

Análisis de ciclo de vida

ESTUDIO COMPARATIVO DEL PERFIL AMBIENTAL DE BIOREFINERIAS DE MAIZ A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Jonatan MANOSALVA^{1*}, Jorge HILBERT¹, Luciana SAPORITI², Ariana CAMARDELLI² y Patricio GERETTO¹

^{1*}Instituto de Ingeniería Rural – CIA – INTA (CC 25, 1712, Castelar, Buenos Aires – Te: 11 3754 8421 int. 8846, manosalva.jonatan@inta.gob.ar)

²IMPAQTING

En el contexto de un nuevo estudio de impacto ambiental a una biorrefinería nacional productora de bioetanol a partir de maíz, destilados húmedos y secos, aceite y dióxido de carbono, se obtuvo el perfil ambiental de la producción de etanol y coproductos mencionados. Con el objetivo de identificar las principales contribuciones en las categorías de impacto evaluadas se realizó una comparación con otro perfil ambiental (Biorrefinería A, B-A) anteriormente desarrollado por los mismos autores del presente estudio (Manosalva *et al.*, 2019).

Para la obtención de la evaluación de impacto de la Biorrefinería B (B-B) se emplearon idénticas directrices que la anterior. Primeramente, se confeccionó un inventario de ciclo de vida (ICV) del cultivo de maíz con los datos provistos por el Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires; para la unidad funcional (UF) de 1 kg de maíz producido y cosechado en la zona IV en la campaña 2017 – 2018. Todos los insumos (semilla, fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas) se promediaron ponderadamente por tres niveles tecnológicos, según ReTAA, y porcentaje de participación de siembra temprana y tardía. Se expresaron por UF utilizando el rendimiento promedio de la zona calculado en base a las estadísticas de rendimientos por partido del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, siendo este 5.289 kg ha⁻¹. Las “salidas” se modelaron como emisiones al aire, agua y suelo provenientes de la aplicación de los agroquímicos: desnitrificación, volatilización, lixiviación y escurrimiento, valores calculados según la *Regla de Categoría de Producto (Product Category Rules, PCR) de Cultivos Arables* del Sistema EPD. Y emisiones de óxido nitroso provenientes de los residuos de cosecha que quedan en el campo, según Guías del IPCC (IPCC, 2006a).

Para el ICV de la producción de bioetanol se empleó una UF de 1 tn de alcohol anhidro, con asignación por masa de los coproductos generados en base seca (51,89% alcohol, 40,99% destilados secos, 3,79% dióxido de carbono, 1,91% destilados húmedos y 1,42% aceite vegetal) producidos en el ciclo anual julio 2018 – junio 2019. El alcance del estudio fue de la cuna a la puerta. Se emplearon ciertos lineamientos de la *PCR de Químicos Orgánicos Básicos (Basic organic chemicals - Product Category Rules, UN CPC 341)*.

El transporte y proceso industrial fueron calculados con información de la empresa. Los insumos de proceso considerados fueron: consumo de agua de pozo, ácido sulfúrico 98%, enzimas alfa-amilasa y glucoamilasa, soda cáustica 50%, urea sólida y fermasure. No se incluyeron cuatro insumos, representando el 0,5% en masa de la totalidad (admitido por regla de corte - PCR). También se incluyeron los consumos energéticos: gas natural y electricidad, ambos provenientes de la red local. Las “salidas” se contabilizaron como emisiones al aire: agua evaporada del proceso industrial y gas metano, proveniente de las lagunas de tratamientos de efluentes, calculado según las Guías del IPCC (IPCC, 2006b). El dióxido de carbono producto de la fermentación del almidón no se consideró debido a su origen biogénico. Los efluentes tratados que son emitidos al río de cercanía a la planta fueron incluidos como emisiones al agua. Se utilizó el software Simapro 9 con base de datos Ecoinvent 3.5 y se aplicaron los métodos de evaluación *CML-IA baseline v3.05* y *AWARE V1.02*. Se reportan de forma porcentual las categorías de impacto que solicita la PCR: potencial de calentamiento global (PCG), potencial de acidificación (A), potencial de eutrofización (E), formación de oxidantes fotoquímicos (FOF), agotamiento de recursos abióticos (ARA), agotamiento de recursos abióticos – incluyendo los recursos fósiles (ARA-F) y potencial de escasez de agua (EA).

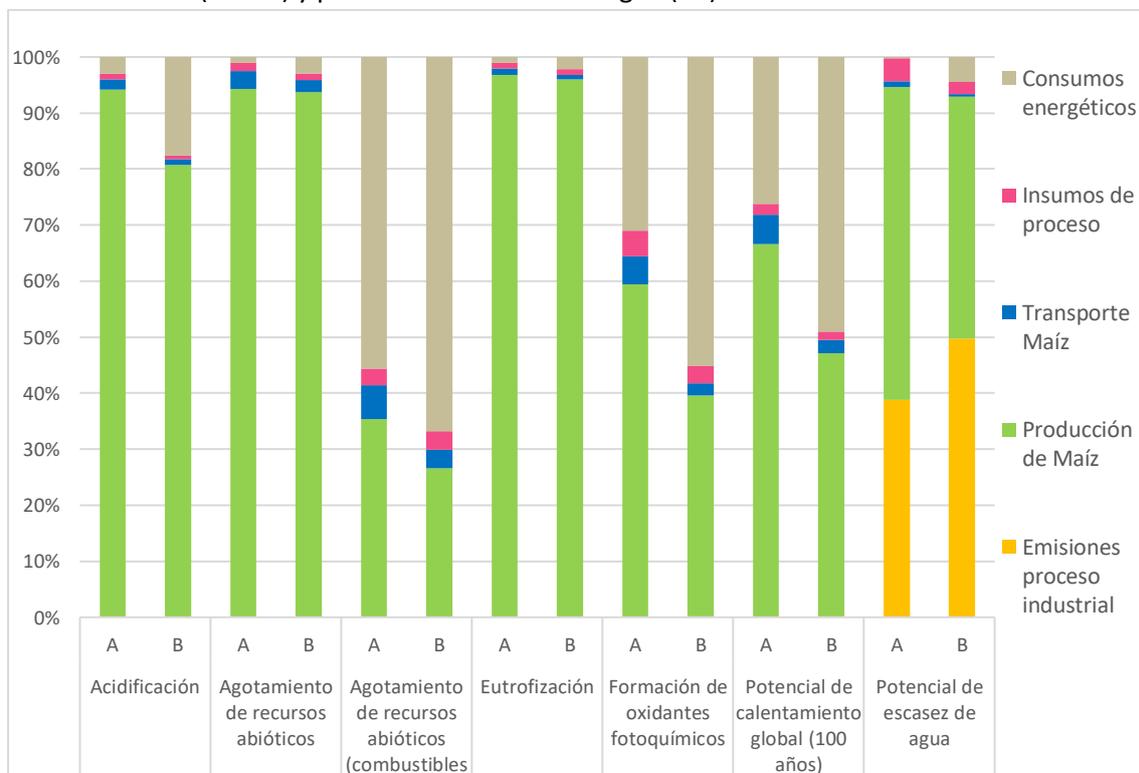


Figura 1. Perfiles ambientales de 1 tn de bioetanol anhidro producido en Biorrefinería A y Biorrefinería B. Método de evaluación: CML-IA baseline V3.04/EU 25 y AWARE V1.02 / Caracterización / Excluyendo emisiones a largo plazo

El cultivo de maíz tuvo la mayor contribución en las categorías de impacto A, ARA y E, en ambas B-A y B-B, con porcentajes de 94% (B-A) y 81% (B-B) en la primera categoría, 94% en la segunda

y 97% (B-A) y 96% (B-B), en la tercera categoría. Debido a las emisiones producidas durante el uso de fertilizantes y pesticidas utilizados en la producción a campo. Además, en la B-A, el cultivo agrícola tuvo una alta participación en los impactos FOF (59%), debido principalmente a los procesos de cosecha, producción de urea y glifosato, entre otros herbicidas; y en el PCG (67%), por las emisiones provocadas durante el uso y producción de fertilizantes nitrogenados y residuos de cosecha, principalmente. En estas 2 categorías de impacto, en la B-B se observa mayor contribución del proceso industrial, en un 55% para la FOF, debido a los consumos de gas natural y electricidad de la red interconectada, siendo menor la contribución de energía (31%) para esta categoría en la B-A, debido a que ésta realiza una cogeneración de electricidad y energía térmica a partir de gas natural. Mientras que, para el PCG, la B-B sumó una contribución de 53% del proceso industrial (49% gas y electricidad, 2,4% transporte y 1,6% insumos de proceso).

Debido al menor consumo de agua que realiza la B-A, el proceso industrial aportó un 38,8% a la EA, siendo mayor la contribución del cultivo de maíz en esta categoría, 56%; mientras que en la B-B se invierte este orden, 50% industria y 43% maíz. Debería profundizarse el estudio sobre este impacto para poder arribar a conclusiones más precisas.

Al igual que en otros estudios (Pieragostini *et al.*, 2014), se observa una alta participación del maíz en ambos perfiles, lo cual permitiría tomar decisiones a las biorrefinerías en su cuenca de abastecimiento, seleccionando zonas agrícolas con mayores rendimientos de esta materia prima y/o de producciones que realicen un manejo agronómico sustentable. En cuanto al proceso industrial, la autogeneración de energía demostró menor contribución en 3 categorías de impacto, ARA-F, FOF y PCG.

Referencias

- Ecoinvent. 2019. Database v3.5. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. <http://www.ecoinvent.org>.
- IPCC. 2006a. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Obtenido de Capítulo 11: Emisiones de N₂O de los suelos gestionados y emisiones de CO₂ derivadas de la aplicación de cal y urea: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>
- IPCC. 2006b. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 5: Desechos. Obtenido de Capítulo 6: Tratamiento y eliminación de aguas residuales. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf
- Manosalva, J; L. Saporiti y J. Hilbert. 2019. Perfil ambiental de la producción de bioetanol a partir de maíz en una biorrefinería de la provincia de Córdoba. VIII Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y VII Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica - ENARCIV 2019.
- Pieragostini, C.; P. Aguirre and M.C. Mussati. 2014. Life cycle assessment of corn-based ethanol production in argentina. *Science of the Total Environment* 472. Pp 212-225. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713012862>
- PRé Consultants. SimaPro® 9. 2019. www.pre-sustainability.com.
- Product Category Rules according to ISO 14025. 2016. Arable Crops - Product Category Classification: UN CPC 011, 014, 017, 019. 2013:05 version 2.0 <https://www.environdec.com/PCR/Detail/?Pcr=8804>

Product Category Rules according to ISO 14025. Basic organic chemicals Product Category Classification: UN CPC 341. 2011:17 version 2.11 <https://www.environdec.com/PCR/Detail/?Pcr=5974>
Relavamiento de Tecnología Agrícola Aplicada de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. <http://www.bolsadecereales.com/retaa#>
The International EPD System (2016). Product Category Rules According to ISO 14025. <https://www.environdec.com>

Palabras clave: Bioetanol, maíz, ACV, perfil ambiental.