

VIII Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y
VII Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica
ENARCIV 2019

AVANCES EN PROYECTOS

**ESTUDIO DE LA SINERGIA ENTRE PLANTAS DE BIOETANOL Y
BIOGAS INTEGRADAS**

, Jorge Hilbert¹ Luciana Saporiti¹ Jonatan Manosalva¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instituto de Ingeniería Rural, Av. Pedro Díaz
N° 1798 (1686) Hurlingham Buenos Aires. Cel 1141434394
hilbert.jorge@inta.gob.ar

Introducción

La integración de actividades, la mejora en la eficiencia del uso de la energía y los recursos, así como la multiplicación y colocación de productos son los temas de mejora centrales en las biorefinerías para lograr productos con menor impacto ambiental. Dicha mejora es sustancial para lograr cumplir con exigencias incrementales de mercados de destino como el Europeo respecto a emisiones comparadas con los combustibles fósiles. Mejorar estos valores tiene una incidencia positiva en la reducción de emisiones del transporte dentro del país.

El INTA viene llevando a cabo estudios de análisis de ciclo de vida sobre las biorefinerías de maíz emplazadas en la provincia de Córdoba a lo largo de los últimos cinco años en forma continua. Los estudios se centran en huella de carbono, hídrica y tasas de retorno energético abarcando la totalidad de los productos generados. A lo largo de los años se han ido perfeccionando los calculadores específicos desarrollados donde podemos mencionar asignación de cargas energéticas a cada producto, la incorporación de nuevos productos, aportes energéticos propios, estudios de cuencas de abastecimiento, variabilidad de rendimiento, paquetes tecnológicos en las cuencas específicas de abastecimiento y análisis de sensibilidad al rinde del maíz. Las empresas

fueron introduciendo mejoras en los procesos, generación de nuevos productos así como integración energética dentro de las mismas plantas.

Durante el presente año se desarrolló un estudio preliminar para evaluar la incidencia de una integración total entre una planta de bioetanol y otra de biogás sobre la huella de carbono del biocombustible generado, con la finalidad de evaluar el cumplimiento de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) requerido por el mercado europeo.

Materiales y métodos

El análisis fue realizado tomando como límites la producción de la materia prima y la entrega FOB en puerto de despacho en la Argentina. Se construyó un inventario sobre la base de dos meses de operación estable de las dos plantas funcionando conectadas. Se tomó como unidad funcional el litro de bioetanol producido efectuando la asignación entre productos generados por contenido energético, de masa y precio.

Ambas plantas se integran de manera que la de biogás toma como insumo los destilados livianos de la producción de bioetanol. Esta última recibe energía térmica y eléctrica, proveniente de la primera, que emplea en sus procesos. Los efluentes son empleados en ferti irrigación del maíz.

Como productos finales se tomaron el bioetanol, los destilados de maíz (burlanda o WGS) y la energía eléctrica entregada.

Para el cálculo de estimación de emisiones de GEIs se tomó como base la metodología de la Directiva Europea, la cual plantea en sus Anexos¹, los conceptos a incluir para estimar las emisiones del ciclo de vida y el cálculo de las reducciones logradas por los biocombustibles. A su vez, algunos conceptos no fueron incluidos debido a que no corresponden en función al ciclo de producción de la planta analizada.

La determinación de los paquetes tecnológicos a campo fueron obtenidos de encuestas por zonas representativas al igual que los rendimientos del cultivo de maíz.

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

En el caso de los fletes de maíz se empleó la información proveniente de originación de la planta, con las cartas de porte asociadas al periodo correspondiente a partir de las cuales se determinó una distancia recorrida de los campos a acopios y de acopios a planta. Esta distancia se duplicó para considerar el viaje de vuelta alcanzando un valor total de 981.664 km. La emisión para el transporte empleado fue de 1,03 kgCO₂/km obteniéndose un valor final de 5,61 kgCO₂eq por tonelada de maíz recibida en Rio IV.

En el complejo industrial se realizaron dos cálculos adicionales principales para considerar el efecto de la reducción de la concentración de jarabe, la contribución del calor de las plantas de biogas BG1 y BG2 y la electricidad suministrada por esas dos plantas. Para calcular la huella de carbono de BG1 se realizó un cálculo completo de emisiones por unidad de energía generada. La energía eléctrica de esas plantas se multiplicó por este factor.

Para el cálculo de la reducción de emisiones se tomaron los criterios de la directiva EU 2009/28/CE Art 17 que tiene un combustible de referencia de 83,8 gCO₂ eq/MJ. Para desarrollarlo se simuló una exportación por barco al puerto de Rotterdam desde Rosario para lo cual se sumaron las emisiones del transporte terrestre y marítimo a las emisiones de base calculadas. Se compararon estos resultados con los valores por defecto y típicos que contiene la normativa, así como el porcentaje de reducciones respecto al valor fijo de referencia. Adicionalmente se calculó el nivel de emisiones del etanol sin asignación por coproductos realizando también la determinación de la reducción total. Se realizaron por último las comparaciones de reducción porcentual con los tres niveles ascendientes estipulados en el EU RED actual, 2017 y 2018 indicando el cumplimiento o no con las metas según los diferentes criterios de asignación.

Resultados

El bioetanol producido en el complejo alcanzó una emisión de 758 kgCO₂/Tn o 27,77 gCO₂eq/MJ. En la última medición realizada sobre la planta sin integración del biogás, se habían registrado valores de 897 y 32,8, respectivamente, lo cual indica una mejora sustantiva.

ANÁLISIS EXPORTACION ETANOL A LA UNION EUROPEA


RETORNO AL MENÚ INICIAL		Valores BIOIV - Abril/Mayo 2019				EU-RED		Observaciones
Emisiones (Gr CO ₂ eq/MJ)		x Masa	x Precio	x Energía	Sin Alocar	Valores Default	Valores Típicos	
e _{cc}	A. Producción MMPP/B. Fletes MMPP	10	15	12	17	20	20	
e _p	C. Planta	11	15	12	18	21	15	
e _{cd}	D. Fletes PT	3	4	3	5	2	2	
E _s	Emisiones procedentes de la producción (g CO ₂ eq/MJ)	24	35	28	40	43	37	
E _f	Emisiones	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	Directiva Europea - Anexo V - Art. 19
RED	Reduccion = (E _f - E _s) / E _f	71%	58%	66%	52%	49%	56%	
Limite hasta 31 de Diciembre de 2016		35%	35%	35%	35%	35%	35%	Directiva Europea de Biocombustibles - EU 2009/28/CE - Art. 17 - Párrafo 2
Cumplimiento		Si	Si	Si	Si	Si	Si	
Limite hasta 31 de Diciembre de 2017		50%	50%	50%	50%	50%	50%	Directiva Europea de Biocombustibles - EU 2009/28/CE - Art. 17 - Párrafo 2
Cumplimiento		Si	Si	Si	Si	No	Si	
Limite despues del 1 de Enero de 2018		60%	60%	60%	60%	60%	60%	Directiva Europea de Biocombustibles - EU 2009/28/CE - Art. 17 - Párrafo 2
Cumplimiento		Si	No	Si	No	No	No	

En el presente calculo no se tuvieron en cuenta las siguientes fuentes indicadas en la Directiva Europea:

Var.	Concepto	Motivo
e _l	Las emisiones anuales procedentes de las modificaciones en las reservas de carbono causadas por el cambio de uso del suelo.	No se considera cambio de uso del suelo.
e _{cc}	Las emisiones procedentes del combustible cuando se utiliza.	Anexo V - Párrafo 13 - e., se considerará nula para los biocarburantes y bioalcoholes.
e _{so}	La reducción de emisiones procedente de la acumulación de carbono en suelo mediante una mejora de la gestión.	No se considera aumento de stocks de carbono en suelo a pesar de realizarse Siembra Directa
e _{cc}	La reducción de emisiones procedente de la captura y retención del carbono.	No Corresponde
e _{cc}	La reducción de emisiones procedente de la captura y sustitución del carbono.	No Corresponde
e _{cc}	La reducción de emisiones procedente de la electricidad excedentaria de la cogeneración.	No Corresponde dado que se compra energía de la red. (No hay superavit del sistema de generacion)

Cuadro 1 Comparativa de reducción de emisiones

La producción de campo de maíz en Córdoba tuvo como principal componente de emisión a los fertilizantes que entre producción y aplicación llegó al 53 % siguiendo en importancia los residuos de cosecha con el 29 % de emisiones, agroquímicos 9 % y combustibles el 7 % en planteos mayoritariamente de siembra directa.

La complementación entre las dos plantas logró una significativa mejora en el perfil del bioetanol. Para el caso de exportación se pasó de un 57 a un 67 % de reducción tomando como referencia el fijado por la Unión Europea. Tomando como referencia el valor de combustible Argentino de (77 gCO₂eq/MJ) la reducción alcanzaría al 64 %.

En lo que respecta a la distribución de las emisiones, el 89 % corresponde a consumo de gas, 4 % de las emisiones de la electricidad producida por la planta de biogas y 7 % por los insumos. De las emisiones totales un 44 % correspondió a la planta de transformación y un 42 % a la producción de la materia prima a campo.

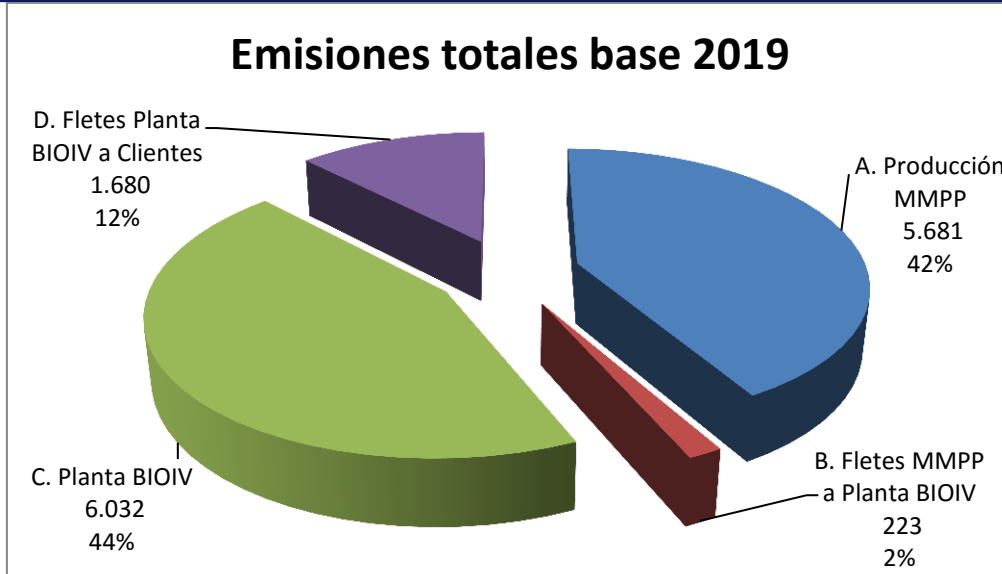


Figura 1 Distribución de las emisiones totales

Conclusiones y recomendaciones

La metodología seguida en este estudio fue la atribucional donde se han identificado los diferentes procesos realizando una asignación 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.

Merece destacarse la mejora lograda mediante la integración de las dos plantas y el doble aprovechamiento de la fracción eléctrica y térmica en la planta de bioetanol permitiendo superar las exigencias de reducción de emisiones para entrar en el mercado europeo.

A estos beneficios en el futuro se deberán estudiar los impactos de la fertilización orgánica con los digeridos de la planta de biogás lo cual podría reducir significativamente el uso de fertilizantes, uno de los componentes principales de emisión de la producción a campo. A largo plazo, se debería también estudiar el uso continuo de esta fracción orgánica sobre el contenido de carbono en suelos.

Palabras clave: maíz Objetivos de Desarrollo Sostenible, Análisis de Ciclo de Vida, Impacto Ambiental, Declaración Ambiental de Producto

Bibliografía citada

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/panichelli2006.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/WENY1VXSSZHD73WXG3RXX8KNAICCA>
[T](#)

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>

Estudio Evolución anual de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la República Argentina en el período 1990 - 2005 - Fundación Bariloche - Año 2008 <http://www.endesacemsa.com/interactivo/descarga/Capitulo1.pdf>

Improvements in Life Cycle Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions of Corn-Ethanol Adam J. Liska¹, Haishun S. Yang Virgil R. BremerTerry J. Klopfenstein et al **Journal of Industrial Ecology** Volume 13, Issue 1, pages 58–74, February 2009 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2008.00105.x/full>

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>

ISCC 205 GHG Emissions Calculation Methodology and GHG Audit <http://www.iscc-system.org/uploads/media/ISCC205GHGEmissionCalculationMethodologyandGHGAudit.pdf>

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/>