

# CLORUROS TOTALES EN EL AGUA DE ABASTECIMIENTO

Alfonso García-Vargas; María Guadalupe Reyes-Navarrete; Alicia Irene Alvarado-de la Peña, Laura Silvia González-Valdez Dora Magdalena-Antuna; Elisa del Carmen Vázquez-Alarcón, Maricela Estaban-Méndez, Manuel Quintos-Escalante, Alicia Herrera-Benavides

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango (CIIDIR IPN Durango), Sigma 119 Fraccionamiento 20 de Noviembre II Durango, Dgo. C.P. 34220, México  
[doramag\\_antuna@yahoo.com.mx](mailto:doramag_antuna@yahoo.com.mx)

## CLORUROS

Los cloruros son sales que resultan de la combinación del gas cloro (ion negativo) con un metal (ion positivo). El cloro ( $\text{Cl}_2$ ) es altamente tóxico y es usualmente utilizado como desinfectante, sin embargo en combinación con un metal, como el sodio (Na), es esencial para la vida, dado que, pequeñas cantidades de cloruros son requeridas para la función celular en los seres vivos. En la naturaleza las sales de cloruro de sodio, cloruro de potasio, y cloruro de calcio están ampliamente distribuidas, su solubilidad en agua fría es: 357, 344, 745 g/L, respectivamente. El cloruro, en forma de ion  $\text{Cl}^-$ , es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua, su contenido procede de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales. El efecto antropogénico está mayormente asociado con el ion sodio (Iowa Department of Natural Resources, 2009).

## EXPOSICIÓN Y EFECTOS A LA SALUD

Los niveles de concentración de cloruros en agua no contaminada se encuentran a valores menores de 10 mg/L y en agua que se ha sometido a procesos de cloración ha reportado resultados de 40 a 63 mg/L. En los alimentos los niveles de cloruros permanecen en niveles menores a 0.36 mg/g llegando a reportar valores de 100 mg/día, sin embargo la adición ya sea en el procesado, al cocinar o comer llegan a incrementar los niveles resultando un consumo de 6 g/día lo cual se llega a incrementar a 12 g/día en algunos casos. En base a un consumo de 2 litros de agua con una concentración de 10 mg/L la ingestión diaria de NaCl es de 20 mg/L, llegando a reportarse valores de 100 mg/día, con estos datos y asumiendo un consumo de 6 g/día, el agua de beber aporta del 0.33 a 1.6 % del requerimiento diario. En los humanos el 88 % de cloruros es extracelular y contribuye a la actividad osmótica del cuerpo (WHO, 1996).

El ion cloruro es necesario en la dieta diaria ya que es importante en la salud de los riñones, el sistema nervioso y la nutrición. Sin embargo si el ion sodio asociado al ion cloruro como cloruro de sodio (NaCl) llega a causar problemas de salud a personas que sufren enfermedad del corazón o riñones, también se ha considerado que la formación de cálculos está relacionada con la salinidad y dureza del agua por la combinación de sales y calcio (WHO, 1996).

## OTRAS CONSIDERACIONES

El efecto de la concentración de cloruro en la velocidad de corrosión se produce hasta un 3% en peso, debido al aumento de la conductividad. En la actualidad se reporta un número cada día más creciente de estructuras prematuramente deterioradas por corrosión del acero de refuerzo, esta corrosión, en general, se debe al ataque destructivo de iones cloruro que penetran desde el exterior por difusión o porque fueron incorporados a la mezcla de concreto

Todos los cloruros aumentan el contenido total de sales en los suelos, la capacidad de la planta para absorber el agua disminuye a medida que aumenta el contenido de sales afectando el

crecimiento de la planta. Algunas sales cuando se acumulan en los suelos resultan tóxicas para los cultivos u ocasionan desequilibrios en la absorción de los nutrientes (Palacios et al., 2010)

### **ESTÁNDAR DE REFERENCIA**

En la Guía para la Calidad del Agua Potable publicada en 1993 no se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud, pero se confirma que concentraciones superiores a 250 mg/L confieren al agua un sabor perceptible según el catión asociado, conservando este valor basado en consideraciones gustativas. En México existe la normatividad NOM-127-SSA1-1994 en la que se indican los parámetros permisibles del agua para consumo humano, estableciendo un valor de 250 mg/L para la concentración de cloruros ( $\text{Cl}^-$ ).

Aunque el cloruro de sodio no se considera tóxico, hay que considerar la cantidad de ingreso al organismo, por lo que es importante saber el contenido de cloruro de sodio en productos de consumo como alimentos y agua.

### **METÓDO DE ANÁLISIS**

Hay varias técnicas disponibles para la determinación de iones cloruros en agua dentro de las cuales se incluye el método de Mohr indicado en la NMX-AA-073-SCFI-2001 el cual se ha implementado en la CI para la determinación de cloruros. Este método se basa en una valoración de precipitación, donde el ión cloruro precipita como  $\text{AgCl}$  (cloruro de plata), utilizando como patrón una solución de  $\text{AgNO}_3$  (nitrato de plata) de concentración conocida y como indicador el  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (cromato de potasio) que comunica a la solución en el punto inicial una coloración amarilla y forma en el punto final un precipitado rojo ladrillo de  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  (cromato de plata) observable a simple vista.

### **CONTROL DE CALIDAD EN EL MÉTODO DE ANÁLISIS**

El laboratorio de Análisis Físicoquímicos de la CI (Figura 1) proporciona la confiabilidad del método ya que ha sido desarrollado mediante el respaldo de un Sistema de Gestión de Calidad que cumple con la Norma NMX EC 17025 2006. "Análisis de agua: Determinación de cloruros totales en aguas residuales, potables, residuales y residuales tratadas" y autorizado por COFEPRIS con el registro TA-13-12 a partir del 19 de abril al 19 de abril de 2014. Esto incluye también la validación del método el cálculo de incertidumbre de los resultados de medición de Cloruros. Se han realizado un total de 18 análisis desde la fecha de autorización. En el Laboratorio de Análisis Químico de Agua de la CI, se determina Cloruros totales en agua de uso y consumo humano. El método utilizado responde a un Sistema de Gestión de Calidad y autorizado por COFEPRIS a partir de abril de 2012.



Figura 1. Laboratorio de Análisis Físicoquímicos de la CI

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Iowa Department of Natural Resources. Consultation Package. 2009. Water Quality Standards Review: Chloride, Sulfate and Total Dissolved Solids.
- Palacios, M. A., A. M. L. Rodríguez, O. G. Barajas. 2010. Tratamiento electrostático (ESP) del agua para riego. Facultad de Ciencias Biológicas y Forestales Universidad Autónoma de Chihuahua.
- WHO (World Health Organization). 1996. Chloride in drinking water: Background document for Guidelines for drinking water quality. Second edition. Vol. 2. Health criteria and other supporting information.
- NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial de la Federación. 2000.
- NMX-AA-073-SCFI-2000: Análisis de agua: Determinación de cloruros totales en aguas naturales, potables, residuales, y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación. 2001.