

Agua de bebida saludable por tubería: una misión (casi) imposible

Concha Germán Bes. Diplomada en Enfermería y Master en Salud Pública por la Escuela Andaluza.

Mariano Gracia Ortubia. Doctor en Ciencias Químicas y Diplomado en Sanidad.

Juan José Marcén Letosa. Licenciado en Medicina, especialista en Microbiología.

Zaragoza (España), 1998 [1].

R E S U M E N

Actualmente, la persistencia y emergencia de riesgos sanitarios en los abastecimientos urbanos de aguas hacen técnicamente difícil y económicamente inviable la captación, tratamiento, distribución por red y control de las aguas que eviten todos los contaminantes peligrosos, para la salud humana. Se deben de establecer sistemas de distribución separados para el agua de boca; es desaconsejable la bebida habitual del agua transportada por redes generales de tuberías. La argumentación reposa en la revisión crítica de la bibliografía disponible aunque, por la limitación de espacio, sólo presentamos una parte.

Introducción

La potabilización del agua evita un 20% de mortalidad infantil en los países subdesarrollados y reduce la mayoría de los contagios en las epidemias clásicas. Estas metas ya se han alcanzado en las ciudades de nuestro entorno (aunque persistan zonas rurales con deficiente cloración de las aguas). En los últimos años, sin embargo, se están desvelando dificultades crecientes que condicionan los actuales abastecimientos de aguas:

- para captar grandes cantidades de agua de calidad.
- para evitar epidemias de microbios cloro-resistentes.
- para realizar inocuos tratamientos de potabilización.
- en la red de tuberías y en los circuitos domésticos.
- en la vigilancia y control analítico.

La ingestión habitual de agua de red supone riesgos para la salud, entre los que se pueden destacar: las epidemias de parasitosis (*Giardia* y *Cryptosporidium*) y de bacterias (*Pseudomonas*, *Legionella*, *Mycobacterium*); y la toxicidad crónica debida a sustancias químicas empleadas en la potabilización, transporte y almacenamiento de las aguas (Cloro y derivados, Aluminio, Plomo, Amianto...)

Mientras no se cambie de actitud, la tecnología disponible es incapaz de eliminar estos riesgos. Ante la exigencia de abastecimientos por tuberías, de aguas de alta calidad, en gran cantidad, para usos indiscriminados (uniformidad), surge la alternativa de distintos suministros de aguas, de calidades diferentes, para usos diferentes (diversidad).

1. Dificultades para captar grandes cantidades de agua de calidad.

Alejamiento de las fuentes de captación

Las antiguas ciudades solían ubicarse en las cercanías de aguas de calidad, pero las actuales aglomeraciones urbanas no tienen en cuenta este factor; un caso extremo es la megápolis de Los Angeles, que consume elevadas cantidades de agua remota [Arrojo, 1998].

Empeoramiento de la calidad en las aguas naturales

Las aguas naturales reciben y transportan crecientes cantidades de excretas biológicas. El sistema de vertido por colectores, de indudable comodidad para los usuarios, es altamente contaminante, incluso con las actuales Depuradoras de Aguas Residuales.

El desarrollo industrial ha supuesto el envenenamiento generalizado de las aguas naturales, agravado por las "modernas" prácticas agrícolas. Las industrias vierten al ambiente residuos peligrosos, la mayoría de los cuales resultan difíciles de evidenciar y evaluar; la agricultura industrial, además de insaciable consumidora de aguas, contamina los cauces y acuíferos con abonos de síntesis y distintos biocidas (herbicidas, insecticidas...). Los domicilios urbanizados contribuyen a la contaminación química con el vertido de grasas, fosfatos y biocidas (medicamentos, detergentes y desinfectantes).

Dificultades en los nuevos sistemas de captación y conducción

Los pantanos artificiales pueden padecer acidificación, eutrofización, escorrentías, colmatación y estratificación anóxica. La creciente disponibilidad de agua para regadíos no vitales supone mayor consumo y contaminación de las aguas. Los canales de cemento no suelen oxigenarse; la reducción de fangos y biocapas limitan la adsorción de metales tóxicos y los procesos naturales de depuración.

2. Dificultades para evitar epidemias de microbios cloro-resistentes

En los últimos cien años, el prestigio de la Desinfección ha llegado a substituir la vieja creencia en la salubridad de las aguas claras, por la nueva creencia que se resume en la consigna institucional "Agua Clorada, garantía de Salud". La clarificación de las aguas de consumo no se contempla con el rigor necesario; ciertas autoridades sanitarias centran su atención en asegurar un mínimo de Cloro, permitiendo excesos de cloración y defectos de clarificación. La falsa seguridad que aporta la cloración llegó a su fin el año 1993, en la mayor epidemia transmitida por un abastecimiento de aguas; en Milwaukee, EEUU [Mac Kenzie, 1994], un fallo en la clarificación provocó 400.000 casos de *Cryptosporidiosis*, un parásito intestinal que resiste elevadas concentraciones de Cloro (80 mg/L). Un año más tarde, en Las Vegas, ocurría la primera epidemia de *Cryptosporidium* documentada en un abastecimiento urbano sin ningún fallo aparente. En nuestro país no es habitual la investigación de estos parásitos en las aguas de red; en Salamanca se detectaron en 4 plantas potabilizadoras y en agua de grifo de dos áreas geográficas [Rodríguez, 1994]. Crece la preocupación sobre la presencia en aguas de grifo de bacterias con moderada

resistencia al cloro: *Mycobacterium avium* y *Legionella pneumophila*. La primera tiene parentesco con el bacilo de la tuberculosis, aunque es mucho menos patógena; se estudió su presencia en aguas municipales de Boston, encontrándose en el 42% de las muestras [Du Molin y Stottmeiner, 1986].

3. Dificultades para realizar tratamientos inocuos de potabilización

Los grandes abastecimientos de aguas precisan grandes plantas potabilizadoras que, ciertamente, evitan la difusión de epidemias graves, a costa de introducir nuevos contaminantes químicos en las aguas en las distintas fases de la potabilización:

En la decantación

De interés sanitario preferente en la clarificación y en la eliminación de virus (de pequeño tamaño, capaces de atravesar los filtros de arena y de variada resistencia a los desinfectantes). Los fallos en la decantación suelen suceder en invierno, con aguas claras y temperaturas bajas, lo que coincide con las preferencias ambientales de muchos de los virus patógenos.

El procedimiento decantador, tan necesario para evitar la transmisión de estas epidemias, puede ser muy contaminador. La introducción de extrañas sustancias químicas en el agua suele comenzar con una potente *pre-cloración* (2-10 mg/L) que, en presencia de la inevitable materia orgánica, origina la formación de peligrosos compuestos clorados (Tri-Halo-Metanos), que no se retienen en las sucesivas fases de potabilización; no biodegradables y de comprobada mutagenicidad, su acumulación en las reservas humanas de grasa suponen un riesgo de incalculables consecuencias. La alúmina constituye el principal agente floculante, ampliamente utilizado en las plantas potabilizadoras. La contaminación de las aguas tratadas con Aluminio aumenta la ingesta diaria de esta sustancia química de demostrada neurotoxicidad; desde hace 20 años se debate su incidencia en el aumento de casos de enfermedades mentales. El conjunto de los resultados aboga por una correlación positiva, aunque débil, entre el riesgo de Alzheimer y el índice de Aluminio del agua de la bebida [Berr, 1998]. Otras sustancias empleadas en la decantación (poli-electrolitos) pueden suponer riesgos añadidos a los ya descritos, precisando estudios toxicológicos a largo plazo.

En la filtración

La filtración a través de lechos de arena elimina los medianos y grandes quistes de protozoos, muy resistentes a la cloración. La ausencia o deficiencias en la filtración ocasiona epidemias de parasitosis (amebisis, giardiasis y criptosporidiosis) de difícil control. La contaminación por sílice, producida en los filtros de arena tiene escasa incidencia en la salud humana. Los riesgos se incrementan cuando los lechos no se limpian con regularidad, con lo que se contaminan con biocapas indeseables. Este riesgo es muy elevado en los casos de filtros de Carbón activo, empleados para adsorber cloro y otras sustancias químicas, y que se transforman con rapidez en un medio de cultivo microbiano.

En la desinfección

La desinfección de las aguas es *sinónimo de Cloración*. El bajo coste, la comodidad de uso y la eficacia del cloro contra algunas bacterias patógenas han impuesto este desinfectante. Otros procedimientos de desinfección no son aplicables en la mayoría de los abastecimientos. La *ozonización* no resulta tan eficiente como la cloración, además de su difícil manejo y ausencia de efecto residual. La esterilización por rayos ultravioleta sólo es inaplicable en abastecimientos urbanos. La simple cloración de las aguas es

suficiente para limitar la extensión de muchas epidemias clásicas (Cólera, Disentería bacilar, Fiebres Tifoideas), lo que ha significado importantes reducciones de mortalidad y morbilidad; pero las limitaciones de la cloración se evidencian en las recientes epidemias producidas por grupos de microbios resistentes. La persistencia de Cloro residual en la red de aguas ha supuesto uno de los paradigmas más apreciados en Ingeniería Sanitaria. Se ha supuesto que la presencia de desinfectante circulante garantiza la higienización de la red de distribución, infravalorando los riesgos que el cloro y sus derivados suponen para la salud. Numerosos estudios toxicológicos coinciden en señalar efectos tóxicos secundarios a la cloración de las aguas [*García-Villabona, 1990*], [*Bull, 1995*]

4. Dificultades en la red de tuberías y en los circuitos domésticos

Las tuberías que contienen agua durante largos trayectos pueden liberar moléculas tóxicas al agua:

- El Plomo se ha demostrado muy peligroso para la salud. La distinta reactividad de las aguas, y la variable predisposición de las personas han dificultado los estudios epidemiológicos; en la actualidad se preconiza la sustitución total de todas las tuberías de plomo, habiéndose previsto un coste billonario para España.
- El Cobre, genera compuestos tóxicos (cloruro y sulfato) que provocan alteraciones digestivas e impregnaciones en los huesos [*Suros, 1968*].
- Las tuberías de Hierro se corroen con facilidad, fomentando la formación de biocapas; el crecimiento de microbios hierro-dependientes, como *Legionella*, supone un riesgo adicional a las aguas de abastecimiento.
- Las tuberías de cemento se permeabilizan en suelos salinos, permitiendo la contaminación externa antes de que se detecten las averías. La extendida presencia de fibras de amianto en los abastecimientos de aguas se contempla con preocupación [*Alleman y Mossman, 1997*]
- Los distintos materiales plásticos, sobre todo el PVC, liberan monómeros al agua; su empleo en los envases de agua alimentaria están siendo sometido a revisión.

Los depósitos son frecuente causa de recontaminación de las aguas.

- Los materiales de construcción de los depósitos domésticos liberan sustancias peligrosas a las aguas contenidas: Fibras de amianto en los viejos y abundantes depósitos de uralita, formaldehído y ftalatos en los depósitos de poliéster, PVC...
- La situación de los depósitos domésticos en cubiertas y tejados suponen la descloración de las aguas.
- El deterioro o ausencia de cubierta en los depósitos suponen contaminaciones con algas, caída de polvo y animales.

Las instalaciones domésticas pueden generar nuevos contaminantes:

- Los descalcificadores retiran el calcio, bien tolerado por los humanos, y lo substituyen por sal, no deseable en muchas ocasiones.
- Los termos de agua caliente se contaminan con *Legionella*.
- Los filtros domésticos que no se limpian con frecuencia, fomentan el crecimiento de microbios peligrosos.

5. Dificultades en la vigilancia y control analítico

El control analítico de los abastecimientos de aguas se ha presentado como garantía de salud, pero su diseño, ejecución e interpretación presenta frecuentes dificultades y fallos.

La complejidad de las redes generales

Las redes de aguas urbanas presentan enorme complejidad, lo que dificulta su eficiencia, vigilancia y control.

Redes de distintas generaciones: en la mayoría de las ciudades de nuestro entorno, coexisten instalaciones realizadas en los últimos cien años. Los distintos trayectos, profundidades, materiales y calibres se entremezclan en el subsuelo de las calles. La distinta liberación de materiales al agua contenida; la presencia de corrosión y obstáculos; la distinta reactividad, consumo del Cloro y otros aditivos... son variables de difícil estimación.

La red mallable: la interconexión de redes formando mallas es un ideal de los abastecimientos de aguas, ya que así se asegura el suministro de agua en un lugar cuando el camino principal se corta. El concepto de malla contradice la idea de que el agua se desplaza por un árbol jerarquizado de tuberías. El control de contaminaciones se dificulta cuando a cada punto de muestreo le llegan aguas de varios ramos.

Las oscilaciones en la red: Los componentes disueltos en las aguas no se distribuyen de modo homogéneo; en grandes volúmenes y, sobre todo, en una red de abastecimiento, la concentración de cloro presenta picos espaciales y temporales. Los sistemas automáticos de cloración son incapaces de mantener el nivel prefijado, sino que oscilan por encima y por debajo de ese nivel; si el margen de actuación es estrecho (si la concentración eficaz está cerca de la peligrosa), los picos de las oscilaciones suponen riesgos para la salud de las personas.

Las frecuentes averías: Casi todas las averías en la red de abastecimiento interrumpen la salubridad de las aguas. El caso más grave sucede cuando entran vertidos en la red de potables; se considera que el cloro residual actúa "desinfectando la tubería", pero no podemos saber proporciones de la mezcla, la rapidez del consumo, la llegada de microbios resistentes al cloro, las sustancias tóxicas que aceden o se producen en la avería... Otros casos más frecuentes suponen contaminación con tierras y otros componentes extraños, que empeoran la calidad de las aguas. La simple interrupción del suministro altera el sutil equilibrio existente dentro de las tuberías (reflujo de otras tuberías, filtraciones del exterior, pérdida del desinfectante...). No hay costumbre de advertir a la población sobre el riesgo que supone beber agua después de una avería prolongada.

Las redes domésticas

Habitualmente sólo se controla la trama mayor de la red urbana. Este control es muy rentable en el caso de redes jerarquizadas (poco malladas), pues con pocas muestras se puede vigilar la calidad del agua consumida por mucha población. Pero al centrar la vigilancia en la trama mayor se ignora la fuente más importante de incidencias y averías: las redes domésticas. Un programa de vigilancia para los abastecimientos domésticos puede detectar muchas situaciones anómalas, pero incluye poca población por jornada de muestreo. En el Seminario sobre Microbiología de aguas de abastecimiento [**Ministerio de Sanidad y Consumo, 1996**] se concluía que "La finalidad de un abastecimiento es garantizar la calidad del agua hasta el grifo del consumidor", para añadir: "¿quién se va a encargar del control del agua

domiciliaria?, ¿quién se va a encargar de tomar las medidas y los costes que conlleven los problemas derivados dentro de las redes domiciliarias?"

La limitaciones de la técnica analítica:

Las técnicas analíticas presentan variada complejidad, sensibilidad y certeza. Los laboratorios que se dedican al Control de los abastecimientos de aguas no suelen disponer sino de unos pocos procedimientos. Desde principio de siglo se cuentan con técnicas relativamente sencillas para investigar la presencia de media docena de bacterias que indican contaminación. Las técnicas y el significado de las "bacterias indicadoras" de contaminación fecal siguen siendo inseguras, pero han resultado útiles para vigilar las epidemias bacterianas clásicas. Sin embargo, están por decidir las técnicas para detectar la presencia de virus y parásitos en las aguas de abastecimiento. En los pocos casos que se han investigado, los resultados indican que estos agentes están a veces en las aguas de grifo [*Miralles, 1995*]. Muchas epidemias "leves" han pasado desapercibidas por dificultades técnicas. En otros casos se invierte la vigilancia epidemiológica, de tal modo que no se controla la presencia de agentes hasta que se ha producido una epidemia demostrada. Así sucede con Legionella, frecuente contaminante en los abastecimientos domésticos investigados (hasta el 50% de las muestras de termos, duchas y depósitos), pero tiene que evidenciarse primero la epidemia para establecer los controles específicos, como sucedió en la reciente epidemia de Alcalá de Henares [*Boletín Epidemiológico Semanal, 1996*]; puede suponerse que los casos aislados, no epidémicos, pasan desapercibidos.

6. Evolución de las Normativas de Aguas de Abastecimientos

Los hitos de la evolución los marcan la aparición del Código Alimentario (*CAE*) y la aplicación de las normas europeas, aunque ya en el *CAE* se incorporaban los criterios europeos existentes y los de la *OMS*. La reciente propuesta de Directiva nos indica la tendencia previsible.

El análisis de la evolución se basa en el cuadro adjunto (cuadro 1), que incluye sólo algunas sustancias significativas, para mayor claridad, y permite efectuar algunas consideraciones:

1. El periodo de aplicación de estas reglamentaciones es relativamente corto: 30 años.
2. El número de características físico-Químicas tiende a crecer, incluso en la propuesta de Directiva, que parece que cuantifica menos (incluye 11 nuevas), pero que obliga a los estados a incluir otros parámetros si lo exigen la protección de la salud u otras directivas relacionadas con la calidad de aguas.
3. El número de características microbiológicas se mantiene estable.
4. Las concentraciones máximas admisibles tienden a reducirse o mantenerse. Sólo en un caso (cianuros) se aumenta.

Cuadro 1: Evolución de las concentraciones admisibles en distintas normas de calidad para el agua de abastecimiento.

Características	RD 14/9/1920	D2484/1967 Cód. Alimentario	RD 1423/1984 Aguas Potables	RD 1138/ 1990 Aguas Potables	Prop.Directiva (revisión 2000)
N. Total físico-químicas	15	27	41	51	37
Nitratos, mg/L	20	30	20-25	25-50	50
Resíduo, mg/L	500	1500	1500	1500	-
Cobre, mg/L	-	1,5	0,1	0,1	2,0
Cadmio, mg/L	-	-	0,005	0,005	0,005
Aluminio, mg/L	-	-	0,2	0,2	0,2
Plomo, mg/L	-	-	0,05	0,05	0,01
Selenio, mg/L	-	0,05	0,02	0,01	0,01
Plaguicidas, mg/L	-	-	0,0001	0,0001	0,0001
N. Total Microbiología	-	6	5	6	5
Coliformes/100ml	-	2	0	0	0
Clostridium/20ml	-	2	0-1	0-1	0

Cuadro 2: Exigencias de calidad en distintos tipos de aguas: Normativa de aguas potables y calidad del agua de Laboratorio (reactivo analítico de alta pureza).

Sustancia	Agua Reactivo Analítico	Aguas Abastecimiento RD 1138 / 1990	Propuesta de la Directiva CEE
Amonio, mg/L	0.01	0.05-0.5	0.5
Cadmio, mg.10e-3/L	1	5	5
Plata, mg.10e-3/L	0.4	10	-
Antimonio, mg.10e-3/L	1	10	3
Arsénico, mg.10e-3/L	2	50	10
Cobre, mg.10e-3/L	0.4	100	2
Mercurio, mg.10e-3/L	* Nota	1	1
Suma metales mg.10e-3/L Cu, Ni, Zn, Cr, Cd	50	355?	87?

Nota: La concentración de impurezas de metales varía entre 0,1 y 10 mg/L.

Las normas de potabilidad van a evolucionar hacia concentraciones menores y a individualizar las sustancias; como ejemplo ilustrativo se incorpora una limitación de 0,5 microgramos/litro para el cloruro de vinilo (monómero del PVC usado en conducciones).

¿Hasta dónde se puede llegar en las exigencias para las concentraciones de sustancias de los sistemas de tratamiento y distribución?. Es ilustrativo comparar algunos límites de la normativa actual o prevista, con la calidad exigida al agua usada en laboratorio, como reactivo analítico de alta pureza (cuadro 2). Para varias de las sustancias de mayor relevancia toxicológica se está intentando producir y distribuir, por las conducciones de las ciudades, agua con exigencias de pureza similares a la del agua analítica, cuya producción y manipulación en laboratorio se realiza en condiciones difícilmente comparables.

Método de selección de las sustancias

Otro aspecto relevante, relacionado con la normativa de de vigilancia, es el método de selección de las sustancias a incluir en ella y la definición de las concentraciones máximas admisibles; los criterios que se aplican son:

- evidencia de que las sustancias son potencialmente peligrosas
- concentración a la que se encuentran en el agua de bebida
- frecuencia con que aparecen
- facilidad con que se miden
- facilidad con que puede controlarse la concentración en el agua.

Para la aplicación de estos criterios las sustancias se clasifican por su origen en:

- Contaminantes de la fuente de agua.
- Contaminantes introducidos en el tratamiento.
- Contaminantes introducidos en la distribución

Con estas sustancias se realizan estudios toxicológicos individuales, se aplican factores de incertidumbre y modelos que son criticados, entre otras razones, por aceptar la hipótesis de que existe un umbral de dosis por debajo del cual no hay efectos negativos, admitiendo que puede haber variaciones de dos órdenes de magnitud en el resultado final (según los factores de incertidumbre o los modelos de cálculo que se apliquen) [*Premazzi, 1989*].

En estas condiciones, no parece muy acertado considerar los valores de la normativa como dogmas que garantizan inequívocamente la salud de la población sino como compromisos sociales para definir un riesgo aceptable. Un ejemplo clásico es la presencia de organoclorados volátiles en agua. Su toxicología es conocida lo mismo que su presencia en aguas cloradas pero aún está por aprobar la norma europea que los limite en el agua de consumo. La siguiente reivindicación sanitaria será rebajar la concentración admisible, reducir la presencia de precursores, eliminarlos con tratamientos posteriores pero es evidente que la única forma segura de evitarlos es no clorar el agua o usar aguas saneadas naturalmente.

7. Hacia el final de una época

Las dificultades, los riesgos y las enfermedades asociadas a los actuales sistemas de distribución de las aguas no se evitarán con mejoras tecnológicas sino con cambios de mentalidad. En el año 1993, mientras Milwaukee se conmovía con la mayor epidemia hídrica de la historia, se publicaba un artículo de Schramm y Kluge, analizando los antecedentes históricos de la actual crisis del agua urbana, y proclamaba la necesidad de un profundo cambio en los actuales modelos de gestión de los abastecimientos en Alemania. Por su validez universal, transcribimos varios fragmentos:

"En el año 1877, los ingenieros del agua alemanes (...) en el encuentro anual de su asociación, argumentaron que (...) el sistema de un solo grifo llevaría a un uso de cantidades cada vez mayores de agua de la mejor calidad para todos los usos"

"Los actuales métodos de gestión de agua sólo pueden desplazar temporal y espacialmente la inevitable crisis. Estos métodos no atacan las causas (...) la sociedad necesita métodos y actitudes totalmente nuevos para afrontar el abastecimiento de aguas; estos enfoques tienen que atacar las causas en vez de tratar los síntomas"

"El debate científico aún trata por separado los problemas interdependientes de Calidad y Cantidad (...) la distinción entre estos dos aspectos contribuiría al desarrollo de unas normas de gestión más sensatas y apropiadas".

En este trabajo no proponemos el empleo exclusivo de aguas envasadas comerciales, como único remedio a los riesgos del agua de grifo, sino que planteamos la necesidad de beber aguas que no se hayan distribuido por los actuales abastecimientos. Algunas alternativas para el agua de boca ya se han utilizado con anterioridad, y se pueden mejorar con tecnología actual (materiales que son inocuos y resistentes a la higienización con vapor de agua):

- Cisternas para el transporte de agua de alta calidad.
- Depósitos enterrados, con tabiques de separación para permitir su frecuente limpieza.
- Sistemas de garrafas o bidones recuperables.

La centenaria propuesta de la doble conducción supone una alternativa poco adaptable a los abastecimientos actuales, y no asegura la inocuidad del agua circulante.

Conclusión

La bebida habitual de agua de los actuales abastecimientos supone riesgos para la salud que se pueden evitar cuando se supere el paradigma actual (abastecimientos por tuberías, de aguas de alta calidad, en gran cantidad, para usos indiscriminados). El necesario cambio de mentalidad debe orientarse hacia abastecimientos diversificados de aguas, contemplando al agua de bebida como un alimento. La coexistencia de diversos sistemas de abastecimiento de aguas permite adecuar la calidad a los usos, racionalizar los costes, y minimizar los riesgos sanitarios.

Referencias bibliográficas

- Alleman, JE y Mossman, BT* (1997) **Reconsideración del amianto** (Investigación y Ciencia, 252: 56-62)
- Arrojo, Pedro* (1998) **La gestión del agua en California**. Ed. Bazeak
- Berr, Claudine* (1998) **"Alzheimer, la enfermedad del siglo"** (Mundo Científico; 186: 59)
- (*Boletín Epidemiológico Semanal*) (1996) **"Informe preliminar del brote de neumonía por Legionella en Alcalá de Henares"** (Ministerio de Sanidad y Consumo, n. 16: 129/136)
- Bull RJ et al* (1995) **"Water chlorination: essential process or cancer hazard?"** (Fundam Appl Toxicol, 28: 155-166)
- García-Villanova, Rafael* (1990) **"Dudas sobre la seguridad del agua clorada"** (El País, 9 de mayo de 1990, Futuro, pg 4)
- Du Molin GC, Stottmeiner KD* (1986) **ASM News** (página 525)
- Mac Kenzie y otros 10 autores* (1994) **A massive outbreak in Milwaukee of Cryptosporidium infection transmitted through the public water supply** (N Engl J Med; 331: 161-7)
- Ministerio de Sanidad y Consumo* (1996) **Seminario sobre Microbiología de aguas de abastecimiento** (noviembre de 1996. en Revista Española de Salud Pública 1997; 71: 205-207)
- Miralles F y tres autores* (1995) **"Control de protozoos en aguas de consumo humano"** (Tecnología del agua, 1995, 145: 19-26)
- Premazzi G.* (1989) **Cientific Assessment of EC standards for drinking water quality** (Cap. 3: Philosophical basis for the determination of the control level (standards). Commission of the European Communities, 1989)

Rodriguez Hernández, J. y tres autores más (1994) "**Cryptosporidium oocysts in water for human consumption**" (Eur J Epidemiol 1994; 10:215-218)

Schramm, Engelbel y Kluge, Thomas (1993) "**La crisis del Agua en Alemania**" (Ecología Política (1993), 6: 111-119)

Suros, Juan (1968) **Patología y Clínica Médicas** (Tomo VI: Intoxicaciones, pg 1065; Barcelona) , 1968.

Fecha de referencia: 5-11-1999

1: Ponencia presentada en el Congreso Ibérico de Gestión de Aguas. Universidad de Zaragoza. Septiembre de 1998.

Boletín CF+S > 11 -- Especial: EL AGUA Y LA CIUDAD > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/ajmar.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X