

# “ESTIMACIÓN DEL CONSUMO HÍDRICO EN PRODUCCIONES AGRÍCOLAS PAMPEANAS EN LA RIBERA DEL RÍO COLORADO”

MARIANO, Roberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Correo electrónico: [rcmariano@agro.unlpam.edu.ar](mailto:rcmariano@agro.unlpam.edu.ar)

## RESUMEN

Las próximas décadas serán afectadas por la escasa disponibilidad de agua para gran parte de la población mundial. Cuando se conjugan condiciones hidrológicas adversas con cultivos que poseen altos requerimientos de agua, la presión sobre los recursos hídricos se acrecienta. La cuenca argentina del río Colorado en la provincia de La Pampa posee condiciones climáticas semidesérticas, pero cuenta con potencialidad de utilización hídrica para el desarrollo productivo. Estudios recientes han revelado que el caudal de la cuenca ha disminuido. El objetivo de esta investigación es estimar el consumo de agua de Maíz, Alfalfa y Vid en la zona bajo riego de una localidad pampeana a través del indicador Huella Hídrica. Maíz utiliza 9.374 metros cúbicos de agua por hectárea (m<sup>3</sup>/ha), Alfalfa 13.516 m<sup>3</sup>/ha y Vid 7.841 m<sup>3</sup>/ha. Resulta necesario profundizar en el consumo hídrico de las producciones agropecuarias en pos de generar información para la toma de decisiones.

**PALABRAS CLAVES:** Huella Hídrica, Maíz, Alfalfa, Vid.

## INTRODUCCIÓN

Los análisis mundiales de escasez de agua concluyen en que gran parte de la

población mundial (dos tercios como máximo) será afectada durante las próximas décadas por la escasa disponibilidad de agua (Rijsberman, 2006). La presión se agrava cuando se conjugan condiciones hidrológicas adversas y los cultivos poseen altos requerimientos de agua, ya que deben regarse para solventar la demanda no satisfecha con precipitaciones (Chávez Cortés & Binnqüist Cervantes, 2012). En este contexto, es necesario mejorar la productividad del agua en los sistemas de producción agrícola, reducir el uso del agua a través de la innovación, conservación, redistribución y cambio de patrones de uso y reuso del recurso (Brandes *et al.*, 2005). Entre los enfoques teóricos surge la Huella Hídrica (HH) como un indicador del volumen de agua utilizada, de manera directa o indirecta, para producir un producto (Hoekstra *et al.*, 2011). Las naciones tratan de establecer un equilibrio entre las demandas y la disponibilidad de recursos hídricos para apoyar la salud humana y el desarrollo económico en las próximas décadas, desarrollando tecnologías y aproximándose a enfoques tendientes a reducir HH (Hightower, 2012). Todos los componentes de una HH se especifican geográfica y temporalmente. Hoekstra *et al.* (2011) dividen al indicador en tres tipos:

- HH azul: se refiere al consumo<sup>1</sup> de los recursos superficiales y subterráneos.
- HH verde: referida al consumo de precipitaciones almacenadas en el suelo como humedad.
- HH gris: hace hincapié en la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se

---

<sup>1</sup> Se denomina “consumo” a la pérdida de agua disponible, tanto en un cuerpo como en la superficie del suelo en un área de captación determinada. Las pérdidas se producen cuando el agua se evapora, se incorpora a un producto o vuelve a otra cuenca o al mar (Hoekstra *et al.*, 2011).

requiere para asimilar la carga de contaminantes que figuran en las concentraciones naturales y estándares de calidad del agua ambiental existentes (Hoekstra *et al.*, 2011).

La cuenca del río Colorado nace en los Andes del centro-oeste de Argentina, de la unión entre la escorrentía superficial de los ríos Grande y Barrancas y tiene una extensión de aproximada de 48.000 kilómetros cuadrados. Atraviesa valles de las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires, hasta desembocar en el Océano Atlántico. Estudios del Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) en la estación de aforos Buta Ranquil (37° 06' de latitud sur, 69° 44' de longitud oeste) han revelado que el caudal del Colorado ha disminuido en más de un 43% en los últimos 5 períodos. Una media histórica de 4.692 hectómetros cúbicos por período ha pasado a una media de 2.652 (Períodos 2010-2011/2014-2015) acumulando un déficit en cinco ciclos de 10.200 hectómetros cúbicos (COIRCO, 2015). Debido a la problemática en la cuenca del río Colorado, se están realizando esfuerzos institucionales y gubernamentales en pos de atender a esta situación.

Actualmente en la provincia de La Pampa, se encuentran en producción bajo riego alrededor de 5.779 hectáreas (DGEC, 2015) y la mayor producción agrícola corresponde a Maíz, Alfalfa y Vid, ya sea con riego de tipo gravitacional o presurizado, donde el presurizado ha sido el sistema más desarrollado en los últimos años (Fontanella & Aumassanne, 2015). El artículo tiene como objetivo estimar el consumo de agua de los cultivos de Maíz, Alfalfa y Vid en el territorio pampeano de la cuenca del río Colorado, particularmente en la Sección I del Sistema de Aprovechamiento Múltiple (SAM) bajo riego de la localidad de 25 de

Mayo. Dicho consumo de agua se estimó a través del cálculo de HH Verde y HH Azul, no reportando el cálculo de la HH Gris.

El uso de agua del cultivo o requerimiento de agua del cultivo (RAC) es el volumen total de agua usada para producir una cantidad determinada de toneladas de un cultivo. Los RAC equivalen a la cantidad de agua necesaria para el crecimiento y desarrollo de la planta y se calcula por la acumulación de datos de evapotranspiración diaria del cultivo a lo largo del período de crecimiento. El cálculo del RAC se realizó mediante el software CROPWAT (FAO, 1992) 8.0<sup>2</sup> para las necesidades hídricas mensuales de los cultivos y las necesidades de riego en base a datos locales, triangulados con agentes calificados.

Se utilizaron datos de la estación meteorológica ubicada en Sección I (37° 51' 43.95" de latitud sur, 67° 39' 57.45" de longitud oeste, 344 m.s.n.m.) en el período 1971-2009, perteneciente al Ente Provincial del Río Colorado (EPRC).

## **DESARROLLO TEMÁTICO**

De acuerdo a los resultados abordados desde la base de datos y los cálculos realizados en el CROPWAT 8.0, la precipitación media anual en la Sección I del SAM de 25 de Mayo es de 261 milímetros por año (mm/año). La temperatura media anual es de 15 grados centígrados (°C). El mes más cálido es enero, con una temperatura media de 21,4 °C y los meses más fríos son junio y julio con una temperatura media de 8,2 °C. La velocidad media del viento es de 6 kilómetros por hora (km/h), con dirección dominante sudoeste. Se registró un promedio anual del 60% de humedad y un promedio anual de 13,7 horas diarias de insolación: 17,05 horas diarias en los

---

<sup>2</sup> Los procedimientos de cálculo utilizados en CROPWAT 8.0 se basan en dos publicaciones de Irrigation and Drainage Series (N° 56 "Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements" y N° 33 "Yield response to water").

meses de enero y febrero y 11,6 horas diarias en los meses de junio y julio. El promedio anual de radiación se encontró en 24,4 mega joule por metro cuadrado por día (MJ/m<sup>2</sup>/día). La evapotranspiración de referencia estándar (ET<sub>o</sub>) en los 3,38 mm/día con picos en los meses de diciembre y enero con valores de 6,3 y 6,33 mm/día respectivamente, en los meses de junio y julio se encontraron en el orden de los 0,5 y 0,6 mm/día respectivamente. Dicho cálculo utiliza el método de Penman-Monteith para la estimación de la tasa de ET<sub>o</sub>.

De acuerdo a los datos analizados se calculó la ET<sub>o</sub> de los cultivos y la precipitación efectiva de acuerdo con el método de Allen *et al.* (2006). El cual explicitó un total aproximado de 43,2 mm/año de precipitación efectiva.

Los valores de coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) se expresaron de acuerdo con Fontanella & Aumassanne (2015). El Maíz consumió agua sobre un período de 175 días de acuerdo a su ciclo, tanto Alfalfa como Vid consumieron agua anualmente. Los datos de suelo se sacaron en condiciones locales de la Sección I de acuerdo con Vázquez (2014). Se supuso el riego siempre a agotamiento crítico del cultivo, reponiendo agua a la capacidad de campo con una eficiencia del sistema de riego del orden del 70%. Los resultados de HH Verde y Azul para los diferentes cultivos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Huella Hídrica Verde y Azul para Maíz, Alfalfa y Vid.

Cultivo	Maíz		Alfalfa		Vid	
	Verde	Azul	Verde	Azul	Verde	Azul
Consumo de agua (RAC)						
RAC en milímetros (mm)	14,5	922,9	56,2	1295,4	40,1	744
RAC en metros cúbicos por hectárea (m <sup>3</sup> /ha)	145	9229	562	12954	401	7440
Huella Hídrica Verde y Azul (m <sup>3</sup> /ha)	9374		13516		7841	

Fuente: Elaboración propia en base a CROPWAT 8.0

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede establecer que el cultivo de Maíz en la Sección I del SAM de 25 de Mayo (provincia de La Pampa) utiliza 9.374 metros cúbicos de agua por hectárea (m<sup>3</sup>/ha) los cuáles el 98,45% es de origen superficial o subterráneo (HH Azul) y el 1,55% restante corresponde a precipitaciones almacenadas en el suelo como humedad (HH Verde). En cuanto a la Alfalfa, se estima un consumo de 13.516 m<sup>3</sup>/ha/año de los cuáles el 95,84% corresponde a la HH Azul y el 4,15% a la HH Verde. Para la Vid, el consumo se estima en 7.841 m<sup>3</sup>/ha/año de los cuáles el 94,88% corresponden a HH Azul y el 5,11% a HH Verde.

Para apreciar los resultados desde una perspectiva económica aproximada, INTA (2016) menciona que el costo del milímetro de riego para Maíz y Alfalfa se ubica en los 6,61 y 5,03 \$/mm respectivamente, con un consumo hídrico que difiere de los obtenidos en éste trabajo. INTA (2016) estimó 1.010 milímetros para Maíz y 1.480 milímetros para Alfalfa de acuerdo con Fontanella & Aumassanne (2015).

## REFLEXIONES FINALES

Los resultados expuestos son estimaciones preliminares y se encuentran sujetos a comprobación con mediciones empíricas a campo. Estas apreciaciones, así como la metodología de cálculo utilizada, podrían explicar las diferencias con los cálculos de Fontanella & Aumassanne (2015) en Maíz y Alfalfa.

El enfoque de HH expone un puntapié inicial para la realización de investigaciones que conjuguen el consumo hídrico con diversos factores (ej. económicos, sociales, institucionales) para aportar mayor información a la toma de decisiones, particularmente en diferentes producciones agropecuarias zonales.

Resulta necesario seguir profundizando en enfoques teóricos, metodológicos y validaciones empíricas en pos de generar información económica, social y ambiental sobre las producciones agropecuarias actuales y potenciales de la ribera del río Colorado. Dicha información sería de utilidad para gestionar estrategias de desarrollo sustentable y eco-eficiente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Allen R.G., L. S. Pereira, D. Raes & M. Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje Nº 56, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, 298 p.

Brandes O., M. Ferguson, M. Gonigle & C. Sandborn. 2005. At a Watershed: ecological governance and sustainable water management in Canada. The POLIS Project on Ecological Governance. Canadá, Universidad Victoria.

Chávez Cortés M. & G. Binnqüist Cervantes. 2012. La huella hídrica agrícola en los Valles de Etna, Zimatlán y Tlacolula, Oaxaca. Revista Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente 12, 23: 15-50. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. México.

COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado). 2015. Gestión Integrada del Recurso Hídrico 2014 – 2015. Previsiones para 2015 – 2016. IV Jornada Informativa, Villa Casa de Piedra. Argentina.

DGEC (Dirección General de Estadísticas y Censos). 2015. Anuario Estadístico de la Provincia de La Pampa 2015. <http://www.estadistica.lapampa.gov.ar/index.php/noticias-de-la-pagina-de->

[inicio/372-anuario-estadistico-2015](http://www.estadistica.lapampa.gov.ar/index.php/noticias-de-la-pagina-de-inicio/372-anuario-estadistico-2015) (9/11/2016).

FAO (Food and Agriculture Organization). 1992. CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management. Author, Smith M. Irrigation and Drainage Paper 46. Rome, Italy.

Fontanella D. & C. Aumassane. 2015. “Evapotranspiración de maíz, alfalfa y vid bajo riego, en la cuenca media del río Colorado”. AER Colonia 25 de Mayo, EEA Anguil. <http://inta.gov.ar/documentos/evapotranspiracion-de-maiz-alfalfa-y-vid-bajo-riego-en-la-cuenca-media-del-rio-colorado> (15/11/2016).

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2016. Márgenes brutos de los principales productos agropecuarios de la provincia de La Pampa. Publicación trimestral Septiembre. EEA “Guillermo Covas” INTA. 92 p. [http://inta.gov.ar/sites/default/files/inta\\_informe\\_septiembre2016.pdf](http://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_informe_septiembre2016.pdf) (12/12/2016).

Rijsberman F. R. 2006. Water scarcity: Fact or fiction? Agric. Water Manag. 80: 5-22.

Vázquez, P. 2014. La ecuación suelo-paisaje, los sensores remotos y la actualización de la cartografía edáfica de la provincia de La Pampa. Publicación Técnica 98. EEA “Guillermo Covas” INTA. 12 p.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece la colaboración de Federico Berneri (FA-Unlpam), Carolina Aumassane (AER Colonia 25 de Mayo, INTA) y Dardo Fontanella (AER Colonia 25 de Mayo, INTA) por los aportes realizados al presente trabajo.