

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Arsénico

### Fuentes

El arsénico puede presentarse en forma natural en aguas subterráneas y en ciertas aguas superficiales. Se trata de uno de los problemas químicos más graves que padecen los países en desarrollo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el arsénico es una de las sustancias químicas más preocupantes en materia de salud y debe dársele una prioridad alta en el análisis de fuentes de agua de consumo (OMS, 2011; OMS, 2012).

Es posible encontrar niveles elevados de arsénico de ocurrencia natural en las aguas profundas de más de 70 países, entre ellos: India, Nepal, Bangladés, Indonesia, Camboya, Vietnam, Laos, México, Nicaragua, El Salvador y Brasil. Se estima que solo en Asia Meridional 60 a 100 millones de personas se ven afectadas por niveles inseguros de arsénico en el agua de consumo. Bangladés es el país más afectado, donde 36 a 60 millones de los 130 millones de habitantes están expuestos al agua contaminada con arsénico. Es posible que se encuentre arsénico en otros lugares ya que se continúan realizando análisis de la calidad del agua.

### Posibles efectos sobre la salud

El arsénico es venenoso, entonces si las personas toman agua o comen alimentos contaminados con arsénico por muchos años, desarrollan problemas de salud crónicos llamados arsenicosis.

La melanosis es el primer síntoma de consumir agua contaminada con arsénico durante años. La melanosis se presenta como manchas oscuras o claras en la piel de las personas, a menudo en el pecho, espalda o en las palmas de las manos. El próximo paso son los bultos que se endurecen en la piel de las palmas de las manos y pies, llamados keratosis. Tomar gran cantidad de arsénico durante un largo tiempo podría causar cáncer en los pulmones, vejiga, riñones, piel, hígado y la próstata. El arsénico también puede causar enfermedades vasculares, problemas neurológicos y defectos de desarrollo en los niños.

La arsenicosis puede ser revertida parcialmente y tratada en las etapas iniciales asegurándose que la gente deje de tomar agua contaminada con arsénico y mejorando su nutrición. Al momento no hay una cura efectiva para el envenenamiento por arsénico. La única prevención es tomar agua que tenga niveles seguros de arsénico.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2006), el costo humano proyectado para los próximos 50 años incluye 300.000 muertes por cáncer y 2,5 millones de casos de intoxicación con arsénico.

### Valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud

Resulta difícil medir los niveles de arsénico entre 1-10 µg/l y reducir su concentración a niveles inferiores a 10 µg/l es también difícil en muchos casos. Dadas las dificultades prácticas para analizar y eliminar el arsénico, la OMS (2011) recomienda que el agua de consumo tenga una concentración de arsénico a 10 µg/l (10 µg/l es lo mismo que 0,01 mg/l, 0,01 ppm o 10 ppmm).

**Valor de referencia de la OMS para arsénico en el agua potable < 10 µg/L**

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Arsénico

Muchos países tienen estándares propios mucho menos estrictos que los valores de referencia de la OMS y oscilan entre 25 mg/l y 50 µg/l (25-50 ppm). Muchos países del Sudeste Asiático que tienen problemas con el arsénico han adoptado de forma temporal un estándar de 50 µg/l debido a la dificultad de analizar con precisión hasta niveles de 10 µg/l y tratar el agua para llegar a esos niveles.

### Métodos para el análisis de la calidad del agua

Es difícil analizar la presencia de arsénico en el agua de consumo, en particular en niveles de µg/l. No hay tiras reactivas o kits de campo con comparadores de color disponibles que sean simples. Analizar la presencia de arsénico solía ser posible solo en un laboratorio. Sin embargo, como resultado del descubrimiento de contaminación significativa con arsénico de las aguas subterráneas en Asia y otros lugares, hoy en día hay diversos kits portátiles de análisis. Todos esos kits se basan en el método Gutzeit, que consta de varias etapas (UNICEF, 2008).

La mayoría de los kits portátiles de análisis disponibles comercialmente por lo general traen tablas de referencia de color y tienen límites de detección en torno de 10 µg/l. Sin embargo, las evaluaciones han mostrado que los resultados son semicuantitativos en el mejor de los casos, en particular en los niveles más bajos (<100 µg/l). Estos equipos sirven más para mostrar si el resultado es positivo o negativo, tomando como valor de referencia 50 µg/l, que es el estándar para el agua de consumo en muchos países. En ese nivel, la mayoría de las muestras que tienen entre 50-99 µg/l de arsénico se identifican como positivas y casi todas las muestras que tienen 100 µg/l o más dan resultados positivos, aunque el resultado cuantitativo podría ser incorrecto (UNICEF, 2008).

Sin embargo, en los últimos años los fabricantes de los kits portátiles de análisis han modificado sus diseños para intentar disminuir el límite de detección del arsénico. Es probable que los kits más nuevos aún no sean capaces de cuantificar de manera confiable los niveles de arsénico tan bajos, pero deberían tener tasas más bajas cuando usados en formato positivo/negativo (UNICEF, 2008).

La información sobre kits de análisis portátiles disponibles en el mercado se proporcionan en las hojas de producto para el análisis de calidad del agua de consumo de CAWST.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

Una forma de abordar el problema del fluoruro en el agua subterránea es encontrar una fuente diferente de agua de consumo, como el agua de lluvia o el agua superficial. Algunas personas captan y almacenan el agua de lluvia y la usan para beber y cocinar, en lugar de usar agua subterránea contaminada con arsénico. Si las personas cambian a una fuente de agua superficial, es probable que necesiten tratar el agua para eliminar la turbidez y los agentes patógenos.

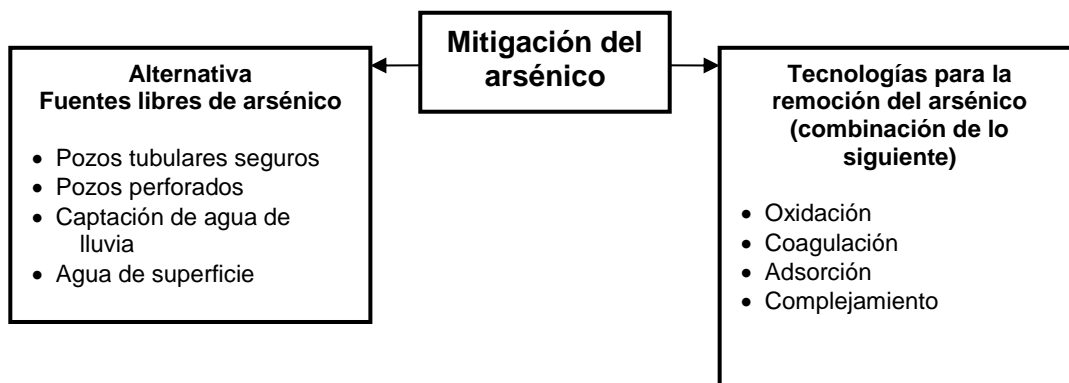
Si las personas no pueden cambiar a una fuente de agua que no contenga arsénico, hay diversas opciones de tratamiento del agua a nivel domiciliario para eliminar el arsénico presente en el agua. Cada opción tiene ventajas y limitaciones. Muchas de estas tecnologías se utilizan en Bangladesh donde el problema del arsénico se ha extendido. Vea las fichas técnicas de CAWST sobre el tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación de arsénico para más información sobre las diferentes tecnologías.

La imagen abajo muestra las distintas opciones para la mitigación del arsénico en el agua de consumo.



# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Arsénico



### Bibliografía

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2006). Human Development Report 2006: Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis. Nueva York, EE. UU. Disponible en: <http://hdr.undp.org/en/media/HDR06-complete.pdf>

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en: [www.unicef.org/wash/files/WQ\\_Handbook\\_final\\_signed\\_16\\_April\\_2008.pdf](http://www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2012/rapid\\_assessment/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html)

---

CAWST (El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) / Correo electrónico: [resources@cawst.org](mailto:resources@cawst.org)  
*Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial*  
Última actualización: octubre de 2013

---

El contenido de este documento es de contenido abierto. Usted es libre de:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Cloro

### Fuentes

El cloro se produce en grandes cantidades y se utiliza mucho en el ámbito industrial y doméstico como un importante desinfectante y como lejía. En particular, es la sustancia química desinfectante más utilizada en el tratamiento de agua de consumo y se usa mucho la desinfección de piscinas.

El cloro se usa ampliamente para desinfectar el agua de consumo, como la etapa final del proceso de tratamiento. La desinfección química con cloro tiene las ventajas de ser relativamente rápida, simple y de bajo costo. También permite que una cantidad residual de cloro permanezca en el agua para proporcionar cierta protección contra la contaminación subsecuente.

Existen tres posibilidades cuando añadimos cloro al agua:

1. Que una parte del cloro reaccione con la materia orgánica y los agentes patógenos y los elimine. Esta parte del cloro añadido es para ser consumido.
2. Que parte del cloro reaccione con otra materia orgánica y forme nuevos compuestos de cloro. A esta parte se la llama cloro combinado.
3. Que el exceso de cloro que no se consume ni se combina permanezca en el agua, se conoce como cloro residual libre (CRL).

El objetivo de la cloración es añadir suficiente cloro para dejar 0,2-0,5 mg/L de CRL después de media hora de tiempo de contacto. Los factores que influyen en la efectividad del cloro como desinfectante son la concentración, el tiempo de contacto, el pH, la temperatura y la presencia de materia orgánica en el agua. Todos estos factores pueden variar día a día y en diferentes estaciones.

### Posibles efectos sobre la salud

Se desconoce que el agua de consumo con altas concentraciones de cloro cause efectos adversos específicos en la salud. Sin embargo, el cloro puede conferirle un sabor y un olor distinto al agua, lo cual podría hacer que las personas no la usen y elijan en cambio otra fuente de agua, posiblemente contaminada. Con frecuencia, las personas se quejan del sabor y olor fuerte cuando la concentración de CRL es de entre 0,6-1,0 mg/L (UNICEF, 2008).

### Valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud

No hay efectos adversos específicos en la salud causados por la exposición al cloro libre, pero la Organización Mundial de la Salud (OMS) propone un valor de referencia conservador de 5 mg/L, que es muy superior al umbral de sabor y olor (OMS, 2011). La mayoría de las personas puede sentir el olor o el sabor del cloro en el agua de consumo en concentraciones muy por debajo de 5 mg/L y algunas a niveles tan bajos como 0,3 mg/L.

Para lograr una desinfección efectiva, debería haber una concentración residual de cloro libre de  $\geq 0,5$  mg/L después de al menos 30 minutos de tiempo de contacto a pH  $< 8,0$ . Se debe mantener un residuo de cloro a través del sistema de distribución. En el momento de la entrega, la concentración residual mínima de cloro libre debería ser de 0,2 mg/L (OMS, 2011).

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Cloro

Valor de referencia de la OMS para el cloro en el agua de consumo < 5 mg/L

### Métodos para el análisis de la calidad del agua

Los análisis en el lugar son esenciales para medir el CRL ya que la concentración puede cambiar rápidamente durante el transporte y el almacenamiento (OMS, 2011). Hay fotómetros digitales portátiles disponibles de diversos fabricantes comerciales. Estos pueden proporcionar mediciones confiables y cuantitativas de cloro (UNICEF, 2008). El cloro también se puede medir fácilmente al usar kits de análisis para piscinas, tiras reactivas y comparadores de color.

La información sobre kits de análisis portátiles disponibles en el mercado se proporcionan en las hojas de producto para el análisis de calidad del agua de consumo de CAWST.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

Generalmente, las personas no intentan eliminar el cloro del agua de consumo. Por el contrario, a menudo se utiliza para tratar el agua para que sea segura para beber. Sin embargo, algunas personas son sensibles al gusto y olor del cloro en el agua de consumo. Una opción práctica para que las familias reduzcan el nivel de cloro es simplemente dejar que el agua repose en un recipiente por un período de tiempo que puede oscilar entre unas horas y unos días para que el cloro se disipe. Otra opción rápida es agitar una botella de agua para ayudar a que el cloro se disipe más rápido.

### Bibliografía

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en:

[www.unicef.org/wes/files/WQ\\_Handbook\\_final\\_signed\\_16\\_April\\_2008.pdf](http://www.unicef.org/wes/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:

[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf)

---

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)  
Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) / Correo electrónico: [resources@cawst.org](mailto:resources@cawst.org)

*Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial*

Última actualización: octubre de 2013

---

El contenido de este documento es de contenido abierto. Usted es libre de:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Fluoruro

### Fuentes

El fluoruro puede presentarse en forma natural en aguas subterráneas y en ciertas aguas superficiales. Generalmente, el agua de consumo es la mayor fuente de exposición al fluoruro (Fawell et al., 2006). Sin embargo, en algunas regiones, los alimentos y la quema de carbón con alto contenido de fluoruro también pueden contribuir a la presencia del fluoruro en el medio ambiente.

Es posible encontrar concentraciones altas de fluoruro de origen natural en muchas partes del mundo. La región más conocida y documentada con actividad volcánica sigue el Rift de África Oriental del Valle del Jordán a través de Sudán, Etiopía, Uganda, Kenia y Tanzania. Se han reportado altas concentraciones de fluoruro en aguas subterráneas en la India, Pakistán, África Occidental, Tailandia, China, Sri Lanka y el sur de África. Otra región se extiende desde Irak, a través de Siria y Turquía hasta la región del mediterráneo, incluyendo desde Argelia hasta Marruecos. Otras regiones incluyen el sur de los EEUU, el sur de Europa y el sur de partes de la antigua Unión Soviética (Fawell et al., 2006).

### Posibles efectos sobre la salud

Una cantidad baja de fluoruro es generalmente buena para fortalecer los dientes y prevenir las caries. El fluoruro se agrega a menudo a los sistemas municipales de agua y a ciertos productos, como la pasta dental y el enjuague bucal, para proteger los dientes.

Sin embargo, la ingesta de una gran cantidad de fluoruro a lo largo del tiempo puede causar fluorosis dental y dañar la dentadura de las personas al mancharla y desgastarla. Con el paso de los años, el fluoruro puede acumularse en los huesos de las personas, lo que ocasiona fluorosis esquelética, enfermedad caracterizada por rigidez y dolor en las articulaciones. En casos graves, puede causar cambios en la estructura ósea y tener efectos incapacitantes. Los lactantes y los niños están más en riesgo ante cantidades altas de fluoruro porque sus cuerpos todavía están creciendo y desarrollándose.

En la actualidad no hay una cura eficaz para la fluorosis; la única prevención es beber agua con niveles seguros de fluoruro.

### Valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud

Existe evidencia que consumir agua con niveles de fluoruro entre 0,5 y 1,0 mg/L puede proteger los dientes (OMS, 2011). Varias ciudades alrededor del mundo agregan el fluoruro a su agua de consumo para alcanzar este nivel.

Cantidades más altas de fluoruro, entre 1,5 y 4,0 mg/L, pueden causar fluorosis dental. Niveles muy altos, arriba de 10,0 mg/L pueden conllevar fluorosis esquelética. Es por eso que la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2011) sugiere que el agua de consumo no contenga más de 1,5 mg/L de fluoruro (1,5 mg/L es lo mismo que 1,5 ppm, 1.500 µg/L o 1.500 ppm).

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Fluoruro

Valor de referencia de la OMS para el fluoruro en el agua de consumo < 1,5 mg/L

### Métodos para el análisis de la calidad del agua

El fluoruro se puede medir en un laboratorio comercial o con un kit de análisis portátil. Los laboratorios suelen utilizar un electrodo selectivo de iones o un procedimiento colorimétrico. Hay colorímetros digitales portátiles disponibles de diversos fabricantes comerciales. Estos pueden proporcionar mediciones confiables y cuantitativas de fluoruro (UNICEF, 2008). El fluoruro también se puede medir con un comparador de colores, pero este método es menos preciso que un colorímetro digital.

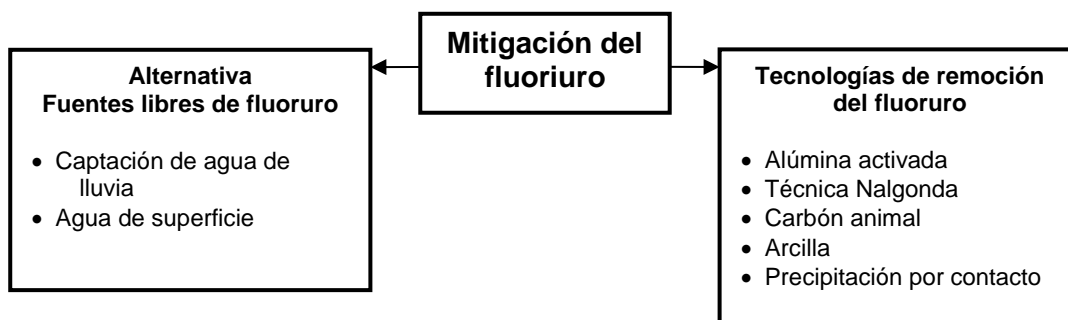
La información sobre kits de análisis para fluoruro disponibles en el mercado se proporcionan en las hojas de producto para el análisis de calidad del agua de consumo de CAWST.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

La mejor forma de ocuparse del fluoruro en el agua subterránea es encontrar una fuente diferente de agua potable, como el agua de lluvia o el agua superficial. Algunas personas recolectan y guardan agua de lluvia durante la estación húmeda y la usan para beberla o para diluir el agua subterránea durante el resto del año. Así reducen la cantidad de fluoruro en el agua y hacen que sea más seguro beberla. Si las personas cambian a una fuente de agua superficial, es probable que necesiten tratar el agua para eliminar la turbidez y los agentes patógenos.

Muchas de las áreas con contaminación de fluoruro son áridas y no hay fuentes alternativas de agua disponibles. Hay tecnologías emergentes de tratamiento del agua a nivel domiciliario que son capaces de remover el fluoruro del agua potable. Es necesario realizar más investigaciones para encontrar tecnologías simples, rentables y disponibles a nivel local que pueda ser usada en los hogares. Vea las fichas técnicas de CAWST sobre el tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación de fluoruro para más información sobre las diferentes tecnologías.

La imagen abajo muestra las distintas opciones para la mitigación del fluoruro en el agua de consumo.



# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Fluoruro

### Bibliografía

Fawell, J., Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E., Fewtrell, L. y Y. Magara (2006). Fluoride in Drinking-water. Organización Mundial de la Salud. IWA Publishing, London, UK. Disponible en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/fluoride\\_drinking\\_water/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water/en/index.html)

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en: [www.unicef.org/wash/files/WQ\\_Handbook\\_final\\_signed\\_16\\_April\\_2008.pdf](http://www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/secondaddendum20081119.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/secondaddendum20081119.pdf)

---

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) / Correo electrónico: [resources@cawst.org](mailto:resources@cawst.org)  
*Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial*  
Última actualización: octubre de 2013

---

El contenido de este documento es de contenido abierto. Usted es libre de:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.





# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Hierro

### Fuentes

El hierro está presente de forma natural en el agua subterránea y en algunas aguas superficiales (como riachuelos, ríos y algunos pozos excavados a mano). Hay algunas partes del mundo donde hay concentraciones altas de hierro de ocurrencia natural en el agua subterránea. El hierro también traspasa al agua de consumo a causa del acero oxidado y las tuberías de hierro fundido que se corroen.

El hierro puede estar disuelto o suspendido en el agua. Si el agua subterránea procede de un pozo profundo, es probable que el hierro esté disuelto y no sea visible. Sin embargo, una vez que el hierro entra en contacto con el aire, el agua suele adquirir un color negro o anaranjado. Si el agua superficial contiene hierro, éste estará disuelto y le dará un color rojo o anaranjado.

El hierro es un fastidio; niveles elevados de ese metal pueden causar olor y sabor desagradables y manchar los alimentos cocidos, las tuberías y la ropa lavada. Algunos tipos de bacterias usan el hierro disuelto como fuente de energía y dejan sedimentos rojos y viscosos que pueden tapar las tuberías.

### Posibles efectos sobre la salud

Las personas no se enferman por beber agua con niveles elevados de hierro. Sin embargo, este metal puede cambiar el color y el olor del agua, lo que puede dar lugar a que la gente no utilice dicha agua y elija otra fuente, que podría estar contaminada.

### Valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) no cuenta con una directriz sobre la presencia de hierro en el agua potable, ya que no tiene efectos negativos para la salud.

Por lo general, a la gente no le gusta el sabor y olor del agua potable que contiene más de 0,3 mg/L de hierro. Las personas que están acostumbradas a beber agua de pozos anaerobios (con bajos niveles de oxígeno) pueden considerar aceptables concentraciones de entre los 1,0 y 3,0 mg/L.

Los niveles de hierro superiores a 0,3 mg/L pueden teñir las tuberías y la ropa durante el lavado.

Además, la presencia de hierro puede favorecer el crecimiento de bacterias que pueden obstruir las tuberías.

**No existe ningún valor de referencia de la OMS sobre la presencia de hierro en el agua potable**

### Métodos para el análisis de la calidad del agua

El hierro se puede medir en un laboratorio comercial o con un kit de análisis portátil. Hay colorímetros y fotómetros digitales portátiles disponibles de diversos fabricantes comerciales. Estos

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Hierro

pueden proporcionar mediciones confiables y cuantitativas de hierro (UNICEF, 2008). El hierro también se puede medir con un comparador de colores.

La información sobre kits de análisis portátiles disponibles en el mercado se proporcionan en las hojas de producto para el análisis de calidad del agua de consumo de CAWST.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

Hay varias opciones tecnológicas que pueden combinarse para eliminar el hierro del agua potable, en función del nivel de contaminación. Entre las opciones domésticas más prácticas se encuentran la aireación (para precipitar el hierro disuelto), la sedimentación y, por último, la filtración (para eliminar las partículas de hierro que permanecen en suspensión).

Eliminar el hierro suspendido puede ser muy sencillo. Sólo hay que dejar que el agua repose en un recipiente durante un cierto período de tiempo (desde unas pocas horas hasta unos pocos días), para después decantarla o filtrarla usando una tela. Por último, hay que eliminar el residuo de hierro.

Los filtros de bioarena o de cerámica, que están diseñados principalmente para eliminar patógenos, pueden utilizarse también para retirar parte del hierro del agua potable. Los niveles altos de hierro podrían hacer que los filtros se tapen rápidamente. Como consecuencia, necesitarían un mantenimiento más frecuente, lo cual puede reducir la eficacia de eliminación de agentes patógenos. En ese caso, se recomienda sedimentar el agua por anticipado.

### Bibliografía

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en:  
[www.unicef.org/wash/files/WQ\\_Handbook\\_final\\_signed\\_16\\_April\\_2008.pdf](http://www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:  
[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf)

---

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) / Correo electrónico: [resources@cawst.org](mailto:resources@cawst.org)  
*Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial*  
Última actualización: octubre de 2013

---

El contenido de este documento es de contenido abierto. Usted es libre de:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Manganeso

### Fuentes

El manganeso está presente de forma natural en el agua subterránea y en el agua superficial, y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Sin embargo, las actividades humanas también causan contaminación por manganeso en algunas zonas.

En el agua, el manganeso puede hallarse en dos estados: disuelto o en suspensión. Si el agua subterránea proviene de un pozo profundo, el manganeso podría estar disuelto y no ser visible. En aguas superficiales, el manganeso puede estar disuelto o en suspensión. El agua con niveles elevados de manganeso en suspensión por lo general es de color negro o presenta escamas negras.

Las altas concentraciones de manganeso pueden ennegrecer el agua. También pueden producir un sabor desagradable, manchar las tuberías y la ropa, y formar capas de sedimentos en las tuberías. Asimismo, algunos tipos de bacterias se alimentan de manganeso y dejan sedimentos color negro oscuro que pueden obstruir las tuberías de agua.

### Posibles efectos sobre la salud

Las personas necesitan pequeñas cantidades de manganeso para mantenerse saludables y los alimentos son la mayor fuente de manganeso para los seres humanos. Sin embargo, un exceso de manganeso podría tener consecuencias neurológicas adversas.

Los niveles elevados de manganeso pueden tornar al agua negra, hacer que las personas no la usen y elijan en cambio otra fuente de agua, posiblemente contaminada.

### Valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud

El manganeso no representa un riesgo para la salud en los niveles que causan problemas de aceptación del agua de consumo y no existe un valor de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011).

Por lo general, a las personas no les agrada el sabor del agua potable que contiene más de 0,1 mg/litro de manganeso. Asimismo, las concentraciones superiores a 0,1 mg/l pueden producir depósitos en las tuberías de agua y manchar la ropa y los alimentos. Las concentraciones de manganeso de 0,2 mg/l incluso podrían formar un recubrimiento negro en las tuberías de distribución que se desprende en el agua y deja pequeñas escamas negras.

La presencia de manganeso también podría ocasionar el crecimiento de bacterias que pueden tapan las tuberías.

**No existe un valor de referencia de la OMS ya que el manganeso no representa un riesgo para la salud en los niveles que causan problemas de aceptación del agua de consumo.**

### Métodos para el análisis de la calidad del agua

El manganeso se puede medir en un laboratorio comercial o con un kit de análisis portátil. Hay colorímetros y fotómetros digitales portátiles disponibles de diversos fabricantes comerciales. Estos

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Manganeso

pueden proporcionar mediciones confiables y cuantitativas de manganeso (UNICEF, 2008). El manganeso también se puede medir con un comparador de colores. La información sobre kits de análisis disponibles en el mercado se proporcionan en las hojas de producto para el análisis de calidad del agua de consumo de CAWST.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

Las opciones de tratamiento del manganeso son similares a las del hierro; sin embargo, la eficacia de eliminación no es tan alta. Existen distintas opciones tecnológicas que pueden combinarse para ayudar a eliminar el manganeso del agua potable, dependiendo del nivel de contaminación. Las opciones prácticas que pueden usarse a nivel domiciliario incluyen la aireación para la precipitación del manganeso que esté disuelto, la sedimentación y luego la filtración para eliminar cualquier partícula de manganeso en suspensión.

Eliminar el manganeso en suspensión puede ser tan simple como dejar el agua en reposo en un contenedor durante un período de algunas horas hasta algunos días para que decante, o filtrar el agua con una tela. Los residuos de manganeso tendrán que ser desechados en un lugar seguro.

Los filtros de bioarena o de cerámica, que están diseñados principalmente para eliminar patógenos, también pueden utilizarse para eliminar parte del manganeso del agua potable. Las grandes concentraciones de manganeso podrían ocasionar que esos filtros se tapen más rápido, lo cual requeriría de un mantenimiento más frecuente y reduciría la eficacia para eliminar patógenos. En ese caso, se recomienda sedimentar el agua por anticipado.

### Bibliografía

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en:  
[www.unicef.org/wash/files/WQ\\_Handbook\\_final\\_signed\\_16\\_April\\_2008.pdf](http://www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:  
[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf)

---

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) / Correo electrónico: [resources@cawst.org](mailto:resources@cawst.org)  
*Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial*  
Última actualización: octubre de 2013

---

El contenido de este documento es de contenido abierto. Usted es libre de:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Nitrato y nitrito

### Fuentes

El nitrato y el nitrito están presentes de forma natural en el medio ambiente. El nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) es un nutriente importante para plantas y se encuentra en distintas concentraciones en todas las plantas. El nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) normalmente no se encuentra en concentraciones importantes en el ambiente, ya que el nitrato es el compuesto más estable.

El nitrato se utiliza usualmente en fertilizantes agrícolas, y el nitrito se usa como conservantes de alimentos, en particular para la carne procesada.

Los niveles de nitrato, tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales normalmente son bajos, sin embargo, pueden incrementarse si existe lixiviación o escorrentía de fertilizantes agrícolas, o por heces humanas o animales. El nitrito se forma como resultado de la actividad microbiana en el suelo; los niveles en el agua pueden variar.

También es posible que se forme en las tuberías de distribución de agua a causa de la presencia de bacterias *Nitrosomonas* si el agua está estancada y no tiene mucha cantidad de oxígeno o si se usa cloramina como tratamiento para el agua y desinfectante residual.

### Posibles efectos sobre la salud

Una exposición aguda (breve pero intensa) a altos niveles de nitrato y nitrito puede ocasionar serios problemas de salud. El principal problema de salud es la metahemoglobinemia, o síndrome del bebé azul, que afecta a niños alimentados con fórmula preparada a partir de agua potable. Hace que tengan dificultad para respirar y que la piel se torne azul a causa de la falta de oxígeno. Es una enfermedad grave que en ocasiones puede provocar la muerte.

Los bebés con metahemoglobinemia suelen padecer enfermedades gastrointestinales además (por ej., diarrea) al mismo tiempo. Eso es porque los niveles elevados de nitrato muchas veces están relacionados con niveles aún más altos de contaminación microbiológica proveniente del abono o de las aguas residuales.

### Valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que el agua potable debería tener menos de 50 mg/l de nitrato y 3 mg/L de nitrito para proteger a los niños alimentados con biberón (tiempo de exposición breve) contra la metahemoglobinemia. La suma de los cocientes entre la concentración de cada uno y su valor de referencia no debe ser mayor que 1 (OMS, 2011).

Por ejemplo, una muestra de agua de consumo contiene 30 mg/L de nitrato y 1,5 mg/L de nitrito. ¿La suma de las relaciones de las concentraciones excede el valor de referencia?

$\frac{30 \text{ mg/L de nitrato (muestra de agua)}}{50 \text{ mg/L de nitrato (valor de referencia de la OMS)}} = 0,6$   $\frac{1,5 \text{ mg/L de nitrito (muestra de agua)}}{3 \text{ mg/L de nitrito (valor de referencia de la OMS)}} = 0,5$

Sume las relaciones de las concentraciones:  $0,6 + 0,5 = 1,1$

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Nitrato y nitrito

1,1 es más que 1, entonces esta muestra de agua excede el valor de referencia de la OMS.

En la mayoría de los países, los niveles de nitrato en las aguas superficiales no supera los 10 mg/L, aunque es común que los niveles de nitratos en agua de pozos excedan 50 mg/L. El valor de referencia de la OMS se estableció específicamente para niños alimentados con biberón, quienes son los más vulnerables a los nitratos y nitritos en el agua. Por lo tanto, el valor de referencia es más adaptado a niños mayores y adultos (OMS, 2011).

**Valor de referencia de la OMS para el nitrato en el agua potable < 50 mg/L (exposición breve)**

**Valor de referencia de la OMS para el nitrito en el agua potable < 3 mg/L (exposición breve)**

### Métodos para el análisis de la calidad del agua

Los nitratos y nitritos se pueden medir en un laboratorio comercial o con un kit de análisis portátil. Hay fotómetros digitales portátiles disponibles de diversos fabricantes comerciales. Estos pueden proporcionar mediciones confiables y cuantitativas de nitratos y nitritos (UNICEF, 2008). Los nitratos y nitritos también se pueden medir con tiras reactivas o con un comparador de colores.

La información sobre kits de análisis disponibles en el mercado se proporcionan en las hojas de producto para el análisis de calidad del agua de consumo de CAWST.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

La mejor manera de evitar el nitrato y nitrito de las aguas superficiales y subterráneas es usar una fuente de agua potable alternativa, como el agua de lluvia. Algunas personas recolectan y almacenan el agua de lluvia para beber, cocinar y preparar biberones. Si las personas cambian de una fuente de agua subterránea a una superficial, es probable que necesiten tratar el agua para eliminar la turbidez y los agentes patógenos.

En general, los niveles elevados de nitrato están relacionados con niveles aún más altos de contaminación microbiológica pues los nitratos podrían provenir del abono o de las aguas residuales. Si se detectan niveles altos de nitrato, entonces también debería tratarse el agua para eliminar la posible contaminación microbiológica.

La OMS (2011) sugiere que los altos niveles de nitrito se podrían reducir a niveles aceptables a través de la cloración.

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Nitrato y nitrito

### Bibliografía

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en:  
[www.unicef.org/wash/files/WQ\\_Handbook\\_final\\_signed\\_16\\_April\\_2008.pdf](http://www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:  
[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf)

---

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) / Correo electrónico: [resources@kawst.org](mailto:resources@kawst.org)  
*Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial*  
Última actualización: octubre de 2013

---

El contenido de este documento es de contenido abierto. Usted es libre de:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: pH

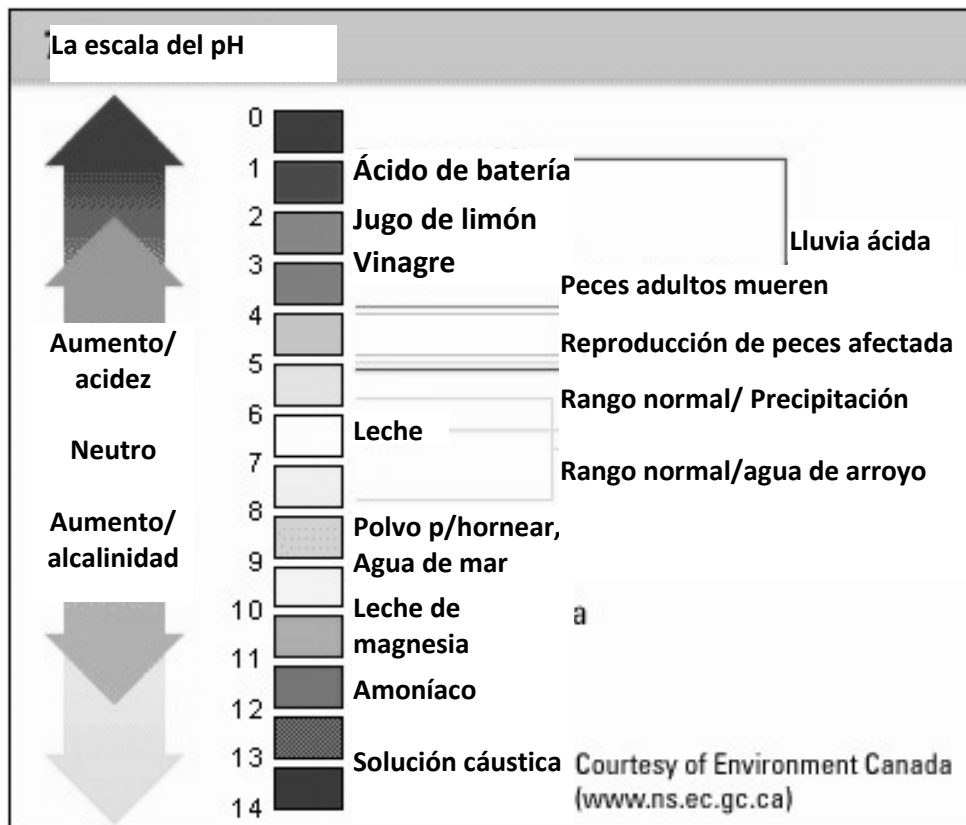
### Fuente

El pH indica la acidez o la alcalinidad del agua. El pH para el agua de consumo generalmente se encuentra entre 6,5 y 8,0. El agua a 25 °C (80 °F) con un pH inferior a 7,0 se considera ácida, mientras que un pH superior a 7,0 se considera básica (alcalina). Cuando el nivel de pH es 7,0, se considera que el agua tiene un pH neutro.

El pH del agua en un arroyo, río, lago o flujo subterráneo variará en función de ciertas condiciones, tales como:

- Fuente del agua
- Tipo de suelo, roca madre y vegetación a través de la cual pasa el agua
- Tipos de contaminantes que el agua se encuentra en su camino
- Cantidad de mezclado y aireado del agua debido a la turbulencia del flujo

Los valores extremos del pH también pueden estar causados por derrames accidentales de sustancias químicas, averías en los sistemas del tratamiento del agua y revestimientos de tuberías de mortero de cemento mal curado o la aplicación del revestimiento de mortero de cemento cuando el pH del agua es bajo (OMS, 2011).





# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: pH

### Efectos potenciales sobre la salud

No hay efectos directos sobre la salud en el caso de los niveles de pH que están presentes normalmente en el agua de consumo.

### Valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud

La Organización Mundial de la Salud no propone ningún valor de referencia para el pH dado que no representa un riesgo para la salud en los niveles presentes en el agua de consumo. Sin embargo, la OMS menciona que el pH es un parámetro operativo importante de la calidad del agua (OMS, 2011).

**No existe ningún valor de referencia de la OMS para el pH del agua de consumo**

### Métodos para el análisis de la calidad del agua

Se puede analizar el pH a través de un laboratorio comercial o un kit de análisis portátil. El pH se puede analizar fácilmente en el lugar con un medidor de pH digital o tiras reactivas. Algunas tiras reactivas solo indican si el agua es alcalina o ácida, mientras otras tiras reactivas indican el pH dentro la escala completa de 1 a 14. La escala más adecuada para las tiras reactivas de pH es entre 4 y 9 debido a que ese es el pH de mayoría de las aguas naturales.

La información sobre kits de análisis disponibles en el mercado se proporcionan en las hojas de producto para el análisis de calidad del agua de consumo de CAWST.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

La mejor forma de tratar el pH alto o bajo es usar una fuente diferente de agua de consumo.

El pH es uno de los parámetros operativos más importantes para la efectividad de muchas tecnologías de tratamiento del agua. Por ejemplo, para que la desinfección con cloro sea eficaz, el pH debería ser inferior a 8.

### Bibliografía

Environment Canada (2004). Canadian Water Quality Guidelines. Disponible (en inglés y francés) en: [www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=En&n=FD30C16-1](http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=En&n=FD30C16-1)

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf)

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: pH

---

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) / Correo electrónico: [resources@kawst.org](mailto:resources@kawst.org)

*Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial*

Última actualización: octubre de 2013

---

Este documento es de contenido abierto. Usted es libre de:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Sólidos disueltos totales

### Fuentes

El término "sólidos disueltos totales" (SDT) se usa para describir las sales inorgánicas (principalmente el cloruro de sodio, el calcio, el magnesio y el potasio) y las cantidades pequeñas de materia orgánica que están disueltas en el agua. Técnicamente, cualquier cosa que se disuelva en el agua contribuye a aumentar el nivel de SDT.

Hay zonas del mundo que tienen cantidades altas de SDT de forma natural en el agua de consumo. Los SDT del agua de consumo provienen de fuentes naturales y en menor medida de las aguas residuales, la escorrentía urbana y las aguas residuales industriales. Los acuíferos salobres o salinos pueden existir naturalmente o desarrollarse a través del tiempo en regiones costeras con la infiltración del agua de mar debido a la disminución de la profundidad del acuífero.

- Dulce: <1.000 mg/L SDT
- Salobre: 1.000 - 5.000 mg/L SDT
- Altamente salobre: 5.000 - 15.000 mg/L SDT
- Salina: 15.000 - 30.000 mg/L SDT
- Agua de mar: 30.000 - 40.000 mg/L SDT

(Water Quality Association, sin fecha)

Al agua fresca con niveles altos o bajos de SDT comúnmente se la conoce como "dura" o "blanda", respectivamente. El agua dura se denomina así porque se necesita más jabón para que haga buena espuma, por lo cual se hace más "duro" o difícil trabajar con ese agua. El jabón pierde eficacia con el agua dura debido a que reacciona con el magnesio y el calcio, lo que aumenta el consumo de jabón para lavar y bañarse. Asimismo, el agua dura (>500 mg/l) puede dejar residuos y ocasionar que se junte sarro en los artefactos del hogar (p. ej., pava o hervidor eléctricos, lavavajillas), ollas y tuberías de agua.

Para lavar ropa, bañarse y cocinar, las personas por lo general prefieren agua blanda.

### Posibles efectos sobre la salud

Aunque no existen problemas de salud directos relacionados al consumo de altas concentraciones de SDT, la presencia de sólidos disueltos en el agua puede afectar su sabor. La gente generalmente prefiere el gusto del agua dura debido a los minerales disueltos, sin embargo concentraciones elevadas de SDT pueden causar un sabor amargo o salado. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2003), la aceptabilidad del agua potable ha sido evaluada por un panel de catadores en relación con sus concentraciones de SDT de la siguiente manera:

- Excelente: <300 mg/L
- Buena: 300-600 mg/L
- Regular: 600-900 mg/L

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Sólidos disueltos totales

- Mala: 900-1.200 mg/L (por ej.: agua salobre)
- Inaceptable: >1.200 mg/L (por ej.: agua salina)

Algunas personas le sienten sabor salado al agua en niveles cercanos a 500 mg/l, lo cual podría hacer que no la usen y elijan en cambio otra fuente de agua, posiblemente contaminada. El agua que contiene niveles bajos de SDT (p. ej., el agua de lluvia) también podría resultar inaceptable a causa de su sabor soso.

### Valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) no tiene un valor de referencia para los sólidos disueltos totales ya que se presenta en el agua potable en niveles muchos menores que las que pueden producir efectos sobre la salud. Mucha gente rechaza el agua potable debido al olor, gusto y color a un nivel mucho más bajo de lo necesario para producir daño. Generalmente, a la gente no le gusta el sabor del agua que tiene más de 600 mg/L de SDT (OMS, 2011).

**No hay guía de la OMS para sólidos disueltos totales en agua potable**

### Métodos para el análisis de la calidad del agua

Los iones disueltos aumentan la conductividad eléctrica (CE) del agua, la cual se mide fácilmente con un medidor digital, por lo que a menudo se mide la CE en lugar de medir el nivel de SDT directamente. La CE en microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) normalmente oscila entre 1 a 2 veces el nivel de SDT en mg/L (UNICEF, 2008).

Medir la CE no brinda información específica sobre las sustancias químicas presentes en el agua, pero sí ofrece una estimativa del nivel del SDT. Se deben realizar análisis más específicos para detectar las sustancias químicas presentes en el agua.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

Hay algunas opciones limitadas para eliminar los sólidos disueltos totales del agua potable en los hogares. La filtración no funciona porque las sustancias químicas y la materia orgánica están disueltas en el agua. Las tecnologías de destilación ayudan a reducir los niveles SDT en el agua potable; sin embargo, puede que no sean prácticas o fáciles de usar a nivel domiciliario. Los sistemas de osmosis inversa para remover el SDT se están popularizando en los países industrializados, sin embargo, son relativamente caros y necesitan un suministro de energía.

# Parámetros químicos del agua de consumo

## Hoja informativa: Sólidos disueltos totales

### Bibliografía

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en:

[www.unicef.org/wes/files/WQ\\_Handbook\\_final\\_signed\\_16\\_April\\_2008.pdf](http://www.unicef.org/wes/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf)

Water Quality Association (sin fecha) Water Classifications. Disponible en:

[www.pacifico.com/watercla.htm](http://www.pacifico.com/watercla.htm)

Organización Mundial de la Salud (2003). Total Dissolved Solids in Drinking-Water: Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/tds.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:

[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf)

---

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) / Correo electrónico: [resources@caust.org](mailto:resources@caust.org)

*Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial*

Última actualización: octubre de 2013

---

El contenido de este documento es de contenido abierto. Usted es libre de:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.

---