



El agua en las industrias alimenticias de Mendoza (Argentina): estimación de los requerimientos hídricos y la potencialidad de reúso agrícola

doi:10.4136/ambi-agua.1771

Received: 05 Oct. 2015; Accepted: 01 Feb. 2016

Alicia Elena Duek

Instituto Nacional del Agua (INA), Mendoza, Argentina
Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELA)
e-mail: aliciaduek@yahoo.com.ar

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estimar el volumen de agua utilizada por las industrias alimenticias de Mendoza, atendiendo a diferentes escenarios de eficiencia en la utilización del recurso hídrico. Complementariamente se estudia la potencialidad del aprovechamiento para riego de los efluentes generados por tales industrias. La metodología de trabajo se sustenta en información recolectada de entrevistas realizadas a informantes calificados de diversos organismos de Mendoza, como también a personal idóneo de diversos establecimientos industriales alimenticios, seleccionados mediante una muestra dirigida. Para la construcción de escenarios se recurre a diversas fuentes de información secundaria, tanto locales como internacionales. Se estima que las industrias alimenticias de Mendoza utilizan un volumen de 19,65 hm³ de agua por año; un manejo eficiente del recurso hídrico permitiría reducir el consumo en un 64%, es decir, a 7,11 hm³. Actualmente, el 70% del agua total consumida corresponde a las industrias elaboradoras de conservas de frutas y hortalizas, el 16% a bodegas, el 8% a embotelladoras de agua mineral y el 6% restante abarca los consumos de las industrias olivícola, cervecera y de gaseosas. Asimismo, se calcula que las industrias alimenticias de Mendoza generan un volumen de efluente de 16,27 hm³ anuales. Debido a la estacionalidad de estos efluentes, a las altas concentraciones de sodio y elevada conductividad eléctrica de alguno de ellos, el aprovechamiento de estas aguas para riego es posible, pero debe estar diseñado como un sistema de tratamiento en tierra, teniendo en cuenta estas variables y sus impactos en el ambiente.

Palabras claves: industrias alimenticias, Mendoza, reúso agrícola, usos del agua.

A água nas indústrias de alimentos de Mendoza (Argentina): estimãõ dos requerimentos hídricos e a potencialidade de reúso na agricultura

RESUMO

O objetivo deste trabalho é estimar o volume de água utilizado pela indústria de alimentos de Mendoza, de acordo com diferentes cenários de uso eficiente dos recursos hídricos. Além disso, é estudada a potencialidade da utilização para irrigação dos efluentes

gerados por tais indústrias. A metodologia é baseada na informação recolhida a partir de entrevistas com informantes qualificados de diferentes entidades de Mendoza, bem como com pessoal idôneo de vários estabelecimentos industriais de alimentos, selecionados por meio de uma amostragem direcionada. Para a construção de cenários são utilizadas várias fontes secundárias, tanto locais como internacionais. Estima-se que as indústrias de alimentos de Mendoza utilizam um volume de água de $19,65 \text{ hm}^3$ por ano; uma gestão eficiente dos recursos hídricos permitiria reduzir o consumo em 64%, ou seja, $7,11 \text{ hm}^3$. Atualmente, 70% da água consumida correspondem às indústrias de processamento de frutas e hortaliças em conserva, 16% a adegas, 8% para engarrafamento de água mineral e o 6% restante abrange o consumo dos produtores de azeite, azeitonas em conserva, indústrias cervejeiras e de refrigerantes. Também se estima que as indústrias de alimentos de Mendoza geram um volume de efluentes de $16,27 \text{ hm}^3$ anuais. Devido à sazonalidade destes efluentes, às altas concentrações de sódio e à alta condutividade eléctrica de alguns deles, o aproveitamento destas águas para irrigação é possível, mas tem de passar por um sistema de tratamento em terra, considerando estas variáveis e seus impactos sobre o meio ambiente.

Palavras-chave: indústrias de alimentos, Mendoza, reuso agrícola, usos da água.

Water in the Mendoza, Argentina, food processing industry: water requirements and reuse potential of industrial effluents in agriculture

ABSTRACT

This paper estimates the volume of water used by the Mendoza food processing industry considering different water efficiency scenarios. The potential for using food processing industry effluents for irrigation is also assessed. The methodology relies upon information collected from interviews with qualified informants from different organizations and food-processing plants in Mendoza selected from a targeted sample. Scenarios were developed using local and international secondary information sources. The results show that food-processing plants in Mendoza use 19.65 hm^3 of water per year; efficient water management practices would make it possible to reduce water use by 64%, i.e., to 7.11 hm^3 . At present, 70% of the water is used by the fruit and vegetable processing industry, 16% by wineries, 8% by mineral water bottling plants, and the remaining 6% by olive oil, beer and soft drink plants. The volume of effluents from the food processing plants in Mendoza has been estimated at 16.27 hm^3 per year. Despite the seasonal variations of these effluents, and the high sodium concentration and electrical conductivity of some of them, it is possible to use them for irrigation purposes. However, because of these variables and their environmental impact, land treatment is required.

Keywords: agricultural reuse, food processing industry, Mendoza, water uses.

1. INTRODUCCIÓN

Todo el conocimiento relacionado con los usos del agua actuales y futuros forma parte de la información clave para la toma de decisiones en cuanto a la asignación del agua y a su distribución geográfica. La demanda de agua de uso industrial es insumo en los modelos de decisión, los cuales permiten evaluar distintas políticas públicas aplicables a la gestión integrada de los recursos hídricos.

Algunos organismos de la Provincia de Mendoza vinculados a los recursos hídricos, vienen realizando estimaciones para el balance hídrico provincial, las que figuran en diversas publicaciones (Llop et al., 2013).

Sin embargo, no se han llevado a cabo estimaciones del consumo de agua por parte del sector industrial en Mendoza a partir de una metodología objetiva y que tengan un nivel de precisión aceptable para los fines específicos de la gestión hídrica. Existen algunos estudios efectuados por el Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua dependiente del Instituto Nacional del Agua, pero que han sido enfocados en la contaminación generada y no consideran el uso consuntivo. Dichos estudios han estimado volúmenes de efluentes industriales basándose en información de censos industriales y de coeficientes de vuelco (Zoia y Fasciolo, 1995).

Otaki et al. (2008) han propuesto metodologías para estimaciones globales del uso industrial del agua que se basan en efectuar análisis de regresión con diferentes variables: área urbana, número de empresas, número de empleados y tasas de envíos. La mejor correlación encontrada fue con la variable área urbana, con la cual se construyó un mapa global, ya que de tal variable es posible encontrar bases de datos georreferenciadas para todos los países. Otros estudios establecen primero los consumos de agua para determinados países a través de coeficientes y luego extrapolan los datos a nivel mundial, como una función de las luces nocturnas urbanas. Estos últimos modelos no presentan altas eficiencias pero arrojan estimaciones aceptables para países y regiones que no cuentan con coeficientes de consumo ni con datos de materia prima procesada y/o productos terminados (Vassolo y Döll, 2005). Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ha desarrollado modelos que permiten estimar el uso industrial del agua a partir de dos variables principales: la población y la energía eléctrica consumida por una determinada región, agregando luego los datos por continentes y calculando el consumo de agua global por parte del sector industrial (FAO, 2011).

Diversos autores han presentado coeficientes de consumo industrial de agua para diferentes ramas de actividad (Martín-Ortega et al., 2008). Específicamente para la industria alimenticia, Stave (2006) exhibió coeficientes de consumo de tales establecimientos de Noruega, en función de los volúmenes de facturación, o bien, del número de trabajadores. También se calcularon otros en función de la materia prima procesada y del producto terminado (NCDENR, 1998; Duek y Fasciolo, 2014a). Para industrias conserveras, se pueden hallar algunos coeficientes en relación a los volúmenes de agua volcada (Bonino y Rearte, 1974; De Tullio et al., 1984). Asimismo existen coeficientes de consumo para diferentes industrias de bebidas, tales como elaboradoras de gaseosas, embotelladoras de aguas minerales, cerveceras, productoras de bebidas destiladas y elaboradoras y fraccionadoras de vino. Concretamente en este último caso, hay buenas estimaciones de coeficientes de consumo como las propuestas por Storm (1997) y por Nazralla et al. (2003).

A partir de los coeficientes existentes de bibliografía local e internacional y de información primaria obtenida mediante entrevistas, algunas investigaciones precedentes han presentado estimaciones sobre consumos de agua en bodegas (Duek y Fasciolo, 2012) y para las industrias de elaboración de conserveras de tomate y de durazno (Duek y Fasciolo, 2014b); en ambos casos, valores para la Provincia de Mendoza y desagregados a nivel cuenca hidrogeológica de la provincia. Se considera que conocer la demanda de agua para uso industrial y su proyección en el mediano plazo requiere de estudios específicos con metodologías rigurosas.

Con respecto al volumen de agua proveniente del uso industrial que retorna al sistema - o sea al ciclo de aprovechamiento - si bien no existen coeficientes que ponderen la relación uso consuntivo con uso total, existen para la Provincia de Mendoza datos sobre el uso de efluentes industriales para riego, informados por el Departamento General de Irrigación. Sin embargo, no se ha cuantificado su volumen potencial como una fuente alternativa de agua para las diferentes cuencas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos bloques de entrevistas; uno dirigido a informantes calificados y otro a personal idóneo de diversos establecimientos industriales alimenticios, los cuales fueron visitados.

Las entrevistas en profundidad efectuadas a informantes calificados de diversos organismos de la Provincia de Mendoza (universidades, centros de investigación y organismos de gestión relacionados a la temática), apuntaron a indagar sobre: el panorama industrial de Mendoza, las fuentes de información disponibles vinculadas a esta temática, la existencia de aflores de agua en las industrias de la provincia, el origen del agua utilizada por estas industrias, la eficiencia en relación al uso del agua por parte de este sector y las principales variables a partir de las cuales podría estimarse el volumen de agua utilizado por las industrias alimenticias de Mendoza.

Por su parte, para el segundo bloque de entrevistas destinadas a personal idóneo de los establecimientos industriales alimenticios, se planteó una muestra dirigida (no probabilística) por tamaño y por rama de actividad; se concertaron 19 entrevistas. Los objetivos de las mismas fueron: i) conocer los procesos productivos e identificar las etapas de éstos donde se producen los mayores usos y consumos; ii) recabar información que permita construir coeficientes insumo/producto (litros de agua consumida por producto terminado o bien, litros de agua consumida por materia prima procesada); iii) indagar sobre las actitudes empresariales con relación a la sustentabilidad ambiental de los procesos industriales; iv) identificar las etapas generadoras de efluentes en cada proceso productivo; v) analizar las principales características físicoquímicas de los efluentes; vi) estimar los volúmenes de efluentes generados y vii) conocer los tipos de tratamientos efectuados y la disposición final en tierra de los mismos.

Los establecimientos visitados pertenecen a los siguientes rubros: bodegas, conserveras de frutas y hortalizas, cerveceras, embotelladoras de agua mineral, elaboradoras de bebidas gaseosas, elaboradoras de sidras y productores de aceite de oliva y aceitunas en conserva.

Las dificultades para concertar las entrevistas son propias del sector abordado. Éstas se deben a los temores de las empresas para brindar información, así como también a las dificultades para disponer del tiempo necesario para las mismas. La entrevista, si bien respeta el cuestionario base, es abierta por lo que permite la incorporación de otras variables no incluidas en el mismo y que surgen espontáneamente. No toda la información cuantitativa de estas variables pre seleccionadas es posible de obtener, pero se logran aproximaciones valiosas a los fines de la investigación.

Se obtienen coeficientes de consumo de agua por rama de actividad. Para conocer el uso actual del agua en las industrias alimenticias de Mendoza, a nivel de cuenca, se utiliza la información obtenida en las entrevistas y se aplica a datos estadísticos provenientes de diversas fuentes de información secundarias. En relación a la composición industrial de Mendoza: el Censo Industrial Provincial del 2003, luego corregido y actualizado en el año 2005 por el Instituto de Desarrollo Industrial, Tecnológico y de Servicios (IDITS) del Gobierno de Mendoza. Respecto al origen y uso industrial del agua en Mendoza, se utilizan: la base de datos de pozos de agua subterránea y la base de datos del Registro Único de Establecimientos (RUE), ambas del Departamento General de Irrigación (DGI) del Gobierno de Mendoza. Las fuentes de información utilizadas para obtener datos de producción o de materia prima procesada son el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Instituto de Desarrollo Rural (IDR) y el Registro Permanente del Uso de la Tierra (RUT) de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC). Estos dos últimos organismos dependientes del Gobierno de Mendoza.

Los coeficientes obtenidos en las entrevistas permiten generar escenarios de consumo actual de agua por parte de las industrias alimenticias de Mendoza, para cada rama de actividad. También se emplean coeficientes internacionales, nacionales y locales para construir escenarios de consumo sostenible (NCDENR, 1998; Khdair, 2007; Vassolo y Döll, 2005; Storm, 1997; BIER, 2011). Estos últimos coeficientes se presentan en intervalos en la bibliografía citada y para la construcción de los escenarios sostenibles se adopta el límite inferior de cada uno de ellos (Tabla 1).

Tabla 1. Coeficientes de consumo de agua en industrias alimenticias. Por tipo de industria.

Tipo de industria	Coeficientes obtenidos de entrevistas	Coeficientes provenientes de bibliografía
Bodegas	3 litros de agua por litros de vino producido	1,5 litros de agua por litros de vino producido
Conservas de hortalizas	25 litros de agua por kilo de materia prima procesada	5 litros de agua por kilo de materia prima procesada
Conservas de frutas	18 litros de agua por kilo de materia prima procesada	5,3 litros de agua por kilo de materia prima procesada
Industria olivícola	2,7 litros de agua por kilo de aceituna procesada	0,25 litros de agua por kilo de aceituna procesada
Industria cervecera	4,15 litros de agua por litro de cerveza elaborada	3,4 litros de agua por litro de cerveza elaborada
Embotelladoras de agua mineral	1,73 litros de agua por litro de agua embotellada	1,22 litros de agua por litro de agua embotellada
Industria de gaseosas	2,5 litros de agua por litro de gaseosa producida	1,56 litros de agua por litro de gaseosa producida

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Khdair (2007), Vassolo y Döll (2005), Storm (1997), NCDENR (1998), BIER (2011) y de información recolectada en entrevistas.

Finalmente, para estimar la potencialidad del reúso agrícola vinculada a los efluentes generados por cada tipo de industria alimenticia, se recurrió a información recabada en el segundo bloque de entrevistas. Con dicha información resultó posible construir rangos de volumen de efluente generado en función del volumen total de agua utilizada. De este modo, se calcularon los volúmenes de efluentes provenientes de cada industria alimenticia de Mendoza y se analizó la potencialidad de reúso agrícola.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo actual de agua por parte de cada uno de los principales rubros de la industria alimenticia de Mendoza se estima tal como se explicitó en el apartado metodológico, es decir, los coeficientes de consumo obtenidos de las entrevistas son afectados por los volúmenes de producción o de materia prima procesada, provenientes de fuentes de información secundaria. La Tabla 2 sintetiza el consumo actual agregado por cuenca y por tipo de industria, como también el total provincial.

El consumo actual de agua por parte de las industrias alimenticias de Mendoza se estima en 19,65 hm³ por año, de los cuales el 51% (9,94 hm³) se concentra en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, el 33% (6,50 hm³) ocurre en la cuenca de los ríos Atuel y Diamante y el 16% (3,21 hm³) restante en la cuenca del río Tunuyán Superior.

Tabla 2. Consumo actual de agua en industrias alimenticias de Mendoza según cuenca. Por tipo de industria. En $\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$ y %.

Tipo de industria	Consumo de agua				
	Cuenca			Total Mendoza	
	Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior	Río Tunuyán Superior	Río Diamante y Atuel	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	%
	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	%
Bodegas	2,717	0,208	0,274	3,199	16,28
Conservas de hortalizas	2,408	1,025	0,293	3,725	18,95
Conservas de frutas	2,433	1,809	5,858	10,100	51,39
Industria olivícola	0,129	0,000	0,078	0,207	1,05
Industria cervecera	0,670	0,000	0,000	0,670	3,41
Embotelladoras de agua mineral	1,400	0,168	0,000	1,567	7,97
Industria de gaseosas	0,186	0,000	0,000	0,186	0,94
Total	9,942	3,209	6,503	19,654	-
	51	16	33	-	100

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del RUT, del INTA, del IDR y de información recolectada en entrevistas.

Asimismo, en la Tabla 2, puede observarse que el 51,39% del consumo de agua corresponde a las industrias elaboradoras de conservas de frutas, el 18,95% a las elaboradoras de conservas de hortalizas, el 16,28% a bodegas, el 7,97% a embotelladoras de agua mineral y el 5,41% restante incluye los consumos de las industrias olivícola, cervecera y de gaseosas.

Por su parte, el escenario de uso sostenible de recurso hídrico para cada una de las ramas de la industria alimenticia de Mendoza se resume en la Tabla 3. En este caso, el consumo total de agua alcanza los 7,11 hm^3 anuales, lo que implica que si se hiciera un uso racional del recurso hídrico, el consumo actual disminuiría un 64%.

Tabla 3. Consumo sostenible de agua en industrias alimenticias de Mendoza según cuenca. Por tipo de industria. En $\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$ y %.

Tipo de industria	Consumo de agua				
	Cuenca			Total Mendoza	
	Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior	Río Tunuyán Superior	Río Diamante y Atuel	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	%
	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	$\text{hm}^3 \text{año}^{-1}$	%
Bodegas	1,358	0,104	0,137	1,599	22,50
Conservas de hortalizas	0,482	0,205	0,059	0,745	10,48
Conservas de frutas	0,717	0,533	1,725	2,974	41,84
Industria olivícola	0,012	0,000	0,007	0,019	0,27
Industria cervecera	0,549	0,000	0,000	0,549	7,72
Embotelladoras de agua mineral	0,987	0,118	0,000	1,105	15,55
Industria de gaseosas	0,116	0,000	0,000	0,116	1,63
Total	4,220	0,960	1,928	7,108	-
	59,5	13,5	27	-	100

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del RUT, del INTA, del IDR y de información recolectada en entrevistas.

Bajo este escenario, el 59,5% (4,22 hm³) del consumo se concentra en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, el 27% (1,93 hm³) corresponde a la cuenca de los ríos Atuel y Diamante y el 13,5% restante (0,96 hm³) a la cuenca del río Tunuyán Superior.

Los valores porcentuales de los consumos arrojados por el escenario de uso sostenible para cada una de las industrias alimenticias estudiadas pueden observarse en la última columna de la Tabla 3. El 41,84% del volumen de agua estimado corresponde a las industrias conserveras de frutas, el 22,50% a bodegas, el 15,55% a los establecimientos embotelladores de agua mineral, el 10,48% a las industrias conserveras de hortalizas y el 9,62% restante agrupa a las industrias cerveceras, de gaseosas y olivícolas.

Al comparar los valores porcentuales de los consumos para el escenario de consumo actual y para el escenario de consumo sostenible, se observan diferencias significativas para un mismo tipo de industria. Por ejemplo, las industrias conserveras de frutas son responsables del 51% del consumo actual de agua en las industrias alimenticias de Mendoza; mientras que para el escenario sostenible se estima un consumo que representa el 42% del total. Resulta necesario fundamentar las causas de tales diferencias, de modo que se diseña un indicador denominado *Indicador de Convergencia Relativa (ICR)*. Éste se calcula como indica la Ecuación 1.

$$ICR = \frac{CA_i - CS_i}{CA_i} \quad (1)$$

en que:

CA_i : Consumo actual de agua, en hm³ año⁻¹.

CS_i : Consumo sostenible de agua, en hm³/año⁻¹.

i : Tipo de industria. “i” varía: (bodegas; conserveras de hortalizas; conserveras de frutas; industria olivícola; industria cervecera; embotelladoras de agua mineral; industria de gaseosas)

El *ICR* es un indicador que mide el esfuerzo relativo que cada tipo de industria debe realizar para alcanzar los valores de consumo estimados en los escenarios de uso sostenible del recurso hídrico. Cuando éste toma valor cero, el sector industrial se encuentra en una situación de óptima, es decir no debe realizar esfuerzo alguno. A medida que el indicador aumenta su valor, mayor es el esfuerzo que tendrá que efectuar el sector.

En la Tabla 4 se presentan los valores que toma el *Indicador de Convergencia Relativa* en Mendoza, para los sectores industriales analizados en la presente investigación.

Tabla 4. Indicador de Convergencia Relativa. Por tipo de industria. En Mendoza.

Tipo de industria	Indicador de Convergencia Relativa
Bodegas	0,500
Conserveras de hortalizas	0,800
Conserveras de frutas	0,706
Industria olivícola	0,907
Industria cervecera	0,181
Embotelladoras de agua mineral	0,295
Industria de gaseosas	0,376

Fuente: Elaboración propia sobre información recolectada en entrevistas.

Las industrias que presentan valores cercanos a cero deben realizar un esfuerzo relativo menor para que sus consumos de agua alcancen los valores óptimos estimados en los escenarios de uso sostenible del recurso hídrico. En la medida que el *ICR* de tales industrias aumenta, mayor será el esfuerzo requerido.

En este sentido, se concluye que las industrias olivícolas y las elaboradoras de conservas de frutas y hortalizas deberían realizar esfuerzos mayores si quisieran alcanzar consumos óptimos; mientras que el menor esfuerzo requerido corresponde a la industria cervecera. Las industrias de bebidas (de gaseosas, de agua mineral y bodegas) adoptan valores intermedios del *ICR*.

Por su parte, en la Tabla 5 se exhiben los rangos de las relaciones volumen volcado respecto del volumen consumido para cada tipo de industria de Mendoza. Los volúmenes de efluentes se estiman calculando los puntos medios de cada rango y aplicando éstos a los consumos actuales de agua para cada tipo de industria alimenticia de la provincia. En la Tabla 5 también se observa que el volumen total de efluente estimado es de 16,27 hm³ por año.

Tabla 5. Efluente generado por las industrias alimenticias de Mendoza. Por tipo de industria. En hm³ año⁻¹.

Tipo de industria	Consumo de agua (hm ³)	Relación volumen volcado / volumen consumido - (rango)	Efluente (hm ³) */
Bodegas	3,199	0,90 – 0,95	2,96
Conservas de hortalizas	3,725	0,90 – 0,95	3,45
Conservas de frutas	10,100	0,80 – 0,95	8,84
Industria olivícola	0,207	0,80 – 0,95	0,18
Industria cervecera	0,670	0,50 – 0,70	0,40
Embotelladoras de agua mineral	1,567	0,20 – 0,30	0,39
Industria de gaseosas	0,186	0,20 – 0,40	0,06
Total	19,654	-	16,27

*/ Calculado con el punto medio de cada rango.

Fuente: Elaboración propia sobre información recolectada en entrevistas.

Cabe destacar que el 54,3% (8,84 hm³) de dicho efluente es generado por las industrias elaboradoras de conservas de frutas, el 21,2% (3,45 hm³) proviene de los establecimientos elaboradores de hortalizas, el 18,2% (2,96 hm³) corresponde al efluente de las bodegas y el 6,3% restante concentra a los efluentes de las industrias olivícolas, cerveceras, embotelladoras de agua mineral y elaboradoras de gaseosas.

Resulta importante resaltar que no podrá emplearse la totalidad de este volumen de efluente para reúso agrícola. Esto se debe a varias razones, por un lado, como ya se ha explicado, las industrias alimenticias bajo estudio presentan una alta estacionalidad. En zonas de climas templados como Mendoza, con cuatro estaciones bien definidas, la principal demanda de agua por parte de la mayoría de los cultivos que aportan a la industria alimenticia, ocurre en el período de inicio de primavera y durante el verano. No obstante, los efluentes que generan estas industrias están disponibles a fines del verano y durante el otoño. Respecto de este inconveniente, podría impulsarse la construcción de reservorios que permitan almacenar

el efluente tratado o, alternativamente aprovechar el efluente para riego de jardines y árboles de hoja perenne o de hortalizas de otoño e invierno.

Por otra parte, los efluentes provenientes de los establecimientos industriales alimenticios de Mendoza en general presentan altas concentraciones de sodio debido al uso de la soda caustica en diferentes etapas de los procesos productivos, como así también valores moderados a altos de conductividad eléctrica. La legislación de Mendoza para reúso agrícola de efluentes industriales considera que los mismos deben cumplir con valores de conductividad eléctrica menores o iguales a $2.500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ y de Sodio menores o iguales a $500 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (Mendoza, 2003). Efluentes de industrias de aceitunas en conserva y de duraznos en almíbar sobrepasan los valores de sodio, debido al desamarizado con hidróxido de sodio, en caso de las aceitunas y al pelado químico, en el caso de las conservas de duraznos. En industrias de bebidas, con líneas de fraccionamiento para botellas de vidrio, la soda cáustica es utilizada para el lavado de los envases, razón por la cual también se producen residuos líquidos con altos contenidos de sodio.

Asimismo, las soluciones salinas o con concentraciones de sodio y/o cloruros que no cumplen con la normativa para riego con efluentes, pueden adecuarse a la misma mediante dilución con el resto de los efluentes o, mejor aún, mediante una gestión integrada de los residuos líquidos que abarque, entre otras, alternativas de tratamientos y disposición de lotes salinos. Además, cabe destacar que en Argentina la soda agotada debe tratarse como un residuo peligroso de acuerdo a la normativa del país (Rauek, 2015).

Por lo expuesto, una porción del volumen de efluente no puede ser utilizada para riego. Al presente no es posible determinar dicha porción, razón por la cual surge la necesidad de realizar nuevas entrevistas que profundicen en la temática del reúso agrícola.

Cabe enfatizar que cualquier uso de efluentes industriales para riego, debe encararse mediante un proyecto técnico (también llamado diseño del sistema) que contemple: el estudio de la calidad del agua del efluente para riego, el balance hídrico y el balance de nutrientes, especialmente del Nitrógeno y del Fósforo; esto último para evitar que las formas solubles de estos elementos alcancen los acuíferos (WEF, 1990).

4. CONCLUSIONES

La industria alimenticia emplea el agua en diversas etapas del proceso: como elemento de transferencia de calor, como elemento de transporte, para el lavado de las materias primas, como componente del propio producto y para limpieza en general. Se estima que tales industrias de Mendoza utilizan un volumen de $19,65 \text{hm}^3$ de agua por año.

Un manejo eficiente del agua por parte de las industrias alimenticias de Mendoza permitiría reducir el consumo de agua hasta valores de $7,11 \text{hm}^3$ anuales, lo que implica una disminución del 64% del consumo actual estimado.

El mayor consumo de agua en las industrias alimenticias de Mendoza se produce en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior (51%), seguido por el consumo correspondiente a la cuenca de los ríos Atuel y Diamante (33%) y el menor en la cuenca del río Tunuyán Superior (16%).

Actualmente, el 70% del agua total consumida corresponde a las industrias elaboradoras de conservas de frutas y hortalizas, el 16% a bodegas, el 8% a embotelladoras de agua mineral y el 6% restante abarca los consumos de las industrias olivícola, cervecera y de gaseosas.

Se diseñó un indicador que mide el esfuerzo relativo que cada sector industrial debe realizar para alcanzar los valores de consumo estimados en los escenarios de uso sostenible del recurso hídrico. Dicho indicador permite concluir que las industrias olivícolas, de conservas de frutas y de hortalizas deberán realizar esfuerzos mayores si pretenden alcanzar consumos óptimos, mientras que la industria cervecera es la que requerirá el menor esfuerzo.

En relación a las industrias vitivinícola, de gaseosas y de agua mineral, éstas se encuentran en situaciones intermedias.

Las industrias alimenticias de Mendoza presentan una alta estacionalidad en sus procesos productivos, esto se debe a la disponibilidad de frutas u hortalizas y, en el caso de las industrias de bebidas, al incremento de la demanda en los meses de primavera y verano. Consecuentemente sus efluentes también exhiben una fuerte estacionalidad. Estos se caracterizan por contener una gran cantidad de sólidos, tanto solubles como en suspensión, altos contenidos de materia orgánica y de nutrimentos y variable conductividad eléctrica. En la mayoría de los casos, los efluentes presentan altas concentraciones de sodio debido al uso de la soda cáustica en diferentes etapas de los procesos productivos. Asimismo, eventualmente se observa la presencia de mercurio y plomo, ocasionada por impurezas del hidróxido de sodio.

Se estima que las industrias olivícolas y las elaboradoras de conservas de frutas y hortalizas de Mendoza generan un volumen de efluente de 12,46 hm³ anuales; mientras que el volumen correspondiente a las industrias de bebidas es de 3,81 hm³ por año. Esto implica un volumen total de efluente de 16,27 hm³, donde el 54,3% corresponde a las industrias elaboradoras de conservas de frutas, el 21,2% es generado por los establecimientos elaboradores de conservas de frutas, el 18,2% proviene de las bodegas y el restante 6,3% agrupa a los efluentes de las industrias olivícolas, cerveceras, embotelladoras de agua mineral y elaboradoras de gaseosas.

Por último, cabe destacar que el volumen de efluente estimado por las industrias alimenticias de Mendoza sólo podrá utilizarse parcialmente para reúso agrícola, debido a la estacionalidad de los mismos, a las altas concentraciones de sodio y elevada conductividad eléctrica. Se recomienda encarar el aprovechamiento de estos efluentes para riego mediante un diseño técnico del sistema de reúso.

5. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de manera muy especial a Graciela Fasciolo, quien desinteresadamente aceptó dirigir mi tesis de maestría resumida en este artículo. Asimismo manifiesto mi gratitud con cada uno de los directivos y demás personal entrevistado de los establecimientos industriales de la Provincia de Mendoza, por habernos abierto las puertas, por la buena predisposición y por los datos aportados.

6. REFERENCIAS

BEVERAGE INDUSTRY ENVIRONMENTAL ROUNDTABLE – BIER. **Water use benchmarking in the beverage industry.** Trends and observations, 2010. 2011. BIER Reports. Disponible en: <http://bierroundtable.com/files/BIER%20Benchmarking%20Publication%202011.pdf>. Acceso en: 20 Oct. 2014.

BONINO, A. F.; REARTE, A. E. Efluentes de la industria conservera. En: CONGRESO ARGENTINO DE SANEAMIENTO, 4., Mayo 1974, San Miguel de Tucumán, Argentina. **Actas...** San Miguel de Tucumán: OPS/OMS, 1974. p. 277-294.

DE TULLIO, L. A.; MAGLIOTTO, R.; CITTA, C. A.; MONOPOLI, V. F. Los efluentes líquidos de la elaboración de la industria del tomate pelado. En: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 19., Noviembre 1984, Santiago de Chile, Chile. **Actas...** Santiago de Chile: ABES, 1984. p. 5-48.

- DUEK, A. E.; FASCIOLO, G. E. Uso de agua en las bodegas de Mendoza. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, v. 46, n. 1, p. 59-72, 2012.
- DUEK, A. E.; FASCIOLO, G. E. Uso industrial del agua en Mendoza, Argentina: coeficientes para la industria alimenticia. **Revista Tecnología y Ciencias del Agua**, v. 5, n. 3, p. 51-62, 2014a.
- DUEK, A. E.; FASCIOLO, G. E. Uso de agua en industrias de elaboración de conservas de tomate y de durazno de Mendoza, Argentina. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, v. 44, n. 2, p. 263-268, 2014b.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Municipal and industrial water withdrawal modelling for the years 2000 and 2005 using statistical methods**. 2011. AQUASTAT Reports. Disponible en: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/catalogues/Mun_Ind_Model_20110210.pdf. Acceso en: 10 marzo 2015.
- KHDAIR, A. Cleaner Production (CP) in Olive Oil in Jordan. En: ARAB CLEANER PRODUCTION WORKSHOP, 2., Agosto 2007, Amman, Jordania. **Proceedings...** Amman: Royal Scientific Society, 2007. Disponible en: <http://www.cp.org.jo/docs/2nd%20Arab%20CP%20workshop%20materials/Lect%2022%20CP%20in%20Olive%20Oil%20Industry%20in%20Jordan.pdf>. Acceso en: 11 Feb. 2015.
- LLOP, A.; FASCIOLO, G. E.; DUEK, A. E.; COMELLAS, E.; BUCCHERI, M. El balance hídrico en las cuencas de Mendoza: aportes para su medición. **Revista Proyección**, v. 7, n. 14, p. 48-67, 2013.
- MARTÍN-ORTEGA, J.; GUTIÉRREZ MARTÍN, C.; BERBEL VECINO, J. Caracterización de los usos del agua en la Demarcación del Guadalquivir en aplicación de la Directiva Marco de Aguas. **Revista de Estudios Regionales**, n. 81, p. 45-76, 2008.
- MENDOZA (Provincia). Resolución n°400, de 04 de julio de 2003. **Boletín Oficial de la Provincia de Mendoza**, Poder Ejecutivo, Mendoza, 15 jul. 2003. p. 5888-5892.
- NAZRALA, J.; VILA, H.; GARCÍA, R.; JAIT, R.; DESPOUS, G. Gestión de efluentes y consumo de agua en bodega. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, v. 35, n. 1, p. 35-42, 2003.
- NORTH CAROLINA. Department of Environment and Natural Resources – NCDENR. **Water efficiency**. Manual for commercial, industrial and institutional facilities. 1998. Disponible en: http://documents.northgeorgiawater.org/P2AD_WATER_EFFICIENCY_MANUAL.pdf. Acceso en: 20 Jun. 2015.
- OTAKI, Y.; OTAKI, M.; YAMADA, T. Attempt to establish an industrial water consumption distribution model. **Journal of Water and Environment Technology**, v. 6, n. 2, p. 85-91, 2008.
- RAUEK, T. Gestión integrada para la disposición final de efluentes agroindustriales salinos. JORNADA DÍA MUNDIAL DEL AGUA: Agua y Desarrollo Sostenible, 2015, Mendoza. **Actas...** Mendoza: RIGA, FCE-UNCu, 2015. p. 1-7.
- STAVE, S. E. **Water consumption in food processing and service industries in Norway**. Oslo: Statistics Norway, Division for Environmental Statistics, 2006. Disponible en: http://www.ssb.no/a/english/publikasjoner/pdf/doc_200612_en/doc_200612_en.pdf. Acceso en: 8 Jul. 2015.

- STORM, D. R. **Winery utilities**: planning, design and operation. New York: Chapman & Hall, 1997. 438p.
- VASSOLO, S.; DÖLL, P. Global-scale gridded estimates of thermoelectric power and manufacturing water use. **Water Resources Research**, v. 41, n. 4, p. 1-11, 2005.
- WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. **Sistemas naturales para el tratamiento de aguas residuales**. 1. Edición. Alexandria, 1990. p. 75-80.
- ZOIA, O.; FASCIOLO, G. Contaminación hídrica industrial en Mendoza. En: MARTÍNEZ CARRETERO, E.; DALMASSO, A. (Eds.). **Mendoza Ambiental**. Mendoza: Ministerio de Medio Ambiente y Urbanismo y Vivienda, 1995. p. 99-105.