

## AGUAS DE ABASTECIMIENTO URBANO Y SALUD

Margarita ROMERO MARTÍN\*, Josefina SAN MARTÍN BACAICOA\*\*

\* Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública

\*\* Departamento de Hidrología Médica  
Universidad Complutense de Madrid

Recientemente, la Organización Meteorológica Mundial, al analizar el problema de las reservas de agua dulce en nuestro planeta, advertía que los servicios hidrológicos e hidrometeorológicos de cada nación, deben hacer frente al desafío, cada vez mayor, que representa **la demanda creciente** de agua dulce y potable por parte de la población.

Asimismo la Organización Mundial de la Salud informa que existe una **relación directa entre los problemas de abastecimiento** y el **nivel de salud** de la comunidad, relacionándose con estos problemas hasta un 80% de la morbilidad de algunas zonas del mundo.

Junto a lo anterior, debemos considerar también el permanente **riesgo de contaminación** de las **aguas superficiales** y **subterráneas**, todo lo cual puede comprometer seriamente un abastecimiento hídrico suficiente y saludable de las ciudades.

La Ley de Aguas de 1985, señala que el agua es un recurso natural escaso, indispensable para la vida y para el ejercicio de la inmensa mayoría de las actividades económicas; la escasez depende de que solamente el -2,59%- del volumen total del agua del planeta es potable, presentándose, en forma de hielo más del 99% de dicha cantidad. Se calcula, en su cielo natural, que de los 500.000 km<sup>3</sup> de agua que se evaporan cada año, a partir sobre todo de los Océanos, menos de una centésima parte es la que se precipita sobre los continentes siendo así utilizable.

La dependencia que del agua tenemos todos los seres vivos determina la condición de "rivalidad", en el sentido de competir por su uso y disfrute, derivada de la difícil relación que se establecía entre los pueblos que vivían en las riberas opuestas de un río.

Antes de pasar a justificar, desde el punto de vista sanitario el Real Decreto que rige actualmente en nuestro país, el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público, veamos, por su interés histórico y en síntesis, la evolución del abastecimiento hídrico saludable.

En épocas remotas, la humanidad se desplazaba buscando y siguiendo el curso de los ríos pues en ellos resolvían sus necesidades hídricas y alimentarias, tanto por la pesca como por la caza de animales que también acudían al agua.

Más tarde, los asentamientos se decidían, asimismo en torno a los ríos, aunque el hallazgo de una fuente manantial en un lugar alto determinaba incluso, una mudanza debido a la menor vulnerabilidad de esa otra localización. El descubrimiento de estas fuentes permitió además la observación de efectos terapéuticos relacionados con la naturaleza minero-medicinal de algunas de ellas que en ese caso, se seleccionaban no para abastecimiento, sino para función de sanatorio, lo que permitió entre otras realidades el desarrollo, por ejemplo, de la medicina hipocrática, precursora de las actuales curas balnearias.

La construcción de pozos era la alternativa en las zonas secas, dando cuenta la Biblia de su remota existencia, en el área mediterránea.

Es bien conocido, cómo la civilización romana construyó excelentes depósitos y conducciones para abastecimiento, no limitándose como otros pueblos a depender de lagunas naturales, e hicieron gala de una notable posición higiénica frente a las aguas para consumo y residuales.

Los pueblos europeos, en particular los germanos, utilizaron canalizaciones de barro y madera, a diferencia del plomo que usaban los romanos, no utilizándose a nivel general, hasta el siglo XVII, tuberías de hierro y muchísimo más tarde de latón y cobre. El perfeccionamiento de los recursos para salvar desniveles como el Rosario Hidráulico, el Tornillo de Arquímedes y las bombas aspirantes e impelentes determinaron que el abastecimiento regular fuera una exigencia natural en el medio urbano.

Por si todo lo anterior corresponde a la evolución del servicio de agua, como tal servicio, frente a su creciente demanda de la sociedad, pronto se puso de manifiesto que relacionado con el lugar explosiones holomínticas de enfermedades de transmisión hídrica que antes de este servicio comunitario sólo se presentaban en pequeños grupos en función de un aprovisionamiento particular desafortunado, capaz de determinar brotes habitualmente reducidos.

Fue en el transcurso del siglo XIX cuando el abastecimiento incluyó medidas encaminadas a reducir, o mejor eliminar esta amenaza, siendo las pandemias de cólera, sobre todo, quien lo determinó. En efecto, en 1817 la enfermedad afectó desde la India a un gran número de países asiáticos, invadiendo Europa en 1827 y llegando a España en 1833.

La alta mortalidad del proceso y la oportuna asociación, que muy pronto se postuló, entre ella y el agua, determinó que en 1829 se estableciera ya "el primer filtro hídrico" en Londres, que entre 1856 y 57 se ensayara "la filtración a gran escala en Berlín", que en 1905 se publicaran los "métodos estándar de análisis de agua de la Asociación Americana de Salud Pública" y que entre 1908 y 10 se aceptara la cloración del agua de bebida, cuya utilidad se confirmó en 1912 al facilitar el control de un brote recurrente de tifoideas en Nueva York.

En 1914 los estándares de agua potable en E.E.U.U. especificaban las exigencias de calidad bacteriológica, y en 1925 incluyeron las exigencias de calidad frente a contaminantes químicos que se ampliaron en 1946, 1962 y en otros momentos posteriores hasta llegar a la actualidad.

Muchos países estuvieron atentos a esta evolución americana, asimilándola para su propio beneficio, es el caso de España que por medio del Cuerpo de Sanidad Nacional, primero, y con los servicios de Salud Pública del Sistema Nacional de Salud después, ha conseguido junto a las excelentes realizaciones de su Ingeniería Sanitaria controlar y prevenir los problemas de salud relacionados con el consumo de agua de abastecimiento.

El Real Decreto 1138/1990 de 14 de Septiembre por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público, tiene en cuenta la directiva 80/778/CEE de 15 de Julio, actualizando así lo dispuesto en el anterior Real Decreto 1423/1982 de 18 de Junio, en este sentido.

Su contenido está sobradamente justificado en orden a la protección de la salud de la comunidad ya que al agua de consumo pueden llegar distintos contaminantes que a nivel general podemos clasificar como sigue y cuya ingestión puede comprometer seriamente la salud:

- Sustancias biodegradables.
  - Sustancias No biodegradables.
  - Sustancias químicas inorgánicas y minerales.
  - Agentes patógenos (contaminación biótica).
  - Calor y radioactividad.
  - Sedimentos.
- 1.- Las sustancias biodegradables son aquellas que se oxidan fácilmente mediante la acción microbiana en presencia de oxígeno, en su mayoría son sustancias orgánicas provenientes del vertido de aguas residuales, industrias alimentarias, mataderos, papeleras, fábricas de curtidos, etc, cuya presencia aumentará notablemente la D.B.O. restándole calidad al agua.
  - 2.- Las sustancias no biodegradables son, en su mayoría, compuestos químicos sintéticos como los plásticos, fibras, pesticidas; y también sustancias naturales con tiempos de degradación largos que se movilizan en una proporción muy superior a la que corresponde a sus ciclos biogeológicos como ocurre con los metales pesados determinando en el agua una alta toxicidad.
  - 3.- Las sustancias químicas inorgánicas y minerales procedentes como las anteriores, de las actividades humanas, son capaces de alterar el equilibrio ácido-base del agua, a partir, por ejemplo, de la lluvia ácida y del drenaje de las minas, convirtiendo el agua en corrosiva lo que acarrea alteraciones en la vida acuática y daño en las cosechas.
- Los cambios en el grado de salinidad propios del agua por causa de efluentes industriales, industrias químicas y metalurgia, o por arrastre de la sal marina que se emplea para luchar contra el hielo en invierno, lleva consigo un efecto de eutrofización, el

cual consiste en el crecimiento excesivo de las plantas acuáticas, y asimismo de la proliferación desmedida de algas debido a la abundancia de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno que aquellas aportan. La eutrofización ocasiona problemas mecánicos en los embalses y cauces del agua, y afecta asimismo los procesos de depuración del agua para consumo.

4.- Los agentes patógenos constituyen la contaminación biótica. Por su naturaleza pueden agruparse como sigue:

VIRUS	BACTERIAS	HONGOS	PROTOZOOS	HELMINTOS
- Hepatitis Infec. A	- Salmonellas: Tífica, Paratífica	- Candidas	- D. Amebiana	- Ascaris L.
- Poliomielitis	- Shigellas		- G. Lamblia	- Tricocefalosis
- Conjuntivitis de las piscinas	- V. Cholerae - Leptospiras - E. Coli - Brucelas	- B. Coli - Meningo Enc. Amebiana	- Anquilostomiasis	

De todos es bien conocido que los virus ofrecen una notable dificultad para ser combatidos, apesar, y por ello, de su condición parasitaria intracelular y de su aparente vulnerabilidad. Cuando están presentes en las aguas en concentraciones infectantes, condicionan epidemias holomianticas debido a que en gran parte son resistentes al cloro (caso de la Hepatitis A y B) que necesitarían que se multiplicara por 10 el nivel de cloro libre residual en el agua, para conseguirse la desinfección.

Las bacterias, a diferencia de lo anterior, son bien combatidas con los niveles de 0,2 a 0,4 p.p.m. de cloro libre residual en el agua. No obstante, pequeñas alteraciones en las redes de abastecimiento o fallos en la cloración, determinarán brotes o procesos holomianticos de gran importancia, sobre todo en el caso de los procesos tifoídicos y de cólera.

Los grupos de hongos, protozoos y helmintos condicionarán también, patologías de considerable importancia, particularmente las amebas que pueden ocasionar disentería; y según sus clases, cuadros de meningoencefalitis cuando su vía de penetración no es digestiva sino transnasal, como es el caso de la patología dependiente del grupo de las Naeglerias, que podemos ver en aguas embalsadas. Por otra parte, todos estos agentes son resistentes al cloro, con lo cual es imprescindible intensificar las medidas de filtración si queremos prevenir las enfermedades que pueden ocasionar a través del agua.

5.-El calor y la radioactividad corresponden a la contaminación física. El primero proviene muchas veces de la refrigeración de determinados procesos industriales. La liberación al medio de este agua con una temperatura impropia afecta a los ecosistemas acuáticos, ya que:

- . Disminuye la cantidad de O<sub>2</sub> disuelto en ella,
- . Aumenta la velocidad de las reacciones químicas,
- . Estimula de manera falsa la flora y fauna del agua alterando sus ciclos,

ocasionándose con todo ello una alteración de la calidad del agua.

Por su parte, la radioactividad proveniente de los Radionúclidos naturales y los que se concentran en la minería o se manejan en fábricas de armamento, centrales nucleares o asistencia clínica, contaminan el agua que resulta así, altamente peligrosa para todos los seres vivos, dependiendo sus efectos de la dosis contaminante y de la capacidad de reacción del organismo que se trate. En el agua no deben superar 1 pCi/m<sup>3</sup>:

-  $\alpha \rightarrow 0,1 \text{ Bq/l}$

-  $\beta \rightarrow 1 \text{ Bq/l}$

6- Los sedimentos son, en gran parte, de origen natural y provienen del arrastre, la desertización por la tala, incendios u otras causas, así como la actividad agrícola, minera y de construcción, favorecen el aumento de las materias en suspensión sedimentables que llevan las aguas, todo lo cual ocasiona problemas mecánicos por atarramiento de embalses, puertos y canales, así como alteración de la vida acuática por el enturbamiento del agua y la reducción de la penetración luminosa en la misma, contribuyendo así a una alteración de la calidad del agua.

### Componentes no deseables

De entre los componentes que la legislación nombra como no deseables, destacamos y describimos por su trascendencia, los nitratos así como los componentes tóxicos.

En efecto, por lo general, el contenido en nitratos de las aguas de abastecimiento urbano suele ser poco elevado, pero si procede de pozos, sí pueden estar presentes debido a la nitrificación del nitrógeno orgánico, de la disolución de los terrenos que los contiene, de los abonos a ellos aportados o de las aguas residuales de colectividades, de ciertas industrias o de las ganaderías. También provienen del óxido de nitrógeno y del amoníaco de la atmósfera.

Los nitratos contribuyen a la eutrofización pero durante el verano al bajar el oxígeno del agua, actúa como donante y evita la anaerobiasis.

Los nitratos, al ser aportados a los niños pequeños con poca acidez gástrica, desarrollan en su estómago, bacterias reductoras capaces de transformar los nitratos en nitritos, que pasan a la circulación general y son responsables de la formación de metahemoglobinemia que baja la fijación del oxígeno a las hemáties, dando lugar a asfixia tisular.

En los adultos, al no existir hemoglobina fetal, los nitratos no parecen una amenaza si no es para la vía de que muchos alimentos que los contienen si se contaminan con germenes reductores, aunque estén refrigerados, pueden transformar los nitratos a nitritos, los cuales unidos a las aminas 2<sup>arias</sup> y 3<sup>arias</sup> de los alimentos, forman nitrosaminas claramente relacionadas con cánceres de adultos.

Por todo ello, no se deberán superar las 50 mg en niños aunque en adultos se podría tolerar mayor margen.

## Componentes tóxicos

**Arsénico.** Es un elemento muy repartido en la biosfera lo contienen las rocas ígneas, los fosfatos naturales, los carbones y piritas. También abunda en el agua del mar, abonos e insecticidas. Se presenta en forma trivalente y pentavalente (menos tóxica). Del agua va a las plantas donde se acumula y así como en la carne de los animales que las consumen.

Las personas expuestas a una ingesta superior a 50 mg/l de agua, pueden presentar serios problemas de salud. Tal y como ha ocurrido en determinadas comunidades de Taiwan, Méjico, Argentina, entre otros, donde se ha descrito un cuadro de Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (H.A.C.R.E.) que se expresa con problemas cutáneos, melanodermia, cánceres y problemas renales.

**Cadmio.** Este elemento se asocia al aire y se utiliza para los revestimientos electro-líticos de los metales, abrasivos, acumuladores, fábricas de pinturas y plásticos, industria atómica (desacelerador de neutrones). No suele alcanzar grandes concentraciones en el agua debido a su poca solubilidad en pH neutro. Los elementos de la galvanoplastia o la disolución de conducciones u objetos galvanizados, pueden también aportarlo al agua. La ingesta con una proporción superior a 5 mg/l da lugar a una acumulación en el córtex renal en forma de metalotioneina que dará lugar a trastornos renales, alteraciones óseas e hipertensión.

Últimamente parece asociarse también la intoxicación por cadmio a un Síndrome descrito en Japón con el nombre de "Itai-Itai" que se caracteriza por notable descalcificación ósea, proteinuria y glucosuria.

Su presencia en el agua no parece asociarse con alteraciones de ese ecosistema (1 mg/l) pero puede acumularse en moluscos y peces si se supera ese nivel, generándose así otra vía por medio de estos alimentos, de intoxicación para la especie humana.

**Cromo.** Este elemento en estado puro se emplea muy poco en la industria, salvo en la fabricación de aceros especiales.

Sin embargo, sus derivados son muy utilizados, así los bicromatos son los que más se emplean. En el agua puede estar presente a partir de las fábricas de curtido de pieles al cromo, o porque se añade como anticorrosivo al agua de refrigeración con la que se puede contaminar la potable al romperse los circuitos.

La forma hexavalente es muy tóxica, dando lugar a hepato y nefropatías e incluso a cánceres. Sin embargo el cromo trivalente junto al Ácido Nicotínico y a aminoácidos de la dieta, forman el GTF (Glucose Tolerance Factor) que potencia la insulina y por otra parte protegiendo de la diabetes y parece que también de aterosclerosis.

**Cianuros.** Las aguas naturales no los contienen. En realidad proceden de las industrias de cianuración y galvanoplastia y también del lavado de los gases de las altas hornos y de las cokerías. Una dosis de 10 mg/día prácticamente no afecta a la especie humana siendo transformado en tiocinatos poco tóxicos. Todo lo contrario ocurre, sin embargo, si se supera ese nivel.

**Níquel.** Este metal se usa en numerosas aleaciones por sus características de dureza, a excepción del carbonilo de Níquel, sus sales son poco tóxicas. En el agua procede de la contaminación industrial y se suele asociar al cianuro, mercurio y arsénico.

**Mercurio.** El mercurio y sus derivados no abundan en la Naturaleza. Su presencia en el agua proviene del vertido de determinadas industrias de pinturas, instrumentos de medida, fabricación de cloro y sosa y el arrastre de ciertos fungicidas que lo contienen.

Por otra parte, por evaporación y erosión se calcula que al año se desprende de la corteza terrestre alrededor de 10 toneladas de mercurio que la lluvia precipitará de nuevo a los océanos y continentes, contaminando las aguas.

La intoxicación por compuestos orgánicos del mercurio a través de la cadena alimentaria al estar contaminadas las aguas de la Bahía de Minamata en Japón.

La dosis máxima tolerable en el agua es de 1 mg/l ya que tiene una alta toxicidad determinando la instauración progresiva de una sintomatología variada que se expresa con signos como: sialorrea, estomatitis, gusto metálico, gingivitis, tinte grisáceo en dientes, rodete gingival, calambres, temblor intencional. Por todo ello se controla la presencia del mercurio en el agua de abastecimiento.

**Plomo.** Es un metal ampliamente difundido en la naturaleza, particularmente en la corteza terrestre en forma de carbonatos, fosfatos y sobre todo sulfuros (galena). Así lo vemos en el agua también procedente de la industria y por las conducciones de plomo y vidriado de las vasijas. Hay que contar con que las aguas que contienen sulfatos y carbonatos alcalinotérreos, precipitan en las cañerías revistiéndolas e impidiendo el paso del plomo al agua, pero si ésta es ácida el revestimiento no se da, determinándose la contaminación desde la cañería. En la actualidad el plomo se emplea como estabilizante de las conducciones de plástico de donde puede desprenderse también, aunque en menor proporción, y pasar al agua. La intoxicación debida a la ingesta de agua contaminada, se va a expresar con cólico entérico y constipación, así como náuseas y vómitos. Hay también afectación hematológica y hepática, mostrándose palidez y pigmentaciones mucosas, cuando la exposición es crónica. En el caso de los niños puede aparecer encefalopatía saturnina y fijaciones óseas, por lo que a pesar de que el 90% del plomo ingerido acaba eliminándose a través de heces y orina, la legislación está reduciendo el límite de tolerancia en estas últimas fechas.

**Aluminio.** Es un metal ampliamente difundido en la naturaleza, hoy muy utilizado en la industria y por este motivo, contaminar el agua, en el que debería estar lo más próximo posible al límite inferior del intervalo 50 a 200 mg/l, o incluso menos, pues si bien durante años se ha dudado de su toxicidad, hoy determinados estudios la ponen claramente de manifiesto, asociándola entre otras, a procesos degenerativos del Sistema Nervioso precoces. Al absorberse por vía digestiva penetra al medio interno y puede observarse en el interior de distintas células del tejido nervioso, renal, hepático y miocárdico, así como en el interior de los macrófagos. En todos se observa en forma de gránulos relacionados con los lisosomas formando vesículas esféricas separadas del citoplasma por una membrana de 5 nm de espesor. Esta intoxicación se acompaña a veces de depósitos lisosomales, no sólo de aluminio sino también de fósforo y hierro.

**Antimonio.** Se obtiene de la Estibina y se comporta de manera muy parecida al arsénico aunque es menos tóxico. Se elimina por vía digestiva y renal, en menor nivel el trivalente que el pentavalente, siendo 0,1 mg/l su límite en el agua de bebida.

**Selenio.** Es un metaloide muy difundido en la naturaleza y se emplea en vidriería, tratamiento textil, metalurgia y fabricación de células fotoeléctricas.

Aunque no es muy soluble puede estar en el agua a partir de los vertidos, ocasionando caries dental y trastornos digestivos, así como pulmonares, nerviosos y cutáneos. Parece ser antagonista del cadmio y del arsénico. En los vegetales se acumula y puede intoxicar al ganado dando lo que se llama "Alkali Disease" que se caracteriza por un ataque a la queratina, -uñas y pelo- pudiéndose llegar a una parálisis mortal. Su toxicidad radica en el desplazamiento de la metionina, en la fisiología de las faneras.

**Pesticidas.** En forma de insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, nematocidas, rodenticidas, etc., son los productos empleados en la lucha contra insectos y parásitos, de plantas y animales. Para la especie humana también se utilizan en concentraciones adecuadas contra artrópodos vectores de distintas enfermedades.

Al agua, estos pesticidas llegan por arrastre desde los campos con las lluvias y si su concentración en ella excede la tolerable según la legislación, su ingesta ocasionará un progresivo almacenamiento en la grasa orgánica que se está asociando con un efecto cancerígeno a largo plazo. La intoxicación aguda es mortal por predominio vagal e imposibilidad de su metabolismo por el hígado.

**Los hidrocarburos policíclicos aromáticos.** Estos contaminantes alcanzan el agua, no sólo por vertidos descontrolados, sino también por lavado de la atmósfera con la lluvia donde están presentes a partir de las combustiones de los vehículos a motor. Es preciso asegurar que no excedan de los límites que permite la legislación, pues muchos de ellos se asocian también con un efecto cancerígeno, como es el caso del 3-4 benzopireno y el 3-4 fluoranteno, entre otros.

Todos los contaminantes vistos, si superan los niveles tolerables permitidos por las leyes o revisados por la legislación en tanto aquellas los incluyen, deben ser corregidos, por medio de la oportuna potabilización de las aguas de abastecimiento, proceso que es cada vez más costoso y por lo que se debe extremar la prevención del vertido incontrolado y de la contaminación general para que las aguas presenten la adecuada calidad. En este sentido, es muy deseable que el abastecimiento fuera de aguas subterráneas, al menos en los medios desarrollados, donde dicho control no es fácil. El caudal de estas aguas subterráneas es, muchas veces, de difícil acceso y limitado, por lo que deberían reservarse sólo para su consumo en bebida.

En síntesis, las características organolépticas y físico-químicas del agua que se abastece a las comunidades, se debe atener igualmente a lo previsto en el Real Decreto publicado en el B.O.E. de 20 de Septiembre de 1990, pues con estas características están incluidos elementos, muchos de ellos imprescindibles para la vida, y otros que pudiendo estar presentes no deben superar los límites publicados, tal y como se ha hecho con los componentes no deseables y los tóxicos. La cloración sistemática, por su parte, juega

un papel determinante en la prevención de las enfermedades de transmisión hídrica, habiéndose comprobado la reducción de las mismas desde que se emplea.

Para que las aguas abastecidas sean bien aceptadas por la población, es imprescindible que se vigilen las exigencias de color, turbidez, olor, sabor, dureza y oxígeno disuelto, como principales parámetros, pues con ello se evita que la población busque para su consumo, otras aguas no controladas.

Las aguas envasadas, en sus modalidades de Aguas Minerales Naturales, Aguas de Manantial, Aguas Potables preparadas y Aguas Potables envasadas coyunturalmente, se pueden considerar un capítulo especial del abastecimiento de las comunidades. Están reguladas por normativa específica, concretamente el Real Decreto 1164/1991 que incluye la Directiva 80/777/C.E.E. La aplicación de este Decreto extrema la exigencia, especialmente en el caso de las denominadas Minerales Naturales, por encima de la de la Normativa de aguas potables de consumo público, coincidiendo con ellas únicamente en lo que se refiere a aspectos de contaminación física, físico-química, química o microbiológica. Esta última exigencia debe extermarse siempre en cualquier tipo de agua, tanto envasada para bebida como para cuando se emplea por otras vías como agente terapéutico, tal es el caso de las minero-medicinales para balneación o consumo al pie de su emergencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMIJO VALENZUELA, M., SAN MARTÍN BACAICOA, J. y cols. Curas balnearias Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia Madrid 1994
- CANTOR, KP. Drinking water and cancer *Cancer Causes Control*, 8 (3): 292-308, Mayo 1997
- DYCHDALA G.R.; Chlorine and chlorine compounds. En Seymon, S.B. (dir.); *Desinfectio sterilization and preservation*. 2ª de. Lea and Febiger, Filadelfia, 1977.
- GÓMEZ ARROYO S. ARMIENTA MA, CORTÉS ESLAVA J. VILLALOBOS PIETRINI Sister chromatid exchanges in *Vicia faba* induced by arsenic contaminated drinking water from Zimapan, Hidalgo, México. *Mutat Res.* 394 (1-3): 1-7. 1997.
- LEMLY AD. Environmental implications of excessive selenium: a review *Biomed Environ Sci.* 10 (4): 415-35, 1997.
- LIN TH, HUANG UL. WANG MY. Arsenic species in drinking water, hair, fingernails, and urine of patients with blackfoot disease. *J Toxicol Environ Health.* 53 (2): 85-93, 1998.
- MINISTERIO DE RELACIONES CON LAS CORTES Y DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO: Real Decreto 1138/1990, de 14 de Septiembre, por el que se aprueba Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público. Normativa Comunitaria 80/778/CEE.
- MINISTERIO DE RELACIONES CON LAS CORTES Y DE LA SECRETARÍA DE GOBIERNO: Real Decreto 1164/1991 de 24 de Julio por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasada Normativa Comunitaria 80/778/CEE
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO; Resolución de 23 de abril de la subsecretaría por la que se aprueba la lista de aditivos y coadyuvantes tecnológicos autorizados para tratamientos de las aguas potables de consumo público. BOE de 9 de mayo de 1984.
- OMS. Directives de qualité pour l'eau de boisson, vol. 1. Ginebra, 1985
- PAZ MAROTO J. Y PAZ CASAÑÉ J.Mª. Abastecimiento e Depuración de Agua Potable. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Caudales y Puertos. Madrid 1969.
- VODELA JK, LENZ SD, RENDEN JA, MCELHENNEY WH, KEMPPAINEN BW. Drink water contaminants (arsenic, cadmium, lead, benzene, and trichloroethylene). Effects of reproductive performance, egg quality, and embryo toxicity in broiler breeders *Poult Sci.* 76 (14): 1493-500. 1997.
- WUNG-SS, TAN-KC, GOH-CL. Cutaneous manifestations of chronic arsenicism: review of seventeen cases. *J. Am. Acad. Dermatol.* 38 (2 pt 1): 179-85. 1988.
- ZHANG JD, LI S. Cancer mortality in a Chinese population exposed to hexavalent chromium in water *J Occup Environ Med.* 39 (4): 315-9, 1997.