

Consumo de agua en la cadena vitivinícola de Mendoza, Argentina. Escenarios de uso sostenible*

Water consumption in the wine chain in Mendoza, Argentina. Sustainable use scenarios

Alicia Elena Duek y Eduardo Alejandro Comellas**

Resumen

Conocer el uso actual y futuro del agua facilita la toma de decisiones dirigidas a su correcta asignación. Esto adquiere relevancia en zonas de escasez hídrica, tal como Mendoza (Argentina), destacada, además, por ser un sitio apto para el desarrollo vitivinícola. Allí, las hectáreas con vid ocupan el 66% de la superficie cultivada total, la industria vitivinícola representa el 28% de las industrias de la provincia y el 54% de las agroalimenticias. Los objetivos del presente trabajo son estimar el volumen de agua utilizado en la cadena de producción del sector vitivinícola para cada cuenca, construir escenarios de uso eficiente del agua e identificar acciones que impliquen ahorros del recurso. La demanda de agua del eslabón agrícola se estima, para cada cuenca, desde datos de hectáreas cultivadas, eficiencias de riego, requerimientos hídricos y la proporción irrigada con agua superficial y subterránea. La demanda de agua del eslabón industrial se calcula, para cada cuenca, desde coeficientes insumo/producto y datos de producción de vino. Actualmente, la demanda hídrica de la cadena es de 2.286 hm³/año. Mejoras en infraestructura de canales y en el uso del agua en bodegas, la disminuirían a 1.920 hm³/año. Además, generalizando el riego tecnificado, permitirían ubicarla en 1.533 hm³/año.

Palabras clave: uso sostenible del agua, vitivinicultura, escenarios, Mendoza.

* Proyecto PRO 7-169: “Impactos hídricos, económicos y sociales generados por la expansión de la frontera productiva en la cuenca del río Tunuyán (Mendoza)”. Aprobado por el Instituto Nacional del Agua (INA). Institución Adoptante: Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELA). Inicio: 04/2013. Finalización: 04/2015.

** Alicia Elena Duek. Ingeniera Industrial. Instituto Nacional del Agua – Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua. Mendoza, Argentina. Correo electrónico: danaduek@hotmail.com. Eduardo Alejandro Comellas. Licenciado en Economía. Magíster en Economía y Negocios. en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Instituto Nacional del Agua – Centro de Economía Magíster, Legislación y Administración del Agua. Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Económicas. Mendoza, Argentina. Correo electrónico ecomellas@ina.gov.ar

Abstract

To know the current and future water use facilitates decision making about its correct allocation. This becomes relevant in areas of water scarcity, such as Mendoza (Argentina) a region suitable for the wine industry. There, the vine hectares occupy about 66% of the total cultivated area, the wine industry represents 28% of industries in the province and 54% of the food industry. The objectives of this paper are: to estimate the volume of water used in the production of the wine sector for each basin, build scenarios of water use efficiency and to promote actions involving resource saving. Water demand in agriculture is estimated for each basin, from data of cultivated hectares, irrigation efficiencies, water requirement and the proportion of irrigated acres with surface water and groundwater. Industrial water demand is calculated for each basin from input/output coefficients and wine production data. Currently, water demand of the wine chain is 2,286 hm³/year. Improvements in infrastructure irrigation canals and in water use of wineries decrease to 1,920 hm³/year. Adopting further generalization of modern irrigation methods, consumption would be 1,533 hm³ / year.

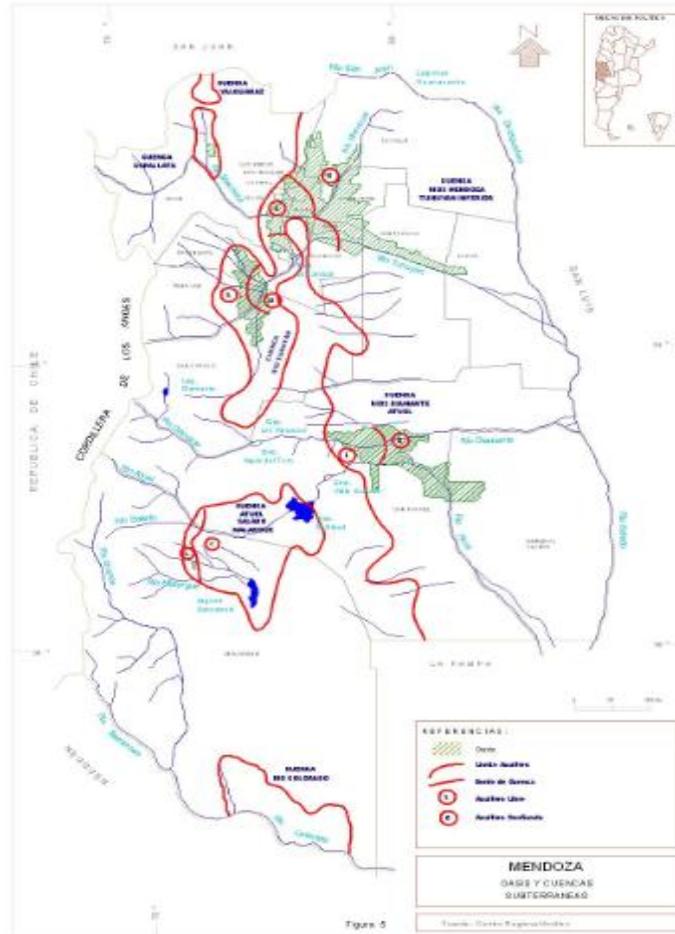
Key words: sustainable water use, viticulture, wine-making, scenarios, Mendoza.

Introducción

Área de estudio

Mendoza es una provincia mediterránea y continental, de clima árido a semiárido, con un promedio de precipitaciones anuales de alrededor de 250 mm. La combinación de los factores climáticos y geomorfológicos ha determinado ambientes diversos con distintas posibilidades biológicas y humanas. Estos factores, actuando conjuntamente de modo positivo, dieron como resultado el surgimiento de importantes zonas de oasis, los cuales pueden visualizarse en la Figura 1. En el resto de la provincia, las combinaciones negativas dieron origen a los grandes vacíos humanos, totalmente marginales a los macro-procesos económicos, en un territorio fuertemente condicionado por la aridez.

Figura 1: Cuencas y Oasis Productivos de la Provincia de Mendoza.



Fuente: Gobierno de Mendoza, 2006. Evaluación Ambiental Estratégica para el Programa de Desarrollo Productivo y Competitividad de la Provincia de Mendoza. Sobre la base de información relevada por el Centro Regional Andino en 2005

En la zona cordillerana de la Provincia, el régimen de precipitaciones es de tipo mediterráneo, con concentraciones de las mismas en forma de nieve en invierno y con veranos relativamente secos, presentando valores promedio de 300 mm a más de 1.000 mm anuales. Estas precipitaciones, unidas al constante aporte de los glaciares, dan origen a los ríos, principales fuentes de abastecimiento de agua para uso humano, agrícola e industrial. Estos ríos, a su vez, conforman la estructura hidrológica de cuatro grandes cuencas: Mendoza, Tunuyán Superior, Tunuyán inferior y Diamante y Atuel.

En estos oasis la actividad humana se afirma en el riego sistematizado, aprovechando el caudal de los ríos superficiales y complementándose con el aprovechamiento del agua

subterránea. La industrialización concierne, sobre todo, a los productos que proporcionan los cultivos de vid, frutas y hortalizas. La sustentabilidad de estas áreas de oasis se encuentra comprometida por su natural vulnerabilidad hídrica (en algunas zonas la oferta de recursos hídricos es apenas 5% superior a los requerimientos), el retroceso de sus glaciares, la contaminación de sus cauces y acuíferos y el crecimiento desmedido de su población, actividad industrial y servicios conexos. Este contexto natural y antrópico, plantea fuertes restricciones al crecimiento demográfico y económico, siendo imperioso maximizar el adecuado uso del recurso hídrico en cada una de las actividades humanas.

Fundamentos y antecedentes

Las características áridas del medio implican que los recursos hídricos y el suelo se constituyan en factores claves para satisfacer demandas de diversa índole, como así también para proyectarse en iniciativas y políticas de desarrollo (Gobierno de Mendoza, 2010: 12-13). En Mendoza, la escasez de agua y su calidad resultan apremiantes, de hecho el índice de escasez hídrica, definido como la relación entre la demanda hídrica total y la oferta total disponible denota, en la mayoría de sus cuencas, valores superiores al 80% (umbral límite a partir del cual se evidencian escenarios de escasez). En la Provincia la cuenca más comprometida es la del río Mendoza, en la cual el índice de escasez hídrica alcanza el 98,17%; este índice también es elevado para el caso de las cuencas del río Tunuyán Inferior, alcanzado un valor de 91,30% y para la del río Tunuyán Superior, donde el índice es de 86,52%. Con menor grado de compromiso se encuentra la cuenca de los ríos Diamante y Atuel, con un índice de escasez hídrica del 52,90% (Universidad Nacional de Cuyo, 2004: 21-22). Estos valores se visualizan en la Tabla 1.

Tabla 1. Índice de escasez hídrica y volúmenes de agua en Mendoza, por cuenca, en porcentaje y hectómetros cúbicos por año.

Cuenca	Volumen de agua (hm ³ / año)		Índice de escasez hídrica (%)
	Oferta hídrica	Demanda hídrica	
Río Mendoza	1.805	1.772	98,17
Río Tunuyán Inferior	1.644	1.501	91,30
Río Tunuyán Superior	935	809	86,52
Ríos Diamante y Atuel	2.359	1.248	52,90

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos extraídos del Marco Estratégico para la Provincia de Mendoza. Diagnóstico Físico Ambiental. UNCuyo, 2004.

La crítica situación actual, evidenciada en el valor del índice de escasez hídrica para la mayoría de las cuencas de Mendoza, tenderá a ser aún mayor en el futuro. Así, mientras los requerimientos hídricos (demanda) tenderán a ser mayores como consecuencia del crecimiento de la población y de las actividades económicas, la disponibilidad hídrica (oferta) se verá afectada cualitativamente por la contaminación antrópica y cuantitativamente por los efectos del cambio climático global. En este último sentido, los Modelos de Circulación General de la Atmósfera (MCGA) predicen una contracción en los caudales hídricos superficiales de los Andes Centrales como consecuencia de las alteraciones climáticas (Villalba, 2003: 112-126).

En referencia a lo anterior, los registros paleoambientales indican que se están manifestando condiciones climáticas anómalas en el contexto de los últimos siglos y que la disponibilidad del recurso hídrico estaría siendo afectada por los cambios en la temperatura. Según estos modelos y registros, se espera que en la zona de los Andes Centrales las precipitaciones de origen Atlántico vayan en aumento, en tanto disminuyan los aportes desde el Pacífico. Esto implicaría que, al ser los ríos de la zona de origen glaciar, y por ende tener su origen en los aportes del Pacífico, sus caudales se verán reducidos. Las estimaciones, según el MCGA que se considere, indicarían que los caudales de los ríos cordilleranos se reducirán entre un 5 a 15% con respecto a los valores promedios evidenciados durante el siglo pasado.

Tal como se mencionó, Mendoza es una zona árida en donde el agua fue, es y será el factor fundamental del desarrollo. En este sentido, todo el conocimiento relacionado con los usos del agua actuales y futuros forma parte de la información para la toma de decisiones, tanto en lo relacionado con su eficiente asignación como también a su armónica distribución geográfica. El Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua, perteneciente al Instituto Nacional del Agua (CELA – INA), viene realizando desde hace muchos años, estimaciones sobre los usos del agua por parte de diferentes sectores, entre ellos el industrial, para su aplicación al balance hídrico provincial (Gobierno de Mendoza, 1998: 10-13; Universidad Nacional de Cuyo, 2004: 21-22; Llop, 2009).

Al realizar estas estimaciones sobre usos para Mendoza, se advierte que existe más información cuantitativa para algunos sectores, mientras que, para otros, los datos y estudios se tornan relativamente más escasos. Así, para conocer la demanda de uso agrícola se cuenta con coeficientes regionales sobre el uso de agua para riego, los que se aplican a datos de superficie cultivada proveniente de los censos agropecuarios. Por otro lado, la demanda para uso doméstico de agua se estima con datos de cantidad de habitantes y producción de agua potable, a los que se les aplican coeficientes de consumo de agua potable por persona. Sin embargo, no se han realizado estimaciones del consumo de agua para el sector industrial en la provincia de Mendoza, ya que no se cuenta con coeficientes que puedan ser aplicados a datos de censos industriales. A pesar de estas dificultades,

existen algunos estudios realizados por el INA CELA en las décadas del '80 y del '90 que, si bien no fueron directamente dirigidos a estimar la demanda de agua del sector industrial, sí se orientaron a estudiar la contaminación generada por efluentes del sector. Estos estudios fueron desarrollados sobre la base de datos extraídos de censos industriales (Zoia y Fasciolo, 1995: 99-105) o a través de entrevistas en el marco de informes de un proyecto sobre costos de control de contaminación (Zoia et al., 1982: 15-16; Bertranou et al., 1982: 4-5; Fasciolo et al., 1981: 3) y permiten, de modo indirecto, contar con el herramental básico para estimar ciertas demandas sectoriales.

Contando con la información de los estudios anteriores, ha sido posible estimar ciertos indicadores de consumo de agua para la industria mendocina. Entre éstos, se destacan los relacionados con el sector vitivinícola, dada la importancia relativa que este imprime sobre el esquema productivo de la Provincia. La magnitud de este sector es tal que, las hectáreas cultivadas con vid ocupan alrededor del 66% de la superficie cultivada en la provincia, al tiempo que las bodegas constituyen la principal industria manufacturera de Mendoza, representando el 27,87% del total de los establecimientos de ese sector en la región y más del 54 % de la industria agroalimenticia.

Figura 2: Viñedos de la Bodega Séptima. Luján de Cuyo, Mendoza.



Fuente: Fotografía A. Duek.

Por otro lado, y más allá de las estimaciones de consumo de agua realizadas en estos estudios, la bibliografía internacional ha receptado, recientemente, nuevos parámetros que propenden cuantificar el grado de avance hacia escenarios de mayor sustentabilidad. Entre estos, se encuentra el concepto de huella hídrica, el cual constituye un indicador de uso del agua que tiene en cuenta tanto el uso directo como indirecto por parte de un consumidor o productor. Según Hoekstra et al. (2009: 8) se define como el volumen total de agua dulce

Alicia Elena Duek y Eduardo Alejandro Comellas. "Consumo de agua en la cadena vitivinícola de Mendoza, Argentina. Escenarios de uso sostenible" / "Water consumption in the wine chain in Mendoza, Argentina. Sustainable use scenarios". *RIVAR* Vol. 2, Nº 6, ISSN 0719-4994, IDEA-USACH, Santiago de Chile, septiembre 2015, pp. 110-130

que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo o comunidad, así como los producidos por el comercio. Este concepto se encuentra fuertemente vinculado con la preservación del recurso hídrico y la sostenibilidad de los modelos productivos.

En relación a los cultivos de vid, Mekonnen y Hoekstra (2010: 16) citan un valor promedio mundial de 608 litros de agua por kilo de uva cosechada, mientras para la Argentina y Mendoza estiman este valor en 458 litros de agua por kilo de uva cosechada. Sin embargo, estudios efectuados por Morábito et al. (2012a: 7-8) en los oasis regadíos de Mendoza demuestran que la huella hídrica, para el caso de la vid, oscila significativamente en función del sistema de riego utilizado. Para el caso de técnicas de riego tradicional, el valor se ubica en 656 litros de agua por kilo de uva cosechada, mientras que para riego por goteo esta cifra se reduce a 329 litros de agua por kilo de uva cosechada.

En relación al uso del agua en los establecimientos industriales, Nazralla et al. (2003: 35-42) en su trabajo sobre consumo de agua en bodegas y gestión de efluentes, presentaron coeficientes de insumo/producto para distintas etapas de elaboración; encontrándose para la época de elaboración, 1,63 litros de agua/litro de vino elaborado y 1,45 para el resto del año. Por su parte, Smith (2010:7) estimó que ciertas bodegas pueden llegar a consumir hasta 20 litros de agua por litro de vino elaborado. Storm (1997: 137-138) realizó un estudio de los consumos de aguas en bodegas en función de los volúmenes de producción y de la calidad de los vinos producidos y propuso un rango comprendido entre 1,67 y 10,55 litros de agua por litro de vino elaborado. Asimismo, se puede citar un intervalo propuesto por la Beverage Industry Environmental Roundtable (2011: 9), el cual se encuentra entre 1,46 y 14,83 litros de agua por litro de vino producido.

Objetivos

Constituyen objetivos del presente trabajo: i) estimar el volumen de agua utilizado en toda la cadena de producción del sector vitivinícola para cada cuenca hidrogeológica de Mendoza; ii) construir escenarios de uso eficiente del agua para el sector vitivinícola e iii) identificar acciones que impliquen una mayor incidencia en el ahorro de agua.

Consideraciones preliminares

Hectáreas cultivadas con vid

La provincia de Mendoza cuenta con un total de superficie de cultivos para industrializar del orden de las 212.000 hectáreas, de las cuales 140.000 hectáreas se destinan a procesos industriales vitivinícolas. En la Tabla 2, para cada una de las cuencas bajo estudio, y por

departamentos, se muestran la superficie cultivada con productos para destino industrial, la superficie cultivada con vid con destino vinificación y, en la última columna, la participación relativa de la vid respecto del total de cultivos. Los datos presentados hacen referencia a la superficie promedio calculada sobre la base de los valores para los años 2009, 2010 y 2011, registrados por el Registro Permanente del Uso de La Tierra (RUT) de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas de la provincia de Mendoza.

Tabla 2. Superficie cultivada con destino industrial total, con vid y participación relativa. Por cuenca y departamento. En hectáreas y porcentaje.

Cuenca	Departamento	Superficie total (ha)	Superficie vid (ha)	Participación relativa (%)
Río Mendoza	Capital	0	0	0,00%
	Godoy Cruz	17,0	0	0,00%
	Lavalle	15.683,7	11.707,7	74,65%
	Guaymallén	1.484,3	579,3	39,03%
	Maipú	15.072,3	9.717,7	64,47%
	Luján	13.713,7	11.886,0	86,67%
	Las Heras	2.671,3	1.030,0	38,56%
	Total cuenca río Mendoza	48.642,3	34.920,7	71,79%
Río Tunuyán Superior	San Martín	33.930,7	28.496,7	83,98%
	Junín	14.396,0	11.643,7	80,88%
	Rivadavia	20.095,3	15.339,7	76,33%
	Santa Rosa	13.669,0	11.173,3	81,74%
	La Paz	524,7	300,3	57,24%
	Total cuenca río Tunuyán Inferior	82.615,7	66.953,7	81,04%
Río Tunuyán Inferior	San Carlos	7.479,3	5.533,7	73,99%
	Tunuyán	7.893,3	4.352,3	55,14%
	Tupungato	8.516,0	6.166,3	72,41%
	Total cuenca río Tunuyán Superior	23.888,7	16.052,3	67,20%
Río Diamante y Atuel	San Rafael	45.385,7	15.812,0	34,84%
	General Alvear	11.528,0	4.965,7	43,07%
	Total cuenca ríos Diamante y Atuel	56.913,7	20.777,7	36,51%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos extraídos de Registro Permanente del Uso de la Tierra. Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas.

Figura 3: Viñedos de Tupungato Winelands. Tupungato, Mendoza



Fuente: Fotografía A. Duek.

Eficiencias de riego

El movimiento del agua a través de un sistema de riego, desde la fuente de agua hasta el cultivo puede ser visto, según Bos y Nugteren (1982: 15-20), como tres operaciones separadas: conducción, distribución y aplicación en la parcela. Mientras que la conducción implica el movimiento del agua desde la fuente a través de los canales primarios y secundarios, la distribución comprende el movimiento del agua en la red de canales terciarios, cuaternarios e internos de la propiedad. Finalmente, la aplicación del agua en la parcela corresponde al movimiento del agua desde la bocatoma hasta el cultivo.

Atendiendo a estas operaciones, existen tres causas de pérdida de agua: (i) pérdidas de conducción – distribución, en el tramo comprendido desde la cabecera del sistema hasta la bocatoma de la parcela; (ii) pérdidas por aplicación, en la parcela misma por realización ineficiente del riego y (iii) pérdidas administrativas, originadas por un manejo ineficiente de la red de canales y de los turnados. La primera hace referencia a las pérdidas por filtraciones en los canales e hijuelas sin revestir o con revestimientos deteriorados; las aguas filtradas desde los cauces son, en muchas ocasiones, causa de revenición (saturación

y salinización del suelo por elevación del nivel freático) y salinización de los suelos. La segunda causa se debe a la aplicación de cantidades excesivas de agua no utilizadas directamente por la planta, que se pierden por escorrentías superficiales o por percolación a capas más profundas, produciendo también, revenición de suelos y salinización. La tercera causa se produce por la derivación de caudales indebidos que luego quedan en los canales de riego sin ser aprovechados.

Asociado a estas pérdidas, para definir la eficiencia de un sistema de riego, es necesario evaluar: la cantidad de agua almacenada en la riózfera, las pérdidas por percolación por debajo de la zona radical, las pérdidas de agua por escurrimiento al pie de la unidad de riego, la uniformidad del agua aplicada y el déficit remanente en la riózfera después del riego. Una forma alternativa de contabilizar estas pérdidas es propuesta por Chambouleyron (1977: 8-12), quien divide a las pérdidas por conducción – distribución, administrativas y aplicación, en dos grandes grupos: la eficiencia externa que representa las pérdidas en la red de canales externos a la propiedad y la eficiencia interna que considera las pérdidas de distribución en el interior de las propiedades y la de aplicación en la parcela. Cabe aclarar que los valores de las pérdidas son expresados en términos de eficiencia y hacen referencia al porcentaje de agua efectivamente utilizado respecto del total destinado. En la Tabla 3 se presentan estos valores para cada una de las cuencas bajo estudio, diferenciando entre las generadas en el tramo conducción-distribución (eficiencia externa) y las producidas en el tramo de aplicación (eficiencia interna).

Tabla 3. Eficiencias de riego externas e internas actuales en Mendoza. Por cuenca. En porcentaje.

Cuenca	Eficiencia de riego	
	Externa	Interna
Río Mendoza	71 %	63 %
Río Tunuyán Inferior	75 %	69 %
Río Tunuyán Superior	71 %	51 %
Ríos Diamante y Atuel	65 %	48 %

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos extraídos de Morábito et al. (2012b) y Departamento General de Irrigación (2008a; 2008b; 2008c; 2008d).

En cuanto a la red de distribución del agua realizada en canales a cielo abierto, se aprecia en la Tabla 3 que la eficiencia de conducción y distribución –eficiencia externa– está en el orden del 71% en la cuenca del río Mendoza, del 75% en la cuenca del río Tunuyán Inferior, del 71% en la cuenca del río Tunuyán Superior y del 65% para la cuenca de los ríos Diamante y Atuel (Departamento General de Irrigación, 2008a: 15-16; 2008b: 10-11; 2008c: 16-18; 2008d: 12-14).

Por otro lado, se advierte también en la Tabla 3, que la eficiencia de aplicación –eficiencia interna– parcelaria está en el orden del 63% para la cuenca del río Mendoza, del 69% para la cuenca del río Tunuyán Inferior y del 51% para la cuenca del río Tunuyán Superior (Morábito et al., 2012b: 13). Por su parte, para la cuenca de los ríos Diamante y Atuel, la eficiencia interna es del 48% (Departamento General de Irrigación, 2008a: 15-16; 2008b: 10-11).

Figura 4: Racimos de Malbec de la Bodega Salentein. Tunuyán, Mendoza.



Fuente: Fotografía A. Duek.

Cabe aclarar que los valores de eficiencias internas explicitados en la Tabla 3, fueron estimados por los autores citados sobre la base de los sistemas de riego utilizados al año 2012. Por ende, en su cálculo, las técnicas de riego gravitacional han tenido un mayor peso relativo frente a las técnicas de riego presurizado. Entre las técnicas de riego presurizado se encuentran el sistema californiano, el riego por aspersión, por cinta y por goteo, siendo este último, según Morábito et al. (2012b: 13), el que alcanzaría la mayor eficiencia, ubicándose en el 82%. Este valor, conjuntamente con las características de agua y suelo de cada cuenca, será tenido en cuenta para la construcción de los escenarios sostenibles.

Requerimientos hídricos del cultivo

Los requerimientos hídricos de un cultivo se calculan como el producto de la evapotranspiración –Eto- y el coeficiente del cultivo –Kc-, donde los efectos del clima sobre los requerimientos de agua del cultivo vienen reflejados en la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) y el efecto del cultivo se incorpora en el coeficiente del cultivo (Kc) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006: 7-10).

Producción de vino

El volumen total de producción de vino en la provincia de Mendoza, considerando el volumen promedio entre los años 2009, 2010 y 2011, se ubicó en el orden de los 11 millones de hectolitros. De esta cifra agregada provincial, el 33,5% fue aportado por la producción de la cuenca del río Mendoza, el 6,6% por la producción de la cuenca del río Tunuyán Superior, el 51,6% por la cuenca del río Tunuyán Inferior y el 8,3% por la cuenca de los ríos Diamante y Atuel. En la Tabla 4, para cada una de las cuencas bajo estudio y por departamentos, se muestra la producción promedio de vino registrada por el Instituto Nacional de Vitivinicultura.

Tabla 4. Producción promedio de vino en Mendoza. Por departamento y cuenca. En hectolitros.

Cuenca	Departamento	Producción promedio de vino (hl)
Río Mendoza	Godoy Cruz	114.914
	Guaymallén	330.074
	Maipú	1.565.769
	Luján de Cuyo	1.093.525
	Las Heras	58.141
	Lavalle	551.176
	Subtotal C. Mendoza	3.713.598
Río Tunuyán Superior	San Carlos	159.116
	Tunuyán	256.007
	Tupungato	312.240
	Subtotal C. Tunuyán Sup.	727.363
Río Tunuyán Inferior	San Martín	2.987.387
	Junín	1.113.920
	Rivadavia	1.244.930
	Santa Rosa	385.118
	La Paz	1.375
	Subtotal C. Tunuyán Inf.	5.732.730

Alicia Elena Duek y Eduardo Alejandro Comellas. “Consumo de agua en la cadena vitivinícola de Mendoza, Argentina. Escenarios de uso sostenible” / “Water consumption in the wine chain in Mendoza, Argentina. Sustainable use scenarios”. *RIVAR* Vol. 2, Nº 6, ISSN 0719-4994, IDEA-USACH, Santiago de Chile, septiembre 2015, pp. 110-130

Río Diamante y Atuel	San Rafael	686.431
	General Alvear	235.842
	Subtotal C. Diamante y Atuel	922.273
Total provincia de Mendoza		11.095.965

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos extraídos del Instituto Nacional de Vitivinicultura.

Metodología

Demanda de agua de la cadena del sector vitivinícola

La demanda de agua del eslabón agrícola de la cadena se estima, para cada cuenca, a partir de datos de hectáreas cultivadas, eficiencias de riego, requerimiento hídrico del cultivo y la proporción de hectáreas irrigadas con agua superficial y subterránea.

La superficie cultivada con vid para destino industrial, mostrada en la Tabla 2, se desagrega en función de la proporción de hectáreas irrigadas con agua superficial y subterránea relativa a cada cuenca. Ambas, tanto la proporción irrigada con agua superficial como subterránea, son afectadas por las eficiencias de riego internas y externas visualizadas en la Tabla 3, como así también por el requerimiento hídrico del cultivo de vid. Este último es de 7.840 m³ por hectárea por año y representa un promedio de los requerimientos hídricos de la vid para la provincia de Mendoza, destacando que no incluye los requerimientos de lixiviación.

Por otro lado, la demanda de agua del eslabón industrial de la cadena se estima, para cada cuenca, a partir de datos de producción promedio de vino y de coeficientes insumo/producto. La producción promedio de vino se calcula como la media aritmética de los volúmenes de producción para los períodos 2009, 2010 y 2011, a través de los provenientes del Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV).

En la Tabla 4 pueden visualizarse dichos promedios por departamento y por cuenca, como así también el total provincial. Estos valores de producción promedio de vino fueron afectados por un coeficiente de consumo insumo/producto de 3,08 litros de agua por litro de vino elaborado, el cual fue calculado por Nazrala et al. (2003: 35-42). Este coeficiente coincide con el sugerido por M. Escalante en entrevista realizada por G. Fasciolo en 2011.

Construcción de escenarios

Los escenarios son construidos asumiendo que se alcanzan las máximas eficiencias posibles en el uso del agua en el riego del cultivo y en los procesos industriales de las bodegas. En relación a la eficiencia externa potencial, asumiendo que se implementan obras que

mejoran la infraestructura de cauces, tales como revestimiento e impermeabilización, se considera que podría alcanzar un 90% en todas las cuencas de Mendoza.

En referencia a la eficiencia interna, Merriam et al. (1973: 35-38), proponen el cálculo de la eficiencia de aplicación potencial definida como aquella factible de alcanzar cuando la lámina media infiltrada y almacenada es coincidente con la lámina de reposición óptima. Indican el grado de eficiencia de aplicación que puede ser alcanzado si el manejo es óptimo y minimiza las pérdidas por percolación profunda y por escurrimiento al pie, operando el riego con caudales uniformes adecuados y tiempos de aplicación precisos. La eficiencia interna potencial obtenida mediante riego por goteo en Mendoza es del 82% (Morábito et al., 2012:13).

Sin embargo, esta cifra debe ser ajustada teniendo en cuenta las características particulares del agua y suelo en cada cuenca, ya que mientras mayor sea la salinidad de éstos, mayores serán los requerimientos de lixiviación (lavado de suelos). Por lo anterior, la eficiencia interna potencial en la cuenca del río Mendoza es de 76%, en la cuenca del río Tunuyán Inferior es de 81%, en la cuenca del río Tunuyán Superior es de 68% y en la cuenca de los ríos Atuel y Diamante es del 70%.

Respecto del uso del agua en los procesos industriales, se considera el coeficiente insumo-producto aportado por la Comisión de Sustentabilidad de Bodegas de Argentina. Las bodegas integrantes de esta comisión utilizan, en promedio, 1,5 litros de agua por litro de vino elaborado.

Tomando en consideración los datos anteriores, se construyen escenarios vinculados con distintos alcances de eficiencia potencial (tanto en las fases de conducción y distribución, de aplicación y de uso en los procesos industriales). En ese sentido, estos escenarios de uso eficiente se basan en dos supuestos: para el Escenario I, se asume que se implementan obras que mejoran la infraestructura de cauces al tiempo que se adoptan mejoras en la gestión del agua en las bodegas, tal como muestra la Tabla 5. Para el Escenario I+T, se agrega a lo anterior, la adopción de técnicas de riego presurizado por goteo en la totalidad de las hectáreas cultivadas, la cual se muestra en Tabla 6.

Tabla 5. Eficiencias de riego externas actuales y potenciales en Mendoza, por cuenca, en porcentaje

ESCENARIO I	Eficiencia externa	
	Cuenca	Actual
Río Mendoza	71 %	90 %
Río Tunuyán Inferior	75 %	90 %
Río Tunuyán Superior	71 %	90 %
Ríos Diamante y Atuel	65 %	90 %

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos extraídos de Morábito et al. (2012b) y Departamento General de Irrigación (2008a; 2008b; 2008c; 2008d).

Tabla 6. Eficiencias de riego internas actuales y potenciales en Mendoza, por cuenca, en porcentaje.

ESCENARIO I+T	Eficiencia Interna	
	Cuenca	Actual
Río Mendoza	63 %	76 %
Río Tunuyán Inferior	69 %	81 %
Río Tunuyán Superior	51 %	68 %
Ríos Diamante y Atuel	48 %	70 %

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos extraídos de Morábito et al. (2012b) y Departamento General de Irrigación (2008a; 2008b; 2008c; 2008d).

Es preciso mencionar que, al evaluar los valores de la Tabla 6, se debe considerar la eficiencia de aplicación potencial que tenga en cuenta el método de riego y que permita mantener un nivel productivo máximo igual o superior al 90%, admitiendo un leve incremento de la salinidad actual del suelo en función de la salinidad del agua de riego en cada zona (Morábito, 2003: 104).

Resultados y discusión

Luego de aplicar la metodología propuesta en el apartado anterior, se obtienen las demandas hídricas para cada cuenca de Mendoza y cada escenario. Estos valores pueden ser observados en la Tabla 7.

Tabla 7. Demanda de agua del sector vitivinícola, según escenarios y por cuenca, en hectómetros cúbicos.

Cuenca	Demanda de Agua (en hm ³)								
	Escenario Actual			Escenario I			Escenario I + T		
	Cultivo	Industria	Total	Cultivo	Industria	Total	Cultivo	Industria	Total
Río Mendoza	546,43	1,14	547,57	465,00	0,56	465,55	385,46	0,56	386,02
Río Tunuyán Inferior	917,16	1,77	918,92	812,89	0,86	813,75	692,46	0,86	693,32
Río Tunuyán Superior	297,66	0,22	297,89	260,61	0,11	260,72	195,46	0,11	195,57
Ríos Atuel y Diamante	521,10	0,28	521,39	379,70	0,14	379,84	257,66	0,14	257,79
Total	2.282,35	3,42	2.285,77	1.918,20	1,66	1.919,86	1.531,03	1,66	1.532,70

Fuente: Elaboración propia.

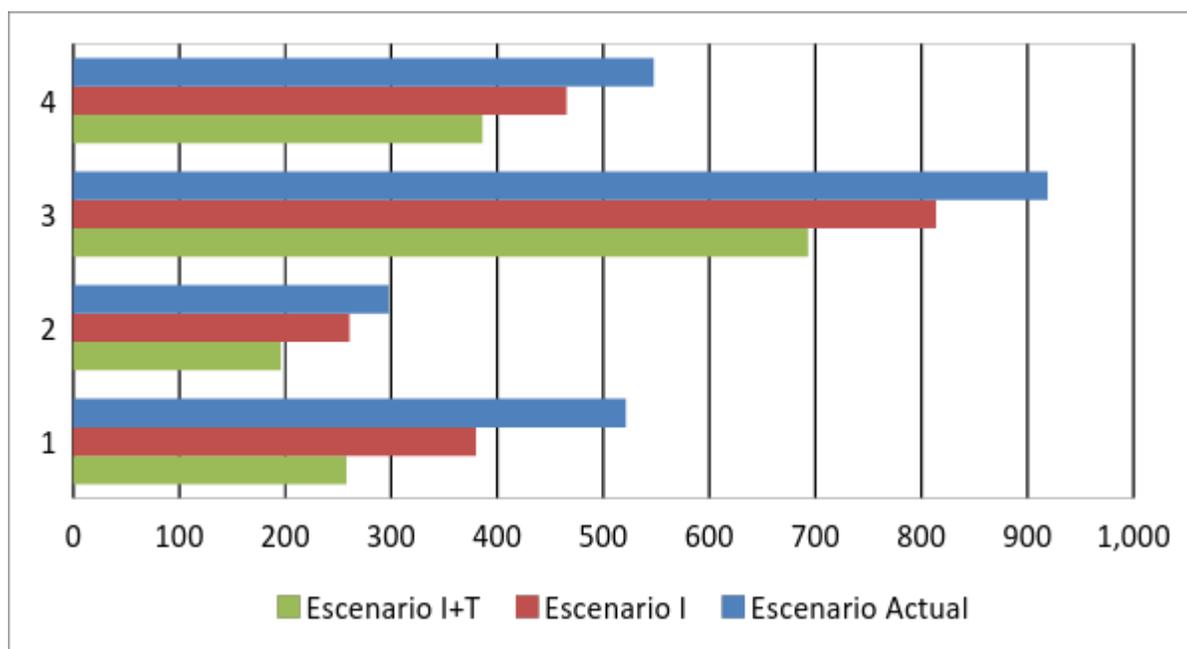
De la lectura de la Tabla 7 se desprende que la demanda hídrica actual de la cadena vitivinícola de Mendoza es de 2.286 hm³/año. Mejoras en infraestructura de canales y en el uso del agua en bodegas, la disminuirían a 1.920 hm³/año. Adoptando, además, la generalización de métodos de riego tecnificado, la ubicarían en 1.533 hm³/año.

Cabe destacar desde el análisis de los datos presentados en la tabla anterior, que la proporción de agua demandada por el eslabón industrial es relativamente bajo, ya que se ubica entre 0,09% y 0,15%, según el escenario considerado, respecto al total demandado por la cadena. Esto marca la alta incidencia del eslabón agrícola en el sector vitivinícola.

Además, desde estos valores, es posible advertir el esfuerzo relativo, que sobre las eficiencias interna y externa, deben ser efectuados en cada cuenca de la Provincia para alcanzar escenarios de mayor sustentabilidad. En ese sentido, mientras que en la cuenca del río Tunuyán Inferior, los esfuerzos son menores –debido a que se parte de valores más altos de eficiencias–, en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel el esfuerzo es relativamente mayor.

De modo alternativo, en la Figura 2 pueden visualizarse comparativamente, para cada escenario, las demandas de agua de toda la cadena vitivinícola en Mendoza por cada una de las cuencas bajo estudio.

Figura 5. Demanda de agua de la cadena vitivinícola en Mendoza y según escenarios, en hectómetros cúbicos.



Fuente: Elaboración propia.

Por lo expuesto, es evidente alertar a las instituciones vinculadas con la gestión del recurso hídrico, sobre la necesidad de desarrollar políticas que conlleven al mejoramiento de las eficiencias de riego. Si bien en los últimos tiempos se ha avanzado en ese sentido, resulta recomendable la implementación de incentivos para la adopción de tecnologías más eficientes por parte de los agricultores. Asimismo, y con el objeto de mejorar la eficiencia externa (conducción y distribución), se recomienda destinar un mayor porcentaje del presupuesto de los organismos de gestión del recurso hacia la impermeabilización de canales de riego primarios y secundarios. Por otro lado, en caso de estar éstos ya revestidos, se sugiere destinar los fondos necesarios para su adecuado mantenimiento. Lo anterior cobra mayor sentido si se tiene presente la presión que ejercerán sobre el recurso hídrico, el crecimiento de la actividad productiva y los impactos futuros del cambio climático.

Conclusiones

En Mendoza la demanda hídrica de la cadena vitivinícola es de 2.286 hm³/año. Mejoras en infraestructura de canales y en el uso del agua en bodegas la disminuirían a 1.920 hm³/año. Adoptando, además, la generalización de métodos de riego tecnificado, la ubicarían en 1.533 hm³/año. Esta situación es dispar y varía en cada una de las cuencas, siendo en la cuenca del río Tunuyán Inferior la que requeriría menores esfuerzos para alcanzar escenarios de mayor sustentabilidad.

El ahorro de agua generado por mejoras en infraestructura de canales y en el uso del agua en bodegas sería de 366 hm³/año, mientras que, adicionando riego tecnificado, en la totalidad de hectáreas cultivadas, el ahorro de agua alcanzaría los 753 hm³/año. Por su parte, el ahorro generado por el eslabón industrial de la cadena demostró ser relativamente poco significativo dada la magnitud del agua demandada por el eslabón agrícola.

La crisis hídrica actual, exacerbada a futuro por el impacto del cambio climático y el crecimiento de la actividad vitivinícola, obligan a plantear inminentes acciones que propendan a optimizar el uso del agua. Entre las posibles medidas que estén orientadas a facilitar la transición entre el escenario actual y el deseable propuestos en este trabajo, se recomienda: i) la implementación de estímulos fiscales; ii) la puesta en vigencia de un sistema de créditos; iii) la reasignación de partidas presupuestarias y iv) la realización de obras de infraestructura.

Bibliografía

Bertranou, Armando; Fasciolo de Bagini, Graciela; Gómez, Carlos. *Costos del control de la contaminación en áreas urbanas. Diseño para el relevamiento de información de establecimientos industriales. Área de influencia del Canal Pescara, Maipú, Mendoza*. Informe Metodológico (3). Mendoza, INCyTH-CELA, 1982: 4-5.

Beverage Industry Environmental Roundtable. *Water use benchmarking in the beverage industry. Trends and observations, 2010*. St. Paul, Estados Unidos, AnteaGroup, 2011: 9.

Bos, Marinus; Nugteren, Jim. *On irrigation efficiencies*. Publication 19 ILRI. Wageningen, The Netherlands, International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1982.

Chambouleyron, Jorge. *Evaluación de la eficiencia de uso del agua de riego a nivel zonal*. Informe inédito. Mendoza, INCyTH – CRA, 1977: 8-12.

Alicia Elena Duek y Eduardo Alejandro Comellas. "Consumo de agua en la cadena vitivinícola de Mendoza, Argentina. Escenarios de uso sostenible" / "Water consumption in the wine chain in Mendoza, Argentina. Sustainable use scenarios". *RIVAR* Vol. 2, N° 6, ISSN 0719-4994, IDEA-USACH, Santiago de Chile, septiembre 2015, pp. 110-130

Departamento General de Irrigación. *Plan director río Atuel*. Proyecto PNUD-FAO-ARG-00/08. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Gobierno de Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Departamento General de Irrigación, 2008a: 15-16.

Departamento General de Irrigación. *Plan director río Diamante*. Proyecto PNUD-FAO-ARG-00/08. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Gobierno de Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Departamento General de Irrigación, 2008b: 10-11.

Departamento General de Irrigación. *Plan director río Mendoza*. Proyecto PNUD-FAO-ARG-00/08. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Gobierno de Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Departamento General de Irrigación, 2008c: 16-18.

Departamento General de Irrigación. *Plan director río Tunuyán*. Proyecto PNUD-FAO-ARG-00/08. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Gobierno de Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Departamento General de Irrigación, 2008d: 12-14.

Fasciolo de Bagini, Graciela; Velez, Oscar; Bertranou, Armando. *Proyecto costos del control de la contaminación en áreas urbanas. Diseño de la encuesta industrial*. Informe Metodológico (2). Mendoza, INCyTH-CELA, 1981: 3.

Gobierno de Mendoza. *Evaluación Ambiental Estratégica para el Programa de Desarrollo Productivo y Competitividad de la Provincia de Mendoza (AR-L1003)*. Mendoza, Gobierno de Mendoza, 2006: 153.

Gobierno de Mendoza. *Plan Estratégico de Desarrollo Mendoza (PED). Diagnóstico situacional de la Provincia de Mendoza*. Mendoza, Gobierno de Mendoza, 2010:12-13. <http://www.ambiente.mendoza.gov.ar/index.php/pedmza-2030> (consultado 05-03-2015).

Gobierno de Mendoza. *Informe Ambiental*. Mendoza, Gobierno de Mendoza, 1998: 10-13.

Gobierno de Mendoza. *Registro Permanente del Uso de la Tierra*. Mendoza, Gobierno de Mendoza, 2014: 5-18. <http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/web1/superficie.php> (consultado 20-06-2014).

Hoekstra, Arjen; Chapagain, Ashok; Aldaya, Maite; Mekonnen, Mesfin. *Water Footprint Manual. State of the art*. Enschede, The Netherlands, Water Footprint Network, 2009: 8.

Alicia Elena Duek y Eduardo Alejandro Comellas. “Consumo de agua en la cadena vitivinícola de Mendoza, Argentina. Escenarios de uso sostenible” / “Water consumption in the wine chain in Mendoza, Argentina. Sustainable use scenarios”. *RIVAR* Vol. 2, Nº 6, ISSN 0719-4994, IDEA-USACH, Santiago de Chile, septiembre 2015, pp. 110-130

<http://www.waterfootprint.org/downloads/WaterFootprintManual2009.pdf> (consultado 06-03-2015).

Instituto Nacional de Vitivinicultura. *Elaboración de vinos y otros productos*. Mendoza, Instituto Nacional de Vitivinicultura, 2012: 24-26. <http://www.inv.gov.ar/index.php/men-estadisticas/men-estadisticas-vitivinicolos/16-cat-estadisticas/27-cosecha-y-elaboracion> (consultado 08-05-2014).

Llop, Armando. “Evaluación de impacto socioeconómico del cambio climático en las cuencas cuyanas: el valor del agua”. Ponencia presentada en curso *Recursos hídricos y cambio climático. La gestión integrada de recursos hídricos ante escenarios climáticos cambiantes*, Mendoza, Argentina, 3 a 5 de noviembre 2009: 6-7 (Inédito).

Mekonnen, Mesfin; Hoekstra, Arjen. *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*. Value of Water Research Report Series No. 47. Delft, The Netherlands, UNESCO-IHE, 2010: 16. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report47-WaterFootprintCrops-Voll.pdf> (consultado 07-03-2015).

Merriam, John; Keller, Jack; Alfaro, José. *Irrigation system evaluation and improvement*. Utah USA, Department of Agriculture and Utah Water Research Laboratory, Utah State University, 1973.

Morábito, José. *Desempeño del riego por superficie en el área de riego del río Mendoza. Eficiencia actual y potencial*. Tesis de Maestría. Mendoza, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, 2003: 104.

Morábito, José; Salatino, Santa; Hernández, Rocío; Nuñez, Marta. “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, 2012a: 7-8.

Morábito, José; Salatino, Santa; Schilardi, Carlos. “El desempeño del uso agrícola del agua en los oasis de los ríos Mendoza y Tunuyán a través de nuevos indicadores”. *Actas del VI Jornadas de riego y fertirriego*. Mendoza, Argentina, 7 a 9 de noviembre de 2012. Mendoza, Instituto Nacional del Agua, 2012b: 13, 16.

Nazralla, Jorge; Vila, Hernán; García, Raquel; Jait, Raúl; Despous, Gustavo. “Gestión de efluentes y consumo de agua en bodega”. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias XXXV(1)* (Mendoza, 2003): 35-42.

Alicia Elena Duek y Eduardo Alejandro Comellas. "Consumo de agua en la cadena vitivinícola de Mendoza, Argentina. Escenarios de uso sostenible" / "Water consumption in the wine chain in Mendoza, Argentina. Sustainable use scenarios". *RIVAR* Vol. 2, N° 6, ISSN 0719-4994, IDEA-USACH, Santiago de Chile, septiembre 2015, pp. 110-130

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Estudio FAO Riego y drenaje 56. Roma, FAO, 2006: 7-10.

Smith, Michael. *Water efficiency opportunities drink processing – Wine making best practice guide*. Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. Australian Government. Australia, The Australian National University, 2010: 7.

Storm, David. *Winery Utilities: Planning, Design and Operation*. Estados Unidos, Chapman & Hall, 1997.

Universidad Nacional de Cuyo. *Marco Estratégico para la Provincia de Mendoza. Diagnóstico Físico-Ambiental*. Informe inédito. Mendoza, UNCuyo, 2004: 21-22.

Villalba, Ricardo. "Fluctuaciones climáticas de largo plazo en la cordillera de Los Andes: ¿hacia dónde vamos?". *Actas de las Jornadas por el uso racional y la preservación del recurso hídrico*. Neuquén, Argentina, 20 al 22 de noviembre de 2003. Neuquén, Universidad Nacional del Comahue, 2003: 112-126.

Zoia, Oscar; Manghisi, Susana; Fasciolo de Bagini, Graciela. *Costos del control de la contaminación en áreas urbanas. Realización de la encuesta industrial. Área del Canal Pescara. Maipú, Mendoza*. Informe Metodológico (4). Mendoza, INCyTH-CELA, 1982: 15-16.

Zoia, Oscar; Fasciolo, Graciela. "Contaminación hídrica industrial en Mendoza". En: Martínez Carretero, Eduardo y Dalmaso, Antonio. *Mendoza Ambiental*. Mendoza, Ministerio de Medio Ambiente de Mendoza y Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, 1995: 99-105.

RECIBIDO: 27-10-2014

ACEPTADO: 15-3-2015