

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

**HUELLA HÍDRICA**

**CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA DEL BIOETANOL DE MAÍZ GENERADO EN LA PLANTA  
ACABIO EN VILLA MARÍA, PROVINCIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA.**

Nicole Michard <sup>1\*</sup>, Jorge Hilbert <sup>2</sup> y Alicia Anschau <sup>1</sup>

<sup>1\*</sup> INTA (Lic. en Ciencias Biológicas, De Los Reseros y Las Cabañas S/N, 11 4621 0125 Int. 114)  
michard.nicole@inta.gob.ar

<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería Rural INTA

## Resumen

Las energías renovables constituyen la industria con mayor crecimiento del mundo de los últimos años, y la Argentina cuenta con grandes condiciones para convertirse en un actor fundamental entre los productores y exportadores de energías limpias a escala global, dada la elevada eficiencia agrícola que presenta. Los biocombustibles vienen siendo promovidos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) y la dependencia de combustibles fósiles, pero a su vez, existe la preocupación en cuanto a la sostenibilidad de esta clase de productos y a las amenazas que se presentan ante una expansión irrestricta de la producción de biocombustibles en el mundo así como el impacto de la producción agrícola.

La Argentina ha venido sosteniendo un fuerte crecimiento de su producción de biodiesel a partir de aceite de soja y, más recientemente, ha sumado a la tradicional producción de bioetanol a partir de caña de azúcar al maíz en su zona de producción central. La disponibilidad de agua es el principal factor que generalmente limita el crecimiento y el rendimiento del cultivo en condiciones extensivas. Además, el maíz manifiesta una sensibilidad diferencial a la sequía según la etapa del ciclo en la que se encuentre (Andrade et al 1996). Dado que la agricultura es la actividad productora que más agua dulce consume en el mundo, surge la iniciativa de evaluar el uso de este recurso en la producción de bioetanol, sobre todo en la etapa agrícola que es donde se cuestiona la sostenibilidad del proceso. El presente trabajo, que aún se encuentra en ejecución, pretende utilizar la Huella Hídrica como indicador del uso de agua.

Actualmente existen diferentes visiones y aplicaciones e intereses para la estimación de la Huella Hídrica, lo que ha conducido al desarrollo de dos vertientes para su evaluación. Una de ellas es la metodología propuesta y divulgada por la Water Footprint Network destinada a ser una herramienta de sostenibilidad hídrica de las cuencas, y la otra ha sido desarrollada por la *International Organization for Standardization* (ISO 14046:2014) y por la comunidad *Life Cycle Assessment* orientada a la aplicación corporativa. Ambas metodologías resultan ser diferentes y complementarias, por lo que debe tenerse

preocupación al momento de querer comparar o combinar resultados, puesto que los mismos no son comparables. En el presente trabajo, se optó por utilizar la metodología de la WFN, dado que, a nuestro entender, representa mejor el consumo de agua en la etapa agrícola.

La WFN conforma un indicador del uso directo e indirecto de agua dulce, el cual se mide en términos de volúmenes de agua dulce consumidos o contaminados. Esta metodología incluye cuatro fases: 1) Definición de objetivos y alcance (espacio-temporal) de la evaluación; 2) Cuantificación de la Huella Hídrica; 3) Análisis de sostenibilidad de la huella hídrica; y 4) Formulación de respuestas.

**Palabras clave:** Bioetanol, Maíz, Huella Hídrica

A los efectos del presente trabajo, se abordarán solamente los puntos 1) y 2) con el fin de obtener un valor de la Huella Hídrica del bioetanol de maíz y co-productos provenientes de la planta de industrialización de maíz ACABIO (cultivado en la provincia de Córdoba), tanto en la etapa agrícola como en la industrial. Esperamos abordar las dos etapas siguientes en un estudio posterior.

En cuanto a los objetivos específicos, pueden citarse:

Estimar la Huella Hídrica de la etapa agrícola a partir de datos climáticos de las estaciones meteorológicas Manfredi, Córdoba y Pilar, incluyendo un año seco (2009), un año húmedo (2016) y el promedio de los últimos 10 años (2006 – 2016).

Evaluar comparativamente los resultados de Huella Hídrica calculados según M.M. Mekonnen y A.Y. Hoekstra (2014) para el cultivo de maíz a escala global y aquellos calculados según datos locales de buena calidad.

Para realizar el cálculo de las Huellas Hídricas verde y azul del cultivo, se utilizará el software Cropwat 8.0 desarrollado por FAO, con el propósito de estimar los requerimientos hídricos del cultivo de maíz a partir de variables climáticas, edáficas y ecofisiológicas. Los datos climáticos mensuales fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas de Manfredi (Córdoba), Pilar (Córdoba) y del Aeropuerto de Córdoba. La **Tabla 2** refleja un resumen de algunos datos requeridos para ingresar en el software. Las variables edáficas serán definidas a partir del Atlas de Suelos de INTA, mientras que las variables ecofisiológicas del maíz tendrán que ser consultadas con especialistas de la zona.

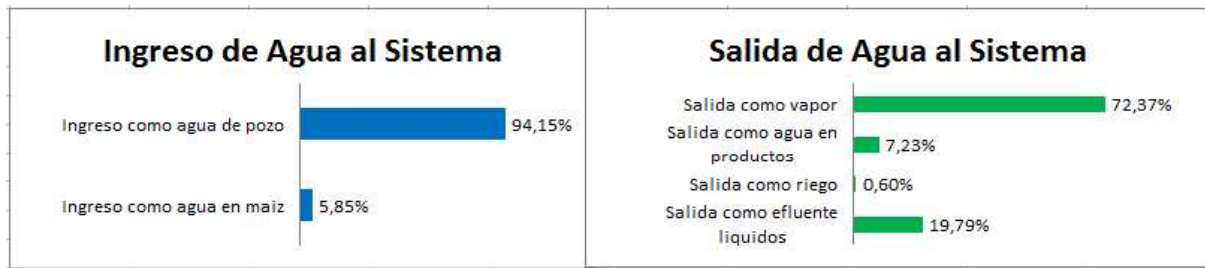
En el caso del cálculo de la Huella Hídrica gris (en la etapa agrícola) se considerarán los datos de aplicación de agroquímicos publicados por el INTA Manfredi y los datos existentes en el inventario de MODELIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ COMO INSUMO DE UNA BIORREFINERÍA DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA (Hilbert et al 2016).

A continuación se presentan algunos datos de inventario relevados por la empresa (**Tabla 1, Figura 1**) que serán utilizados para el cálculo de Huella Hídrica de la etapa industrial.

**Tabla 1.** Datos industriales ACABIO

		Total (m <sup>3</sup> )
<b>INGRESO AGUA</b>	Ingreso de agua en Maíz	56.542,69
	Ingreso de agua a planta (Pozo 1-2-3)	877.372,43
	Ingreso de agua a planta (Pozo 4)	31.920,80
	Total ingreso de agua	965.835,91
	Total bombeado	909.293,23
<b>SALIDA AGUA</b>	Salida efluente líquido - Laguna Tratamiento	177.988,52
	Salida de efluente líquido - Torre turbina	13.133,54
	Salida de efluente líquido - Filtros pozo 4	0,00
	Salida de efluente riego (cisterna)	5.835,00
	Salida de agua en producto WDGS	66.967,98
	Salida de agua en producto DDGS	2.787,81
	Salida de agua en producto Aceite vegetal	5,80
	Salida de agua en Alcohol anhidro	48,44
	Salida agua vapor - Evaporación general	216.150,86

El balance hídrico permite observar cómo son los flujos de entrada y salida de agua del sistema (**Figura 1**). El mayor ingreso a la planta se debe al agua de pozo (94,15%) mientras que el vapor de agua se lleva el mayor porcentaje de salida (72,37%), existiendo pocos efluentes líquidos (19,79%).



**Figura 1.** Balance de agua ACABIO

**Fuente:** Elaborado por Anschau y Michard a partir de datos climáticos obtenidos de las estaciones Manfredi (INTA), Córdoba (AERO) y Pilar (AERO).

Este trabajo es parte de una Tesis de Maestría que se encuentra en ejecución, por ese motivo es que aún no presenta resultados de Huella Hídrica pero sí plantea un enfoque metodológico. Esperamos a su vez, poder abordar las etapas siguientes en un estudio futuro.