^{*1}; Manosalva, J. A.¹; Sebastian, G.² Carballo, S.³ y Schein, L.⁴

¹ Instituto de Ingeniería Rural (CIA – INTA) Av. Pedro Díaz 1798 (1686) Hurlingham, Buenos Aires – Argentina.

² F Consultor.

³ Instituto de Clima y Agua INTA

⁴ Universidad de Luján

hilbert.jorge@inta.gob.ar

CORN FOR BIOETHANOL EMISSIONS WATER FOOTPRINT AND ENERGY BALANCE IN THE PROVINCE OF CORDOBA

Three year study was performed on corn starch base bioethanol plant plaxed in Villa María Cordoba. The study was focused in green house emitions, water footprint and the energy return rate EROI of the whole value chain. Principal products derived from corn transformation were oil, DDGS, WDGS; bioethanol and carbon dioxide. GHG calculations were based on annex V methodology of the EU directive. The field emissions were 38.945 tons of CO₂eq for the total input of the plant. Field residues were responsible for (33%) followed by fertilizers (37 %), agrochemicals and fuels (7%) since no till practices are under use. GHG per ton of corn 110 gm CO₂eq/t and 858 gm CO₂eq/ha. The wáter footprint had important variations according to the fertilizers and agrochemicals used. Considering the nitrogen fertilizers the value was 1.127 m³/tn EROI taking into account all the transformation chain steps reached a value of 2,94 unidades of energy delivered by unit invested. Mean value of all products was 2,61.

Palabras Clave

Maíz, Bioetanol, Emisiones, Huellas, Energía.

Key Words

Corn, Bioetanol, Emissions, Footprints, Energy.

INTRODUCCIÓN

Nos encontramos frente a un mercado interés de parte de diferentes actores de la sociedad en los vectores energéticos alternativos así como a los demás productos derivados de la transformación de biomasa en biorefinerías.

La demanda de productos “sustentables” se sigue incrementando lo cual implica un compromiso de toda la cadena de suministro. Esta evolución combinada con la necesidad de diversificar las fuentes energéticas para reducir la dependencia del petróleo y derivados, y de encontrar combustibles de transición hacia una nueva generación de fuentes de energía ha llevado a los países centrales, fundamentalmente la Unión Europea (UE) y Estados Unidos, a desarrollar políticas tendientes a fomentar el uso de biocombustibles. Estas políticas han sido multiplicadas en muchos países con crecientes incorporaciones de biocombustibles en su matriz energética y la Argentina se ha constituido en un país líder en esta materia por su arquitectura jurídica así como sus niveles de participación en los mercados de combustibles líquidos.

La problemática ambiental figura como uno de los temas de agenda para todos los países del mundo. En los últimos años, las negociaciones sobre cambio climático han ocupado un lugar cada vez mayor en el escenario internacional.

En este marco se planteó realizar un estudio integral de la cadena de transformación del maíz evaluando las huellas de carbono e hídricas y la tasa de retorno energético con el objetivo de obtener una caracterización ambiental de los diferentes productos generados a partir del procesamiento de los granos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la construcción de la metodología de estimación de emisiones de GEIs se tomó como base la Directiva europea, la cual plantea en sus Anexos¹, los conceptos a incluir para la estimar las emisiones del ciclo de vida y el cálculo de las reducciones logradas por los biocombustibles. A su vez, algunos conceptos no se los incluyeron debido no corres-

ponden en función al ciclo de producción de ACABIO. A continuación tabla 1 se detalla la ecuación básica de acuerdo a la Directiva, y que conceptos se han incluido o no en el presente estudio.

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

¹ Anexo V: Normas para calcular el impacto de los biocarburantes, biolíquidos y los combustibles fósiles de referencia en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 1 Emisiones incluidas en el estudio

Concepto	Incluido
E = Emisiones totales procedentes del uso del combustible,	
e_{ec} = Emisiones procedentes de la extracción o del cultivo de las materias primas,	Si
e_i =	No Se considera que no hay cambios en las reservas de carbono de las tierras y que están en producción agrícola desde antes de Enero de 2008.
e_p = Emisiones procedentes de la transformación,	Si
e_{td} = Emisiones procedentes del transporte y la distribución,	Si
e_u = Emisiones procedentes del combustible cuando se utiliza,	No Directiva Europea - Anexo V - Párrafo 13: "se considerará nula para los biocarburantes y biolíquidos"
e_{sca} = Reducción de emisiones procedente de la acumulación de carbono en suelo mediante una mejora de la gestión agrícola,	No Se considera que no hay cambios de gestión, ni mejora de los stocks de carbono.
e_{ccs} = Reducción de emisiones procedente de la captura y retención del carbono,	No No se realiza este tipo de prácticas de almacenamiento geológico.
e_{ccr} = Reducción de emisiones procedente de la captura y sustitución del carbono, y	No No se utiliza biomasa del proceso para sustitución de combustibles fósiles.
e_{ee} = Reducción de emisiones procedente de la electricidad excedentaria de la cogeneración.	No No se genera energía eléctrica con fuentes renovables. Hay cogeneración sin venta a la red.

Tabla 1. Comparaciones entre medias (± error estándar) de los clústers de la figura 1-A para las variables: RMS (kg ha⁻¹), DIV (%), FDN (%), FDA (%), LDA (%) y RE (l ha⁻¹). LSD (p<0,05). Letras distintas indican diferencias significativas entre clústers.

Finalmente la reducción de emisiones se calcula, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{REDUCCIÓN} = (E_f - E_p) / E_p$$

En el caso de ACABIO el material procesado proviene de acopios propios y externos con productos generados en campos particulares por lo tanto la empresa no tienen una relación directa con los establecimientos agropecuarios de producción.

Por medio de referentes calificados y relevamiento de 25 casos testigos, se han determinado los valores del paquete tecnológico empleado respecto a uso de los principales insumos y maquinaria agrícola. Dichos datos fueron empleados en la estimación de las emisiones a nivel de campo sobre la base de información representativa de los campos de generación del producto en la provincia de Córdoba. De esta manera se consolidó la información provista desde veinticinco proveedores que están ubicados en zonas desde donde provino el 48 % de la materia prima procesada en la planta en la presente campaña bajo análisis con un rendimiento promedio estimado de 7.721 kg/ha.

La investigación sobre huella hídrica se basó en el uso de un amplio repertorio de material bibliográfico, datos de fuentes primarias y entrevistas no estructuradas a expertos. En los últimos años, diversas iniciativas se pu-

sieron en marcha con el fin de desarrollar y estandarizar herramientas analíticas que permitieran medir y evaluar el uso de agua dulce a escala regional y global, mejorando la gestión global de los recursos hídricos.

A fin de lograr una representación gráfica del ajuste de rendimientos y superficies afectadas por la producción de maíz correspondientes al volumen llegado a planta durante el periodo julio 2016 - junio 2017 se generó un mapa georreferenciado en base a un sistema de información geográfico SIG en programa ARCGis localizando los lugares de aprovisionamiento especificando el volumen procedente de cada uno de ellos utilizando como insumo la: planilla con información de ingreso de materia prima suministrada por ACABIO.

El conjunto de cálculos fue incorporado a un calculador desarrollado mediante una serie de hojas Excel versión 2016, con tablas dinámicas. El sistema completo contiene 34 paginas relacionadas, se cuenta con la totalidad de la información de referencia, planillas de ingreso y de sensibilidad y evaluaciones del para el mercado externo y nacional.

RESULTADOS

Las emisiones asociadas a la producción de maíz en el periodo sumaron un total de 38.945 toneladas de CO₂eq para la totalidad de los campos asociados. Como se puede observar el concepto de "Residuos de Cosecha" (33%) es el más influyente seguido por "Fertilización" sumando la fertilización y la producción es la categoría que más contribuye (37 %), seguida por la producción de los agroquímicos y en cuarto lugar los combustibles empleados en las diferentes actividades del cultivo (7 %). Por último la producción de semillas registra el menor impacto llegando a un (3 %). Si analizamos las emisiones de GEIs por tonelada de maíz producida, se obtiene un valor de 110 gm CO₂eq/t de maíz, mientras que las emisiones por hectárea sembrada tienen un valor de 858 gm CO₂eq/ha.

La metodología seguida en este estudio fue la atribucional donde se han identificado los diferentes procesos realizando una aloca-ción de acuerdo a los productos generados. Uno de los factores variables claves está dado por la producción primaria donde la tecnología de cultivo y rindes tienen un impacto significativo en los resultados finales.

La menor huella hídrica registrada (5.336 m3/ha y 675 m3/tn) es en la siembra tardía de la campaña 2014/15 donde se observa el menor requerimiento hídrico por parte del cultivo

(495,8 mm), una de las mayores precipitaciones efectivas (640 mm), la menor deficiencia de humedad (37,8 mm) y uno de los más altos rendimientos (7,9 tn/ha), todos estos constituyen los factores determinantes de la huella hídrica verde. En el caso de la siembra temprana del 2015/16, si bien se observa la mayor precipitación efectiva también se aprecia un requerimiento hídrico mayor, por lo tanto el consumo de agua vuelve a aumentar reflejando un incremento en la huella hídrica verde.

La huella hídrica del maíz muestra importantes diferencias según si se analiza la utilización de fertilizantes y/o plaguicidas. En el caso de considerar solamente fertilizantes nitrogenados se obtuvo una huella hídrica total de 1.127 m3/tn. Al incluir el uso de plaguicidas, en este caso Dicamba, la huella gris aumenta notablemente llegando a valores totales de 5.484 m3/tn.

Con referencia a la tasa de retorno energético EROI teniendo en cuenta la energía invertida en cada una de las etapas según la apropiación por línea realizada el bioetanol alcanzaría un número de 2,94 unidades de energía obtenida por cada unidad de energía invertida. El promedio general de todos los productos considerados fue de 2,61.

CONCLUSIÓN

- La inclusión de la territorialidad y temporalidad en este tipo de estudios marca una nueva tendencia a nivel nacional y mundial y se pretende continuar en esta línea profundizando los estudios e incorporando los aspectos metodológicos a los PCR y EPD.
- El cálculo de la línea de base le permite a ACA Bio conocer su situación actual, compararse con el resto de las industrias Nacionales e Internacionales, y a partir de la misma plantearse objetivos de mejoras que le permitan dar cumplimiento a las normativas más exigentes del mercado Europeo principalmente y del resto del mundo.
- Se plantea la continuación de los estudios a fin de ajustar la información de origen de materia prima tomando como referencia el sistema de relevamiento de paquetes tecnológicos RETAA desarrollado por la Bolsa de cereales de Buenos Aires.

Apoyo financiero: El presente trabajo fue financiado por ACABIO mediante un convenio celebrado con el INTA.

Referencias

Análisis de Ciclo de vida (ACV) de la producción de Bioetanol (B100) en Argentina - Ing. Amb. Luis Panicheli – Año 2006. <http://www.inta.gov.ar/iir/info/documentos/energia/pa-nichelli2006.pdf>

Approved consolidated baseline and monitoring methodology ACM0017 "Production of Bioetanol for use as fuel" - v.01.1 - UNFCCC - CDM Executive Board. <http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/WENY1VXSSZHD73WXG3RXX8KNAICCAT>

Balances Energéticos de la Producción Argentina de Bioetanol con datos locales de la etapa industrial, I Huerga; J.A.Hilbert; L.Donato - INTA - IIR-BC-INF-03-09 http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia/balancesenergia_procproduccionBioetanol.pdf

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. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:es:PDF>

Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996 - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y Agencia Internacional de la Energía (AIE), 1997. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/spanish.html>

pages 58–74, February 2009 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2008.00105.x/full>

Water footprints of nations. Chapagain, a. K.; Hoekstra, a. Y. 2004. Volume 1: Main Report. Research Report Series No. 16.

Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático – Año 2015 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. <http://ambiente.gob.ar/tercera-comunicacion-nacional/>

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>