

# El agua en la industria alimentaria

Sandra MUÑOZ LUCAS<sup>(1)</sup>, Rocío SÁNCHEZ GARCÍA<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense, Madrid (España)  
sandmuno@ucm.es

Recibido: 14-12-15

Aceptado: 15-07-16

## Resumen

El objetivo principal del siguiente estudio se basa en el análisis de las diferentes aguas que se utilizan en las siguientes industrias alimentarias: industria conservera, industria láctica, industria cárnica, industria de zumo, industria cervecera e industria azucarera. Para ello, se analizan los tratamientos necesarios que tienen que sufrir las aguas que van a formar parte del alimento producido según la industria, así como los tratamientos que van a sufrir las aguas residuales producidas por cada una de estas explotaciones. Para cada industria se utiliza un tipo de agua distinta y con características y calidad diferente. El estudio está cimentado en una revisión bibliográfica.

**Palabras claves:** industria conservera; industria láctea; industria cárnica; industria de zumos; industria cervecera; industria azucarera; aguas residuales

## Water in the food industry

### Abstract

The principal aim of this paper is to analyse and explain the diverse types of water employed in the following food processing industries: the canning industry, the dairy industry, the meat industry, the juice industry, the brewing industry and the sugar industry. To do this, we are going to examine the required treatments that water experiences before becoming part of the nutrient produced, as well as the treatments involved in the waste waters produced by each industry previously mentioned. Every industry employes a type of water, with different qualities and characteristics. The bibliography is cited in support of the statements made in the research.

**Key words:** canning industry; dairy industry; meat industry; juice industry; brewing industry; sugar industry; sewage

### REFERENCIA NORMALIZADA

Muñoz Lucas S, Sánchez García R. El agua en la industria alimentaria. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 2018; 33(2): 157-171. DOI: 10.23853/bsehm.2018.0571

## INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores desafíos del S.XXI, es asegurar la suficiente agua y energía para el bienestar de la humanidad, manteniendo, al mismo tiempo, la salud ecológica, integridad y capacidad de recuperación de las cuencas hidrográficas.

En este siglo utilizamos el agua habitualmente con tres fines principales: uso doméstico, uso agrícola y uso industrial, el más importante para nosotros es el tercero de los usos.

Los usos del agua en la industria alimentaria son muy variados y específicos, estos van desde los procesos de limpieza diaria y lavado de manos, hasta su uso como ingrediente principal de algunos productos.

Esto nos lleva a plantear el concepto de “huella hídrica”, que se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir un bien o un servicio, ya sea agua que forme parte del producto final o agua que ayuda a su fabricación.

Este gran uso del agua por parte de esta industria, se ve reflejado en un estudio realizado por el INE, en el cual, se demuestra que en el 2013, la industria alimentaria consumió un 12% del agua que se emplea en la industria en Europa, por lo que es uno de los sectores más demandantes de este recurso.

Al igual que se necesita gran cantidad de agua para el procesado de estas industrias, también se genera gran cantidad de aguas residuales, por este motivo es de suma importancia que, en el diseño de una instalación industrial alimentaria se desarrolle, planifique e implemente un uso eficiente del agua en la misma.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este artículo es dar a conocer el consumo de agua por parte de la industria alimentaria poniendo como ejemplo las industrias conserveras, cárnicas, de zumo, cervecera, azucarera y láctea. A su vez, también, conocer la calidad del agua que se utiliza y las consecuencias que se dan debido a ese uso.

Fijamos esos objetivos debido a que el agua es un recurso muy utilizado en la industria alimentaria, y si conocemos la cantidad y calidad del agua utilizada podremos plantear alternativas para reducir y optimizar ese consumo y, a su vez, fijar los requisitos iniciales que utiliza cada industria en función del producto que va a elaborar.

Muchas veces, se puede caer en el error de que el agua utilizada en la fabricación de un producto es sólo aquella que forma parte de sus ingredientes, sin embargo, con este artículo queremos documentar que no sólo es esa agua la que es necesaria para la fabricación, sino que hay que tener en cuenta que existe un consumo de agua indirecto que puede surgir desde la limpieza y desinfección de las maquinas o materias primas hasta la alimentación de ganado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los materiales utilizados son documentos que nos han ayudado a recopilar datos acerca del consumo de agua por parte de la industria alimentaria y sus efluentes.

Para ello hemos contado con plataformas de búsqueda de documentos científicos como son: PubMed, Web of Science, FSTA (Food Science and Technology), Cisne, Bucea y plataformas de revistas electrónicas. También consultamos libros, artículos, páginas web dedicadas a este tema y por supuesto, la normativa vigente de agua.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Industria de zumos

La industria del zumo consume gran cantidad de energía y agua, necesaria para lavar la materia prima a partir de la que se obtienen los zumos o para la limpieza de los equipos e instalaciones.

Como firme apuesta para reducir tanto el consumo energético como de agua, las empresas del sector están llevando a cabo auditorías energéticas y están implementando sistemas de medición y gestión para el uso responsable de energía y agua<sup>1</sup>.

### *Aguas en industria de zumos*

En la industria de zumos, el agua es una materia prima imprescindible para el desarrollo de su actividad, de hecho este sector tiene un gran consumo de agua importante debido a las numerosas fases de producción y operaciones en las que se emplea: lavado de materias primas, escaldado y enfriamiento, tratamientos térmicos, equipos auxiliares (producción de vapor, generación de frío, etc.).

Un hecho destacable en el consumo de agua de la industria de zumos, es que se necesitan aguas de distintas calidad en función de su destino.

El consumo de agua en este tipo de industrias, depende de:

- Tipo de producto elaborado
- Técnica empleada
- Sistemas de reutilización del agua para el mismo uso o para otros usos<sup>2</sup>.

El tipo de producto elaborado es una de las prioridades a tener en cuenta a la hora de analizar la calidad de las aguas. No es lo mismo elaborar:

- Zumo 100% concentrado que se trata de fruta fresca exprimida, sin añadirle ni quitarle nada. Este producto no lleva agua en su elaboración, por lo que la calidad de aguas utilizadas se analizaría en base al proceso de elaboración.
- Néctar. Si a este concentrado, le añadimos más agua de la que lleva el zumo en estado natural, ya no es zumo, sino néctar, y se debe indicar el porcenta-

je de zumo que contiene. El mínimo de contenido en zumo para un néctar es un 45%. Pero también depende del tipo de fruta.

El contenido de agua puede ser variable. Este contenido suele rondar en torno al 50% en la mayoría de los tipos de néctares.

### ***Características del agua para elaboración de néctar***

- Es esencial que el agua sea tan químicamente pura como sea posible comercialmente, porque las trazas de impurezas reaccionan con otros constituyentes de la bebida.
- La alcalinidad del agua debe ser baja, para impedir la neutralización del ácido usado en la bebida, lo que alteraría su aroma y reduciría su capacidad de conservación.
- El hierro y el manganeso, deben encontrarse en pequeña cantidad para impedir que reaccionen con los agentes colorantes (casi siempre naturales, salvo en el caso de néctar de guayaba y fresa, en algunos sitios está permitido el uso de colorantes artificiales).
- Prácticamente carecerá de cloro residual que afecta negativamente al aroma del néctar.
- La turbidez y el color deben ser escasos para que la bebida presente una apariencia atractiva.

Para que el agua cumpla unas normas estrictas (Tabla 1), las plantas de embotellado generalmente la acondicionan someténdola a tratamientos adicionales, como precipitación química de minerales, desionización, adición de carbón activo para separar olores, sabores y cloro residual, filtración final por papel para eliminar las trazas que pueden atravesar el filtro de carbón, y desaireación para retirar el oxígeno. El suministro de agua de una planta de embotellado puede controlarse adecuadamente con estos métodos<sup>3</sup>.

**Tabla 1** - Estándares para aguas empleadas en la preparación de zumos y néctares de frutas<sup>3</sup>

	Máximo
Alcalinidad	50 ppm
Extracto seco	500 ppm
Hierro	0,1 ppm
Manganeso	0,1 ppm
Turbidez	5 ppm
Color	Incolora
Cloro residual	Ninguno
Olor	Ninguno
Sabor	Ningún sabor extraño
Materia orgánica	Ningún contenido rechazable

### ***Aguas residuales***

La producción de zumos, tanto como la de néctares, conlleva la generación de aguas residuales, que pueden aparecer en diferentes momentos del proceso de producción.

Para el vertido de estas aguas residuales es necesario separar los contaminantes tóxicos de aquellas aguas no contaminadas, de forma que se obtenga una calidad final del agua apta para vertido a cauce público, que cumpla con los niveles de DQO exigidos por la legislación en la materia<sup>4</sup>.

La generación de estas aguas residuales en la industria del zumo, resulta un aspecto importante, como consecuencia del elevado consumo de agua y sobre todo a su volumen o caudal que se generan. Aproximadamente entre el 70-80% del consumo de agua se vierte en forma de aguas residuales.

### **Industria de zumos**

#### ***El agua de la cerveza***

El 95% del peso de la cerveza es agua, por tanto y dado que el consumo anual de cerveza en el mundo es de 850 Mhl, se deben unos 85 Mm<sup>3</sup> de agua al año en forma de cerveza. Pero este enorme volumen de agua no incluye toda el agua consumida por la industria cervecera. Gran parte se emplea en la limpieza; se gastan volúmenes considerables en la generación de vapor, evaporización y también se pierde mucha en los vertidos a los desagües, como es el agua de enfriamiento o calentamiento.

Las distintas industrias cerveceras difieren mucho en su eficacia en la utilización del agua, algunas fábricas emplean volúmenes más de diez veces superior al de la cerveza que producen.

Las industrias cerveceras, se construyen en aquellos lugares en los que se dispone de agua adecuada para el tipo de cerveza que se quiera producir. Así por ejemplo, el alto contenido en sulfato cálcico resulta ideal para las cervezas de tipo “pale ale” (fermentada con levaduras altas y de color claro). En contraste con esto, las aguas blandas resultan ideales para la elaboración de cerveza tipo “lager” (fermentada con levaduras bajas). Además, el agua rica en bicarbonato cálcico resulta excelente para la producción de las cervezas más oscuras, como las de Munich, Londres o Dublín.

Ya se ha dicho que en la limpieza y en la producción de vapor se gastan grandes volúmenes de agua; la composición óptima de esta agua es muy distinta de la que precisa la que vaya a utilizarse como agua de composición de la cerveza. A primera vista, podría que debiera ser agua completamente exenta de sales. En la práctica, el agua desprovista de sales, tiende a corroer las tuberías de metal solubilizando cantidades no deseadas de metal. Es, por tanto, preferible usar agua ligeramente dura, que forme una película pasiva en la cara interior de las tuberías. Un agua de este tipo puede desionizarse fácilmente y a bajo costo para la alimentación de las

calderas, utilizarse en la limpieza sin modificación alguna y ser tratada con sales apropiadas para su empleo como agua de composición de la cerveza<sup>5</sup>.

En función de la calidad del agua de partida, puede ser necesario establecer un tratamiento del agua para eliminar todas aquellas sustancias que puedan interferir en la calidad de la cerveza o en su estandarización. Este tratamiento puede constar de 3 fases: pretratamientos (filtración, sedimentación, centrifugación), ablandamiento y desionización y tratamiento final (desinfección, carbón activo, ozonización)<sup>6</sup>.

### **Tratamiento de aguas residuales**

En las industrias cerveceras, las aguas residuales, pueden representar el 65-80% del total de agua consumida.

Estas aguas, presentan una carga iónica elevada y fácilmente biodegradable, sólidos en suspensión y vertidos puntuales de limpieza y vaciado de los baños de la lavadora de botellas con pH fuertemente alcalinos.

En general, las características de aguas residuales generadas hacen necesario su tratamiento previo al vertido a la red de alcantarillado o a cauce natural.

También pueden elegir verificar esta descarga a los colectores públicos, sin tratamiento alguno<sup>7</sup>.

En la Tabla 2, se muestran algunos rangos típicos para algunos parámetros de aguas residuales:

**Tabla 2** - Valores aproximados de referencia para parámetros de las aguas residuales en la industria cervecera

Parámetros	Valores aproximados
Vol de agua residual (HI/HI cerveza)	3,5-8
DBO (kg DBO/HI cerveza)	0,6-1,8
Sólidos en suspensión /kg DBO/HI cerveza)	0,2-0,4
DBO/DQO	0,58-0,66
Nitrógeno (mg/l)	30-100
Fósforo (mg/l)	30-100

Algunos parámetros de vertido, especialmente DQO, SS, Ph, suelen presentar valores por encima de los permitidos en la normativa, por lo que es necesario que las cerveceras dispongan de un sistema de depuración de aguas residuales, de forma que asegure un adecuado nivel de protección del medio ambiente.

### **Industria azucarera**

La función principal de este tipo de industrias, es la obtención de azúcar a partir de la remolacha azucarera o del azúcar de caña. En nuestro país, es más común la obtención de azúcar a partir de remolacha azucarera, pues es lo que más se cultiva.

Para la obtención del azúcar, la remolacha es objeto de una serie de tratamientos por difusión y centrifugación de los que se extraen, por una parte, los jugos o jara-

bes, son depurados y sometidos a un proceso de concentración del que tras la cristalización, se obtiene el azúcar y del que resulta como subproducto más importante la melaza. La melaza puede ser utilizada para fermentación, obteniendo así alcohol, levadura y ácido cítrico, o bien para su reciclaje<sup>8</sup>.

### ***Tratamiento del agua***

El agua tiene una gran importancia en este sector, tanto por las cantidades que emplea como por la carga de contaminante de sus aguas residuales.

Las azucareras emplean grandes cantidades de agua, que toman normalmente del río o canales de riego, y que tras los tratamientos de adecuación, es utilizada en los distintos procesos de fábrica, siendo los principales el transporte y lavado de remolacha y el de condensación barométrica. También se emplea en la refrigeración de las distintas máquinas del proceso de fabricación. En la mayoría de los casos, se reutiliza varias veces, antes de verterlas.

La remolacha azucarera, tiene en torno al 77% de agua y tan solo un 15% de azúcares. La tendencia que se pretende seguir en este tipo de industrias, es recuperar al máximo esa agua, reduciendo el consumo y el vertido, por lo que es mayor el contenido en sólidos y la materia orgánica disuelta en el agua residual<sup>9</sup>.

En este tipo de industrias, puede ser normal que las aguas de descarga o (residuales) puedan resultar mayores que las aguas demandadas, ya que la materia prima contiene un alto grado de humedad que excede en la mayoría de los casos al volumen que de pérdidas puede registrar este tipo de industria.

La industria azucarera puede considerarse como dividida en tres secciones a fin de clasificar el uso de agua según los tres grados de refinación de azúcar, siendo estos el azúcar crudo (mascabado), el azúcar estándar y el azúcar refinado.

Es normal considerar, que los índices de demanda y descarga para la producción de azúcar refinado sean mayores a los de producción de azúcar estándar, ya que las industrias de azúcar refinado también incluyen la producción de alcohol etílico dentro de sus procesos<sup>10</sup>.

### ***Aguas residuales***

Todas las aguas generadas en el proceso de fabricación de azúcar, de cualquier categoría y cuando sus características lo permiten, son recicladas de forma que se minimiza la captación externa y consecuentemente el vertido externo.

En España los vertidos a cauce público de cuencas intercomunitarias deben ser autorizados por las Confederaciones Hidrográficas de la cuenca en la que se encuentra situada la fábrica y los vertidos a cauce público en cuencas intracomunitarias son autorizados por la Comunidad Autónoma.

Los métodos de tratamiento de aguas implementados en la industria azucarera permiten lograr unos altos niveles de control de la contaminación. En general, para la mayoría de industrias azucareras, suelen aplicarse los siguientes métodos: neutralización del pH, tratamiento biológico de fangos activos, decantación y filtración<sup>8</sup>.

Como se puede apreciar, una vez más, los tratamientos de aguas de residuales para todo tipo de industrias alimentarias difieren muy poco unos de otros.

### Industria conservera

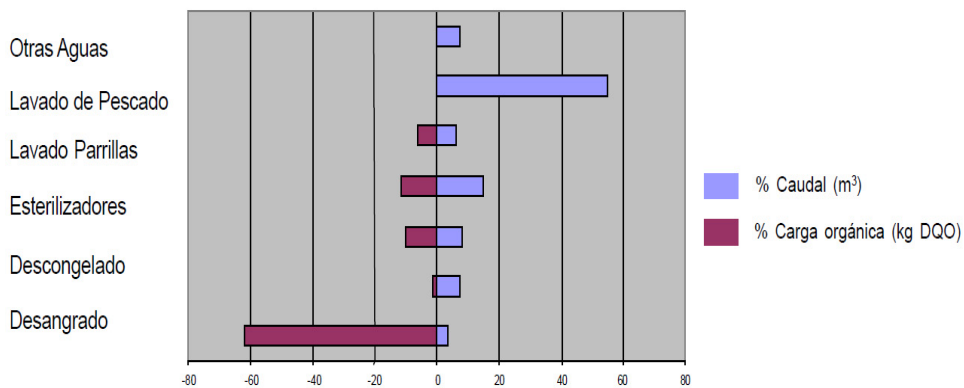
#### Consumo de agua

Existe una gran diferencia tanto en el consumo de agua como en los tratamientos de depuración en función de la industria conservera a la que nos referimos, ya que en la actualidad hay numerosos tipos de conservas.

La elaboración de conservas a partir de vegetales, pescados y carnes tiene operaciones principales que son comunes y que hacen que la cantidad de agua utilizada sea la misma, como por ejemplo el tratamiento térmico para su conservación, el consumo de agua necesario para el lavado de la materia prima o el enfriado de envases y operaciones principales características del tipo de materia prima procesada como puede ser eviscerado, pelado y picado.

Si nos centramos en la industria conservera del pescado la operación que más agua consume en relación las demás es el lavado del pescado, como podemos observar en la Figura 1.

**Figura 1** - Distribución % del caudal y la contaminación en distintas corrientes de agua residual en una industria de túnidos



Si hablamos de la industria conservera de vegetales el consumo de agua se genera, si dejamos de lado las operaciones comunes a todas las conservas, en el lavado, escaldado, enfriado y elaboración de salmuera. Además también podemos destacar que la principal problemática de la industria conservera de vegetales es que la demanda de agua se produce en periodos muy determinados y relativamente cortos.



En algunas zonas en la que la industria conservera de vegetales es muy importante, el agua consumida asciende a unos 20 Hm<sup>3</sup>/ año<sup>11</sup>.

Por último la industria conservera cárnica tiene diferentes puntos claves en cuanto al consumo de agua que serían la inyección de salmuera, cocción o escaldado, picado, enfriado y limpieza. No obstante, dejamos de lado el agua que se consume para preparar la carne antes de entrar en esta industria, que formaría parte de las industrias transformadoras cárnicas. Antes de llegar a esta etapa pasan por los mataderos e industrias de acondicionamiento de canales en las que el consumo de agua es muy grande.

### ***Aguas residuales***

En la industria conservera de pescado se general elevados volúmenes de aguas residuales. Éstas provienen de procesos como el de la limpieza, cocción y enlatado del producto. La principal característica de estas aguas es su elevada carga orgánica, ya que la materia prima de la que proviene (pescado y mariscos) se elimina en estas corrientes. En la Tabla 3 podemos observar los datos de diferentes parámetros obtenidos en una muestra final de un efluente de túnidos:

**Tabla 3** - Características del efluente final de una conserva de túnidos

Parámetros	Valor
DQO (mg/l)	4300
DBO5 (mg/l)	2970
Conductividad (mS/cm)	20500
pH	6.1
Sólidos solubles (mg/l)	480
Nitrógeno total Kjeldahl (mg/l)	720
Amonio (mg/l)	140
Sulfato (mg/l)	270
Fosfato (mg/l)	210
Cloruros (mg/l)	6900
Grasa (mg/l)	400

Si hablamos de la industria conservera de frutas y hortalizas debemos saber que éstas suelen operar mediante la estacionalidad del producto y por tanto generan una gran diferencia en las cargas contaminantes que se eliminan a lo largo del año. No obstante contiene siempre unos parámetros más o menos fijos que son de una elevada carga orgánica, alta biodegradación y pH variable.

Hay algunas zonas en las que la contaminación por estas industrias asciende casi al 50% y en algunas cuencas del Mediterráneo la industria conservera aporta cada día unas 12000 Tn de demanda bioquímica de oxígeno con un total de 22500 Tn que caracterizan sus aguas residuales<sup>12</sup>.

En los cultivos hortícolas el origen de los vertidos son las aguas de lavado, los sólidos de la clasificación y la pérdida de las máquinas llenadoras. Por otra parte la de la fruta es debido a los efluentes del pelado, lavado, clasificación, cortado y llenado de latas.

Por último debemos hablar de las conservas cárnicas donde los procesos que más contribuyen son la inyección de salmuera (desecho del 15% de la salmuera utilizada con alta conductividad) y la cocción (generan aguas residuales con un elevado contenido en sangre, grasas, proteínas, azúcares, especias, aditivos, fragmentos de piel y otros tejidos). El consumo aproximado de agua en estas industrias es muy variado como consecuencia de la gran variedad de productos a elaborar, sin embargo, un dato orientativo puede ser entre 5 y 10 m<sup>3</sup>/Tn<sup>13</sup>.

### Industria láctea

Esta industria se caracteriza por no utilizar agua como ingrediente final en elaboración de sus productos, pero esto no significa que no exista un consumo de agua, ya que la producción de estos sí que la requiere.

La mayor parte del agua utilizada se requiere en las operaciones auxiliares, particularmente en la limpieza y desinfección, donde se puede llegar a consumir entre el 25 – 40% del total de agua. Por tanto la cantidad necesitada en el proceso puede llegar a superar varias veces el volumen de leche procesada, en un rango que supera de 1 a 4 veces el volumen de leche que entra en la industria, dependiendo del tipo de instalación, del tipo de productos elaborados, el sistema de limpieza y el manejo del mismo. Sin embargo, el mayor consumo se produce siempre en las operaciones de limpieza<sup>14</sup>.

Por otro lado, el agua utilizada en la fabricación de productos lácteos debe ser de la más alta calidad superando los requisitos de un agua potable normal. Debe ser, por lo tanto, completamente clara, sin olor, color, ni sabor, blanda y virtualmente estéril. Su ablandamiento, es decir, la eliminación del calcio y magnesio por filtración a través de carbón activo es también necesaria.

La cantidad de agua necesaria para el tratamiento de un litro de leche varía entre 1-10L, pero puede ser menor de un litro en actividades muy automatizadas donde se trabaja en continuo. En la Tabla 4 podemos observar, dependiendo del tipo de producto lácteo del que hablemos, la cantidad de agua que podemos llegar a utilizar en función de un litro de leche.

**Tabla 4** - Cantidad de agua utilizada en función del producto lácteo

Tipo	Vol. total L/L leche	Agua Indust. L/L leche
Leches en polvo	7-9	2-4
Mantequería y leche en polvo	7-9	2.1-2.5
Mantequería	2-4	1-3
Quesería	3-10	2-4
Leches de consumo	7-9	2.5-6

### ***Aguas residuales***

El problema medioambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica). En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 L/L leche procesada<sup>15</sup>.

El proceso de elaboración y sistema de limpieza, mantenimiento y conservación de la maquinaria y preparación del personal son aspectos determinantes en la composición de las aguas residuales.

Por sus características analíticas las aguas residuales se podrían clasificar en función de actividades del proceso (donde se incluyen las operaciones de limpieza) y operaciones de tratamiento térmico y/o refrigeración<sup>16</sup>.

Las operaciones de limpieza y procesos como pueden ser limpieza de superficies, tuberías, tanques, equipos, pérdidas del producto, lactosuero o salmuera tienen unas características específicas con pH extremos, alto contenido orgánico (DBO y DQO), aceites y gasas e incluso sólidos en dispersión.

El origen principal de la contaminación es debido a las pérdidas de producto en las diferentes etapas del proceso. El volumen de pérdidas por ejemplo en una central de elaboración y envasado de leche pasteurizada puede oscilar entre el 0,3 y el 1,3% del producto procesado.

### **Industria cárnica**

Los principales puntos de consumo de agua son en el matadero y en la sala de despiece. En el matadero es debido a que se producen fenómenos de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos (camiones, recintos de estabulación), lavados a lo largo de la cadena productiva, desde la ducha de los animales en los establos hasta el lavado de partes comestibles acabadas (canales y despojos), e incluso escaldado del ganado porcino y otras operaciones asociadas a la eliminación de pelos y piel del ganado porcino. Por otro lado en las salas de despiece se realizan operaciones de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios de trabajo.

Del uso del agua el 40% del agua consumida es agua caliente y el 50% del consumo de agua en las instalaciones es fijo e independiente del ratio de producción.

Por otro lado aproximadamente el 60% del consumo del agua depende de las prácticas del operador (mangueado, limpieza manual de producto y equipos), y las instalaciones más modernas son más fáciles de limpiar debido a un mejor distribución y diseño de equipos con lo que se reduce considerablemente el consumo de agua.

En la Tabla 5 se muestra el consumo en una planta de procesado cárnico, dado que el consumo es variable en función del tipo de instalación.

**Tabla 5** - Consumo de agua en función del tipo de proceso en industria cárnica

Proceso	% consumo total
Estabulación	25
Matanza y evisceración	10
Lavado de canales, tripas...	20
Acond. subproductos (grasas y proteínas)	2
Estaciones de lavado y esterilización	10
Lavado (manos, botas, mandiles,..)	7
Limpieza de planta	22
S. planta (torres refrigeración, caldera, etc.)	4
TOTAL	100

Por otra parte, se gasta un mayor porcentaje de agua en procesos como la estabulación ya que tanto el agua que beben los animales a lo largo de su vida como el agua contenida en los alimentos es enorme. No obstante, la mayor cantidad de agua consumida deriva de operaciones de limpieza, y también podemos encontrar diferencias en función del animal con el que tratamos Tabla 6.

**Tabla 6** - Consumo medio de agua en función del tipo de animal sacrificado

Consumo medio de agua (l/pieza)	
Vacuno	500-1000
Porcino	250-550
Aves	8

### Industria transformadora cárnica

Además de las diferentes industrias cárnicas donde sólo se produce la matanza, la limpieza y acondicionamiento de canales, también existen otros tipos de industrias que también trabajan con carne y se denominan industrias transformadoras cárnicas. Éstas también presentan grandes niveles de consumo de agua debido a sus sistemas de producción.

Debido a la gran variedad de productos cárnicos son numerosos también los procesos que se pueden llevar a cabo (en torno a 250). Las cantidades de agua consumidas son sensiblemente menores que en los mataderos, sin embargo algunas etapas se caracterizan por un consumo más alto de este recurso frente a otras: Limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios de trabajo; Cocción y posterior enfriamiento de los productos cocidos, cuando se emplean técnicas basadas en el uso de agua; Descongelación de la materia prima cuando se emplean técnicas basadas en el uso del agua; y sSistema de refrigeración de los equipos de producción de frío (el consumo dependerá de que el circuito sea abierto o cerrado).

### ***Aguas residuales***

Estas aguas tienen una carga orgánica y de nutrientes media-alta, con un contenido importante en sólidos en suspensión, grasas y aceites.

Hay que apuntar que las características de estos vertidos pueden variar enormemente de unas instalaciones a otras según las medidas preventivas que en dichas instalaciones se adopten. En este sentido la separación de la sangre es muy importante ya que es un subproducto del que se puede obtener beneficio económico y su presencia en las aguas residuales dificulta enormemente su tratabilidad. De igual manera, la separación de los sólidos generados durante el proceso mejora considerablemente las características de las aguas residuales.

### **Cantidad de agua utilizada por las distintas industrias estudiadas**

En la *industria de zumos*, la producción de néctar conlleva un gran consumo de agua pues aproximadamente el 50% del producto es agua. Si a esta cantidad, le sumamos el agua necesaria para el lavado de la materia prima y el agua utilizada para el resto de procesado, al final existe un gasto muy importante de agua. *Huella hídrica individual*: un vaso de néctar de naranja (200ml): Contenido virtual de agua de 170litros.

La *industria cervecera* también gasta una elevada cantidad de agua, ya que el 95% del peso de la cerveza es agua. *Huella hídrica*: para un vaso de cerveza de 200ml: 75 litros de agua gastada.

Por otra parte, para la *industria azucarera*, aunque el producto final no sea rico en agua, la cantidad de agua necesaria para elaborar el producto es muy elevada. *Huella hídrica*: 1.500litros de agua para 1 kg azúcar refinada.

También la *industria conservera* utiliza volúmenes grandes de agua y vapor, aunque muy variables de una industria a otra. *Huella hídrica*: 1 tonelada de agua por 1 tonelada de producto tratado en el caso de escaldado con agua, o 0.15 - 0.300 tonelada de vapor por 1 Tn de producto en el caso de escaldado con vapor.

En cuanto a la cantidad de agua que necesita la *industria cárnica*, es muy elevada pues la carne sufre muchos tratamientos antes de estar totalmente procesada. *Huella hídrica*: 4500 litros de agua para: 300g de bistec de 300; 1440 litros de agua para un filete de 300 gr de cerdo; 1800 litros de agua para 300 gr de filete de cerdo.

Por último la *industria láctea* donde son muchas las fases del procesado en las que la función del agua es indispensable. *Huella hídrica*: 1000 litros de agua para 1 litro de leche.

## **CONCLUSIONES**

Las conclusiones más relevantes están relacionadas con la especificidad y calidad de las aguas que necesitan algunas industrias alimentarias y el consumo de agua de estas explotaciones.

En las industrias de zumo, el agua estudiada es la referente a la producción de néctar. Esta agua tiene unas especificidades como son: Agua con *alcalinidad baja*, para impedir la neutralización del ácido usado. Es muy alcalina puede alterar su aroma y su capacidad de conservación. Las *concentraciones de hierro y magnesio deben ser bajas*, pues pueden interaccionar con agentes colorantes.

En cuanto a las industrias cerveceras, el tipo de agua utilizada para la elaboración difiere mucho, dependiendo del tipo de cerveza que se desee fabricar: *Cervezas tipo "pale ale"* (fermentada con levaduras altas y de color claro): es ideal el uso de agua con elevado contenido en sulfato cálcico. *Cerveza tipo "lager"* (fermentada con levaduras bajas): es ideal el empleo de aguas blandas. *Cervezas más oscuras*, el agua ideal para su elaboración, es el agua rica en bicarbonato cálcico. Por lo general, es preferible utilizar agua ligeramente dura para la maquinaria. Porque el agua exenta de sales tiende a corroer las tuberías de metal solubilizando cantidades no deseadas de metal. Las industrias azucareras no necesitan tanta agua para la elaboración, pues el azúcar es un producto exento de agua. Por lo tanto no necesita agua especial como el resto de industrias.

El agua utilizada en la fabricación de productos lácteos debe ser: De la más alta calidad superando los requisitos de un agua potable normal; y completamente clara, sin olor, color, ni sabor, blanda y virtualmente estéril para que no altere las propiedades organolépticas del producto.

La industria cárnica no tiene requisitos de agua específicos, ya que la mayoría del agua indirecta que se consume es la relativa al consumo del animal y a la limpieza del matadero una vez acabada la producción.

La industria conservera tampoco tiene requisitos de agua, aparte del obvio que es que deben de ser aguas potables. En ocasiones es posible la utilización de agua del mar en parte de los procesos debido a su cercanía con el mar.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Española de Fabricantes de Zumos. ASOZUMOS. 2015. Disponible en: <http://www.asozumos.org/>
2. Llana A. Tratamiento de aguas residuales en la industria del zumo de manzana. Master universitario en biotecnología alimentaria, Oviedo, 2012.
3. Potter N, Hotchkiss J. Bebidas. En: Ciencia de los Alimentos. Acribia, Zaragoza; 1999: 481-50
4. Condorchem envitech. Tratamiento de aguas residuales industriales. 2015. Disponible en: <http://condorchem.com/es>
5. Hough JS. El agua. Sus papeles en la elaboración de la cerveza. En: Biotecnología de la cerveza. Acribia, Madrid; 1990: 49-59.
6. Aguado-Alonso J. Operaciones mecánicas sólido-fluido. En: Ingeniería de la Industria Alimentaria. Síntesis, Madrid; 2002: 82-104.

7. AINIA (Instituto Tecnológico Agroalimentario). Mejores técnicas disponibles en el sector cervecero. Proyecto MTD`s. ATYCA – ADAPT, Madrid; 1999.
8. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Azucarero. Madrid; 2013.
9. ESCUELA ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL. Contaminación de las aguas. Instalaciones bodegueras, bebidas alcohólicas y elaboración de azúcar de remolacha. Sevilla; 2008. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/file/18017/download?token=a5K16IPB>.
10. Ingaramo A, Heluane H, Colombo M, Argüello T, Cesca M. Uso eficiente del agua en ingenios azucareros. Investigación y desarrollo. 2004; 4: 5-10.
11. Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL). Prevención de la contaminación en el envasado de alimentos de conserva. UNEP, Barcelona; 2001. Disponible en: [www.cprac.org/docs/conservera\\_cast.pdf](http://www.cprac.org/docs/conservera_cast.pdf)
12. Bermell S, Morell J, Carrasco JM. Niveles de contaminación de los vertidos líquidos procedentes de las industrias de conservas vegetales. Revista de agroquímica y tecnología de los alimentos. 1979; 19(2): 253-260.
13. Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL). Prevención de la contaminación en la industria cárnica en la región mediterránea. PNUMA, Barcelona; 2006. Disponible en: [www.cprac.org/docs/25167\\_Prevenccion\\_Industria\\_Carnica\\_ES.pdf](http://www.cprac.org/docs/25167_Prevenccion_Industria_Carnica_ES.pdf)
14. González Sánchez M. Elaboración de leches para el consumo. ic editorial, Antequera; 2014
15. Gandarillas L, Sánchez T, Serrano R. Estación depuradora de aguas residuales de una industria láctea EOI, 2009. Disponible en: <https://static.eoi.es/savia/documents/componentes36162.pdf>
16. Spreer E. Lactología Industrial. Acribia, Zaragoza; 1991

