

reporte

BUENAS PRÁCTICAS

PARA REDUCIR LA HUELLA
DE AGUA



Coordinadores de la iniciativa



Agencia de
Sustentabilidad y
Cambio Climático

FCH
FUNDACIÓN CHILE

Financistas de la iniciativa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Chile

**Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE**

REPORTE DE BUENAS PRACTICAS PARA REDUCIR LA HUELLA DEL AGUA

Marzo 2021

AUTORIA

Este manual junto con la herramienta excel fueron desarrollados por el consultor Sebastián Papi Musatadi (sebastian.papi.m@gmail.com) para el proyecto "El Agua Nos Une - SuizAgua Chile" ejecutado por Fundación Chile (2017 – 2019).

Editores:

Claudia Galleguillos
Sara Contreras
Johanna Guzmán

Diseño y Diagramación

Verónica Zurita V.

Publicación sin fines comerciales. Reservados todos los derechos. Queda autorizada su reproducción y distribución con previa autorización y citando fuente como: Reporte de buenas prácticas para reducción del agua.

índice

| | | |
|----------|--|-----------|
| | INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1 | EJEMPLOS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE HUELLA DE AGUA | 5 |
| | 2.1 RECUPERACIÓN Y REÚSO DE AGUA DE MATERIA PRIMA | 6 |
| | 2.2 RECUPERACIÓN Y RECIRCULACIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE SELLO DE BOMBAS | 7 |
| | 2.3 RECUPERACIÓN Y REÚSO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE PLÁSTICOS | 8 |
| | 2.4 RECUPERACIÓN Y REÚSO DE CONDENSADOS | 9 |
| | 2.5 RECUPERACIÓN Y REÚSO DE RECHAZO DE OSMOSIS INVERSA | 10 |
| | 2.6 OPTIMIZACIÓN DE LAVADO DE ENVASES | 11 |
| | 2.7 MEJORA EN ASEO INDUSTRIAL | 12 |
| | 2.8 RECIRCULACIÓN DE AGUA EN CINTA DE ENFRIADO | 13 |
| | 2.9 MEJORA TECNOLÓGICA EN PROCESO DE ESCALDADO | 14 |
| | 2.10 OTROS | 15 |
| | 2.10.1 Instrumentación de control | 16 |
| | 2.10.2 Recuperación y reuso agua de condensadores evaporativos | 16 |
| | 2.10.3 Procedimientos de aseo | 17 |
| | 2.10.4 Recubrimiento de estanques | 17 |
| | 2.10.5 General | 20 |
| 2 | CADENA DE SUMINISTROS | 21 |
| | REFERENCIAS | 24 |



Introducción

El presente reporte entrega ejemplos de medidas concretas realizadas por algunas empresas para reducir su huella de agua directa, es decir, la huella de agua generada directamente por el uso de agua en sus instalaciones productivas. El objetivo del reporte es entregar ejemplos que puedan ser replicados por otras empresas y/o obtener ideas sobre medidas que puedan realizar para reducir su huella de agua.

La huella de agua se genera al devolver el agua al ambiente en una menor cantidad y/o calidad de la cual fue tomada, por lo tanto, medidas que contribuyan a extraer menos agua, consumir menos agua y mejorar la calidad de los efluentes descargados al ambiente, disminuyen la huella de agua que se genera en las actividades productivas.



1

ejemplos

2.1 RECUPERACIÓN Y REÚSO DE AGUA DE MATERIA PRIMA

En una fábrica que elabora leche en polvo se recuperó el agua extraída de la leche para reutilizarla en procesos de lavado de camiones en la entrada de la fábrica. En el proceso productivo de la leche en polvo, la leche líquida pasa por evaporadores donde se evapora la mayor parte del agua de la leche para concentrar así los sólidos. El agua extraída como vapor se condensa, se disminuye su temperatura en torres de enfriamiento y luego en el ciclo original se descargaba a un cuerpo de agua superficial. Lo que se hizo fue conducir el agua enfriada y almacenarla en la entrada de la fábrica para poder utilizarla en el lavado de los camiones que ingresaban a la instalación. Por lo tanto, hay que tener presente temas de ingeniería para la instalación de un estanque de almacenamiento en el punto de reúso del agua, instalación de las cañerías y bombas requeridas para conducir el agua hacia el estanque de almacenamiento e instalación de las cañerías y bombas que se requieran para utilizar el agua en el lugar definido. Con esta medida se redujo la huella de agua por los siguientes conceptos:





- **Dejar de extraer agua fresca para la limpieza de camiones.**

- **Reducción del agua consumida,** ya que gran parte del agua de limpieza de los camiones cae al suelo y se termina evaporando. Con esta iniciativa se eliminó ese consumo de agua por evaporación, ya que el agua actual utilizada para limpieza de los camiones es agua que había sido originalmente consumida en la granja donde se produjo la leche.

- **Se elimina la huella de agua** que puede generar la descarga de este efluente (emisión de contaminantes al ambiente).

Este último punto se debe analizar con más cuidado caso a caso para ver el real beneficio de un proyecto de estas características. Si este efluente tiene una buena calidad (baja concentración de parámetros contaminantes), su descarga puede ser incluso beneficiosa para el ambiente, especialmente si es en una zona con escasez hídrica, dado que se está “liberando” al ambiente agua que estaba consumida previamente al estar incorporada en la leche. En el caso del proyecto comentado, era en una zona con gran disponibilidad de agua, por lo que era mejor para la empresa cortar esta descarga y evitar potenciales problemas regulatorios. Con el proyecto se redujo la extracción de agua fresca en aproximadamente 3.000 m³/mes.

2.2 RECUPERACIÓN Y RECIRCULACIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE SELLO DE BOMBAS

En una fábrica que elabora leche en polvo, se recuperó el agua de enfriamiento de los sellos de las bombas de los evaporadores, para recircularla y seguir utilizándola en el proceso de enfriamiento. Originalmente esta agua después de ser utilizada era derivada hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) previo a su descarga. Lo que se hizo fue instalar cañerías de acero inoxidable y un estanque de almacenamiento, para poder recuperar el agua y recircularla en el proceso de enfriamiento de los sellos de las bombas de los evaporadores. Con esta medida se disminuyó la extracción de agua y la descarga de Residuos Industriales Líquidos (RILEs) en aproximadamente 5.000 m³/mes.





2.3 RECUPERACIÓN Y REÚSO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE PLÁSTICOS

En una fábrica de productos químicos se recuperó el agua utilizada para el enfriamiento de productos plásticos elaborados en una de las líneas de producción de la empresa (productos plásticos que salen de máquinas extrusoras). Originalmente esta agua de enfriamiento se vertía al canal de efluentes, a pesar de no tener contaminación. Al ser canalizada hacia la planta de tratamiento, se mezclaba con otros efluentes perdiendo su calidad y requiriendo tratamiento posterior. En el proyecto, se segregó esta agua para impulsarla de vuelta al estanque de acumulación de agua de la fábrica, separando mecánicamente vía filtración (filtro grueso) los residuos plásticos que pudiera contener. Con este proyecto se mejoró la gestión hídrica de la instalación reduciendo la extracción de agua de pozo y la descarga de RILes en 700 - 600 m³/mes. En un proyecto de estas características se tiene que tener presente los temas de ingeniería relacionados con la especificación de filtros, bombas y trazado de cañerías.

2.4 RECUPERACIÓN Y REÚSO DE CONDENSADOS

En una fábrica de productos químicos se recuperó el condensado de los reactores de proceso. En varios reactores se utiliza vapor para regular la temperatura del proceso mediante su circulación por chaquetas o serpentines que tienen incorporados los reactores. El vapor cede su calor latente y se condensa. Originalmente el condensado se recolectaba en los canales que llevan los efluentes de los procesos a la planta de tratamiento de RLEs. En el proyecto se recuperó el condensado enviándolo de regreso a las piscinas de acumulación de agua de la planta. Para ello se instaló un estanque que recibe el agua, bombas de impulsión y tuberías para la conducción del agua hasta las piscinas. Con este proyecto se redujo la extracción de agua y se disminuyó la descarga de RLEs en aproximadamente 50 m³/mes.



2.5 RECUPERACIÓN Y REÚSO DE RECHAZO DE OSMOSIS INVERSA

En una fábrica de productos químicos se recuperó el rechazo de la unidad de osmosis inversa para reutilizar esa agua en operaciones de lavado de envases. La unidad de osmosis inversa genera agua desmineralizada que usa la planta en sus procesos productivos. Por cada m³ de agua útil de proceso generada, la unidad descarta la misma cantidad de agua recargada de sales. Originalmente esta agua se deribava hacia la planta de tratamiento de RILes. Se implementó un proyecto que permite recolectar el agua de descarte que genera la unidad de osmosis inversa, conducirla hasta el punto de reúso y utilizarla en operaciones de lavado de envases. Esta agua se usa para el primer lavado de los envases, donde todavía la diferencia de concentración de contaminantes permite que se remueva la suciedad inicial de los envases. Luego los envases deben ser lavados con agua limpia, para llegar a los niveles de limpieza requeridos. Con este proyecto se disminuyó la extracción de agua de pozo en aproximadamente 1.400 m³/mes. aproximadamente 50 m³/mes.



2.6 OPTIMIZACIÓN DE LAVADO DE ENVASES

En una fábrica de productos químicos se implementó un proyecto para que el proceso de lavado de los envases plásticos utilizados sea más eficiente respecto del uso de agua. Originalmente en la estación de lavado de envases se utilizaban pistolas manuales de lavado que utilizaban agua fría, sin existir un protocolo definido para realizar el proceso de lavado. Se realizó una evaluación del proceso, de los tiempos promedio y la variabilidad por envase junto con el contratista encargado del lavado de los envases. El análisis reveló gran variabilidad en los tiempos de lavado y dificultad para lavar especialmente los IBCs (Intermediate Bulk Container, envases de 1 m³ de gran uso en la industria química). Finalmente se implementó un proyecto que estableció mejoras tecnológicas, utilizando cabezales rotatorios, temporizadores y uso de agua caliente para algunos envases, y procedimientos operacionales definidos con tiempos máximos de lavado. Con el proyecto se redujo la extracción de agua por concepto de lavado de envases y la misma cantidad de efluentes generados en aproximadamente 400 m³/mes.





2.7 MEJORA EN ASEO INDUSTRIAL

En una fábrica que elabora alimentos se llevó a cabo un proyecto para disminuir el uso de agua en el proceso de aseo, que es el que mayor cantidad de agua utiliza en la planta. La mejora consistió en incorporar pitones en las mangueras de aseo de las distintas áreas de la fábrica junto con regularizar los tiempos de uso, evitando así utilizar agua de forma indiscriminada para limpieza en momentos inadecuados del proceso productivo. Esta medida si bien es simple, generó un ahorro importante de agua, reduciendo la extracción de agua de la planta y el equivalente en RILes en aproximadamente 35.000 m³/año.

2.8 RECIRCULACIÓN DE AGUA EN CINTA DE ENFRIADO

En una fábrica que elabora alimentos se implementó un proyecto para recircular el agua utilizada para enfriar los productos en el proceso de escaldado. En los escaldadores se aumenta la temperatura de la materia prima en proceso para inactivar enzimas que pudiesen deteriorar su calidad y bajar la carga microbiana. En la última etapa del proceso se rocía agua fría al producto para bajar su temperatura. Originalmente esta agua se rociaba y era derivada directamente a la planta de tratamiento de RLEs. Con el proyecto se instaló un sistema para reutilizar el agua de la cinta de enfriado previo a su descarga final. Se instalaron bandejas y bombas bajo la cinta de enfriado para recuperar el agua y recircularla al proceso en flujo contracorriente respecto del producto. Con esta medida el agua se recircula 3 veces a lo largo de la cinta antes de ser descargada hacia la planta de tratamiento de RLEs. Mediante la recirculación se mejora la eficiencia del proceso de transferencia de calor del producto al agua, reduciendo el uso de agua fresca en los aspersores de la cinta. Con el proyecto se redujo en aproximadamente 30.000 m³/año la extracción de agua para el proceso de enfriado y los RLEs generados.





2.9 MEJORA TECNOLÓGICA EN PROCESO DE ESCALDADO

En una fábrica de alimentos se realizó un proyecto para que el proceso de escaldado fuera más eficiente respecto del uso de agua y de los combustibles consumidos. El equipo es un pre-cocedor que consta de 3 etapas: pre-escaldado, escaldado y enfriado. El proceso de escaldado se realiza por aspersión de agua caliente y el enfriamiento por aspersión de agua fría. El agua caliente que se utiliza en el proceso se obtiene con la inyección de vapor saturado, proveniente de las calderas. En el proceso original el enfriado se realizaba con agua que no había sido previamente enfriada, además la obtención de agua caliente se realizaba por inyección directa de vapor al agua. En el proyecto se conectó la alimentación de agua de enfriamiento a un Chiller que entrega agua entre 5°C y 7°C lo que permite enfriar el producto con menos agua y se modificó la zona de intercambio agua-vapor incorporando un tubo perforado que permite que el proceso sea más eficiente (optimización del contacto agua-vapor) requiriendo de menos vapor para calentar el agua. Con la última medida además disminuye el consumo de combustible de la caldera. Con el proyecto se redujo el uso de agua del proceso en aproximadamente 1.400 m³/año y el consumo de gas natural en calderas en aproximadamente 20.000 m³/año.

2.10 OTROS



2.10.1 INSTRUMENTACIÓN DE CONTROL

Una medida que en sí no disminuye la huella de agua, pero que debería ser el primer paso para una gestión adecuada del recurso hídrico, es la instalación de caudalímetros, para conocer de forma ajustada los flujos de agua en los procesos productivos. Luego de instalada la instrumentación de control y conocidos los usos de agua de los distintos procesos de planta, se puede priorizar la gestión del recurso a través de un diagrama de Pareto que permita focalizarse en los puntos relevantes.



2.10.2 RECUPERACIÓN Y REÚSO AGUA DE CONDENSADORES EVAPORATIVOS

En muchas instalaciones industriales se requiere de sistemas de refrigeración que incluyen condensadores evaporativos dentro de los equipos que componen el sistema. Una parte del agua que utilizan los condensadores se pierde como vapor y la otra parte sale del equipo como agua líquida, que en general es derivada hacia la planta de tratamiento de RILES previo a su descarga. El agua utilizada en los condensadores evaporativos no debería ver empeorada de forma significativa su calidad (situación que debe ser corroborada mediante análisis físico-químico del agua que sale de los condensadores evaporativos), por lo que se podría optar a recuperar y evaluar diferentes reúsos dentro de los procesos que se llevan a cabo. Lo importante es analizar la calidad del agua que sale del equipo para ver si se puede reutilizar directamente o si se requiere de algún proceso de acondicionamiento previo.

2.10 OTROS



2.10.3 PROCEDIMIENTOS DE ASEO

En muchas fábricas uno de los principales usos de agua tiene que ver con el aseo. Es importante vincular a los trabajadores en planes para usar eficientemente el recurso hídrico en la limpieza. Muchas veces se pueden lograr mejoras importantes a partir de protocolos de limpieza creados teniendo como uno de los propósitos el usar el agua lo más eficientemente posible. Se deben levantar procesos de limpieza ajustados para cada zona teniendo presente tanto el nivel de sanitización que se requiere como el no desperdiciar el agua.



2.10.4 RECUBRIMIENTO DE ESTANQUES

Una práctica que sirve para disminuir la evaporación en estanques abiertos y por lo tanto disminuir el consumo de agua es recubrirllos. La evaporación ocurre por un aumento de la energía de las moléculas de agua, cuando esta energía es suficiente para provocar el cambio de estado, desde líquido a gas, las moléculas de agua de la superficie del líquido cambian a estado gaseoso, disminuyendo la energía de las moléculas de agua en estado líquido que quedan en la capa superficial, por lo tanto para que continúe la evaporación del agua, debe continuar el suministro de energía. En reservorios expuestos directamente al ambiente, esta energía proviene principalmente de la radiación solar, que sube la temperatura del agua hasta que las moléculas escapan de la superficie como vapor de agua, liberando esta energía en forma de calor al ambiente. Además de la radiación solar, otros factores físicos y climáticos también inciden sobre la tasa de evaporación del agua, como el área superficial de agua expuesta, la humedad, la presión de vapor y el viento, entre otros. Debido a que la evaporación de agua en reservorios puede ser un factor importante en el consumo de agua (especialmente en regiones áridas), se han desarrollado alternativas para reducir la evaporación en superficies abiertas, entre ellas se encuentra:



Cubiertas de sombra sobre la superficie del agua: se refiere a materiales instalados sobre la superficie del agua, como por ejemplo una malla, que disminuya la radiación solar que incide sobre el espejo de agua, mantenga la humedad del vapor de agua y disminuya la velocidad del viento. Se han publicado disminuciones en la tasa de evaporación de entre 50% hasta cerca de 80% en superficies de agua abiertas para diferentes materiales de sombreado (Martínez et al. 2006). Martínez et al. (2010) reportaron una disminución en la tasa de evaporación de 85%, en un reservorio para irrigación agrícola ubicado en el sudeste de España, usando una tela suspendida como cubierta de sombreado.

Cubiertas de sombra flotantes: se refiere a cubiertas flotantes que son dispuestas directamente en la superficie del agua para disminuir la evaporación. Hay de variadas formas y tamaños, como por ejemplo sistemas modulares (hexagonales, redondos, etc.) o esferas. El principal mecanismo de supresión de la evaporación es debido a que bloquean el paso de la radiación solar sobre el agua y además actúan como una barrera física para el paso del vapor de agua hacia la atmósfera, sin embargo, en los sistemas modulares pueden quedar espacios vacíos entre uno y otro por donde incide la radiación solar, puede escapar el vapor de agua y también puede penetrar el viento, removiendo la humedad del aire

que se encuentra sobre la superficie del agua (Yao et al. 2010). Se han reportado disminuciones en las tasas de evaporación de aproximadamente 75% usando sistemas modulares que cubren el 84% del área de la superficie del agua (Burston, 2002). Estas tecnologías, si es que el material se encuentra flotando libre sobre la superficie de agua (no está fijado), no se deben utilizar en reservorios que puedan presentar rebalses.



Monocapa química: productos químicos (generalmente una mezcla de alcoholes grasos e hidróxido de calcio o piedra caliza) que generan una capa de aproximadamente una molécula de espesor que actúa como barrera entre la superficie del agua y las condiciones ambientales, retardando la evaporación. La mezcla de alcoholes grasos se agrega al agua y por repulsión iónica se propaga cubriendo la superficie del agua (Ikweiri et al. 2008). Se han reportado variados resultados de disminución de la evaporación para este tipo de productos, desde 8% hasta 64%, dependiendo de los

períodos de testeo y las condiciones ambientales (Sinha et al. 2006). Ikweiri et al. (2008) experimentando con un evapo-retardante durante 46 días, obtuvieron una disminución de la pérdida de agua por evaporación de 16% en comparación al reservorio control (sin evapo-retardante). El estudio también evidenció un mayor crecimiento de algas en el reservorio tratado con el evapo-retardante. Una de las limitaciones de estos productos tiene que ver con la estabilidad de la monocapa contra la acción del viento y las olas, que pueden provocar que se rompa la película y no cubra toda la superficie del agua (Ikweiri et al. 2008; Sinha et al. 2006).

Es importante destacar que todas las tecnologías comentadas para prevenir la evaporación, presentan problemas técnicos y económicos en reservorios de gran escala, además pueden provocar otros impactos ambientales, como incrementar la producción de materiales o contaminación de las aguas, los que se deben evaluar antes de implementar.

2.10.5 GENERAL

Algunos comentarios generales:

• **Una ineficiencia común** presente en muchas fábricas y que es fácil de corregir, es que algunos equipos siguen siendo humectados aún cuando no están procesando materia prima.

• **Es importante llevar bien cuantificados los balances de masa de las materias primas** (entrada materia prima = producto + desechos), para conocer ajustadamente los rendimientos industriales de cada materia prima (fracción de materia prima que se transforma en producto) y así tener procesos de mejora continua. Disminuir las mermas de proceso además de mejorar la rentabilidad de la compañía, mejora los resultados de huella de agua, ya que se obtiene una mayor cantidad de productos por la huella generada.

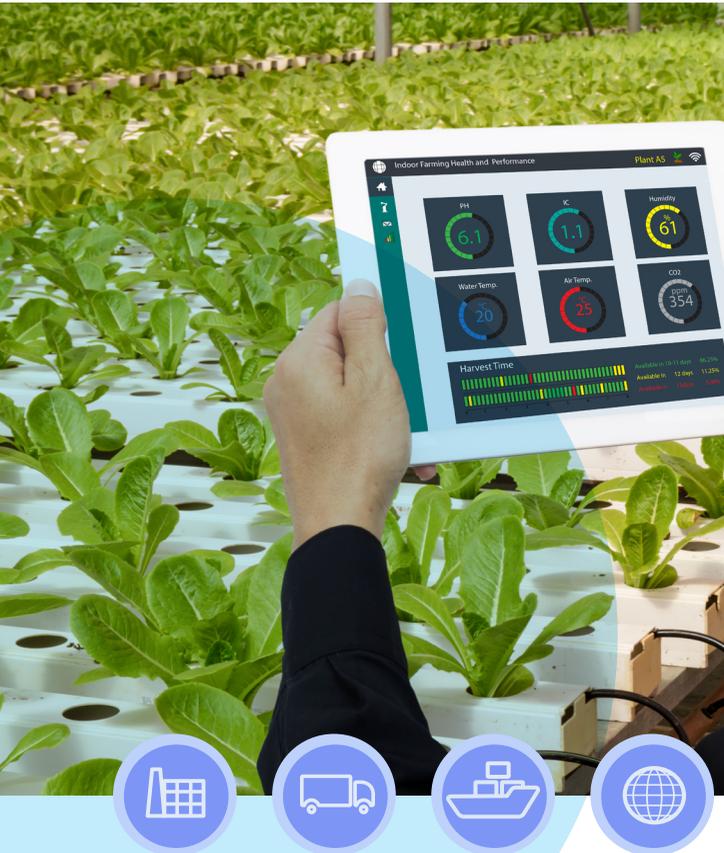
• **Respecto de las mermas de procesos**, se debe evitar que éstas lleguen a los canales que conducen los RILes a la PTAR, ya que esto aumenta considerablemente la concentración de contaminantes del agua residual a tratar.

• **La huella de agua que no se puede reducir se debe abordar** desarrollando proyectos de compensación en la cuenca donde se localiza la huella. El propósito de los proyectos de compensación, debe dirigirse a un uso mejor y más equitativo del recurso hídrico, abordando temas como suministro, purificación y conservación del agua, para ayudar a un desarrollo sostenible en la cuenca donde son ejecutados.



3

**cadena de
suministros**



En general al realizar una evaluación de huella de agua los resultados indican que la cadena de suministros es la que produce la mayor huella.

Uno de los beneficios de realizar una evaluación de huella de agua es que permite detectar dónde están los principales impactos dentro de la cadena de valor y por lo tanto dónde se deben enfocar los esfuerzos para una gestión sostenible del recurso hídrico (foco en lo que importa). Al tener claro qué materias primas y/o insumos son los más relevantes (desde el punto de vista hídrico-ambiental), se debe comenzar un trabajo para que la gestión de la cadena de suministros incorpore aspectos ambientales y sociales además de los económicos. El punto de partida debería ser ponerse en contacto con los proveedores de las materias primas y/o insumos detectados como importantes dentro de la evaluación de huella de agua y saber qué es lo que están realizando para mitigar sus externalidades negativas. Se puede comenzar un trabajo conjunto en pro de desarrollar una cadena de valor sustentable. Si eventualmente al proveedor no le importan estos temas y tampoco quiere comenzar a desarrollarlos, se debería analizar la posibilidad de cambiar de proveedor a uno que sí sea activo en estos temas y/o ver la posibilidad de reemplazar ese suministro por otro. Al final del día lo importante es que poco a poco se vayan incorporando temas ambientales y sociales en la gestión de la cadena de suministros.

En el caso de Chile, dónde el mayor consumo de agua es en el sector agrícola por la irrigación de los cultivos, es relevante trabajar estos temas con los proveedores agrícolas.

Una buena manera de comenzar a trabajar este aspecto, es mejorar la proporción de proveedores que utilizan riego tecnificado en sus campos e ir además mejorando la eficiencia hídrica de las técnicas utilizadas (por ejemplo pasar de aspersión a goteo). También se debería cuantificar de forma ajustada, el uso de agua para irrigación (llevar registro de los volúmenes de agua que se utilizan para riego de los campos). Al conocer mejor las distintas realidades, se pueden generar planes con objetivos realistas que produzcan una mejora continua de la sostenibilidad de la cadena de suministros. Uno de los grandes beneficios de trabajar con la cadena de suministros, es que disminuyen los riesgos de aprovisionamiento de materias primas. Además de ser eficientes con el uso del agua en los campos, se puede preferir trabajar con proveedores que no estén instalados en zonas que exista problemas de escasez de agua. Esto por supuesto forma parte de un plan más estratégico de una compañía. Es aconsejable trabajar en paralelo para abastecerse de zonas menos estresadas hídricamente y apoyar a los agricultores que estén en zonas más críticas para que usen el agua lo más eficientemente posible.



REFERENCIAS

Burston, I. A. (2002). Conservation of water from open storages by minimising evaporation. Doctotal Tesis. RMIT University Melbourne.

Ikweiri, F. S., Gabril, H., Jahawi, M., Almatrdi, Y. (2008). Evaluating the evaporation water loss from the Omar Muktar open water reservoir. In Twelfth International Water Technology Conference (pp. 893-889).

Martinez-Alvarez, V. M., Baille, A., Martínez, J. M., González-Real, M. M. (2006). Efficiency of shading materials in reducing evaporation from free water surfaces. *Agricultural Water Management*, 84(3), 229-239.

Martinez-Alvarez, V., Maestre-Valero, J. F., Martin-Gorritz, B., Gallego-Elvira, B. (2010). Experimental assessment of shade-cloth covers on agricultural reservoirs for irrigation in south-eastern Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(S2), 122-133.

Shina, S.K., Kumar, L., Srivastaba, R., Thangamani, R., Kumar, S., Jha, S., Luthra, P.K., Ashutosh, P.A. (2006). Evaporation control in reservoirs. Government of India, Central Water Commission, Basin Planning and Management Organization, New Delhi.

Yao, X., Zhang, H., Lemckert, C., Brook, A., Schouten, P. (2010). Evaporation Reduction by Suspended and Floating Covers: Overview, Modelling and Efficiency. Urban Water Security Research Alliance. Technical Report No. 28.

