

# USO INDUSTRIAL DEL AGUA EN MENDOZA, ARGENTINA: COEFICIENTES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

• Alicia Elena Duek\* • Graciela Elena Fasciolo •  
*Instituto Nacional del Agua, Argentina*

\*Autor de correspondencia

## Resumen

DUEK, A.E. & FASCIOLO, G.E. Uso industrial del agua en Mendoza, Argentina: coeficientes para la industria alimenticia. *Tecnología y Ciencias del Agua*. Vol. V, núm. 3, mayo-junio de 2014, pp. 51-62.

Aproximadamente el 50% de los establecimientos industriales de la provincia de Mendoza, Argentina se concentra en los rubros de alimentos y bebidas. En zonas áridas como ésta, el consumo y la eficiencia en el uso del agua requieren de especial atención en todos los sectores de la demanda: doméstico, riego, industrial y ambiental. Las industrias de Mendoza utilizan fundamentalmente agua subterránea, ya sea para refrigerar, como materia prima o para la limpieza en distintas partes del proceso productivo; en este último caso, con retorno al sistema hídrico. El conocimiento del volumen de agua que utilizan tales industrias es importante para diversas aplicaciones, como el cálculo del agua virtual de los productos, y para la realización de balances hídricos que incorporan los usos sectoriales en el nivel de cuenca. Para conocer el consumo de agua por parte de la industria alimenticia de Mendoza, el presente trabajo propone utilizar coeficientes que relacionen volumen de agua con materia prima procesada o producto elaborado. Éstos se pueden aplicar para efectuar las estimaciones por cuenca del volumen de agua utilizada por tales industrias. Los coeficientes primarios se obtuvieron a partir de entrevistas presenciales en industrias con diferentes escalas de producción, tales como bodegas, cerveceras, elaboradoras de bebidas no alcohólicas, y conserveras de frutas y hortalizas. Asimismo, para cada rama de actividad se explica el uso de agua en el proceso. Los valores de coeficientes obtenidos a partir de las entrevistas se compararon con aquellos provenientes de bibliografía local e internacional.

**Palabras clave:** usos del agua, industrias alimenticias, coeficientes, Mendoza.

## Fundamentos, antecedentes y objetivos

El agua juega un rol muy importante en el procesamiento de alimentos. La industria

## Abstract

DUEK, A.E. & FASCIOLO, G.E. *Industrial use of water in Mendoza, Argentina: coefficients for the food industry*. *Water Technology and Sciences (in Spanish)*. Vol. V, No. 2, May-June, 2014, pp. 51-62.

Approximately 50% of industrial establishments in the province of Mendoza (Argentina) are concentrated in the food and beverage industries. In these arid areas, consumption and efficiency in water use require special attention in all demand sectors: domestic, irrigation, industrial and environmental. Industries in Mendoza primarily use groundwater, either for cooling, as a raw material or for cleaning in various parts of the production process, returning back to the water system in the latter case. Knowing the volume of water used by these industries is important for various applications, such as the calculation of the virtual water products, as well as for conducting water balances incorporating sectorial uses at the basin level. To calculate water consumption by the food industry of Mendoza, this paper proposes using coefficients that relate the volume of water to the raw material processed or finished product. These can be applied to make estimates at the basin level of the volume of water used by such industries. Primary coefficients were obtained from interviews with participants in industries with different scales of production, such as wineries, breweries, soft drink producers and fruit and vegetable canneries. Also, this article explains the use of water in the process for each industry. The values obtained from the interviews were compared with those from local and international literature.

**Keywords:** water uses, food industry, coefficients, Mendoza.

manufacturera la utiliza en diversas etapas del proceso: como elemento de transferencia de calor (para calentar o enfriar), como elemento para la limpieza o como componente del propio

producto. Según ello, puede ser uso consuntivo o bien puede ser desechado y vertido como agua residual, luego de ser utilizada. Algunos autores diferencian el concepto de “consumo” del de “extracción”, para distinguir el uso consuntivo de agua de aquella residual. También destacan que, en el mundo, el total de agua superficial y subterránea extraída por la industria es normalmente mucho mayor que la cantidad de agua consumida (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2006).

Dentro del circuito de uso de agua también hay que considerar aquel volumen que si bien no integra el uso consuntivo, origina un flujo que retorna a algún punto del sistema hídrico, dentro o fuera del establecimiento industrial.

Para la provincia de Mendoza, Argentina, no hay estimaciones precisas del uso de agua por parte del sector industrial. En el Diagnóstico Físico Ambiental del Marco Estratégico Mendoza, elaborado por la Universidad Nacional de Cuyo (2004), se presenta un balance hídrico en donde se muestra que el riego es el sector que utiliza la mayor cantidad de agua en las cuencas provinciales y en segundo lugar el agua potable. En el mismo estudio se alerta sobre la poca información disponible sobre uso industrial. Debe tenerse en cuenta también que en Mendoza, en los últimos años y luego de la crisis económica de 2001, el sector industrial ha

crecido considerablemente, como consecuencia del impulso a la vitivinicultura.

En el cuadro 1 puede verse que la industria manufacturera en la provincia de Mendoza representa el 15% del producto bruto geográfico (PBG) provincial. Está compuesta por una amplia variedad de ramas de actividad, siendo las más representativas la de extracción y procesamiento de petróleo, y la elaboración de alimentos y bebidas. Este último sector es el que se aborda en el presente estudio.

Casi la mitad de los establecimientos (49.8%) de la industria manufacturera corresponde al rubro de alimentos y bebidas: industria vitivinícola, industria de alimentos conservados y no conservados, e industria de bebidas no vínicas. En el cuadro 2 se muestra la cantidad de establecimientos industriales por rama de actividad, según información del Instituto de Desarrollo Industrial, Tecnológico y de Servicios (IDITS).

En relación con la distribución geográfica del agua que utilizan los establecimientos industriales del rubro alimentos y bebidas, en el cuadro 3 se puede observar que en las cuencas de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, o sea, en el oasis Norte, se encuentra la mayor cantidad de establecimientos, quedando en evidencia, una vez más, la presión sobre el recurso hídrico que existe en estas cuencas en cuanto a las otras cuencas (UNCuyo, 2004).

Cuadro 1. Distribución del PBG provincial según sector económico en Mendoza, Argentina, 2010.

Sector económico	Porcentaje del PBG
Comercio, restaurantes y hoteles	25%
Servicios comunales, sociales y personales	16%
Industria manufacturera	15%
Explotación de minas y canteras	14%
Establecimientos financieros	11%
Agropecuario	8%
Transporte y comunicaciones	7%
Construcciones	2%
Electricidad, gas y agua	2%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: DEIE Mendoza.

Cuadro 2. Establecimientos industriales de la industria manufacturera por rama de actividad en Mendoza, Argentina, 2003, en cantidad y porcentaje.

Rama de actividad	Cantidad	Porcentaje
Vitivinícola	684	24%
Alimentos conservados	344	12.1%
Alimentos no conservados	289	10.1%
Bebidas no vínicas	103	3.6%
Metalmecánica	658	23.1%
Papel y gráfica	233	8.2%
Madera y muebles	225	7.9%
Industrias de base minera	96	3.4%
Textil y cueros	85	3.0%
Química y petroquímica	78	2.7%
Plásticos	58	2.0%
<b>Total</b>	<b>2 853</b>	<b>100%</b>

Fuente: IDITS.

Cuadro 3. Distribución de establecimientos vitivinícolas, alimentos conservados y no conservados, y bebidas no vínicas, por cuenca, en Mendoza, Argentina, 2003, en porcentaje.

Cuenca	Vitivinícola s/684 establecimientos	Alimentos conservados s/344 establecimientos	Alimentos no conservados s/289 establecimientos	Bebidas no vínicas s/103 establecimientos
Río Mendoza	35.4%	42.4%	69.9%	50.5%
Río Tunuyán Inferior	45.3%	20.6%	7.3%	13.6%
Río Tunuyán Superior	6.6%	4.4%	4.8%	16.5%
Ríos Diamante, Atuel y Malargüe	12.7%	32.6%	18.0%	19.4%
	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia con base en datos de IDITS.

El siguiente trabajo estima coeficientes asociados con el uso de agua en cuanto a la materia prima procesada o a los productos terminados, en los establecimientos industriales vitivinícolas, de alimentos conservados y de algunas bebidas no vínicas.

### Metodología

Para abordar la temática del uso del agua en los sectores industriales de Mendoza y obtener elementos para su cuantificación, se realizaron entrevistas a referentes y gerentes técnicos de los distintos establecimientos, utilizando un formulario semiestructurado. El instrumento

de medición utilizado en la recolección de datos es un cuestionario diseñado específicamente para la investigación. Se busca conocer los volúmenes de agua utilizados en los establecimientos industriales por unidad de materia prima o por producto elaborado. La unidad de análisis es el establecimiento y el informante es un referente técnico del mismo. Este instrumento refleja en buen grado el contenido del concepto a medir.

En cuanto a la precisión del instrumento, se aclara que la información obtenida sobre extracción y consumo de agua presenta la variabilidad asociada con la tecnología empleada en cada establecimiento, ya que algu-

nos poseen caudalímetros para medir el agua en diferentes puntos del proceso, mientras que en otros las respuestas están basadas en el conocimiento y la experiencia del informante.

Las ramas de actividades abordadas son las siguientes: bodegas, conserveras de tomates, conserveras de frutas, cerveceras, bebidas gaseosas y aguas minerales.

Los establecimientos estudiados están localizados en los oasis Norte y Centro de la provincia, siendo la muestra seleccionada mediante muestreo dirigido (no probabilístico) a establecimientos representativos y de diferente tamaño, utilizando bases de datos aportadas por el Departamento General de Irrigación (DGI) y Estadísticas del IDITS. En el cuadro 4 se resume la cantidad de establecimientos que integraron la muestra.

Las entrevistas a los establecimientos seleccionados fueron acordadas con los referentes técnicos por teléfono y realizadas por tres investigadores a razón de una por día. La duración promedio de la entrevista fue de dos horas y media y se efectuaron durante el año 2012.

Las dificultades para concertar las entrevistas son propias del sector abordado en el estudio y se deben a los temores de las empresas para brindar información, así como también a los inconvenientes para disponer del tiempo necesario para las mismas. Sin embargo, una vez que se concertó la entrevista, los entrevistados se mostraron sumamente amables con los investigadores, muy dispuestos a brindar información y a mostrar las instalaciones.

El objeto de una muestra dirigida es captar datos de establecimientos representativos que permita, a partir de la estimación de los coeficientes, aplicarlos a la producción provincial. Las entrevistas realizadas utilizando esta muestra se consideran un primer acercamiento a los valores de los coeficientes.

Las variables incorporadas en el formulario de la entrevista son las siguientes:

- Volumen de materia prima procesada.
- Volumen de producción.
- Número de empleados.
- Potencia eléctrica instalada y consumida.
- Energía eléctrica consumida.
- Origen de suministro de agua.
- Destino del agua utilizada.
- Volumen de agua utilizada.
- Tratamiento de las aguas residuales.
- Innovaciones vinculadas con la eficiencia en el uso de agua.
- Sugerencias y comentarios.

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 de forma espontánea. No siempre es posible obtener toda la información cuantitativa de estas variables pre seleccionadas, pero se logran aproximaciones valiosas a los fines del estudio.

Los diferentes coeficientes que se elaboran con la información aportada por los establecimientos entrevistados hacen referencia a la cantidad de agua utilizada por volumen de materia prima procesada o por

Cuadro 4. Establecimientos entrevistados por rama de actividad en Mendoza, Argentina, 2012.

Rama de actividad	Cantidad
Bodegas	Tres (dos grandes y uno chico)
Cerveceras	Uno (grande)
Elaboradoras de gaseosas	Uno (grande)
Embotelladoras de agua mineral	Dos (grandes)
Conserveras de frutas y hortalizas	Tres (dos grandes y uno mediano)
<b>Total</b>	<b>10</b>

producto terminado. Se presentan como rangos de límite inferior y superior, y se comparan con los obtenidos por otros estudios locales e internacionales.

Para tener una idea de la magnitud del agua que retorna al sistema, se diseña un indicador que mide la relación entre el volumen de agua retornado al sistema y el volumen de agua extraído, que fue elaborado en rangos mediante la siguiente relación: volumen volcado/volumen extraído x 100.

Se mantiene el compromiso de secreto estadístico, razón por la cual no se presentan resultados individuales ni información identificatoria de los establecimientos visitados.

## Resultados y discusión

En este apartado se presentan los resultados y discusión para cada una de las industrias analizadas, según se indica en el cuadro 4. Para cada actividad industrial se identifican las principales etapas de uso de agua y se exhiben coeficientes de consumo tanto aquellos obtenidos de entrevistas como los provenientes de bibliografía local e internacional.

### *Elaboración y fraccionamiento de vinos*

El proceso de elaboración y fraccionamiento de vinos presenta pequeñas variaciones, dependiendo de los tipos del mismo, es decir, blancos, tintos, rosados, añejos, jóvenes. Sin embargo, puede simplificarse en las siguientes etapas: recepción y molienda, maceración, fermentación, trasiego, prensado, fermentación maloláctica, clarificación y filtrado, estabilización y fraccionamiento.

El uso del agua en bodegas puede dividirse en dos tipos: el referido a la etapa de elaboración y el correspondiente a la etapa de fraccionamiento. El primero se utiliza para la limpieza de lagares, moladoras y prensas; mientras que el segundo es empleado para el lavado de botellas y damajuanas. A su vez, existen dos lavados: uno externo, que se realiza con agua dura, y otro interno, que se

efectúa con agua ablandada, de modo que se requiere de un sistema de acondicionamiento de la misma. Cabe destacar que durante todo el año el agua es usada para el lavado de piletas, tanques, filtros, pisos, etcétera. Corresponde en su totalidad con el concepto de “agua extraída”, es decir, que casi todo el consumo de agua se transforma en efluente.

En relación con los coeficientes de consumo de agua en bodegas, obtenidos de las entrevistas realizadas, el rango de valores se encuentra comprendido entre 1.5 y 20 litros de agua por litro de vino producido. Es posible afirmar que el límite inferior de dicho rango corresponde a bodegas grandes y medianas con mayor conciencia respecto a la sustentabilidad ambiental. Además, un reciente estudio para el consumo de agua en la industria vitivinícola adopta como coeficiente promedio tres litros de agua por litro de vino producido (Duek y Fasciolo, 2012).

La bibliografía local e internacional muestra que los valores de coeficientes coinciden con los comprendidos en el rango recién mencionado. Así puede nombrarse el calculado por Nazralla *et al.* (2003), que es 3.08 litros de agua por litro de vino elaborado. Por su parte, Smith (2010) estima que ciertas bodegas pueden llegar a consumir hasta 20 litros de agua por litro de vino producido. Por último, se puede citar un intervalo propuesto por la Beverage Industry Environmental Roundtable (2011), el cual se encuentra entre 1.46 y 14.83 litros de agua por litro de vino elaborado.

### *Elaboración de cervezas*

La elaboración de cervezas requiere cuatro materias primas fundamentales: agua, cebada, lúpulo y levadura. El primer paso del proceso productivo consiste en la transformación de la cebada en malta. Sin embargo, cabe destacar que dicha etapa no se efectúa en la mayoría de las plantas industriales que elaboran cerveza, sino que existen establecimientos especialmente dedicados a esta actividad.

Las etapas del proceso productivo siguientes al malteado son: molienda, maceración, filtrado, hervido, decantación, fermentación, reposo y filtrado, y embotellado. De éstas, las de mayor consumo de agua son la maceración, el hervido o cocimiento, el filtrado y la fermentación.

Los coeficientes de consumo de agua obtenidos de las entrevistas se encuentran entre 3.8 y 4.5 litros de agua por litro de cerveza elaborada. En esta actividad se trata tanto de "agua consumida" como "extraída", siendo aproximadamente el 75% del agua total la correspondiente a efluente.

Por su parte, Vassolo y Döll (2005) presentan coeficientes entre 3.4 y 25 litros de agua por litro de cerveza elaborada con un promedio de 9.5, y la Beverage Industry Environmental Roundtable (2011) propone un rango comprendido entre los 3.44 y 9.13 litros de agua por litro de cerveza producida.

En el caso de las industrias de elaboración de cervezas, los coeficientes obtenidos de las entrevistas se encuentran en el límite inferior de los citados de bibliografía internacional. Ello se debe a que las industrias de este rubro, radicadas en la provincia de Mendoza, pertenecen a empresas multinacionales, las cuales cuentan con rigurosos objetivos vinculados con la sustentabilidad ambiental.

#### *Elaboración de bebidas gaseosas*

El proceso productivo de las gaseosas puede resumirse en las siguientes etapas: tratamiento del agua, elaboración de jarabes, mezclado, carbonatación y llenado. A diferencia de los procesos anteriores, aquí existen consumos de agua en todas las etapas, aunque cabe destacar que el mayor consumo, cercano al 70%, tiene lugar en la mezcla del jarabe con el agua tratada.

Respecto de los coeficientes hallados para esta industria, las entrevistas revelan valores comprendidos entre 1.5 y 2 litros de agua por litro de gaseosa elaborada. En esta actividad es preponderante el "agua consumida".

La Beverage Industry Environmental Roundtable (2011) propone un rango comprendido entre 1.56 y 4.55 litros de agua por litro de gaseosa producida.

En este caso, los coeficientes provenientes de fuentes primarias de información también se encuentran en el límite inferior del citado de bibliografía internacional. Si bien la diferencia es menor, la explicación es la misma que la expuesta para los establecimientos elaboradores de cerveza, es decir, que estas empresas adoptan estándares internacionales para sus indicadores ambientales.

#### *Embotellamiento de aguas minerales*

El embotellamiento de agua mineral es el proceso productivo más simple aquí mostrado, caracterizado por las etapas mencionadas a continuación: captación y conducción, almacenado, filtración, microfiltración, embotellado y enfardado. El agua es utilizada principalmente como materia prima, esto es, se trata de un uso consuntivo, al igual que en las bebidas gaseosas. También es empleada para asepsia general de las naves industriales y, como en cualquier otro establecimiento, para servicios de comedor y sanitarios. En este caso, aproximadamente el 35% del agua utilizada se transforma en efluente.

Hasta aquí no se mencionaron etapas consumidoras de agua, que es posible que existan, como el caso del lavado de botellas de vidrios, si se contara con esa línea de producción, y la refrigeración de compresores y sopladoras, si en la planta se soplaran las botellas de politereftalato de etileno (PET).

Los coeficientes obtenidos de las entrevistas se encuentran entre 1.62 y 1.84 litros de agua por litro de agua embotellada. Además, los entrevistados brindaron coeficientes de otras plantas embotelladoras del país y del mundo, siendo de 2.1 y 1.2 litros de agua por litro de agua embotellada, respectivamente.

La bibliografía internacional propone coeficientes comprendidos en un rango de valores que coinciden con los recién mencionados.

Dicho rango es de 1.22 a 2.57 litros de agua por litro de agua embotellada (Beverage Industry Environmental Roundtable, 2011).

### *Elaboración de conservas de frutas y hortalizas*

Los procesos de elaboración de conservas de frutas y hortalizas son muy similares entre sí, pero lógicamente presentan pequeñas variaciones.

En el caso de la elaboración de conservas de hortalizas, las principales etapas son recepción y selección de la materia prima, lavado, acondicionamiento, inspección, clasificación, envasado, agregado del líquido de cobertura, eliminación interior del aire, remachado, esterilización y enfriamiento. Por su parte, para la elaboración de conservas de frutas se requiere recepción y lavado de la materia prima, lavado, pelado, cortado y descarozado, inspección, enfriamiento, precocción, envasado, elaboración del jarabe, adición del jarabe, esterilización y enfriamiento. En algunos de estos procesos se requiere el pelado de las frutas u hortalizas. Otra cuestión a tener en cuenta en el proceso es el tipo de envase, pues dependiendo de éste, puede resultar necesario el lavado del mismo, el remachado, la esterilización, etcétera.

Las etapas que mayores cantidades de agua requieren en el proceso productivo de conservas de hortalizas son el lavado de las materias primas, el enfriamiento de los envases luego de la esterilización, la concentración y el transporte del producto dentro de la planta. Corresponde de manera fundamental a "agua extraída", es decir, que casi todo el consumo de agua se transforma en efluente.

Los coeficientes estimados, a partir de las entrevistas, para la industria de conservas de hortalizas se encuentran entre 19.85 y 29.76 litros de agua por kilo de materia prima procesada, y entre 29.76 y 32.72 litros de agua por kilo de producto terminado.

La bibliografía local cita valores comprendidos entre 14.95 y 26.60 litros de agua evacuada por kilo de materia prima procesada y

un coeficiente promedio de 18.9 litros de agua evacuada por kilo de materia prima procesada (Zoia *et al.*, 1983). Mientras que la bibliografía internacional propone un rango de 4.16 a 14.01 litros de agua evacuada por kilo de producto terminado (North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 1998). Asimismo, los entrevistados aseguraron que en sus establecimientos el consumo de agua resulta mucho más elevado que el de otros extranjeros. En efecto, afirman que éstos cuentan con un coeficiente promedio de cinco litros de agua por kilo de materia prima procesada.

Los valores locales hallados en las entrevistas son considerablemente mayores a los citados de la bibliografía internacional, ya que los mismos entrevistados aseguraron que no hacen un uso racional del recurso hídrico, dado que en Argentina la tarifa del agua es muy baja en relación con las de otros países. Debido a esto, dichas empresas no realizan grandes inversiones en tecnologías orientadas a la sustentabilidad.

En cuanto a la elaboración de conservas de frutas, las etapas de mayor consumo de agua son el lavado y pelado de las frutas, el esterilizado y el transporte del producto entre las diferentes etapas del proceso productivo. También se trata de "agua extraída".

Para esta actividad industrial se realizó una única entrevista y el coeficiente obtenido fue de 18 litros de agua por kilo de materia prima procesada, que puede ser comparado con los calculados por Zoia *et al.* (1983), los cuales se hallan entre 20.6 y 57.3 litros de agua evacuada por kilo de materia prima procesada. Por su parte, la bibliografía internacional propone, para conservas de durazno, un rango de 5.30 a 23.85 litros de agua evacuada por kilo de producto terminado (North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 1998).

En este caso, el coeficiente encontrado en la entrevista se ubica cercano al límite superior del rango presentado de la bibliografía internacional. Si bien los entrevistados sostuvieron que sus consumos son altos debido a

la baja tarifa del recurso hídrico, se mostraron interesados en disminuir tales volúmenes. De hecho, recientemente habían instalado caudalímetros para medir los consumos y contaban con un plan para disminuir los mismos.

Una síntesis de los resultados presentados y la discusión precedente se exhibe en el cuadro 5.

Las unidades de los coeficientes han sido homogeneizadas a fin de realizar comparaciones, ya que la bibliografía internacional los presenta en otras unidades. En el caso de conservas, tanto de hortalizas como de frutas, los coeficientes de bibliografía local e internacional corresponden a "litros de agua evacuada". Dado que en estas ramas de actividad es poco

el uso consuntivo de agua, resulta posible utilizarlos para efectuar comparaciones.

Puede observarse que el rango de consumo de agua por unidad de producto para los establecimientos entrevistados es mucho mayor en la elaboración de conservas de frutas y de hortalizas que en los otros establecimientos de industrias alimenticias, incluso en aquellas que hacen uso consuntivo del agua, llegando hasta 20 veces más el límite inferior (de dicho rango) y casi dos veces su límite superior.

Los establecimientos de industria cervecera entrevistados utilizan agua en valores que están sensiblemente por debajo, o sea menor consumo de agua, que los informados por la bibliografía internacional. La elaboración de gaseosas y el embotellamiento del agua

Cuadro 5. Coeficientes de consumo de agua por rama de actividad industrial en Mendoza, Argentina, 2012.

Ramas de actividad	Coeficientes obtenidos de entrevistas (2012)	Coeficientes de bibliografía local	Coeficientes de bibliografía internacional	Coeficientes locales e internacionales comentados en las entrevistas (2012)
Elaboración y fraccionamiento de vinos	1.5 a 20.0 litros de agua/litro de vino producido	3.0 a 3.1 litros de agua/litro de vino producido (2003/2010/2012)	1.5 a 20.0 litros de agua/litro de vino producido (2010/2011)	s/d
Elaboración de cervezas	3.8 a 4.5 litros de agua/litro de cerveza elaborada	s/d	3.4 a 20.0 litros de agua/litro de cerveza elaborada (2005/2011)	s/d
Elaboración de bebidas gaseosas	1.5 a 2.0 litros de agua/litro de gaseosa elaborada	s/d	1.6 a 4.5 litros de agua/litro de gaseosa elaborada (2011)	s/d
Embotellamiento de aguas minerales	1.6 a 1.8 litros de agua/litro de agua embotellada	s/d	1.2 a 2.6 litros de agua/litro de agua embotellada (2011)	1.2 a 2.1 litros de agua/litro de agua embotellada
Elaboración de conservas de hortalizas	19.9 a 29.8 litros de agua/kilo de materia prima procesada 29.8 a 32.7 litros de agua/kilo de producto terminado	14.9 a 26.6 litros de agua evacuada/kilo de materia prima procesada (1983)	4.2 a 14.0 litros de agua evacuada/kilo de producto terminado (1998)	5.0 litros de agua/kg de materia prima procesada
Elaboración de conservas de frutas	18.0 litros de agua/kilo de materia prima procesada	20.6 a 57.3 litros de agua evacuada/kilo de materia prima procesada (1983)	5.3 a 23.9 litros de agua evacuada/kilo de producto terminado (1998)	s/d

Fuente: elaboración propia y a partir de las citas en texto.

mineral se encuentran en los mismos niveles. Las conserveras de hortalizas están por encima, y la de fruta y bodegas dentro de los rangos.

**Aplicaciones: volúmenes de agua utilizada, relación volumen volcado/volumen extraído para las industrias alimenticias de Mendoza y balance hídrico**

Los coeficientes de consumo de agua de las industrias alimenticias permiten realizar estimaciones de los volúmenes de agua utilizados por las mismas. En el cuadro 6 se presentan los resultados de dicha aplicación para las tres principales cuencas hidrogeológicas ubicadas en los oasis productivos de la provincia de Mendoza. Las estimaciones se realizaron con base en los resultados de las entrevistas en los establecimientos industriales aplicados a estadísticas provinciales, tales como volumen de vino elaborado, superficie cultivada con tomate y durazno con destino industrial, y rendimientos promedio de cultivos por hectárea.

Si se analiza el cuadro 6, puede inferirse que la cuenca norte de Mendoza demanda, para el uso de la industria alimenticia, el 62% de la demanda provincial de este sector. Cabe destacar que en dicha cuenca es donde se encuentra el mayor aglomerado urbano/

industrial, así como la mayor superficie cultivada.

La relación volumen volcado/volumen extraído surge de las entrevistas realizadas y se agrupa en tres rangos. Los resultados del cuadro 7 muestran, dentro de la variabilidad que expresa el rango, el volumen de agua que retorna al sistema. Puede observarse que el agua que utilizan las elaboradoras y fraccionadoras de vinos, y las conserveras de frutas y hortalizas retorna mayoritariamente al sistema, mientras que un volumen importante del agua que se utiliza en las elaboradoras de cervezas y embotelladoras de agua mineral es retenido en el proceso, es decir, se trata de uso consuntivo.

La estimación de la demanda de agua por parte de las industrias alimenticias es información cuantitativamente importante para conocer la demanda por uso industrial en Mendoza. Los usos sectoriales del agua en la provincia están dados, principalmente, por el uso para riego, doméstico, industrial y ambiental. El conocimiento de la demanda de agua por cada uno de estos sectores aporta información para la realización del balance hídrico, entendiendo el mismo como la diferencia entre la oferta de agua y la sumatoria de las demandas sectoriales. En Mendoza, la oferta está determinada por los

Cuadro 6. Volúmenes de agua utilizada por rama de actividad industrial y por cuenca en Mendoza, Argentina, 2013, en hectómetros cúbicos por año.

Ramas de actividad	Cuenca		
	Río Mendoza y Tunuyán Inferior	Tunuyán Superior	Atuel, Diamante y Malargüe
Elaboración y fraccionamiento de vinos	2.91	0.22	0.28
Elaboración de cervezas	0.66	0	0
Embotellamiento de aguas minerales	1.31	0.18	0
Elaboración de conservas de hortalizas (*)	2.15	0.96	0.20
Elaboración de conservas de frutas (**)	1.34	1.16	2.14
<b>Total cuenca</b>	<b>8.37</b>	<b>2.52</b>	<b>2.62</b>

Fuente: elaboración propia a partir de información estadística provincial.

(\*) Los valores corresponden a industrias de elaboración de tomates en conserva, que representa el rubro más importante de la elaboración de conservas de hortalizas en la provincia de Mendoza.

(\*\*) Los valores corresponden a industrias de elaboración de conservas de durazno, que representa el rubro más importante de la elaboración de conservas de frutas en la provincia de Mendoza.

Cuadro 7. Volúmenes de agua utilizada y relación volumen volcado/volumen extraído, por rama de actividad industrial en Mendoza, Argentina, 2013, en hectómetros cúbicos por año y porcentaje.

Ramas de actividad	Volúmenes de agua utilizada (hm <sup>3</sup> /año) (*)	Relación volumen volcado/volumen extraído (%)
Elaboración y fraccionamiento de vinos	3.41	> 80%
Elaboración de cervezas	0.66	40 a 80%
Embotellamiento de aguas minerales	1.49	< 40%
Elaboración de conservas de hortalizas (*)	3.31	> 80%
Elaboración de conservas de frutas (**)	4.64	> 80%
<b>Total</b>	<b>13.51</b>	

(\*) Valores calculados a partir del cuadro 6.

ingresos del agua a la cuenca, principalmente por precipitación nívea en alta montaña y por el agua subterránea que se acumula por procesos de recarga natural. El balance hídrico a nivel cuenca o subcuenca es un indicador de la disponibilidad de agua y por lo tanto una herramienta para la gestión integrada del recurso hídrico y del territorio.

Llop y Fasciolo (2011), en su artículo sobre el estado de los recursos hídricos en Mendoza, asignan 5 626 hm<sup>3</sup>/año a las demandas de agua para riego, para población y ambiental; mientras que la oferta, sin incorporar el reúso, resulta de 5 282 hm<sup>3</sup>/año. Esto implica un déficit promedio de 156 hm<sup>3</sup>/año. Para estos autores, este déficit corresponde al agua que se bombea, generando problemas de sobreexplotación de los acuíferos.

La demanda principal en esta provincia, como ocurre en toda zona árida, se da por el riego de cultivos, el que representa el 89% de la misma. De acuerdo con los resultados presentados en el cuadro 7, los establecimientos de industrias alimenticias de Mendoza utilizan 13.5 hm<sup>3</sup>/año, lo que sólo representa el 2.4% de la demanda. Así, si bien el valor es pequeño en términos relativos, resulta significativo en volumen. En la cuenca norte, el déficit es superior al promedio (445 hm<sup>3</sup>/año), mientras que la demanda por parte de tales industrias es de 8.37 hm<sup>3</sup>/año, como lo muestra el cuadro 6. Por otro lado y analizando el cuadro 7, se interpreta que el mayor volumen de agua demandado por este sector proviene de industrias con alto

valor extractivo y con rangos para la relación porcentual volumen volcado/volumen extraído superiores al 80%. Esto implica que las políticas de aprovechamiento de efluentes industriales para riego de cultivos que se están aplicando en la provincia de Mendoza en el marco de eficiencia y sustentabilidad tienen impacto positivo en los resultados del balance hídrico debido a un aumento en la oferta de agua para riego.

Para obtener un balance hídrico que incluya la demanda total de la industria manufacturera sería importante realizar estimaciones de los consumos de agua de otras ramas de actividad de la misma, cuyo estudio aún no ha sido abordado.

## Conclusiones

En Mendoza, las bodegas utilizan entre 1.5 y 20 litros de agua por litro de vino elaborado. El límite inferior de este rango corresponde a aquellas de mayor tamaño y con más conciencia sobre la sustentabilidad ambiental. Este rango coincide con el hallado en la bibliografía local e internacional. Para estos establecimientos, la relación porcentual de volumen volcado sobre extraído es superior al 80%, lo que indica un importante uso extractivo.

Las cerveceras utilizan de 3.8 a 4.5 litros de agua por litro de cerveza producida. Este intervalo está incluido dentro del rango correspondiente a las fuentes internacionales, ubicándose en su límite inferior. Lo mismo

ocurre con el de gaseosas. Los coeficientes de consumo de agua para esta industria se encuentran entre 1.5 a 2.0 litros de agua por litro de gaseosa elaborada. La relación porcentual de volumen volcado sobre extraído es media; algo más de la mitad de lo que se demanda se utiliza en el proceso y el resto retorna al sistema.

El coeficiente obtenido para el embotellamiento de aguas minerales está en un rango de 1.6 a 1.8 litros de agua por litro de agua embotellada, dicho rango también está incluido en el presentado en fuentes internacionales. En estos establecimientos es importante el uso consuntivo, siendo la relación porcentual de volumen volcado sobre extraído menor al 40%.

Las industrias conserveras de frutas y hortalizas son las de mayor consumo de agua por unidad de producto, en cuanto a las restantes industrias alimenticias analizadas en este trabajo. Los establecimientos de conservas de hortalizas entrevistados utilizan de 19.8 a 29.7 litros de agua por kilo de materia prima procesada, y entre 29.7 y 32.7 litros de agua por kilo de producto terminado. Estos valores son mayores a los coeficientes presentados en la bibliografía internacional. El coeficiente para el establecimiento que elabora conservas de fruta resulta menor, siendo de 18 litros de agua por kilo de materia prima procesada y se encuentra en el rango citado de la bibliografía internacional. Para ambos tipos de establecimientos, la relación porcentual de volumen volcado sobre extraído es superior al 80%, lo que indica un importante uso extractivo.

Las diferencias existentes entre los valores de los coeficientes locales obtenidos y los citados de la bibliografía local e internacional se explican a través de una serie de factores, como conciencia respecto de la sustentabilidad ambiental, pertenencia a grupos multinacionales y bajas tarifas para el agua en Argentina.

El agua utilizada por la industria de base alimenticia en Mendoza es de 13.51 hm<sup>3</sup>/año. La mayor parte de esta agua retorna al sistema hídrico.

Recibido: 01/02/13  
Aceptado: 22/08/13

## Referencias

- BEVERAGE INDUSTRY ENVIRONMENTAL ROUNDTABLE. *Water use benchmarking in the beverage industry. Trends and observations, 2010* [en línea]. St. Paul, Estados Unidos. AnteaGroup, 2011 [citado el 20 de octubre de 2012]. Disponible para World Wide Web: <http://bieroundtable.com/files/BIER%20Benchmarking%20Publication%202011.pdf>.
- DUEK, A.E. y FASCIOLO, G.E. Uso de agua en las bodegas de Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo*. Tomo 44, núm. 2, año 2012, pp. 263-268.
- LLOP, A. y FASCIOLO G.E. *Estado de los recursos hídricos en Mendoza*. Informe ambiental. Mendoza: Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno de Mendoza (coord.), 2011, pp. 68-75.
- NAZRALA, J., VILA, H., GARCÍA, R., JAIT, R., y DESPOUS, G. Gestión de efluentes y consumo de agua en bodega. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo*. Tomo 35, núm. 1, año 2003, pp. 35-42.
- NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES. *Water efficiency. Manual for Commercial, Industrial and Institutional Facilities* [en línea]. North Carolina, Estados Unidos. Land-of-sky Regional Council, 1998 [citado el 11 de octubre de 2012]. Disponible para World Wide Web: <http://www.docstoc.com/docs/376400/Water-Efficiency-Guide-for-Business-Managers-and-Facility-Engineers>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. *Agua e industria. El Agua, una responsabilidad compartida*. 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo [en línea]. Zaragoza, España. Sociedad Estatal Expoagua Zaragoza, 2006 [citado el 3 de octubre de 2012]. Disponible para World Wide Web: [http://d7.rirh.org/documentos/insumos/informe\\_naciones\\_unidas2.pdf](http://d7.rirh.org/documentos/insumos/informe_naciones_unidas2.pdf).
- SMITH, M.H. *Water efficiency opportunities drink processing. Wine making best practice guide* [en línea]. Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. Australian Government. The Australian National University, 2010 [citado el 17 de febrero de 2012]. Disponible para World Wide Web: <http://www.environment.gov.au/water/publications/urban/weo-wineries-guide.html>.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO. *Marco Estratégico para la provincia de Mendoza: Diagnóstico físico-ambiental* [en línea]. Mendoza, Argentina. Universidad Nacional de Cuyo, 2004 [citado el 14 de marzo de 2012]. Disponible para World Wide Web: <http://www.uncu.edu.ar/contenido/index.php?logout=true&tid=101>.

VASSOLO, S. y DÖLL, P. Global-scale gridded estimates of thermoelectric power and manufacturing water use. *Water Resources Research*. Vol. 41, W04010, 2005, doi:10.1029/2004WR003360,

ZOIA, O., MANGHISI, S. y BERTRANOU, A. *Estimación de caudales y calidad de efluentes industriales. Elaboración de conservas de frutas y hortalizas: durazno, tomate, coctel de frutas y pimiento. Costos del control de la contaminación en áreas urbanas. Área de influencia del Canal Pescara, Maipú, Mendoza*. Mendoza, Argentina: Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua, 1983 (informe inédito).

## Dirección institucional de las autoras

*Ing. Alicia Elena Duek*

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
Centro de Economía, Legislación y Administración  
del Agua  
Instituto Nacional del Agua  
Belgrano 210 Oeste  
M55500FIF Mendoza, ARGENTINA  
Teléfono: +54 (261) 4285 282  
danaduek@hotmail.com

*Ing. Graciela Elena Fasciolo*

Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad Nacional de Cuyo  
Centro de Economía, Legislación y Administración  
del Agua  
Instituto Nacional del Agua  
Belgrano 210 Oeste  
M55500FIF Mendoza, ARGENTINA  
Teléfono: +54 (261) 4285 282  
gfasciolo@hotmail.com