

Resumen

El RD 140/2003 establece 53 límites paramétricos de calidad para las aguas de consumo público. De su incumplimiento, confirmado y notificado, podría derivar en último extremo a situaciones de alerta sanitaria por parte de la Autoridad Sanitaria. De acuerdo con las Directrices de la OMS para aguas de consumo humano en este artículo se aportan datos que ayuden a tomar decisiones sobre la salubridad puntual de aguas en situaciones excepcionales de incumplimientos legales, valorando el potencial riesgo sanitario para el consumidor. Se concluye que la seguridad en el consumo del agua de red en nuestro país es muy alta, ya que los criterios aplicados por el RD 140/2003 suelen ser más exigentes que los establecidos por la OMS.

Palabras clave:

TDI, valor Guía OMS, parámetros RD 140/2003, incumplimiento paramétrico, plaguicidas, metales pesados

Abstract

Potential sanitary risk evaluation of drinking water associated to infrequent situations of parametric nonobservances of the Spanish normative about drinking water

The Spanish normative about drinking water (RD 140/2003) establishes parametric levels for 53 water quality parameters. Over passed these levels it should generated a "parametric no observance". After to be comprobred and notified to the Sanitary Authority, these situations could derive in sanitary alert episodes. This paper deals to clarify these situations according to the WHO Guidelines to Drinking Water, 3rd Ed. By comparing the established by WHO and that of the Spanish normative, it can be obtained valorous information about the potential sanitary risk evaluation of drinking water, and, so, can help to take decisions about this subject. Of all the dates here showed it is clear that the safe of Spanish drinking water is very high, elsewhere in the infrequent situations of parametric no observances of the normative. The study concludes finally that some information eventually published which alert about safe and quality of drinking water, can be previously comprobred by their authors with objectives and assessed evidences.

Keywords:

TDI, WHO guideline value, RD 140/2003 parameters, parametric no observance, plaguicides, heavy metals.

Evaluación del potencial riesgo sanitario del agua de consumo público en situaciones excepcionales de incumplimientos paramétricos de la normativa vigente*

Por: **Rafael Marín Galvín**, jefe de Control de Calidad de Emacsa

Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A. (Emacsa)

C/ Los Plateros, 1 - 14006 Córdoba

Tel.: 957 222 500 - Fax: 957 222 536

E-mail: rmargal@emacsa.es - Web: www.emacsa.es

* Comunicación presentada en las XXVI Jornadas Técnicas de la AEAS, La Coruña, junio 2006.

1. Introducción: calidad de las aguas de consumo humano (RD 140/2003)

Haciendo una muy breve reseña histórica debe recordarse que la normalización sobre el control del agua de consumo en nuestro país se remonta al primitivo Código Alimentario Español de 1964, posteriormente derogado por la Reglamentación Técnico-Sanitaria de 1982, a su vez sustituida por la Reglamentación Técnico-Sanitaria de 1990, que ya trasponía al ordenamiento estatal la Directiva Europea correspondiente, tras la entrada de España en el Mercado Común Europeo.

En la actualidad, el ya conocido RD 140/2003, trasposición de la correspondiente Directiva Europea 98/83/CEE sobre aguas de consumo público, establece concentraciones máximas para 53 parámetros de calidad en las aguas de consumo público de nuestro país. Por otro lado, el art. 27 de la referida norma desarrolla el aspecto asociado a los in-

cumplimientos derivados de concentraciones superiores a lo establecido en los parámetros de calidad. Estas situaciones de incumplimiento (habitualmente infrecuentes), una vez confirmadas y notificadas, podrían derivar en último extremo y siempre a criterio de la Autoridad Sanitaria que es la única competente sobre el tema, en situaciones de alerta sanitaria.

De la experiencia del pasado año 2005 sobre aparición puntual de compuestos fitosanitarios o de niveles de metales con baja incidencia toxicológica en aguas de red, o más recientemente, de las informaciones que periódicamente se filtran a los medios de comunicación por terceros sobre la potencial peligrosidad del consumo de nuestras aguas de grifo, se puede deducir que probablemente se generan situaciones excepcionales, con su consiguiente repercusión y alarma social, que no están totalmente justificadas valorando el riesgo sanitario real asociado a las concentraciones de com-

puestos detectadas, aunque superen lo establecido en la norma.

El presente trabajo intenta ayudar a clarificar esta parcela a la luz de la 3ª edición de las Directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para aguas de consumo humano. Se trata de aportar datos objetivos que ayuden a todas las partes implicadas a tomar decisiones sobre la salubridad puntual de nuestras aguas de consumo en situaciones de incumplimientos legales. Aplicando estos criterios se concluye que la seguridad en el consumo del agua de red en nuestro país es muy alta ya, que los criterios aplicados por el RD 140/2003 suelen ser más exigentes que los establecidos por la OMS.

Como preámbulo debe indicarse que el Anexo I del RD 140/03 sobre Parámetros y valores paramétricos agrupa los anteriores en: Parámetros Microbiológicos, parte A; Parámetros Químicos, parte B.1; Parámetros Químicos que se controlan según las especificaciones del producto, parte B.2; Parámetros Indicadores, parte C; Parámetros Radiológicos, parte D. Además, el art. 5 define un agua de consumo humano como salubre y limpia cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana, y específicamente, cuando cumpla con los niveles paramétricos recogidos en los apartados A y B del ya referido Anexo I.

La superación de algún límite paramétrico exigible supondría la adopción por parte de la Autoridad Sanitaria de medidas variadas perfectamente establecidas y enfocadas a salvaguardar la salud de la población, las cuáles implicarían entre otros aspectos, la calificación de un agua como "apta no para el consumo con exceso del parámetro, generalmente indicador, incumplido", "agua no apta para el consumo", o en último extremo "agua no apta para el consumo con riesgo para la salud", pudiendo declarar la Autori-

dad Sanitaria una situación de alerta sanitaria en estos casos.

En este sentido y fruto de la habitual colaboración de AEAS con el Ministerio de Sanidad, ha sido la publicación a través de SINAC del documento "Recomendaciones de Actuación ante Incidencias en los Abastecimientos de Agua" que pueden ayudar a los abastecimientos medianos y pequeños a detectar y resolver este tipo de incidencias, colaborando a proteger la salud de la población. A este documento (**Figura 1**) puede acudir como referencia en las situaciones de incumplimientos reseñadas en el resto de este trabajo. En cualquier caso, cuando se detectan incumplimientos para-

métricos (con abstracción de su gravedad) la práctica indica que estos podrían suponer:

- Intranquilidad para el consumidor, que en el caso de incluir restricción total o parcial del uso del agua durante un determinado tiempo, podría generar cierta alarma social.
- Gasto económico adicional para el consumidor que suele recurrir al consumo inmediato de aguas embotelladas aunque la restricción temporal de uso sea parcial, o incluso, cuando aquélla ni siquiera se produzca.
- Pérdida de la credibilidad del abastecedor habitual de aguas frente al consumidor durante un

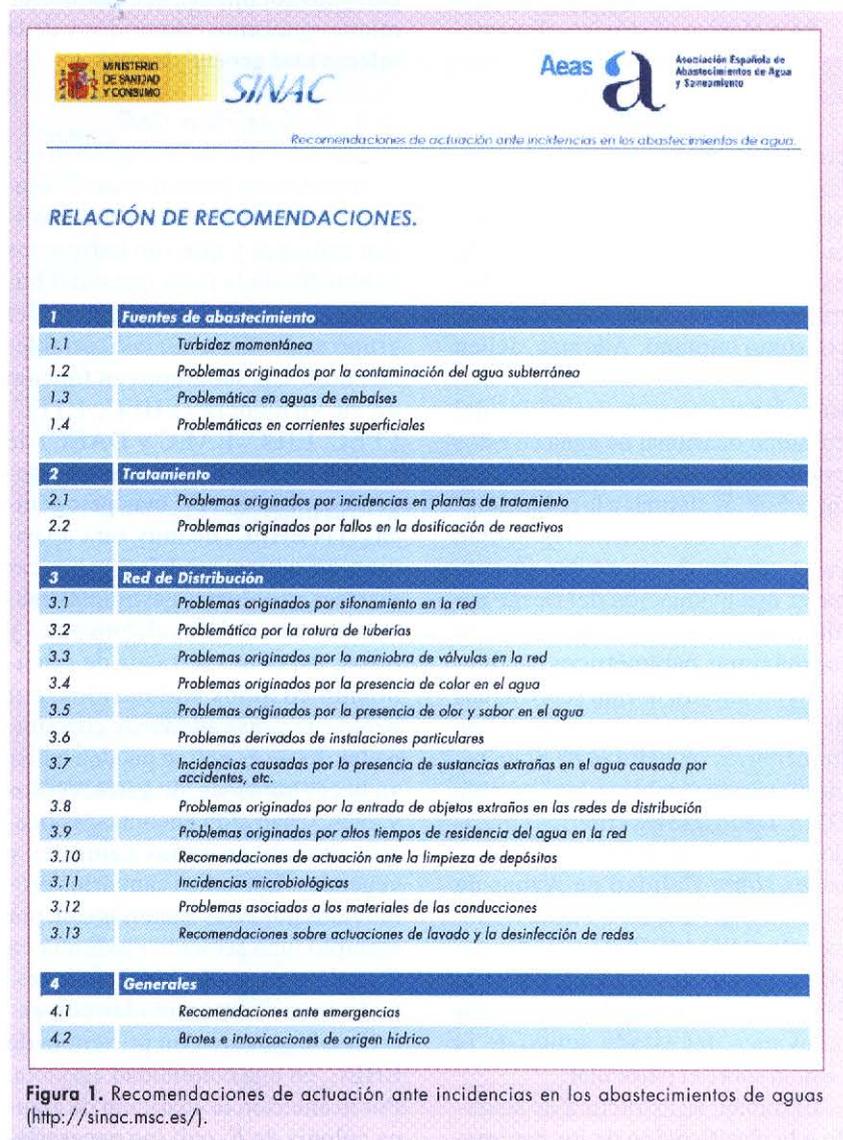


Figura 1. Recomendaciones de actuación ante incidencias en los abastecimientos de aguas (<http://sinac.msc.es/>).

tiempo apreciablemente más dilatado que el de la situación concreta del incumplimiento paramétrico detectado.

- Asunción de medidas variadas por el gestor (limpieza y desinfección de redes, modificación de procesos en ETAPs, intensificación de muestreos de aguas, información a la población mediante prensa, radio, televisión...) para recuperar la normalidad.
- Finalmente, es indispensable que cuando se compruebe una situación de incumplimiento paramétrico, aparte de otras actuaciones, se evalúe metodológicamente el potencial riesgo sanitario en su caso asociado y no se lleven a cabo actuaciones del tipo que sean con base técnica y/o tóxico-alimentaria no suficientemente contrastada.

La correcta valoración del potencial riesgo sanitario asociado a incumplimientos paramétricos, habitualmente excepcionales o poco frecuentes, debe regir la actuación de todas las partes implicadas en la distribución y el control de aguas de consumo humano. Además, deben de explicarse muy claramente al consumidor los riesgos derivados del consumo ocasional de agua en estos eventos huyendo siempre de generar innecesarias alarmas a la población.

Por lo dicho, este trabajo, como ya se comentó más arriba, intenta hacer una evaluación del riesgo sanitario asociado a la superación de los máximos paramétricos establecidos en nuestra norma sobre aguas de consumo, contando para ello con los criterios de calidad de agua recientemente publicados por la OMS. Dado que los criterios aplicados son los de la 3ª ed. de las Directrices sobre Calidad de Aguas de Consumo del año 2.004 de la OMS, cuando el RD 140/2003 y la Directiva europea 98/83 están referidos a la 2ª ed., el trabajo puede representar un avance del estado actual de la ciencia sobre el particular.

El trabajo se estructura de acuerdo a la clasificación de los paráme-

tros de calidad de aguas establecida en el RD 140/2003, comentando y evaluando las circunstancias potencialmente toxicológicas de cada parámetro cuyo límite se superase.

2. Parámetros microbiológicos

El valor paramétrico de estos tres ensayos es de 0 colonias en 100 ml de agua, tratándose de microorganismos no patógenos, sino sólo indicadores de potencial presencia de patógenos en un agua. Además, y esto es muy importante, el curso de una enfermedad una vez producida la infección, depende en gran medida del estado general de salud del propio individuo y del de su sistema inmunitario, y no solamente del número de microorganismos adquiridos y de la infectividad general de estos.

2.1. *Escherichia Coli*

Las enterobacterias engloban microorganismos gram-negativos anaerobios facultativos que metabolizan azúcares y que son habitantes habituales de la flora intestinal humana. El representante típico del grupo es *Escherichia coli*, estableciéndose seis subgrupos en función de su virulencia (EHEC, ETEC, EPEC, EIEC, EAEC y DAEC) de los que los dos últimos no son patógenos. Las *E. coli* más patógenas (las EHEC, de muy rara aparición en aguas) podrían provocar diarreas, problemas gastrointestinales, náuseas, dolores abdominales y otros, así como retrasos de crecimiento en niños malnutridos, por bebida de aguas altamente contaminadas. Estas *E. coli* se pueden hallar en heces humanas, de gatos, cerdos y aves, y han sido encontradas ocasionalmente en aguas naturales y vegetales. Episodios sanitarios promovidos por estas bacterias son, por ejemplo, una reciente epidemia en Canadá en mayo de 2.000 por ingesta de aguas contaminadas con excretas de ganado con presencia de EHEC, en una comunidad agrícola. Por lo anterior, la aparición de alguna colonia de *E. coli* (no necesaria-

mente patógena) en aguas de consumo podría suponer un potencial riesgo sanitario que requiere inmediatas medidas de actuación.

2.2. *Enterococos*

Bacterias gram-positivas anaerobias facultativas del género *Streptococcus*, corresponden a las especies *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans* y *E. hirae*, que se hallan en suelos, y también en las heces fecales humanas (en cantidades más bajas que *E. coli*) así como en las heces de otros animales de sangre caliente, y en aguas contaminadas por residuos fecales. Algunos enterococos pueden asociarse a problemas gastrointestinales en zonas con aguas de baño contaminadas, y son más resistentes en un agua frente al tiempo y frente a la cloración que *E. coli*. Como conclusión, la aparición ocasional de enterococos en aguas de consumo podría suponer un potencial riesgo sanitario que requiere inmediatas medidas de actuación.

2.3. *Clostridium Perfringens*

Bacilos gram-positivos y anaerobios estrictos son la especie característica del género *Clostridium spp.*, y suelen encontrarse en la flora intestinal de hasta 1/3 de las personas y animales de sangre caliente. Son resistentes en un agua a irradiación UV, pHs y temperaturas extremos, pero no a una desinfección drástica. Los *Clostridium*, de menor aparición en aguas contaminadas que *E. coli* y enterococos, podrían provocar enfermedades gastrointestinales y diarreicas, botulismo (*C. botulinum*), tétanos (*C. tetanii*) y gangrena gaseosa, enfermedades ligadas a la producción de exotoxinas propias. Al ser *C. perfringens* y sus esporas (más pequeñas que las de los protozoos) resistentes a una deficiente filtración de aguas, son un buen indicador de la potencial presencia de enterovirus y protozoos infectivos en aquéllas, empleándose también como indicador fecal de contaminaciones intermitentes. Co-

mo su ocasional presencia puede indicar defectos de cloración y/o filtración en procesos de potabilización de aguas, aquélla podría alertar sobre un potencial riesgo sanitario que requiere inmediatas medidas de actuación.

3. Parámetros químicos

Hay que comentar como base de partida que la OMS valora el riesgo toxicológico de una especie química concreta atendiendo a los siguientes criterios:

- El término NOAEL es la concentración de compuesto químico que no provoca efectos adversos sobre el ser humano. Se establece mediante estudios de exposición a largo o corto plazo.

- Por su parte el término LOAEL es menos exigente y significa la concentración más baja de compuesto químico que provoca algún tipo de afección negativa sobre el ser humano.

- Finalmente, el TDI o ingesta diaria tolerable por el ser humano contempla los dos anteriores y además un término de incertidumbre para salvaguardar la salud (factor de seguridad ≥ 10). También se puede usar el ADI o ingesta diaria aceptable (en el caso de plaguicidas y metabolitos).

Considerando el TDI (cantidad por kg de peso corporal), la fracción de sustancia que llega al organismo vía agua de bebida, el peso medio del individuo (60 kg) y el consumo me-

dio de agua por persona y día (2 l) se deducen los valores guía de calidad de aguas. Estos valores, en cuanto a carcinogénesis de acuerdo a los criterios de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) se pueden interpretar como la probabilidad de provocar 1 caso adicional de cáncer por cada 100.000 personas al año, por consumo de agua con la sustancia considerada a lo largo de toda la vida. La valoración del riesgo sanitario debe contemplar todos estos factores, aspecto que vamos a desarrollar para los parámetros químicos del RD 140/2003 (ver **Tabla 1** y **Tabla 2** sobre criterios de calidad establecidos por la OMS), con comentarios ilustrativos sobre algunos casos concretos.

Tabla 1

Parámetro	Valor param.	Parámetro	Valor param.	Parámetro	Valor param.
Acilamida	0,10 µg/l	Fluoruro	1,5 mg/l	Cromo	50 µg/l
Antimonio	5,0 µg/l	Plomo	10 µg/l	Cobre	2,0 mg/l
Arsénico	10,0 µg/l	Mercurio	1,0 µg/l	Cianuro	50 µg/l
Benceno	1,0 µmg/l	Níquel	20 µg/l	1,2-dicloroetano	3,0 µg/l
Benzo(a)pireno	0,010 µg/l	Microcistina	1 µg/l	Epiclorhidrina	0,10 µg/l
Boro	1,0 mg/l	Nitrato	50 mg/l	Cloruro de vinilo	0,50 µg/l
Bromato	10 µg/l				
Cadmio	5,0 µg/l	Nitrito	0,50 mg/l(red); 0,1 mg/l (ETAP)	Tetra- y tri-cloroetano	10 µg/l
Plaguicidas, comp.ind.	0,10 µg/l	HAPs	0,10 µg/l	Total THMs	100 µg/l
Total plaguicidas	0,50 µg/l	Selenio	10 µg/l	Total HAPs	0,10 µg/l

Tabla 1. RD 140/2003, parámetros químicos (apartados B.1 y B.2, Anexo I).

Tabla 2

Parámetro	Ingesta Diaria	Valor guía	Parámetro	Ingesta Diaria	Valor guía
Acilamida	-	0,5 µg/l	Epiclorhidrina	0,14 µg/kg	0,4 µg/l
Benceno	-	10 µg/l	Fluoruro	-	1,5 mg/l
Benzo(a)pireno	-	0,7 µg/l	Microcistina	0,04 µg/kg	1 µg/l
Bromato	-	10 µg/l	Nitrato	-	50 mg/l
Cianuro	12 µg/kg	70 µg/l	Nitrito	-	0,2 mg/l
Cloruro de vinilo	-	0,3 µg/l	Tetra-cloroetano	14 µg/kg	700 µg/l
1,2-dicloroetano	-	30 µg/l	Tri-cloroetano	23,8 µg/kg	70 µg/l

Tabla 2. Parámetros químicos. Criterios de calidad de la OMS.

3.1. Acrilamida, cloruro de vinilo, epiclorhidrina

Agente mutagénico y cancerígeno en ensayos in vivo e in vitro, la IARC considera la acrilamida como posiblemente cancerígeno. La superación del límite establecido por la OMS puede suponer un riesgo sanitario que requiere la supresión inmediata de su empleo en la ETAP del abastecimiento. Obsérvese que el RD es más exigente que la OMS.

El cloruro de vinilo accede a un agua desde tuberías y elementos de PVC en contacto con ellas o como residuo de la degradación de disolventes clorados, considerándose como carcinogénico por la IARC. Por lo anterior, la superación del límite paramétrico establecido por la OMS puede suponer un riesgo sanitario con inmediatas medidas de actuación.

La epiclorhidrina, producto de degradación de resinas empleadas en depósitos y redes de aguas, presenta toxicidad, genotoxicidad y la IARC lo califica como probablemente carcinógeno. Superado el límite establecido por la OMS se puede inferir un riesgo sanitario, con origen en depósitos o tuberías del abastecimiento a determinar. En todo caso, la ingesta de epiclorhidrina al día y por persona por un agua que contuviese el doble del límite paramétrico del RD implicaría una ingesta unas 20 veces más baja que el límite fijado por la OMS, con lo que la salubridad del consumidor estaría asegurada.

Los límites paramétricos establecidos para estos tres compuestos son inalcanzables analíticamente empleándose una evaluación de riesgo basada en la dosificación y/o composición del producto que los contenga en contacto con el agua.

3.2. Benceno

Aparece en fuentes de captación de aguas a causa de derivados del petróleo. Presenta alta toxicidad, induce alteraciones cromosómicas y según la IARC es agente cancerígeno. La superación del límite estable-

Los límites paramétricos exigidos por el RD 140/2003 son en general más exigentes que los de la OMS

cido por la OMS (10 mg/l) puede suponer un riesgo sanitario, con origen en la fuente de captación de aguas, que requiere inmediatas medidas de actuación. También el RD es más exigente que la OMS. Así, la ingesta de benceno al día y por persona por un agua con superación del límite del RD sería unas 10 veces inferior al límite fijado por la OMS.

3.3. Benzo(a)pireno y HAPs (hidrocarburos aromáticos policíclicos)

Procedentes de combustiones y pirólisis, también acceden al agua desde recubrimientos bituminosos de tuberías y depósitos. El benzo(a)pireno es mutagénico en estudios de laboratorio y mezclas de HAPs pueden generar carcinogenicidad en trabajadores expuestos. Aunque la OMS sólo considera en sus guías al benzo(a)pireno, la superación del valor establecido por ella (0,7 mg/l) para el total de HAPs puede suponer un riesgo sanitario que requiere inmediatas medidas de actuación sobre zonas del abastecimiento servidas por depósitos concretos. Nuevamente el RD es más exigente que la OMS.

3.4. Bromatos

Detectados en aguas ozonizadas o sobrecloradas ricas en bromuros, se ha constatado su capacidad mutagénica, in vivo e in vitro, y cancerígena para animales, siendo clasificados por la IARC como posible-

mente cancerígenos para humanos. Por ello, la superación del límite paramétrico, que coincide en la OMS y en el RD, puede suponer un riesgo sanitario que implicaría paralelamente un inmediato ajuste del proceso de potabilización seguido.

3.5. Cianuro

Considerado históricamente como un veneno, presenta alta toxicidad aguda. Se puede encontrar en aguas de consumo por contaminación industrial de la fuente de captación. La superación del límite establecido por la OMS (70 µg/l, más alto que en el RD) puede suponer un riesgo sanitario, con probable origen en la fuente de captación. Respecto a esto, también debe comentarse que la ingesta de cianuro al día y por persona por un agua que superarse el límite establecido en el RD sería unas 7.000 veces inferior a la ingesta máxima fijada por la OMS, de lo que nuevamente se deduce una alta seguridad para el consumidor.

3.6.- 1,2-dicloroetano

Contaminante habitual del aire de nuestras ciudades e intermedio en la producción de cloruro de vinilo y otros compuestos de síntesis, presenta genotoxicidad y es clasificado por la IARC como probablemente cancerígeno para humanos. La superación del límite establecido por la OMS (30 µg/l) puede suponer un riesgo sanitario, con probable origen en la fuente de captación. De nuevo el RD es más exigente que la propia OMS, ya que el consumo de agua con superación del límite establecido en el RD implicaría una ingesta de 1,2-dicloroetano unas 10 veces inferior a la ingesta máxima fijada por la OMS.

3.7. Fluoruro

Empleado en la lucha contra la caries dental y adicionado a aguas de consumo, esta práctica se va abandonando poco a poco por la posibilidad de que genere *fluorosis* (acumulación de F en huesos y dientes) por consumo de aguas con nive-

les de fluoruro superiores a 1 mg/l (OMS). Así, la superación del límite paramétrico establecido supone un cierto riesgo sanitario, que requiere de un necesario ajuste de proceso en la ETAP.

3.8. Microcistina

Hay más de 80 cianotoxinas diferentes (algunas hepatotóxicas) producidas por cianobacterias (*Microcystis*, *Planktothrix* y *Anabaena*) siendo la Microcistina-LR la más activa. Dado que su TDI es muy próximo a la ingesta diaria de aguas de consumo con 1 mg/l de microcistina, la superación de este nivel (idéntico en la OMS y el RD) puede suponer un riesgo sanitario, con origen en la fuente de captación de aguas, así como actuaciones paralelas en la ETAP al respecto.

3.9. Nitratos

Presentes en aguas pre-potables por prácticas incorrectas de abonado agrícola, provocan metahemoglobinemia tras su reducción a nitritos en el estómago de niños lactantes (síndrome de los niños azules) lo que acarrea una deficiente tasa de transporte de oxígeno intercelular. Por lo dicho, la superación del nivel paramétrico (idéntico en la OMS y RD) puede suponer un riesgo sanitario, con origen en la fuente de captación de aguas, así como actuaciones subsiguientes en la ETAP.

3.10. Nitritos

Típicos indicadores fecales químicos y asociados a fenómenos de nitrificación en redes de distribución, presentan incidencia sanitaria similar a la de los nitratos, por lo que la superación del nivel paramétrico establecido por la OMS (0,2 mg/l) también puede suponer un riesgo sanitario, y la actuación inmediata en el proceso de la ETAP.

3.11. Tricloroetano y tetracloroetano

El tricloroetano, empleado como desengrasante, se degrada en anaerobiosis a otros compuestos más tó-

Compuesto	Ingesta diaria, µg/kg	Valor guía, µg/l	Toxicología IARC
Cloroformo	13	200	No considerado
Bromoformo	17,9	100	No Clasif. Canceríg.
Dibromoclorometano	21,4	100	No Clasif. Canceríg.
Bromodichlorometano	-	60	Posible. Canceríg.

Tabla 3. Trihalometanos, comparación OMS vs RD 140/2003.

xicos (cloruro de vinilo). Presenta débil carácter mutagénico y no se clasifica por la IARC como cancerígeno. Por su parte, el tetracloroetano como desengrasante tiene acción toxicológica sobre el organismo, es mutagénico in vivo e in vitro y la IARC lo clasifica como probablemente cancerígeno para humanos. El nivel guía conjunto de la OMS para ambos compuestos es de 770 µg/l, sensiblemente superior al del RD, por lo que superado éste se derivaría un riesgo sanitario en el consumo de agua. De este modo, la ingesta al día y por persona de estos compuestos por un agua con superación del límite del RD todavía sería unas 100 veces inferior a lo admitido por la OMS.

3.12. Trihalometanos

Subproductos de cloración de aguas ampliamente estudiados, el cloroformo (agente narcoléptico) no presenta evidencias de carcinogénesis para la IARC, mientras que bromoformo y dibromoclorometano no son clasificados como cancerígenos, y el bromodichlorometano sí se considera como posiblemente cancerígeno para humanos. Los valores de ingesta diaria y valores guía para estos compuestos establecidos por la OMS se recogen en la **Tabla 3**.

Con arreglo a los datos anteriores, la superación del valor paramétrico establecido en el RD no debe suponer un riesgo sanitario inmediato, puesto que la suma de los niveles de ingesta al día establecidos por la OMS para THMs serían unas 15 veces superiores a los derivados del RD. En todo caso, habría que

proceder al ajuste inmediato del proceso en la ETAP para reducir la tasa de THMs.

Como comentario al respecto, informaciones alarmistas sobre peligrosidad en el consumo de aguas con presencia puntual de THMs deben ser descartadas.

3.13. Plaguicidas

Vamos a referirnos ahora, aparte de a aquellos del RD (aldrín, dieldrín, heptacloro y heptacloro epóxido) a los más empleados en agricultura y ganadería en nuestro país. Así, de la **Tabla 4** se infiere que los niveles implantados en nuestro país son suficientemente seguros para el consumidor.

Considerando el caso de algunos herbicidas que han provocado recientemente alarmas para el usuario en algunas poblaciones del país y que han supuesto incluso la prohibición temporal total de consumo de aguas con niveles ligeramente superiores al límite establecido, por ejemplo 0,15 µg/l de simazina o de terbutilazina, cuando los valores guía de la OMS son de 2,0 µg/l y 7,0 µg/l, respectivamente, se deduce que la Autoridad Sanitaria ha actuado aplicando un principio de prudencia extrema con el fin de salvaguardar la salud de la población, dado que la ingesta al día y por persona de aguas con superación de límites paramétricos de terbutilazina y simazina supusieron en su momento, respectivamente, niveles 600 y 150 veces inferiores a los admitidos por la OMS como seguros para el consumidor.

Por lo anterior es opinión del autor, que en muchas ocasiones los in-

Tabla 4

Compuesto	Tipo	Toxicología	IARC	ID	VG
Aldrín+Dieldrín	I	Alta toxicidad sobre hígado y sist.nervioso	NCC	0,1	0,03
Atrazina	H	No genotóxico. Cancerígeno in vivo.	PsC	0,5	2,0
Clordano	I	No genotóxico. Cancerígeno in vivo.	PsC	0,5	0,2
Clorotolurón	H	No genotóxico. Baja toxicidad.	PTC	11,3	30
Clorpirifos	I	No genotóxico. Baja toxicidad.	PNC	10	30
Endosulfán	I	No genotóxico.	PNC	-	-
Endrín	I	Pocos datos sobre su toxicidad	-	0,2	0,6
Glifosato+AMPA	H	Muy baja toxicidad.	-	300	(900)
Heptacloro	H	Alta toxicidad sobre hígado y sist.nervioso	PsC	0,1	(0,03)
Heptacloro epóxido	H	Alta toxicidad sobre hígado y sist.nervioso	PsC	0,1	(0,03)
Hexaclorobenceno	F	Alta toxicidad ambiental. Bioacumulable	PsC	0,16	(1,0)
Lindano	I	Toxicidad por ingestión y contacto	SEC	5,0	2,0
MCPA	H	No genotóxico	PsC	0,5	2,0
Paratión	I	No genotóxico	SEC	4,0	(10)
Pendimetalina	H	Toxicidad media. No mutagénico	SEC	5,0	20
Piriproxifen	I	Baja toxicidad y mutagenicidad	SEC	100	300
Simazina	H	No genotóxico	NCC	0,52	2,0
Terbutilazina	H	No mutagénico	SEC	2,2	7,0
Trifuralina	H	Baja mutagenicidad	NCC	7,5	20

Nota: H: herbicida; I: insecticida; F: fungicida. ID (µg/kg) ingesta diaria; VG (µg/l) valor guía o (concentración aconsejada en base a criterios de salud). PC: probablemente cancerígeno; PsC: posiblemente cancerígeno; NCC: no clasificable como cancerígeno; PTC: potencial carcinógeno no confirmado; PNC: probablemente no cancerígeno; SEC: sin evidencias de carcinogénesis.

Tabla 4. Plaguicidas. Criterios de calidad de la OMS y clasificación IARC.

convenientes técnicos y sociales derivados de la supresión del suministro de agua a una población en las

circunstancias anteriormente referidas pueden ser objetivamente superiores a los beneficios que se preten-

Sólo los cuatro plaguicidas especificados en el RD 140/2003 admiten un valor paramétrico idéntico en la OMS

den conseguir, una vez justificada la seguridad sanitaria del producto servido.

Resumiendo la situación global para todos los productos plaguicidas considerados, sólo los cuatro plaguicidas especificados en el RD admiten un valor paramétrico (o aconsejado) idéntico en la OMS y en el RD, por lo cual, y aún considerando que sólo dos de ellos son posiblemente cancerígenos para humanos, sí podría deducirse un riesgo sanitario asociado para estos cuatro compuestos a largo plazo. Para el resto de plaguicidas, la superación de los valores paramétricos (0,5 µg/l para el total de los investigados en un agua o 0,1 µg/l por compuesto individual según el RD) no debiera suponer un riesgo sanitario inmediato.

Tabla 5

Sb	Algunas sales con efectos genotóxicos in vitro y/o in vivo. Elevada toxicidad. IARC: algunas sales calificadas como posiblemente cancerígenos.
As	Provoca diversos tipos de cáncer. Presenta bioacumulación y biotransformación. Alta toxicidad. IARC: sus compuestos inorgánicos están calificadas como cancerígenos.
B	No genotóxico, ni mutagénico. Baja toxicidad. IARC: sin consideración como agente cancerígeno.
Cd	Elevada toxicidad. Es bioacumulado. Provoca la enfermedad de Itai-Itai. IARC: clasificado tanto el metal como sus sales como probablemente cancerígenos.
Cu	Sólo provoca ligeros trastornos gastrointestinales. Presenta baja toxicidad. IARC: sin consideración como agente cancerígeno.
Cr	El Cr ³⁺ no es tóxico. Alta toxicidad del Cr ⁶⁺ cuyas sales provocan diversos tipos de cáncer en estudios in vivo. IARC: las sales de Cr ⁶⁺ son agentes cancerígenos.
Hg	Metal de elevada toxicidad para el organismo es bioacumulado y biotransformado. IARC: no obstante no está considerado como agente cancerígeno.
Ni	Toxicidad media. Provoca irritaciones cutáneas y mutagenicidad. IARC: sus sales son cancerígenos por inhalación y el metal posiblemente cancerígeno.
Pb	Provoca saturnismo. Se acumula en el esqueleto e induce alteraciones nerviosas. IARC: tanto el metal como sus sales son posiblemente cancerígenos.
Se	Es genotóxico en estudios in vivo. Elevada toxicidad para el hombre. Provoca la enfermedad de Keshan. IARC: algunas de sus sales posiblemente cancerígenas.

Tabla 5. Actividad toxicológica ligada a algunos metales.

Finalmente, en casos extremos de restricción total o parcial del uso de estas aguas debe explicarse a la población de forma clara, veraz, suficiente y no alarmista el potencial riesgo asociado, tal como establece el RD, valorando y desdramatizando el mismo y transmitiendo al consumidor la tranquilidad necesaria en estas situaciones límite.

3.14. Metales

Los diez metales considerados aquí (salvo el boro) poseen apreciable potencia tóxica por ingestión a largo plazo, así como otras incidencias mutagénicas, teratogénicas, etc. La **Tabla 5** recoge un breve resumen al respecto y la consideración por parte de la IARC. Comparando los límites del RD y los de la OMS se ve que se mantienen los valores en As, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb y Se. El máximo para el Sb se eleva a 20 µg/l, y para el B y el Cd se reducen los límites respecto al RD a 0,5 mg/l y 3,0 µg/l, respectivamente. Valorando la toxicidad de los metales considerados y teniendo en cuenta que el consumo de aguas con exceso de estos se produciría en plazos de tiempo puntuales y cortos, es decir, aplicando los TDI disponibles (**Tabla 6**), la superación de límites podría dar lugar a varios apartados:

- As, Cd, Hg, Pb y Se podrían suponer un riesgo sanitario no necesariamente inmediato. Así, para Cd, Hg, Pb y Se la cantidad de metal ingerida tras 1 semana de consumo de aguas con el máximo permitido serían sensiblemente más bajas que los TDI establecidos, con lo que el riesgo sanitario estimado sería muy bajo.
- Para el Sb, el límite razonable debería ser los 20 µg/l de la OMS para suponer un riesgo. También debiera considerarse que el consumo al cabo de 1 semana de agua rica en Sb estaría sensiblemente por debajo del TDI admitido por la OMS.
- Para el Cr habría que discriminar si se trata de Cr⁶⁺, y en tal caso y superados los 50 mg/l, sí

	Sb	As	B	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Se
TDI, µg/kg	6,0	-	160	7,0	-	-	5,0	5,0	25,0	4,0
OMS, µg/l	20	10	500	3	2.000	50	1	20	10	10
IS, µg/kg	1,2	-	233	1,2	-	-	0,2	4,7	2,3	2,3

Nota: El IS sería la cantidad estimada de metal ingerido al cabo de una semana por persona aplicando el valor paramétrico del RD 140/2003.

Tabla 6. Valores guía y TDI para metales en aguas.

Parámetro	Valor paramétrico	Parámetro	Valor paramétrico
Aluminio	200 µg/l	Manganeso	50 µg/l
Amonio	0,50 mg/l	Olor/Sabor	3 a 25 °C (ind. diluc.)
Cloro combinado	2,0 mg/l	Oxidabilidad	5,0 mg/l
Cloro libre	1,0 mg/l	Sulfato	250 mg/l
Cloruro	250 mg/l	Sodio	200 mg/l
Color	15 mg/l	Aerobios a 22 °C	100 col/ml (ETAP); sin cambios anómalos (red)
Conductividad	2.500 µS/cm	Bact. Coliformes	0 UFC en 100 ml
pH	6,5-9,5 u. pH	C.O.T.	Sin cambios anómalos
Hierro	200 µg/l	Turbidez	1 UNF (ETAP); 5 UNF (red)

Tabla 7. RD 140/2003, parámetros indicadores.

podría aparecer un riesgo sanitario asociado.

- Para el Ni la superación del límite sí implicaría un riesgo sanitario en el consumo.
- Finalmente, para B y el Cu, dada la baja toxicidad genérica de ambos, la superación de los límites no debería suponer riesgos sanitarios inmediatos.

4. Parámetros indicadores

Recogidos en la **Tabla 7**, presentan en general un bajo riesgo sanitario (altos valores paramétricos). La OMS sólo establece valores guía para cloro, monocloraminas y Mn.

4.1. Bacterias coliformes

Incluyendo bacilos no patógenos de aguas y suelos, aerobios y anaerobios facultativos, gram-negativos y fermentadores de lactosa a 35-37 °C (por ejemplo géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* y *Hafnia*),

este índice es buen exponente de la efectividad del tratamiento aplicado así como de la existencia de biofilms activos en las redes de distribución. Su presencia o incremento alerta de un tratamiento ineficaz o de algún postcrecimiento microbiano en el agua de red (depósitos o tuberías) que si se mantuviese en el tiempo podría suponer un cierto riesgo sanitario.

4.2. Aerobios a 22 °C

Engloba microorganismos heterotróficos variados no patógenos (bacterias -*Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Moraxella*, *Serratia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*-, hongos y esporas) más o menos resistentes a la desinfección, de los que algunos proliferan rápidamente en ausencia de desinfectante residual. No indica los patógenos en un agua, pero sí la efectividad de la desinfección, de la coagulación-floculación y del estado interno de las re-

des de distribución de aguas, pues se incrementa con la existencia de biofilms y mal estado de conservación general en las tuberías de aguas. Algunos aerobios a 22 °C podrían crecer en filtros de arena y de carbón activo, o desarrollarse puntualmente en ausencia de desinfectante residual, aunque no existe asociación entre ellos e incidencias gastrointestinales en la población. Por lo dicho, incrementos no habituales de aerobios a 22 °C a la salida de ETAPs o en la red de distribución deben llevar aparejadas actuaciones de optimización en la potabilización de un agua y/o de limpiezas de la red de distribución, pero no suponen un riesgo sanitario asociado al consumo de agua.

4.3. Manganeso e hierro

Esenciales para el ser humano, presentan baja toxicidad y sólo el Mn puede provocar desórdenes neurológicos por inhalación (dosis muy altas). Su presencia en aguas de consumo está ligada a defectos de potabilización de aguas ricas en origen en Mn y/o Fe. La OMS fija valores guía de 0,4 mg/l para Mn y de 2,0 mg/l para Fe, atendiendo sólo a criterios estéticos para el consumidor.

Valores superiores a los del RD (más exigentes que los de la OMS) implicarían ajustes de proceso en ETAPs y ningún riesgo sanitario, por lo cual la consideración de aguas no potables para aquéllas que puntualmente superasen niveles paramétricos de Fe o Mn parece poco justificada en orden a los datos disponibles.

4.4. Aluminio

Presente en muchas aguas brutas pre-potables y residual de la decantación química de aguas, las últimas evidencias sobre su baja toxicidad hacen que la OMS no le fije valor guía y sólo aconseje ajustar los procesos de potabilización para lograr aguas con <0,2 mg/l, por criterios estéticos. Así, la superación del valor límite del RD no supone un ries-

Ingerir herbicidas en agua no supone riesgo, según un experto

EP
CÓRDOBA. «Una supuesta ingesta diaria de terbutilazina y simazina provocaría un riesgo relativo para la salud de las personas» según dijo ayer el catedrático de Toxicología de la Universidad de Córdoba, Diego Santiago Laguna. La peligrosidad de ambos herbicidas en el agua, aun en cantidades superiores a las permitidas, no justifica «una gran alarma social», aclaró. Santiago Laguna explicó que el riesgo que existe «es sólo es relativo, ya que la Dosis Diaria Aceptable (ADI) en la ingesta de terbutilazina o simazina por una persona, por ejemplo de unos 70 kilos de peso, se situaría en 225 y 350 microgramos, respectivamente, extrapolados a partir de los valores del Nivel sin Efecto Observado (NOEL)

que se obtienen en experimentos sobre animales de laboratorio».

Este experto, que precisamente imparte en la UCO la asignatura de Toxicología Ambiental y Salud Pública, aclaró que «según los parámetros toxicológicos empleados para definir la peligrosidad de sustancias químicas como éstas, establecidos por la Organización Mundial de la Salud, la terbutilazina y la simazina son consideradas sustancias ligeramente peligrosas o que probablemente no causarán daño agudo dentro de unas prácticas normales de uso, aunque esta afirmación debe matizarse en cada situación y contexto».

En este sentido, este doctor en Veterinaria aclaró que «los valores ADI y NOEL (en inglés) se establecen sobre datos minuciosos re-

cogidos en las pruebas de laboratorio realizadas y son valorados por paneles internacionales de expertos». Estos ensayos se realizan «con controles diarios y durante dos años» en pequeños mamíferos, aplicando además los protocolos oficiales de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), «que publica las normas relativas a los ensayos de toxicidad y ecotoxicidad, determinando cuáles han de ser las técnicas y procedimientos a seguir en la evaluación de riesgos».

La terbutilazina y la simazina son sustancias que comparten origen y fin. Ambas derivan de la tritina, y tienen un mismo fin: su uso como herbicidas en cultivos. El empleo de la simazina se prohibió en 2002 y el de la terbutilazina ahora, en ambos casos tras comprobar que dichas sustancias, relativamente degradables en el suelo y en el agua, llegaban a las reservas hídricas de las que depende el abastecimiento.

Figura 2. La opinión de expertos ayuda a clarificar situaciones de emergencias.

go sanitario sino sólo la necesidad de ajustar el proceso de potabilización en la ETAP. También aquí podría hacerse un comentario similar al ya expuesto para los casos del Fe y del Mn.

4.5. Amonio

Típico indicador fecal químico sin incidencia sanitaria tan sólo superando 1,5 mg/l (provoca sabor) podría plantearse la adopción de otras medidas que el simple ajuste del proceso en ETAP.

4.6. Cloruro, sodio, sulfato, materia orgánica, olor, sabor, turbidez, pH

Sin especial incidencia sanitaria, la superación de los límites del RD implicaría ajustar el proceso en ETAPs o realizar actuaciones en red. Además, la OMS indica que niveles de sulfato (que provoca diarreas) de >500 mg/l debieran informarse a la Autoridad Sanitaria.

5. Parámetros radiológicos

Por la incidencia carcinogénica de la radiactividad a largo plazo, la superación de los límites paramétricos (indicativa de contaminación radiológica de fuentes de captación) supone un elevado riesgo sanitario asociado. En todo caso, queda pendiente

el desarrollo de la Disposición Adicional Segunda del RD 140/2003 sobre el tema, lo cual no es óbice para la obligación del control de estos parámetros en nuestras aguas de consumo de acuerdo a las frecuencias establecidas en la norma.

6. A modo de resumen: ¿cómo garantizar el agua de consumo en orden a asegurar su inocuidad sanitaria?

De todo lo comentado hasta ahora podemos plantearnos cómo garantizar al consumidor un riesgo sanitario inapreciable o mínimo ante el consumo de nuestras aguas de red.

Esta garantía debe fundamentarse en cuatro apartados interconectados entre sí:

- Un exigente y eficaz control analítico de todo el proceso productivo, entendiendo éste desde las captaciones de aguas brutas pre-potables, sistemas de abducción y vehiculación de aguas hacia las ETAPs, control de proceso en las propias ETAPs, control de materiales en contacto con el agua y reactivos de tratamiento, correcto mantenimiento de redes y verificación de calidad del agua en el punto de entrega al consumidor.

- Una valoración real del potencial riesgo sanitario ante cualquier incumplimiento ocasional: cada sustancia requiere una evaluación específica y las actuaciones al respecto que marcará la Autoridad Sanitaria, contando con la colaboración de los gestores de los abastecimientos. Cuando la ocasión lo requiera debe recabarse la opinión fundamentada de expertos en temas concretos que asesoren sobre la incidencia sanitaria de determinados incumplimientos paramétricos (Figura 2) como forma de disipar alarmas sociales.
- Control en origen de potenciales contaminantes, especialmente compuestos fitosanitarios y residuales de prácticas agrícolas y ganaderas que pudieran acceder a nuestras aguas y cauces naturales. Esta práctica ya está llevándose a cabo por los responsables de la gestión de las aguas naturales (Organismos de Cuenca) en algunas comunidades autónomas (como Andalucía).
- Información veraz, adecuada y real al consumidor, sin generación de alarmismos. Debe acostumbrarse al consumidor a familiarizarse con informaciones sobre calidad de nuestras aguas en situaciones normales, informaciones que deben ser periódicas, y no sólo en situaciones de emergencias o de incumplimientos más o menos graves. Es muy lesivo para el consumidor y la sociedad en general la aparición de informaciones sesgadas y con una interpretación no ajustada a criterios técnicos y sanitarios sobre calidad de aguas (Figura 3) argumentadas sobre la base de la defensa del consumidor.

7. Conclusiones

Dado que los límites paramétricos establecidos por el RD 140/2003 son en general más exigentes que los criterios de calidad asumidos por la OMS, debe transmitirse claramente al consumidor que el consumo habitual de aguas de grifo en nuestro país



Figura 3. Han de evitarse informaciones de carácter alarmista, sin base justificada.

*Cada sustancia
requiere una
evaluación específica
y las actuaciones al
respecto que
marcará la
Autoridad Sanitaria*

es totalmente seguro y exento de cualquier condicionante negativo.

Cada incumplimiento legal por un sustancia requiere de una valoración realista del riesgo sanitario concreto asociado al consumo de aguas que la puedan contener, de acuerdo a los conocimientos más recientes sobre el tema. Para este fin son de suma utilidad los datos publicados por la OMS por ser el referente mundial sobre temas de salubridad.

Ante la posibilidad de un riesgo sanitario, es la Autoridad Sanitaria la que debe valorar las acciones a llevar a cabo para preservar la salud de la población evitando situaciones de alarmas innecesarias. Dada la especial sensibilidad social ante el agua de consumo público, los gestores del agua y las autoridades sanitarias deben mantener las vías rápidas e inmediatas de colaboración ya existentes a fin de garantizar una infor-

mación veraz, la calidad del agua distribuida y la salud del consumidor. De esta forma, se logrará desarrollar paulatinamente una cultura de la educación en el consumidor de nuestro país, para que transcurrido un tiempo sea capaz de comprender por sí mismo y sin falsos alarmismos, los aspectos más generales de la calidad de las aguas de grifo que habitualmente consume.

Finalmente, sería deseable que informaciones sesgadas o incompletas propiciadas desde estamentos distintos a los gestores de aguas o a las Autoridades Sanitarias (organizaciones ecologistas, de consumidores, laboratorios, particulares...) fueran mucho más medidas por sus autores antes de ser publicadas y transmitidas a la población.

8. Agradecimientos

A aquellos miembros de la Comisión 2ª de AEAS que han aportado ideas y contribuido con sus acertados comentarios a la elaboración de este trabajo. En especial a Félix Contreras Martínez, Carmen Gordo Muñoz, María Capilla Fernández Solís, Juan Antonio González Carballo y María Paz Llaveró del Pozo.

9. Bibliografía

- [1] RD 140/2003 de 7-2-2003 sobre criterios sanitarios del agua de consumo humano.
- [2] Orden SCO/3719/2005 de 21-11-2005, sobre sustancias para tratamiento del agua.
- [3] Guidelines for Drinking-water Quality 3rd ed., Vol. 1. WHO, Ginebra (2004).
- [4] Recomendaciones de actuación ante incidencias en los abastecimientos de Agua. Aplicación SINAC <http://sinac.msc.es/> (2006).
- [5] Marín Galvín, R. (2006). Valoración del riesgo sanitario asociado a situaciones de incumplimientos paramétricos del RD 140/2003. Actas de las XXVI Jornadas Técnicas de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS), vol. II, pp. 23-39.