

Evaluación de la huella hídrica del ajo en Mendoza, Argentina

Water footprint accounting of garlic produced in Mendoza, Argentina

Adriana Mariani^{1*}, Leandro Martín¹, Rocío Hernández¹,
Gustavo Almeira¹, Lipinski Victor³, Bárbara Civi²

RESUMEN

Conocer la cantidad de agua utilizada por el cultivo de ajo (*Allium sativum*) es primordial para optimizar la eficiencia en su uso y promover una producción sostenible, especialmente en tierras áridas, donde el recurso hídrico es escaso. Por ello, el propósito de este estudio es determinar la huella hídrica (HH) en la fase agrícola del ajo blanco, morado y colorado, en las diferentes zonas de cultivo en la provincia de Mendoza, Argentina. Para la determinación de la huella hídrica total y cada uno de sus componentes (HH azul, HH verde y HH gris) se siguió la metodología propuesta por la Water Footprint Network según el Manual de Evaluación de Huella Hídrica. Los resultados muestran que la mayor HH total promedio en Mendoza corresponde al ajo colorado ($973 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$), seguido por el ajo blanco ($794 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$) y el ajo morado ($550 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$). En cuanto a las zonas de cultivo, se observa que los mayores valores de HH total se presentan en el sur, seguido por el norte, centro y Valle de Uco. Por otra parte, el valor de HH ponderada a nivel provincial para los 3 tipos de ajos es de $652 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, donde el 20% corresponde a HH verde, 58% a HH azul y el 22% a la HH gris. La variación de los resultados obtenidos en cada tipo de ajo y zona considerada responde principalmente a aspectos climáticos y económicos que determinan la respuesta al consumo de agua, el rendimiento y la productividad.

Palabras clave: *Allium sativum*, consumo de agua, rendimiento, tierras secas.

ABSTRACT

Knowing the amount of water used during the growing of garlic (*Allium sativum*) is essential to optimize the efficiency of its use and to promote sustainable production, especially in drylands, where water resources are scarce. Therefore, the purpose of this study is to determine the water footprint (WF) in the cultivation of white, purple and red cultivars, in different areas of the province of Mendoza, Argentina. To account for the total water footprint (WF_{total}) and each of its components (WF_{blue} , WF_{green} and WF_{gray}), the methodology proposed by the Water Footprint Network was followed according to the Water Footprint Assessment Manual. The results show that the highest WF_{total} in Mendoza corresponds to red garlic ($973 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$) followed by white garlic ($794 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$) and purple garlic ($550 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$). Regarding the cultivation areas, it is observed that the highest values of WF_{total} are found in the South region, followed by the North, Center and Valle de Uco regions respectively. On the other hand, the weighted WF value at the provincial level for the 3 varieties of garlic is $652 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, where 20% corresponds to WF_{green} , 58% to WF_{blue} and finally 22% to WF_{gray} . The variation of the WF results of each type of garlic and zones analyzed is associated mainly with climatic aspects and economics which determine the response to water consumption, productivity and yield.

Keywords: *Allium sativum*, water consumptions, yield, drylands.

Introducción

Afrontar la escasez de agua en la producción es uno de los mayores desafíos del siglo XXI. La agricultura utiliza aproximadamente el 70% del agua y si bien su demanda está aumentando rápidamente, el cambio climático también afecta negativamente a los recursos de agua dulce tanto en términos de cantidad como de calidad (FAO, 2018).

En Argentina la situación es similar a la global, aunque el porcentaje destinado al uso agropecuario es ligeramente superior (FAO y PROSAP, 2015). Por otra parte, el 75% del territorio tiene tierras secas y la agricultura regional se ve determinada por el acceso al agua (Abraham, 2002). La provincia de Mendoza, en el centro oeste argentino, posee tres oasis irrigados que representan el 3,5% del territorio provincial y solo en ellos hay producción agrícola

¹ Instituto Nacional del Agua (INA-SCRA). Mendoza, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires, Argentina.

³ Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo). Mendoza, Argentina.

* Autor por correspondencia: amariani@ina.gov.ar

compartiendo el agua con la actividad industrial y residencial (Civit *et al.*, 2018). Por otra parte, el agua que abastece a estos oasis es superficial y proviene principalmente del deshielo, y se utiliza en menor medida agua subterránea para el riego agrícola (DGI, 2021).

Mendoza se caracteriza por tener clima semiárido con una precipitación media anual de 200 mm (Morábito *et al.*, 2012). En las cuencas de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, el sector agrícola demanda un volumen de agua aproximado de 2.767,4 hm³ año⁻¹ donde el 67% corresponde a agua superficial y el 33% al agua subterránea. La vid es el cultivo de mayor demanda hídrica (58,5% del volumen total), seguido por los frutales (13,1%), olivo (12,8%), hortalizas (11,2%) y otros cultivos (4,4%) (Duek, 2017).

Argentina es uno de los principales países productores y exportadores de ajo a nivel mundial, y Mendoza y San Juan son las provincias con mayor superficie cultivada del país. La superficie estimada en la provincia de Mendoza para la temporada 2019/2020 fue de 11.323,4 ha de ajo, con una producción media total de ajo de 139.807 t, lo que representa un incremento del 9% respecto a la temporada 2017/2018 (IDR, 2019). Las zonas de cultivo del ajo blanco, colorado y morado son el norte, centro, Valle de Uco y sur (Tabla 1) (IDR, 2019), y se diferencian principalmente por la superficie cultivada, los rendimientos obtenidos y el clima. Por ejemplo, el Valle de Uco posee la mayor superficie cultivada de ajo (6711 ha), seguido por el norte (2148 ha), centro (1643 ha) y sur (863 ha) (IDR, 2021). Los rendimientos varían por tipo comercial: el ajo morado es el de mayor rendimiento promedio general (12,3 t ha⁻¹), seguido por el blanco (9,8 t ha⁻¹) y el colorado (9,1 t ha⁻¹) (IDR, 2019). Las zonas norte, centro y Valle de Uco poseen los mayores rendimientos

promedios de ajo (entre 10 y 14 t ha⁻¹) respecto al sur provincial (8 t ha⁻¹) (IDR, 2019). En cuanto al clima, la precipitación media anual (2011-2020) se incrementa desde el norte hasta el sur provincial, variando de 234 mm (Estación Mendoza Aeropuerto) a 371 mm (Estación San Rafael Aeropuerto).

Una de las herramientas que se han desarrollado para estimar el agua asociada a la producción de bienes y brindar servicios es la huella hídrica (HH) (Hoekstra y Hung, 2002). Este indicador no solamente toma en cuenta el volumen de agua empleado directa o indirectamente para producir algo, sino que también distingue dónde y en qué momento se usó y qué tipo de agua era: lluvia (HH verde), superficial y subterránea (HH azul), o la empleada para asimilar la carga contaminante en cuerpos receptores (HH gris) (Lambarri y Vázquez, 2017).

La HH tiene la particularidad de considerar la fuente del agua consumida (que se evapora, se evapotranspira, se incorpora al producto, queda retenida en el suelo o se extrae de una cuenca y se vuelca en otra cuenca o en otro momento) y se representa por colores: el “agua verde” proviene del agua de lluvia, el “agua azul” se refiere al agua superficial y subterránea, y el “agua gris” es el agua dulce requerida para asimilar los contaminantes, basado en las concentraciones admitidas según las normas de calidad del lugar (Hoekstra *et al.*, 2011).

Mekonnen y Hoekstra (2010) determinaron una HH del ajo de 589 m³ t⁻¹, considerando un escenario de balance hídrico en el cual el suelo no recibió agua de riego, con una distribución de HH verde (57%) respecto a HH azul y HH gris (14% y 29% respectivamente). Por otra parte, Lélis *et al.* (2022) obtuvieron valores de HH en ajo de 514 m³ t⁻¹ en clima semiárido sin déficit hídrico (promedio del periodo 2015-2017) con mayor incidencia de la HH azul (69%) respecto a

Tabla 1. Estaciones meteorológicas, serie de años y localización. Mendoza. Argentina.

Zona	Estaciones meteorológicas		Serie	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
	Nombre	Organismo*				
Norte	Mendoza Aero	SMN	2011-2020	32.50 S	68.47 O	704
Centro	Chacras de Coria	FCA	1967-2007	32.98 S	68.86 O	920
Valle de Uco	San Carlos	SMN	2011-2020	33.46 S	69.20 O	940
Sur	San Rafael Aero	SMN	2011-2020	34.35 S	68.24	748

*SMN: Servicio Meteorológico Nacional. FCA: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.

los otros componentes (18% HH verde y 13% HH gris) debido al riego del cultivo.

El objetivo principal del trabajo es determinar la huella hídrica total (HH azul + HH verde + HH gris) del ajo por tipo comercial (blanco, colorado, morado) en las zonas de cultivo de la provincia de Mendoza-Argentina.

Materiales y métodos

Las zonas de cultivo consideradas para el cálculo de la HH del cultivo de ajo fueron el norte, centro, Valle de Uco y sur de la provincia de Mendoza, Argentina (Figura 1).

Se analizaron los datos meteorológicos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA, UNCuyo). En la Tabla 1 se detallan las estaciones meteorológicas representativas de cada zona de cultivo, la ubicación y la serie de años considerada.

La evapotranspiración de referencia (ET_o) fue calculada a partir de la metodología de FAO-Penman-Monteith (Allen *et al.*, 2006; Ocampo y Rivas, 2011) tomando en cuenta la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y la heliofanía.

La determinación de la huella hídrica (HH) total y sus componentes (HH azul, HH verde y HH gris) se llevó a cabo a partir de los lineamientos

descritos en el Manual de Evaluación de Huella Hídrica (Hoekstra *et al.*, 2011), siendo las HH azul y verde:

$$HH \text{ azul} = \frac{RNR}{Rto} = \frac{ETc - Pe}{Rto}; HH \text{ verde} = \frac{Pe}{Rto}$$

RNR: requerimiento neto de riego (m³ ha⁻¹), ET_c: evapotranspiración del cultivo (m³ ha⁻¹), Pe: precipitación efectiva (m³ ha⁻¹) y R_{to}: rendimiento (t ha⁻¹).

La huella de agua gris (HH gris) se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de un contaminante dado y llevarlo a concentraciones admitidas en las normas de calidad del lugar donde se realiza el estudio, siendo (Mekonnen y Hoekstra, 2015):

$$HH \text{ gris} = \frac{(\alpha * AR) / (Cmax - Cnat)}{Rto}$$

α : fracción de lixiviado del contaminante, AR: tasa de aplicación de agroquímico (kg ha⁻¹), C_{max}: concentración máxima aceptable (kg m⁻³), C_{nat}: concentración natural para el contaminante considerado (kg m⁻³) y R_{to}: rendimiento del cultivo (kg ha⁻¹).

En este estudio se calculó la HH gris considerando únicamente el uso de nitrógeno (N) debido a su importancia en la fertilización del cultivo de ajo, ya que en climas áridos el contenido de este nutriente en suelos es generalmente reducido y se aplica en dosis adecuadas para lograr una mayor expresión vegetativa (Lipinski, 2015). Además, el N puede lixivarse fuera de la zona radical y contaminar aguas subterráneas (Mekonnen y Hoekstra, 2011).

Los valores de las concentraciones de contaminantes máximas permitidas se tomaron de la normativa provincial mendocina (DGI, 2000) que coincide con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) (EPA, 2009). En nuestro caso se utilizaron C_{max} = 10 µg N L⁻¹ y C_{nat} = 0 µg N L⁻¹. La dosis de N fue diferente según el tipo comercial, siendo de 12 kg N ha⁻¹ (ajo blanco y morado) y 22 kg N ha⁻¹ (ajo colorado) (Lipinski y Gaviola, 2003; Lipinski y Gaviola, 2006).

Para la determinación de la evapotranspiración del cultivo (ET_c = ET_o x K_c) se utilizaron los coeficientes de cultivo de ajo (K_c) obtenidos en

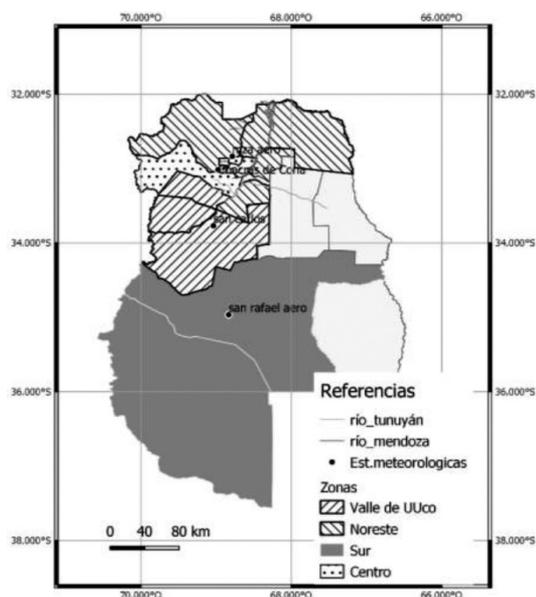


Figura 1. Zonas de cultivo de ajo en Mendoza.

ensayos experimentales locales (Tabla 2) (Lipinski y Gaviola, 2005; Lipinski, 2015).

Se realizó un taller “on line” de Validación de información y resultados con productores, socios de la Asociación de Productores, Empacadores y Exportadores de Ajos, Cebollas y Afines de Mendoza (Asocamen) y profesionales del medio (noviembre de 2021). Se presentaron los resultados obtenidos durante el estudio y las consideraciones para llegar a ellos. Se realizaron 10 preguntas de consulta pública mediante la herramienta de Votaciones de la plataforma Zoom Professional®. Las respuestas y comentarios relevados fueron de gran ayuda para validar las suposiciones llevadas a cabo y permitieron ajustar algunas cuestiones como las dosis de aplicación de los fertilizantes. Es importante destacar que este tipo de actividades es fundamental cuando se cuenta con escasa información sobre las prácticas habituales del productor local.

De acuerdo a experiencias locales (Burba, 2003; Lipinski y Gaviola, 2003), se consideraron las siguientes fechas de plantación y cosecha por tipo comercial: blanco (20/3 a 28/11), colorado (20/3 a 10/12) y morado (20/3 a 20/11). La duración del ciclo fue de 253 días (blanco), 265 días (colorado) y 245 días (morado).

El momento de la plantación es fundamental en el cultivo de ajo debido a que influye en el periodo entre emergencia y bulbificación necesario para lograr la mayor expresión vegetativa (Burba, 2003). Para ello, se realizó un análisis de sensibilidad considerando tres fechas de plantación: 10/3 (temprana), 20/3 (media) y 30/3 (tardía), y se calculó la HH por tipo de ajo. Por otro lado, se midieron los rendimientos promedios del ajo blanco, colorado y morado del período 2011-2020 a partir de los

informes anuales publicados en la web del IDR (<https://www.idr.org.ar/ajo/>),

Por último, si bien existe una relación inversa entre la HH total y el rendimiento del cultivo (a mayores rindes menor es la HH si el RNR es relativamente constante), se realizó el análisis de regresión lineal a fin de establecer el grado de asociación (R^2) entre ambas variables cuantitativas aplicando el modelo de regresión lineal: $Y(HH) = a + b * X$ (Rto).

Resultados y discusión

Los valores de HH verde, HH azul y HH gris por tipo comercial y zonas de cultivo se presentan en la Tabla 3. La HH total (promedio de las cuatro zonas de cultivo) fue de $973 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ (ajo colorado), $794 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ (ajo blanco) y $550 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ (ajo morado). Respecto a los componentes que integran el indicador, la HH azul representó el 61,8% del total, la HH gris el 19,6% y la HH verde el 18,6% (Figura 2). La HH total por zona de cultivo fue mayor en el sur ($971 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$), seguido por el norte ($831 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$), Valle de Uco ($645 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$) y centro ($644 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$) (Figura 3). El rendimiento del ajo se diferenció por tipo comercial y zona de cultivo. Los mayores rindes se dieron con ajo morado en el centro y Valle de Uco (14 t ha^{-1} y $13,3 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente).

Por otro lado, se observó una correlación significativa ($p < 0,0001$) entre la HH total y el rendimiento por tipo de ajo (Figura 4). Los mayores valores de HH en el norte (ajo colorado) y sur (colorado y blanco) se debieron principalmente al menor rendimiento ($8,8 \text{ t ha}^{-1}$, $8,5 \text{ t ha}^{-1}$ y $7,0 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente). Esto podría estar asociado a diversos factores que impactan en la producción como son plantación tardía, estrés hídrico por baja humedad del suelo, programa inadecuado de fertilización y sistemas de riego ineficientes (Lipinski, 2015).

Anualmente, existe una variación de la superficie cultivada del ajo blanco, colorado y morado en cada zona, que está asociada a aspectos climáticos y económicos. Los diferentes valores de HH por ajo en las zonas tienen una importancia relativa respecto al total y por ello se afecta la HH por un factor[©] de ponderación por superficie. De esta manera, la HH total del ajo ponderada a nivel provincial fue $652 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, siendo un 16% menor respecto a la HH total sin ponderar ($773 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$).

Tabla 2. Coeficientes de cultivo (Kc) promedios mensuales del ajo en Mendoza.

	Ajo blanco	Ajo colorado	Ajo morado
Marzo	0,4	0,41	0,4
Abril	0,43	0,44	0,45
Mayo	0,59	0,49	0,6
Junio	0,75	0,53	0,77
Julio	0,83	0,6	0,85
Agosto	1,02	0,82	1,05
Septiembre	1,25	1,03	1,3
Octubre	1,35	1,24	1,1
Noviembre	1,26	1,23	0,9
Diciembre		1,01	

Tabla 3. Huella hídrica del cultivo de ajo blanco, colorado y morado en distintas zonas de Mendoza.

Tipo	Zona	Sup (ha)	RNR (m ³ ha ⁻¹)	Pe (m ³ ha ⁻¹)	Rto (t ha ⁻¹)	HH azul (m ³ t ⁻¹)	HH verde (m ³ t ⁻¹)	HH gris (m ³ t ⁻¹)	HH total (m ³ t ⁻¹)
Blanco	Norte	398	6315	883	11,4	553	77	110	740
	Centro	1064	5035	1105	11,9	423	93	105	621
	Valle de Uco	301	4046	1809	10,3	392	175	121	688
	Sur	110	4828	1888	7	685	268	177	1130
Colorado	Norte	92	6807	985	8,8	774	112	256	1142
	Centro	189	5341	1214	10,3	517	117	218	852
	Valle de Uco	3201	4428	1951	11,1	400	176	203	779
	Sur	382	5273	2029	8,5	620	238	264	1122
Morado	Norte	1099	5227	800	11,9	440	67	105	612
	Centro	941	4135	1044	14	295	74	89	458
	Valle de Uco	2801	3237	1707	13,3	244	129	94	467
	Sur	134	3956	1786	10,6	373	168	118	659

Sup: superficie cultivada (2011-2020), RNR: requerimiento neto de riego, Pe: precipitación efectiva, Rto: rendimiento (2011-2020), HH: huella hídrica.

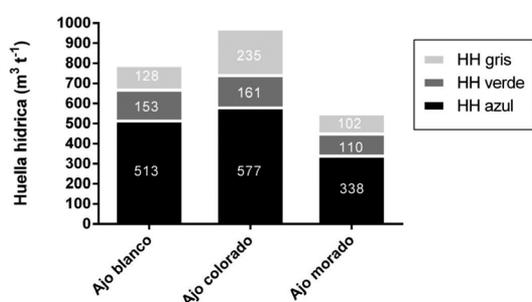


Figura 2. Huella hídrica (HH) azul, verde y gris promedio de las zonas de cultivo (Norte, Centro, Valle de Uco y Sur) por tipo de ajo en Mendoza.

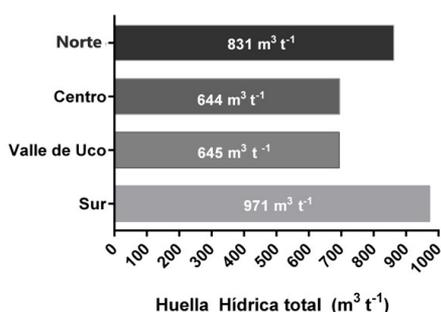


Figura 3. Huella hídrica total promedio del ajo por zona de cultivo en Mendoza.

El análisis de la HH del ajo según fecha de plantación permitió demostrar que con una plantación anticipada (10/3), se redujo la HH un

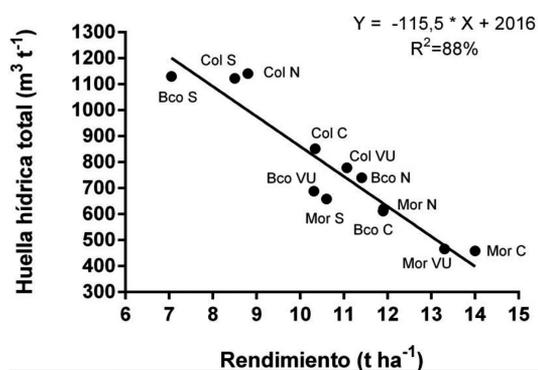


Figura 4. Huella hídrica total y rendimiento por tipo de ajo (Blanco = Bco, Colorado = Col, Morado = Mor) y zona de cultivo (Norte = N, Centro = C, Valle de Uco = VU, Sur = S) en Mendoza.

5% en promedio (38 m³ t⁻¹) respecto a la HH con la fecha recomendada (20/3) (Figura 5). En cambio, si la plantación se realiza 10 días después (30/3), la HH se incrementa un 5% para todos los ajos por igual. Estas variaciones de HH fueron consecuencia de la variación del RNR y sus componentes (ETc y Pe), considerando el mismo rendimiento en las tres fechas analizadas por tipo de ajo. Sin embargo, es importante mencionar que el atraso y adelanto en la época de plantación respecto a la recomendada por tipo de ajo y zona de cultivo, puede incidir en el rendimiento final debido a que se reduce la longitud del periodo de crecimiento entre brotación y bulbificación, acumulando menos

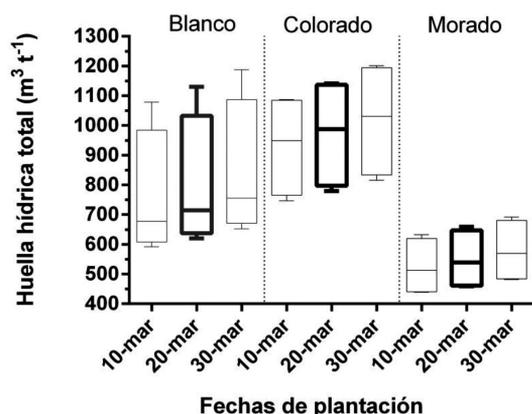


Figura 5. Huella hídrica total por tipo de ajo y fecha de plantación en Mendoza.

reservas en hojas al momento de la inducción y, en consecuencia, se obtiene menor peso de bulbos (Burba, 2003).

Conclusiones

En este trabajo se cuantificó la huella hídrica total y sus componentes (verde, azul y gris) en 3 tipos de ajos en los diferentes oasis de Mendoza (Argentina). Se evaluaron además los 3 componentes de la HH: huella verde, huella azul y huella gris. Los resultados del estudio demostraron que existe una variación de la HH según las necesidades

de riego en cada tipo de cultivo y los menores rendimientos obtenidos en algunas zonas. Esta situación es considerable en el sur de la provincia debido a la mayor HH obtenida. Por esta razón, se calculó la HH ponderada a nivel provincial para corregir estas diferencias.

Los resultados de este estudio aportan información útil para planificar las zonas donde se busca promover el cultivo de ajo según el tipo comercial y requerimiento de agua, y de esta manera contribuir a la gestión de los recursos hídricos en la planificación agrícola. Sin embargo, entre las limitaciones del indicador considerado se menciona la información parcial que arrojan los resultados, porque hacen foco solamente en un aspecto, si bien crucial, del uso de recursos en la agricultura local y regional, como es el agua. Es por ello que se debe complementar con otros elementos de análisis como el consumo de energía eléctrica asociada al riego, el uso de combustibles en las tareas mecanizadas y asociado al transporte de insumos y a la distribución del producto terminado, pero también a factores sociales y económicos como la disponibilidad de la mano de obra especializada, el acceso a centros de acopio y distribución, y los costos de inversión en la tecnificación para hacer un uso eficiente de los recursos. Contar con esta información asegura la toma de decisiones con soporte científico en la búsqueda de la producción responsable y sostenible.

Literatura citada

- Abraham, E.M.
2002. Lucha contra la desertificación en las tierras secas de Argentina. El caso de Mendoza. CYTED. El agua en Iberoamérica. De la escasez a la desertificación. CYTED. Buenos Aires, Argentina. pp. 27-44.
- Allen, R.; Pereira, L.; Raes, D.; Smith, M.
2006. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio F.A.O. Riego y Drenaje 56. Ed. FAO, Roma. 300 p.
- Burba, J.L.
2003. Producción de ajo. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA EEA La Consulta. Mendoza, Argentina. pp. 24-27.
- Civit, B.; Piastrellini, R.; Curadelli, S.; Arena, J.P.
2018. The water consumed in the production of grapes for vinification (*Vitis vinifera*). Mapping the blue and green water footprint, *Ecological Indicators*, 85: 236-243.
- Departamento General de Irrigación.
2000. Resolución 627/00. Anexo I - a) Normas para Vertido de Líquidos a Cuerpos Receptores. DGI. Mendoza, Argentina.
- Departamento General de Irrigación.
2021. Pronóstico de caudales de los ríos de la provincia de Mendoza. Temporada 2021-2022. DGI. Mendoza, Argentina.
- Duek, A.E.
2017. Demanda de agua por parte del sector agrícola en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán inferior. Ponencia Mendoza. Disponible en: <https://bdigital.uncu.edu.ar/9325>. Consultado: 20/mar/2022.
- EPA.
2009. List of drinking water contaminants: groundwater and drinkingwater, US Environmental Protection Agency. Disponible en: www.epa.gov/safewater. Consultado: 20/mar/2022.
- FAO y PROSAP
2015. Estudio del potencial de ampliación de riego en Argentina, FAO, Roma y Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires. 136 p.
- FAO
2018. El marco mundial sobre la escasez de agua en la agricultura. 4 p.

- Hoekstra, A.Y.; Hung, P.Q.
2002. Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Series N° 11, Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE. 165 p.
- Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K.; Aldaya, M.M.; Mekonnen, M.M.
2011. The water footprint assessment manual. Water Footprint Network. Washington DC, US. 203 p.
- Instituto de Desarrollo Rural. 2019. Estimación de volúmenes y calibres-ajo 2019-2020. IDR. Disponible en: <https://www.idr.org.ar/ajo/> Consultado: 20/mar/2022.
- Instituto de Desarrollo Rural.
2021. Estimación de la superficie cultivada de ajo en Mendoza. IDR. Mendoza, Argentina. 14 p.
- Lambarri, J.; Vázquez del Mercado Arribas, R.
2021. Huella Hídrica: definición y contexto global. *Huella hídrica en México: análisis y perspectivas*. 14: 13-35.
- Léllis, B.C.; Martínez-Romero, A.; Schwartz, R.C.; Pardo, J.J.; Tarjuelo, J.M.; Domínguez, A.
2022. Effect of the optimized regulated deficit irrigation methodology on water use in garlic. *Agricultural Water Management*, 260: 107280.
- Lipinski, V.; Gaviola, S.
2003. Ajo nieve INTA Densidad de plantación y fertirrigación nitrogenada. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* (UNCuyo), 35(2): 87-93.
- Lipinski, V.; Gaviola, S.
2005. Determinación de los coeficientes de cultivo de ajo colorado con riego por goteo, en el Valle de Uco, Mendoza, Argentina. XX Congreso Nacional del Agua. III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. 493 p.
- Lipinski, V.; Gaviola, S.
2006. Evaluación del rendimiento y calidad de cultivares de ajo colorado fertirrigados con nitrógeno. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 38(2): 37-48.
- Lipinski, V.M.
2015. Manejo de riego y la fertilización en cultivos de ajo. EEA La Consulta. Ediciones INTA Documento Proyecto AJO/INTA 114.
- Mekonnen, M.M.; Hoekstra, A.Y.
2010. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series N° 47, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. 35 p
- Mekonnen, M.M.; Hoekstra, A.Y.
2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15: 1577-1600.
- Mekonnen, M.M.; Hoekstra, A.Y.
2015. Global gray water footprint and water pollution levels related to anthropogenic nitrogen loads to freshwater. *Environ. Sci. Technol.* 49: 12860-12868.
- Morábito, J.; Salatino, S.; Hernández, R.; Núñez, M.
2012. Una aproximación al conocimiento de la huella hídrica en vid en los oasis regadíos de Mendoza, Argentina. Actas del Foro de Economía Verde y Agua. Mendoza, Argentina, 22 y 23 de agosto de 2012. Mendoza, Facultad de Ciencias Económicas - UNCuyo, 2012.

