

**VI Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y  
V Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica  
ENARCIV 2017**

**ACV AGRICOLA**

MODELIZACIÓN DEL INVENTARIO DE CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS A  
PARTIR DE SILAJE DE MAIZ Y RESIDUOS AGROPECUARIOS DE UNA PLANTA DE LA PROVINCIA  
DE CORDOBA

Jorge HILBERT<sup>1\*</sup>; Leila SCHEIN<sup>2</sup>; Stella CARBALLO<sup>3</sup>; Jonathan MANOSALVA<sup>1</sup> Nicole  
MICHARD<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Instituto de Ingeniería Rural INTA c.c. 25 1712 Castelar hilbert.jorge@inta.gov.ar

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Luján

<sup>3</sup> Instituto de Clima y Agua INTA

## Resumen

En los últimos años se ha observado a nivel internacional, una creciente preocupación por los aspectos y consecuencias ambientales de la producción pecuaria y agrícola al mismo tiempo se abrió una oportunidad para este sector de intervenir como proveedor de fuentes de energía renovables. Esta evolución combinada con la necesidad de diversificar las fuentes energéticas para reducir la dependencia del petróleo y derivados, aprovechando recursos y residuos disponibles localmente y en la búsqueda de 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.

Las preocupaciones sobre la estrategia de recursos y la necesidad de mitigar los impactos ambientales asociados con la generación de energía a partir de combustibles fósiles han incrementado el despliegue de vectores de energía renovable como el biogás. El biogás tiene aspectos ambientales beneficiosos como el tratamiento de residuos, la producción de energía a partir de residuos y sustratos en general y una mejor manera de difundir los residuos fermentados aprovechando capacidades de nutrientes y flujo. El objetivo final de este estudio es realizar un análisis de ciclo de vida de la producción de biogás sobre un caso de estudio para conocer y cuantificar sus impactos ambientales

En el caso de estudio abordado, se produce el biogás, a partir de distintas materias primas como los residuos animales y cultivos energéticos como el maíz específicamente cultivado con este fin. El biogás representa un ejemplo interesante ya que es producido actualmente en grandes volúmenes en varios países Europeos y con distintos perfiles ambientales, dependiendo de la materia prima utilizada, el

El biogás de la digestión anaerobia puede ser quemado directamente en procesos de cogeneración para producir energía térmica y eventualmente, eléctrica, o bien ser acondicionado como sustituto o aditivo para el gas natural. En contraste con los sistemas de combustibles fósiles, el dióxido de carbono liberado de la combustión de biogás fue asimilado en la fotosíntesis dentro del mismo ciclo anual, conformándose como “carbono biogénico”. Esta particularidad, contribuye a disminuir considerablemente su intensidad de carbono. Como consecuencia, el desempeño ambiental global de la producción y aprovechamiento de biogás depende en gran medida de los impactos ambientales de la provisión de sustrato, el rendimiento de biogás, el aporte de energía y la fuente y las emisiones directas del proceso y el uso de digestato (Börjesson & Berglund 2005). Los sustratos reales de biomasa utilizados en la digestión anaerobia implican diferentes rendimientos del biogás obtenido.

Hijazi (2016) sobre un análisis de 15 estudios de ciclo de vida (LCA) de sistemas de biogás de toda Europa, encontró que los escenarios en todos los estudios tenían menores intensidades de GEI que sus sistemas de referencia. El estudio muestra que el tipo de materia prima, por ejemplo silo de maíz o estiércol animal, es un factor determinante para los impactos ambientales de los sistemas de biogás. La mejora de la tecnología y gestión de la planta mediante la recolección del biogás durante el almacenamiento de residuos digeridos o la instalación de una antorcha de gas, mejora el equilibrio de los gases de efecto invernadero de los sistemas de biogás. Por ejemplo, en comparación con el almacenamiento tradicional de estiércol, la digestión anaeróbica del estiércol evita las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y podría considerar la sustitución de producción y uso de fertilizantes minerales artificiales. Aparte de los impactos resultantes de la producción de cultivos energéticos, la acidificación (AC) y la eutrofización (EP) de los sistemas de biogás podrían reducirse utilizando unidades combinadas de calor y electricidad (CHPU) con convertidores catalíticos y alta eficiencia.

Debido a su diferente contenido energético, los sustratos con alto contenido de energía a menudo se compran o se desarrollan cultivos específicos como el maíz que requieren de un estudio específico.

En el contexto de la realización de un perfil ambiental de la producción de una planta de biodigestión a partir de residuos animales y silaje de maíz, este resumen presenta la experiencia de consolidación de un inventario de ciclo de vida (ICV) de la producción de biogás, electricidad y calor.

A lo largo de la última década, el enfoque de ciclo de vida se ha consolidado como una herramienta completa y poderosa para cuantificar y evaluar cargas ambientales potenciales de la actividad agroindustrial (Martínez Blanco et al., 2013). Sin embargo, el ACV puede verse afectado por la falta de representatividad de los inventarios (ICV), especialmente en el sector agrícola. La utilización de datos generales para un caso de estudio particular es una práctica común en los ACV debido a la falta de datos específicos del sitio, pero esto puede inducir desvíos en los resultados de los impactos ambientales producidos (Boone et al., 2016).

Los antecedentes regionales para representar la producción de silo de maíz de la provincia de Córdoba, como área de influencia y aprovisionamiento de la empresa en evaluación; así como la notable calidad, en términos de representatividad geográfica de los datos de producción de maíz, permitieron avanzar hacia el desarrollo de un ICV de la producción de silo de maíz en esta región de Argentina.

Entre los objetivos particulares y alcances de la realización de este inventario y su correspondiente perfil ambiental, se destacan:

1. Desarrollar el ACV de la producción de biogás y electricidad desde la cuna al portal ;
2. Establecer un abordaje sistemático de calidad y representatividad geográfica de la información modelada;
3. Definir y registrar consideraciones relevantes para el modelado del ICV del proceso de producción de Maíz en la Provincia de Córdoba

Basada en un modelo desarrollado por el grupo de trabajo (Figura 1) se generó una planilla de interfaz de datos. La información procesada permitió modelar el ciclo de vida de la producción de 1 kWh de energía eléctrica en la provincia de Córdoba. Finalmente, se modeló el ICV en SimaPro 8.3, utilizando como base de datos secundarios Ecoinvent 3.0, con algunas adaptaciones y se calculó el perfil ambiental a partir de la aplicación del método de evaluación de impactos (EICV) Recipe midpoint (H), para configurar la obtención de un perfil ambiental preliminar.

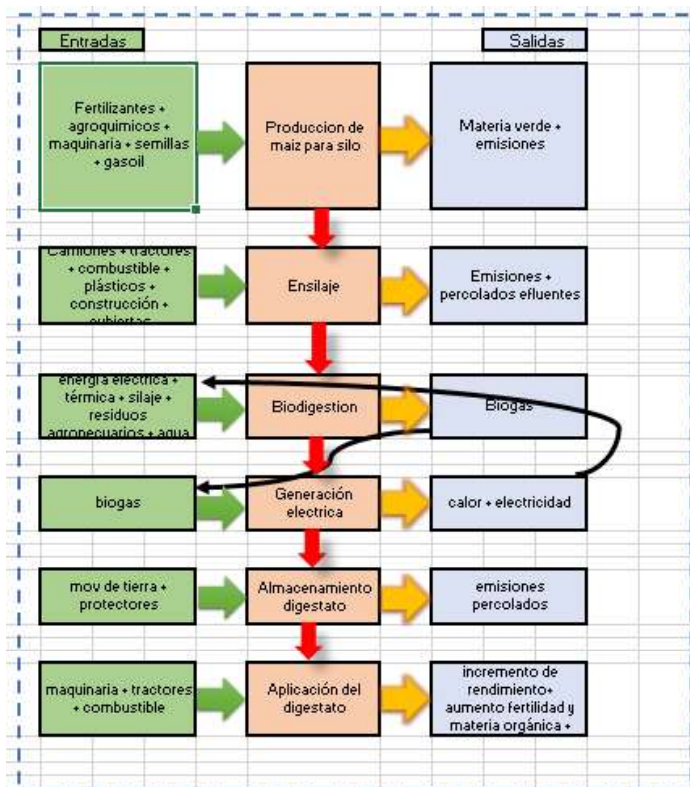


Figura 1 Modelo desarrollado para su ingreso en el SIMAPRO

En particular haciendo mención a la variabilidad de rindes y de los paquetes tecnológicos dependientes de la distribución geográfica, se trabajó en un SIG la procedencia de la materia prima para el análisis de territorialidad, a partir de lo cual se desarrolló el siguiente mapa (Figura 2).

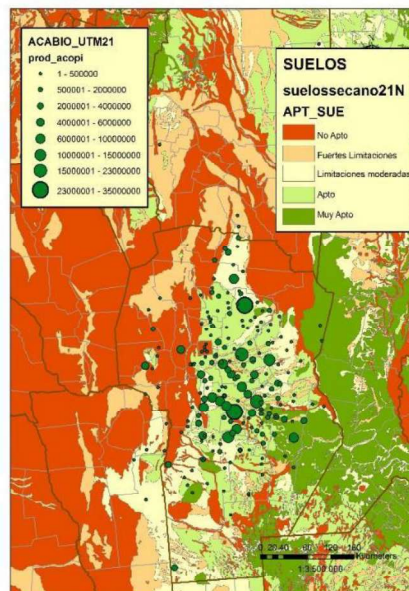


Figura 2 Mapa de la ubicación geográfica de los distintos puntos de procedencia del maíz y sus respectivos rindes. Se ha generado una planilla de recolección de datos parametrizados para poder transmitir a los diferentes actores referentes, en un intento de lograr aumentar la escala de recolección de datos, y analizar el impacto de la variabilidad territorial de los mismos. Este enfoque territorial será valorado utilizando la matriz de pedigree de calidad de datos para posibilitar el análisis estadístico de calidad de los mismos, en cada una de las categorías de impacto consideradas. En el marco del desarrollo de estos trabajos, con el objetivo último de avanzar hacia la consolidación de inventarios de sector agrícola/agroindustrial a nivel nacional, se propone trabajar en la incorporación de los criterios y

lineamientos de las Guías Shonnan<sup>4</sup> y de las Reglas de Categoría de Producto (PCRs, por sus siglas en inglés) vigentes como marcos de referencia para el desarrollo de futuras ACV del sector agroindustrial/energético

Palabras clave: ACV, maíz, biogás, bioelectricidad

---

<sup>4</sup>Opportunities for National Life Cycle Network Creation and Expansion Around the World. Life cycle initiative  
Octubre 2016 [http://www.scpclearinghouse.org/sites/default/files/unep-lci\\_mapping-publication-9.10.16-web.pdf](http://www.scpclearinghouse.org/sites/default/files/unep-lci_mapping-publication-9.10.16-web.pdf)