

# CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y ENERGÉTICA DEL ETANOL ANHIDRO, PRODUCIDO EN UNA “MINIDEST” EN ORIGEN

L. Tuninetti <sup>(1)</sup>, R. Bongiovanni <sup>(2)</sup>

ltuninetti@inti.gov.ar

<sup>(1)</sup> Dto. Química Analítica y Residuos Urbanos Centro-DT Centro Occidental-SORCentro-GOAR-INTI,

<sup>(2)</sup> Estación Experimental Agropecuaria Manfredi - INTA

Palabras Clave: Huella de carbono, huella energética, etanol, economía circular.

## **INTRODUCCIÓN**

La huella de carbono representa la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. Es la medida de uno de los impactos que provocan las actividades del hombre sobre el ambiente. Las emisiones de GEI contribuyen al cambio climático mediante la aceleración del calentamiento global.

La huella energética comprende el total de energía directa e indirecta consumida en la producción de un bien o servicio, ya sea renovable o no renovable, incluyendo fuentes de energía fósiles y biogénicas.

El estudio analiza la huella de carbono y la huella energética del etanol anhidro de maíz, producido en una destilería de pequeña escala (minidest), en campos de productores agrupados en la Cámara de Industrializadores de Granos y Productores de Biocombustibles en Origen (CIGBO).

Se evaluó un establecimiento representativo ubicado en Buena Esperanza, San Luis, que produce su propio maíz para la obtención del etanol, y que aprovecha los subproductos (burlanda y vinaza) en la dieta del ganado bovino, en un feedlot contiguo. En este modelo se recupera el estiércol del feedlot que, junto con silo de maíz de producción propia, son destinados a un biodigestor que genera energía eléctrica y calor, lo que permite abastecer las necesidades de la minidest y vender energía eléctrica a la red. A su vez el digestato, un subproducto del biodigestor se usa como reemplazo del fertilizante a campo.

## **OBJETIVOS**

El objetivo es conocer la huella de carbono y la huella energética del etanol anhidro, producido en una mini destilería ubicada en el mismo campo donde se produce la materia prima, que es el grano de maíz.

Como objetivo complementario se busca conocer el beneficio ambiental de la gestión “circular” que se lleva a cabo con los productos, subproductos y residuos obtenidos de la producción agrícola, la mini destilería, el feedlot y el biodigestor.

## **DESARROLLO**

La metodología de trabajo adoptada para el cálculo de la huella de carbono es Análisis de Ciclo de Vida (ACV), que consiste en evaluar el impacto ambiental en todos los eslabones del proceso producción. En este caso, la unidad de estudio o funcional es 1 megajoule (MJ) de etanol y el alcance del estudio es desde la “cuna hasta la puerta” de la destilería.

Se tuvieron en cuenta las fuentes de emisión referidas a la producción agrícola propia del grano de maíz, su traslado hasta la mini destilería, la operatoria de la misma, incluyendo insumos y energías consumidas y sus traslados y la operatoria del biodigestor con sus entradas y salidas.

Para el caso del feedlot, si bien funciona como sumidero de los subproductos de la destilería que se incluyen en la dieta de los animales (burlanda y vinaza), y como generador de materia prima para el biodigestor (estiércol de los bovinos), no fue necesario relevar datos de funcionamiento, producción y crecimiento de los animales, ya que no forman parte de algún insumo o entrada en la producción del objeto de estudio, que es el etanol anhidro.

Se relevaron datos de la campaña 2018/2019 para las labores agrícolas y para el funcionamiento de la mini destilería, datos del período desde el 01/07/2018 al 30/06/2019, correspondientes a un año de producción. Al momento de realización de los relevamientos (entre octubre y diciembre de 2019) el biodigestor aún estaba en proceso de instalación, por lo que los datos suministrados son los proyectados, siendo valores teóricos en algunos casos.

La asignación de cargas tiene como finalidad “dividir” la carga ambiental “aguas arriba” de un proceso, entre las distintas salidas que se obtienen de él. Se realiza definiendo el “valor” de cada producto y subproducto, ya sea por su masa, su contenido energético, su precio de venta u otro método, de acuerdo con el tipo de proceso. En el caso de la destilería, se obtienen los siguientes productos y subproductos: *etanol anhidro, burlanda húmeda, concentrado y sólidos y vinaza liviana*. Se definió utilizar el criterio de asignación por contenido energético, tal como lo establece la Directiva 2009/28 de la Unión Europea.

Para los productos obtenidos del biodigestor se definió hacer una asignación por valor económico entre los productos principales: *energía eléctrica, calor, digestato sólido y digestato líquido*.

**RESULTADOS**

Los resultados indican una huella de carbono de 19,9 g CO<sub>2</sub> equivalente/MJ y un balance energético de 0,23 MJ de energía invertida por MJ de etanol producido, teniendo en cuenta la asignación de cargas por contenido energético y el crédito obtenido por el aprovechamiento de los productos obtenidos del biodigestor. La huella de carbono significa una reducción del 76% con respecto al combustible fósil de referencia de la Directiva 2009/28 de la Unión Europea [1].

	HUELLA CARBONO	HUELLA ENERGÉTICA
	g CO <sub>2</sub> eq/MJ	MJ/MJ
Sin asignación	<b>76,9</b>	<b>1,06</b>
Con asignación - por contenido energético	<b>41,5</b>	<b>0,57</b>
Con uso de calor de biogás	<b>22,1</b>	<b>0,29</b>
Con uso de calor + EE de biodigestor	<b>20,0</b>	<b>0,24</b>
Con uso de calor + EE + digestato (en picado)	<b>19,9</b>	<b>0,23</b>

Figura 2: Resultados de huella de carbono y huella energética del etanol anhidro.

Los resultados muestran que la asignación por contenido energético otorga al etanol el 54% del impacto de la cadena productiva; el restante porcentaje se asigna a los subproductos.

Evitar el uso de GLP en la destilería, supone una significativa disminución en la Huella de Carbono del etanol, ya que representa el 51% de las emisiones totales; su reemplazo con calor de biodigestor genera impacto, pero éste representa sólo el 5% de las emisiones totales, por lo que la reducción alcanzada es del 46%.

Evitar el uso de energía eléctrica de red y usar la energía generada en los motores del biodigestor, también implica una disminución del impacto, pero no tan notorio con en el caso del calor; las emisiones bajan del 6,6% al 1,4% del total, obteniéndose una reducción del 5,2%. Reemplazar el uso de urea por digestato en el maíz para silaje, reduce el impacto en un porcentaje menor; esto se debe a que la cantidad de urea utilizada y sus emisiones no son relevantes en la cadena del maíz para silaje, y una porción de ellas se compensan en la aplicación del digestato.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Dentro de la etapa agrícola, responsable del 31% de las emisiones de la huella de carbono y del 23% de la huella energética, se destacan las emisiones del verdeo de cobertura, que se contabilizan dentro del ciclo de vida del maíz; también las emisiones de las operaciones de pulverización, siembra, fertilización y cosecha. Igualmente tienen un alto valor las emisiones de los residuos de cosecha, principalmente se trata de emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) con altos factores de calentamiento.

Por el lado de la destilería, que aporta el 69% de las emisiones de gases de efecto invernadero y 77% de la huella energética, se destacan las emisiones derivadas del uso del GLP, tanto por su producción como por su quema. También las emisiones por la generación de energía eléctrica y en menor medida el uso de otros insumos utilizados en el proceso y sus transportes.

La Huella de Carbono obtenida es inferior a la estimada por trabajos similares en Río Cuarto: 27,8 g CO<sub>2</sub> eq/MJ [2] y en USA: 58,8 g CO<sub>2</sub> eq/MJ [3], lo que destaca la relevancia de la producción de etanol en origen y las ventajas ambientales de tener un sistema integrado de aprovechamiento de subproductos y la obtención de otros productos además del etanol: carne, calor, energía eléctrica y digestato.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] Unión Europea. Directiva 2009/28/CE. <https://www.boe.es/doue/2009/140/L00016-00062.pdf>

[2] Hilbert, J. “Report on bioetanol carbón footprint BIO4”. <https://repositorio.inta.gob.ar/>

[3] Flugge, M., et al “A Life-Cycle Analysis of the Greenhouse Gas Emissions of Corn-Based Ethanol”. [https://www.usda.gov/oce/climate\\_change/mitigation\\_technologies/USDAEthanolReport\\_20170107.pdf](https://www.usda.gov/oce/climate_change/mitigation_technologies/USDAEthanolReport_20170107.pdf)