



CONTROL EN LA FORMACION DE TRIHALOMETANOS (THMS) EN LA CIUDAD DE FRAY BENTOS Y ADAPTACIONES QUE SE REALIZARON EN EL TRATAMIENTO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS

**Ing. Quim. Caggiani Andres ⁽¹⁾ Ing. Castagnino Griselda ⁽²⁾ Q.F. Di Maio Julieta ⁽¹⁾ Ing. Fierro Emma ⁽²⁾
Ing. Quim. Garat Saúl ⁽²⁾ Ing. Iriburo Alejandro ⁽²⁾ Q.F. Laguardia Jeannine ⁽¹⁾**

(1) OSE. Laboratorio Central

(2) OSE. Gerencia de Producción.

Dirección: (del autor principal)

Calle: Carlos Roxlo 1275

Ciudad: Montevideo

Uruguay

CP: 11200

Tel: 598 (2) 19521947

Fax: 598 (2) 19521947

e-mail: eferro@ose.com.uy

RESUMEN

Los Trihalometanos (THMs) no son contaminantes naturales de las aguas y no se detectan en el agua bruta; solo aparecen luego del tratamiento de estas con cloro u otro desinfectante, y su grado de generación depende de la calidad del agua a la cual se aplica el desinfectante.

Entre los meses de abril y diciembre de 2007 se realizaron una serie de muestreos del agua bruta proveniente del Río Uruguay en la toma de la Usina de OSE Fray Bentos, midiendo concentración de THMs; obteniéndose valores no detectables. La no presencia de THMs en el agua bruta es el punto fundamental ya que la minimización de los subproductos se basa en la preparación previa del agua para la desinfección haciéndola menos susceptible a la generación de compuestos nocivos.

El contenido húmico de un agua puede ser evaluado a través de su absorbancia ultravioleta específica (SUVA). Los resultados mostraron valores por encima de 2 l/(mg*m). De acuerdo a lo planteado por Xie (2004), aguas con SUVA < 2 l/(mg*m) son difíciles de tratar.

La formación de THM se ve favorecida con el tiempo de contacto con cloro según lo establecido por Krasner (1999), sin embargo en Fray Bentos, se tomaron 21 muestras de salida de planta y de red con un tiempo de contacto mayor (caseta N° 7) no pudiéndose corroborar este hecho. Se tomó la decisión de quitar la post cloración e instrumentar la intercloración (cloración del agua sedimentada) sin detectarse incrementos significativos en la formación de THMs.

La formación de THMs se ve favorecida por el aumento de la temperatura (Chaib, 2007). Los valores mínimos de formación de THMs fueron hallados en invierno, lo que corrobora en principio esta afirmación

La forma de combatir los Subproductos de Desinfección (DBPs) y en particular los THMs es la eliminación de los precursores de formación y/o la eliminación de los DBPs una vez formados, lo que generalmente es mucho más costoso.

Uno de los precursores de la formación de THMs es el Carbono Orgánico Total (TOC). Un método altamente efectivo para la remoción de TOC es la coagulación acentuada, que implica coagular a valores bajos de pH.

La EPA (1999, citado por Ríos 2006) establece reducciones objetivo de TOC a alcanzar, trabajando con coagulación acentuada de acuerdo al contenido de alcalinidad de la fuente de agua bruta.

En el período considerado (abril-diciembre 2007), se realizaron 17 muestreos para medir TOC alcanzándose reducciones por encima de lo establecido por la EPA.

INTRODUCCIÓN

En su libro: “Riesgos Biológicos y subproductos de la desinfección en el agua de bebida”, el Ing. Danilo Ríos establecía:

“... Mucho se ha escrito en los últimos años sobre los riesgos químicos asociados a la desinfección del agua, especialmente de los THMs... A pesar de haberse redactado normativas en muchos países de América, no se ha



avanzado tanto, al menos en nuestro país, en relación a la problemática, y menos en cuanto a la implantación de acciones tendientes a controlar y reducir estos compuestos en las aguas de consumo.”

OBJETIVOS Y METAS

Este trabajo tiene como objeto la presentación de las actividades que se desarrollaron en la Usina Potabilizadora de OSE en la ciudad de Fray Bentos tendientes a controlar la formación de THMs y las adaptaciones al tratamiento que se pudieron realizar, teniendo presente los valores de THMs alcanzados.

METODOLOGIA

1. Se realizaron ajustes en planta de forma de trabajar con una reducción importante de TOC.
2. Se realizaron muestreos quincenales tendientes a evaluar THMs, TOC, SUVA y características generales del agua.
3. Se evaluaron los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Se realizaron ajustes en planta trabajando con dosis promedio de sulfato de aluminio de 35-40 ppm, llevando el pH a valores entre 5.9 y 6.3. En la mitad del período considerado se implementó la intercloración.

Los THMs no son contaminantes naturales de las aguas y no se detectan en el agua bruta, solo aparecen luego del tratamiento de estas con cloro u otro desinfectante, y su grado de generación depende de la calidad del agua a la cual se aplica el desinfectante. Se realizaron 21 muestreos del agua bruta proveniente del Río Uruguay midiendo los THMs siendo los valores no detectables. Los muestreos se realizaron desde abril a diciembre del 2007.

Los THMs se forman a partir de la sustitución de tres átomos de hidrogeno del metano (CH₄) por átomos de halógenos y se presentan en la siguiente tabla:

GRUPO	PRODUCTO	FORMULA
Trihalometanos THM	Cloroformo	CHCl ₃
	Bromodiclorometano	CHCl ₂ Br
	Dibromoclorometano	CHClBr ₂
	bromoformo	CHBr ₃

La principal causa de generación de THMs es la materia orgánica natural (NOM), que se evalúa a través del TOC y/o del carbono orgánico disuelto (DOC). Este es el punto fundamental ya que la minimización de los subproductos se basa en la preparación previa del agua para la desinfección haciéndola menos susceptible a la generación de compuestos nocivos.

Según Arboleda (2000) la fracción húmica constituye a veces hasta el 50% de la NOM y al estar constituidas por coloides hidrofóbicos pueden ser removidas más fácilmente que las sustancias no húmicas.

El contenido húmico de un agua puede ser evaluado a través de su absorbancia ultravioleta específica (SUVA), que está definida como la absorbancia ultravioleta (UVA) dividido el carbono orgánico disuelto (DOC).

Se realizaron 14 muestreos de agua bruta desde el mes de julio hasta el mes de diciembre de 2007 obteniendo como resultados SUVA >> 2 l/(mg*m), siendo el valor mínimo 8 y el promedio 10.6 l/(mg*m). El parámetro SUVA puede ser utilizado para evaluar la tratabilidad de la fuente, generalmente aguas con SUVA < 2 l/(mg*m) son difíciles de tratar (Xie, 2004), y en contraste aguas con elevada SUVA son más fáciles de tratar.

La forma de combatir los DBPs y en particular los THMs es la eliminación de los precursores de formación y/o la eliminación de los DBPs una vez formados, lo que generalmente es mucho más costoso. Los procesos convencionales de potabilización de aguas superficiales, tienen relativa eficiencia en la remoción de compuestos



orgánicos que pueden dar lugar a la formación de subproductos. La remoción de estos dependen de las características del agua, del tipo de tratamiento, del coagulante utilizado y de su dosis. Un método altamente efectivo para la remoción de TOC es la coagulación acentuada, que implica coagular a valores bajos de pH. La EPA establece que trabajando con coagulación acentuada para la remoción de TOC, de acuerdo al contenido de alcalinidad de la fuente de agua bruta, se proponen reducciones objetivo de TOC a alcanzar (Tabla 1), para minimizar la formación de THM.

Tabla 1.- Remoción requerida de TOC por “coagulación acentuada” para sistemas convencionales de aguas superficiales (porcentajes). Fuente: EPA 815-R-99-012, mayo 1999.

TOC Agua Bruta (mg/l)	Alcal.agua bruta(mg/l CaCO ₃)		
	0-60	>60-120	>120
>2.0-4.0	35.0	25.0	15.0
>4.0-8.0	45.0	35.0	25.0
>8.0	50.0	40.0	30.0

Se realizaron en el período de análisis, 17 muestreos para medir TOC, de agua bruta y elevada, siendo realizados los análisis por el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). Un resumen de los resultados se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2.- Remoción de TOC alcanzada en los 17 muestreos y comparación de resultados con Tabla 1. El rango de alcalinidades de agua bruta se mantuvo en todos los casos por debajo de 60 mg/l CaCO₃

TOC Agua Bruta (mg/l)	Remoción promedio de TOC	Nº de casos	Nº de casos fuera de criterio EPA
< 2.0	46	6	
>2.0-4.0	51	8	1
>4.0-8.0	57	3	0
>8.0	---	---	---

La remoción promedio de TOC obtenida, de acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 2, cumple con los valores establecidos por la EPA. Por lo tanto el tratamiento que se está realizando es adecuado, minimizando la producción de THM. Esto es probablemente debido a los valores de SUVA obtenidos, que sugieren que las aguas son de fácil tratamiento.

Los THMs formados se incrementan:

- en función del TOC, este hecho se puede observar en la grafica que se presenta (Fig. 1);
- con el tiempo de contacto con cloro según lo establecido por Krasner (1999). Sin embargo, se tomaron 21 muestras de salida de planta y de red con un tiempo de contacto mayor (caseta Nº 7) en Fray Bentos no pudiéndose corroborar este hecho (Fig.2). Inclusive, cuando se usó intercloración, no se observaron variaciones entre salida de planta y red;
- por el aumento de la temperatura, el hecho de que los valores mínimos de formación de THMs hallados fue en invierno hace pensar que se corrobora esta afirmación (Fig. 3).

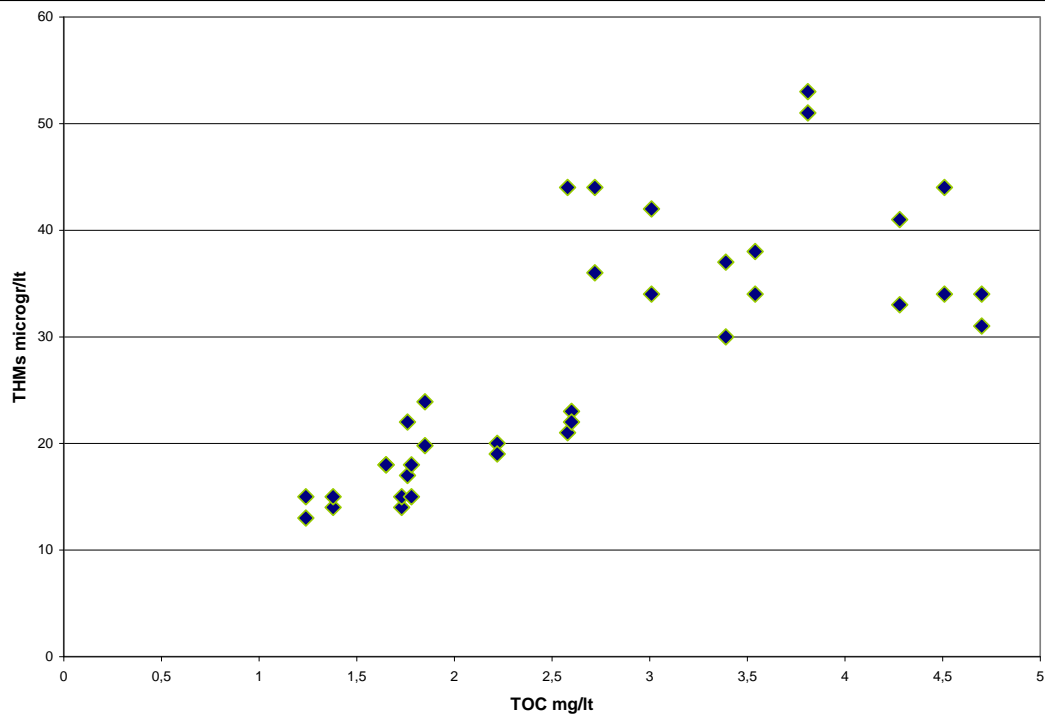


Figura 1.- THMs de salida de planta vs. TOC de agua bruta

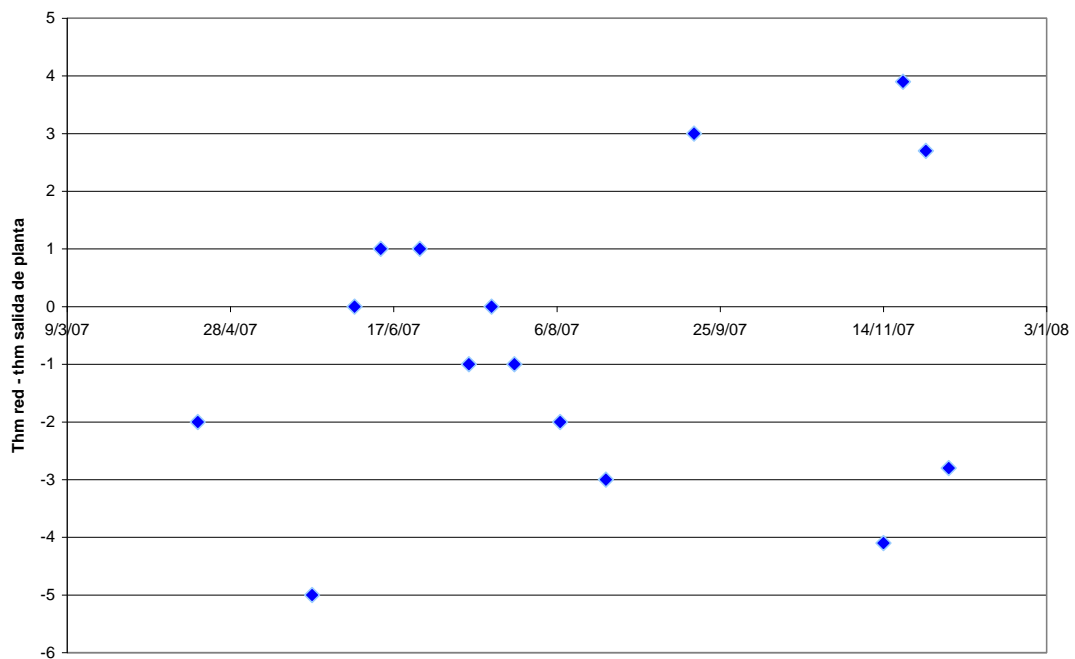


Figura 2.- variación de THMs entre salida de planta y red, (THMs red – THMs planta) vs tiempo

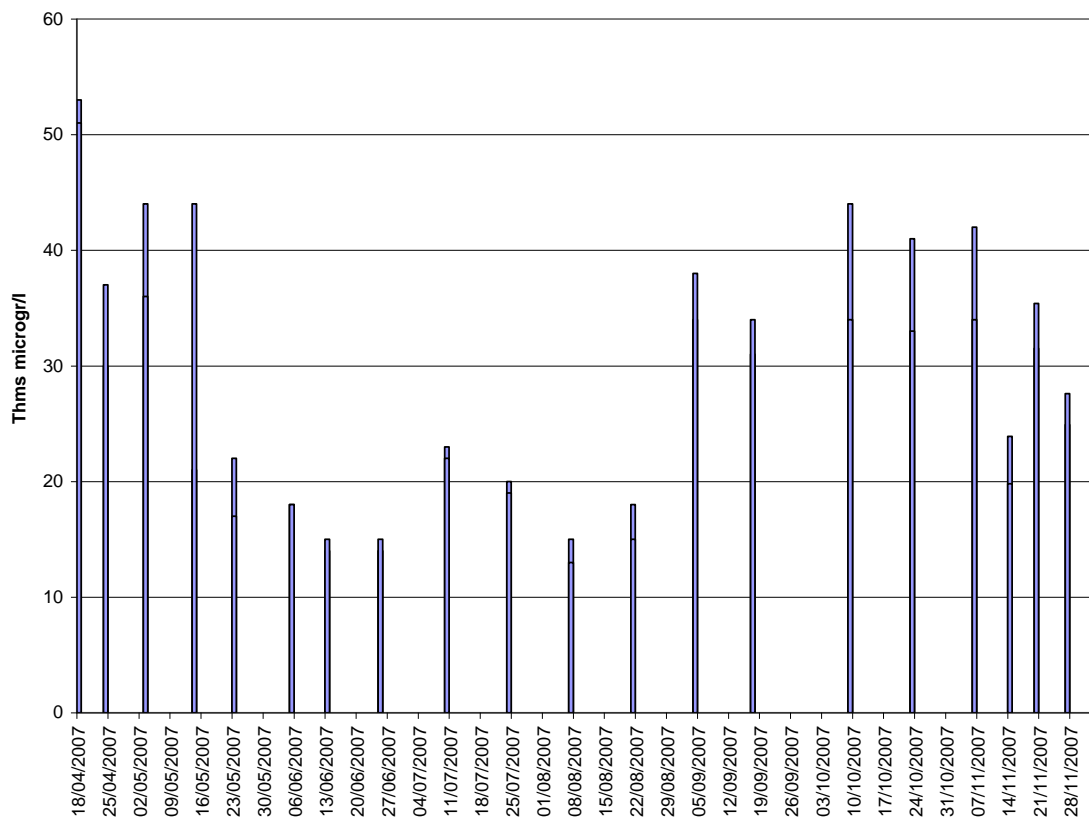


Figura 3.- THMs de salida de planta en el período considerado

CONCLUSIONES

Se confirmaron en la Usina Potabilizadora de la ciudad de Fray Bentos aspectos teóricos establecidos en relación a la formación de THMs.

Se pudo ajustar el tratamiento de forma de reducir la formación de THMs como marca la EPA.

El aumento en el tiempo de contacto de la aplicación de cloro, establecido por la bibliografía como un factor que aumenta la formación de THMs no se verificó como significativo en este caso. Esto puede ser debido a las dimensiones de la red de Fray Bentos.

La implementación de intercloración no produjo un aumento significativo en la formación de THMs.

AGRADECIMIENTOS

- Personal de Área Físicoquímico del Laboratorio Central de OSE;
- Q.F. Rita Caristo; Jefa del Laboratorio Central de OSE;
- I.Q. Gianella Bonari; Jefe de División Análisis Químico;
- Personal de la usina de Fray Bentos;
- Ing. Daniel Ceva, Jefe Técnico Departamental.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- RIOS, DANILO, Riesgos Biológicos y subproductos de la desinfección en el agua de bebida, OSE, diciembre de 2006.
- 2.- XIE F. YUEFENG, Disinfection By Products in Drinking Water. Formation Analysis and Control, 154 pp, Lewis Publishers, 2004.
- 3.- KRASNER STUART W., Formation and control of disinfection by-products in drinking water, Chapter two: Chemistry of disinfection by products formation, pp 27-52, American Water Works Association, 1999.
- 4.- CHAIB, E.; MOSCHANDREAS, D., Modeling daily variation of trihalomethane compounds in drinking water system, Houston, Texas, J. Hazard Mater (2007), doi:10.1016/j.hazmat.2007.06.049.
- 5.- ARBOLEDA VALENCIA, J., Teoría y práctica de la Purificación del Agua, pp 57-66, ACODAL, Mc Graw Hill, tercera edición, 2000.