

REVISIÓN LEGISLATIVA SOBRE EL ELEMENTO CONTAMINANTE BORO EN AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (GALICIA, NOROESTE DE ESPAÑA)

LEGISLATIVE CHANGES RELATING TO THE POLLUTING ELEMENT BORON IN INDUSTRIAL WASTE WATER (GALICIA, NORTHWESTERN SPAIN)

M^a JESÚS RODRÍGUEZ GUERREIRO

Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña. maria.guerreiro@udc.es

M^a DE LOS ÁNGELES BERNAL PITA DA VEIGA

Facultad de Ciencias, Universidad de A Coruña. bernal. @udc.es

JOSÉ ÁNGEL FRAGUELA FORMOSO

Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña. jafraguela@udc.es

EUGENIO MUÑOZ CAMACHO

Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña. emucam@cdf.udc.es

Recibido para revisar febrero 2 de 2011, aceptado abril 8 de 2011, versión final abril 15 de 2011

RESUMEN: El ácido bórico y sus derivados se utilizan en numerosas actividades industriales, de tal manera que las aguas residuales procedentes de vertidos industriales constituyen una de las fuentes de boro para los lodos de depuradora o para las rías en caso de vertido directo desde los colectores. Los compuestos borados en las aguas residuales no son retenidos por los procesos de tratamiento en las estaciones depuradoras (EDAR) por lo que son reintegrados al medio natural. Además, las EDAR no poseen legislación que limite y controle los compuestos borados generados en las aguas residuales de los vertidos industriales. De forma general se puede decir que la tendencia del boro a acumularse en los tejidos animales y vegetales constituyen un riesgo potencial para la salud de aquellos que consuman alimentos y aguas con altos contenidos de boro. Debido a la preocupación existente en algunas Comunidades autónomas sobre la contaminación por boro en sus EDAR se ha realizado un análisis de la situación actual del boro en la Legislación de la Comunidad Económica Europea y en las disposiciones de ámbito estatal y autonómico. Se ha llegado a la conclusión de que Galicia es una de las Comunidades que presenta una de las normativas autonómicas más permisivas para el valor del boro en las aguas residuales (Canon de vertido mayor 10 mg/L) mientras que otras Comunidades autónomas tienen rebajado este valor.

PALABRAS CLAVE: aguas residuales industriales, vertido, contaminación, boro, EDAR, canon de vertido.

ABSTRACT: Boric acid and its derivatives are used in numerous industrial activities. Consequently, waste waters from industrial dumping constitutes a source of the boron found in water treatment plant sludge. Boron composites in residual water are not retained in the processes of water treatment plants. Therefore, they are re-introduced into the environment. Moreover, there is an absence of legislation for treatment plants to limit and control boric composites produced in the waste water from industrial sources. On the whole, it is possible to say that the manner in which boron accumulates in animal and plant tissue constitutes a major risk to the health of those who consume food products and water with high levels of boron. In certain Autonomous Communities there has been some concern about boron pollution at their water treatment plants. For this reason, an analysis has been carried out about the current situation of boron within legislation at European Community, national and autonomy levels. A conclusion may be drawn. Galicia is among the autonomous regions with the most permissive legislation in terms of boron values in residual water (waste limits above 10 mg/L). Its counterparts in Spain have a lower figure.

KEY WORDS: industrial waste water, outfall, pollution, boron, waste treatment plants, waste limits.

1. INTRODUCCIÓN

Gracias a las importantes propiedades del ácido bórico y sus derivados, dicho elemento es utilizado en numerosas actividades de la industria, por lo que aparecerá como un residuo contaminante en determinados vertidos industriales, finalizando su recorrido en las EDAR o en las redes colectoras de

los ayuntamientos que no poseen EDAR y que vierten directamente a las rías.

La legislación que limita el contenido del elemento boro se encuentra en la normativa para los siguientes usos: producción de agua para consumo humano, reutilización de aguas depuradas para uso agrícola, vida piscícola y baños. Sin embargo, las aguas

residuales procedentes de los sistemas públicos de saneamiento, es decir, estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) no poseen actualmente una legislación que limite y controle los vertidos de boro, por ello, debido al control medioambiental en cuanto a vertidos y calidad del agua se realizará un análisis de la situación actual del boro en la Legislación de la Comunidad Económica Europea y en las disposiciones de ámbito estatal y autonómico, aplicables en la Comunidad autónoma de Galicia

2. LEGISLACIÓN EUROPEA

La normativa de la Unión Europea con respecto al elemento boro se centra en una serie de Directivas que se recogen en la *Tabla 1* adjunta, así como sus transposiciones a la Legislación Española y Autonómica.

La Directiva 2000/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000, establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, cuyo objetivo principal es garantizar una buena calidad contribuyendo a la progresiva reducción de los vertidos de sustancias peligrosas en el agua.

En cuanto a los vertidos, la Directiva 91/271/CEE indica los tratamientos previos necesarios que han de realizarse sobre las aguas residuales industriales que entren en los sistemas colectores y en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas. Sin embargo, esta Directiva no hace referencia a contaminante alguno.

La Directiva 76/464/CEE, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad, en su único anexo considera al boro y sus compuestos dentro de la lista II de categorías de sustancias perjudiciales. Tampoco establece valores de emisión indicando solamente, al igual que en resto de los contaminantes que cada Estado miembro adoptará las medidas apropiadas para reducir la contaminación de las aguas ocasionada por las sustancias de la lista II, anteriormente citada.

Esta Directiva prevé en su artículo 4 la aplicación de una Directiva específica relativa a las aguas subterráneas. Así se establece la Directiva 1980/68/CEE, de 17 de diciembre, de protección

de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas. Su objetivo es prevenir la contaminación de las aguas subterráneas por sustancias que pertenezcan a las familias y grupos de sustancias enumerados en las listas I y II del anexo y reducir o eliminar en la medida de lo posible, las consecuencias de la contaminación actual. El boro aparece recogido en el anexo II como sustancia que podría tener efecto perjudicial en las aguas subterráneas, pero no establece valores de emisión, sólo indica, al igual que las anteriores Directivas, que cada Estado miembro tomará las medidas necesarias para limitar la introducción en las aguas subterráneas de sustancias de la lista II.

La Directiva 96/61 CE, del Consejo, de 24 de septiembre, supedita la puesta en marcha de las instalaciones industriales a la obtención de un permiso escrito que fijará las condiciones ambientales que se exigirán para la explotación de las instalaciones y se especificarán los valores límite de emisión de sustancias contaminantes. Algunas de las actividades industriales que figuran en el Anexo 1 de esta Directiva contienen al boro como constituyente de su vertido, clasificándolo con un alto potencial contaminante.

Dicha Directiva ha sido modificada en diversas ocasiones, así la Directiva 2006/11/CEE, de 15 de febrero de 2006, de contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad establece la necesidad de una autorización para el vertido de estas sustancias. Y la última modificación es la Directiva 2008/1/CEE, de 15 de enero, de prevención y control integrados de la contaminación, procedente de las actividades que figuran en el anexo I, en donde siguen apareciendo las actividades industriales que contienen el boro en sus procesos.

La calidad de las aguas del medio receptor de la posible contaminación industrial, es decir, aguas de baño, aguas continentales, aguas aptas para la vida de los peces y aguas para la cría de moluscos se legisla en las Directivas correspondientes referidas en la *Tabla 1* pero en ninguna de ellas aparece el boro como elemento a tener en cuenta en los parámetros analizados para realizar las evaluaciones pertinentes de calidad.

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA (WATER POLLUTION)		
Objetivos de Calidad	Aguas Residuales Industriales	
Aguas potables y para consumo humano	Vertido	Medio receptor
<i>Aguas destinadas a la producción de agua potable.</i>	<i>Contaminación por determinadas sustancias peligrosas. (¹DPH)</i>	<i>Calidad de las aguas continentales. (¹DPH)</i>
Directiva 75/440/CEE	Directiva 76/464/CEE	Decreto de Galicia 130/1997 <i>Aguas continentales aptas para la vida de peces. (¹DPH)</i>
R. D. 927/1988 R. D. 1541/1994 O. M. del 11/5/88 O. del 30/11/1994 O. M. del 15/10/1990	Ley de aguas 29/1985 R.D 849/1986: Reglamento 11/4/86 R.D.1315/1992 R.D. 1771/1994 R.D. 1778/1994 R.D. 606/2003	Directiva 78/659/CEE Directiva 2006/44/CEE R.D. 927/1988 O. M. de 16/12/1988 <i>Aguas para cría de moluscos. (²DPMT)</i> Directiva 79/923/CEE Directiva 91/492/CEE Directiva 2006/113/CEE R. D. 927/1988 R. D. 345/1993 O. Del 20/12/1993 O. del 15/11/1994 <i>Calidad de aguas de baño.</i> Directiva 2006/7/CEE. (²DPMT) R. D. 734/1998 R. D. 1341/2007
<i>Aguas destinadas al consumo humano.</i>	Ley 46/1999 de modificación de la ley de aguas	
Directiva 80/778/CEE Directiva 98/83/CEE R. D. 1423/1982 R. D. 1138/1990 R. D.1164/1991 O. Del 1/7/1997 R. D. 781/1998 R. D. 140/2003	R.D. 1/2001 Protección de las Rías de Galicia. Ley 8/2001 (²DPMT) Protección de costas (²DPMT) Ley 22/1988 R.D. 1471/1989	
Aguas subterráneas	Aguas Residuales Domésticas o asimilables a domésticas	
Protección de aguas subterráneas Directiva 80/68/CEE Ley de aguas -Reglamento	Tratamiento de aguas residuales y urbanas. (¹DPH Y ²DPMT) Directiva 91 /271/CEE Directiva 93/481/CEE Directiva 98/15/CEE R.D.L. 11/1995 R.D.509/1996 R.D. 2116/1998 R.D.1620/2007(Reutilización de aguas depuradas).	Es de aplicación la misma Legislación que la indicada para las aguas residuales industriales, en función del dominio público en el que se efectúe el vertido.
	Borrador de ordenanza municipal de vertidos e uso do sistema público de saneamento en baixa.	

Tabla 1. - Legislación aplicable a las aguas residuales industriales, domésticas y asimilables a domésticas en el ámbito Europeo, Nacional y de la Comunidad Autónoma Gallega.

Table 1.- Law applicable to industrial wastewater, domestic household and similar to the European, National and Autonomous Community of Galicia.

¹DPH: Dominio Público Hidráulico: Vertidos efectuados a los lechos públicos (ríos y aguas subterráneas) y vertidos efectuados por infiltración del terreno.

²DPMT: Dominio Público Marítimo Terrestre: Vertidos efectuados desde la tierra al mar o a sus ríos

3. LEGISLACIÓN ESTATAL

La normativa vigente respecto a los vertidos del Estado Español se recoge en la “Ley de aguas” o ley 29/1985, de 2 de agosto. Esta Ley viene cumplimentada y desarrollada por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, denominado Reglamento del Dominio Público Hidráulico (vertidos efectuados a los lechos públicos (ríos y aguas subterráneas) y vertidos efectuados por infiltración en el terreno) modificado parcialmente por los Reales Decretos 1315/1992, 1771/1994, 1778/1994 y 606/2003. Dicha Ley fue modificada por la Ley 46 /1999, de 13 de diciembre, que autoriza a dictar el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, en el que se refunde y adapta la normativa legal existente en materia de aguas.

Tabla 2. - Valores límite para el boro en función del tratamiento realizado

Table 2.- Limit values for boron in terms of the treatment

Fuente: Real Decreto 849/1986 de 11 de abril denominado Reglamento del Dominio Público Hidráulico

Parámetro		Valores límite	
Unidad	Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3
Boro (mg/L)	10	5	2

Estas tablas hacen referencia a los valores límite de los distintos parámetros de vertido en función del tratamiento realizado. Se establecen tres niveles a los que se asocian cánones diferentes. Se observa, que en ningún caso los valores aplicables al boro podrán superar el valor de **10 mg/l** de la *Tabla 5.2.2.1* que corresponde a los niveles más permisivos y que por lo tanto, será el valor que contemplará el canon de vertido mayor.

La Ley 22/ 1988, de 28 de julio, de costas, protección, utilización y policía de costas, en su anexo I de sustancias peligrosas y criterios de calidad no incluye al boro como parámetro de control.

El Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, establece las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas siendo desarrollado por el R. D. 2116/ 1998, de 2 de octubre y el R. D. 509/1996, de 15 de marzo. En ellos, se fijan los requisitos técnicos que deberán cumplir los sistemas colectores y las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, los requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones secundarias o de aquellos que vayan a realizarse en zonas sensibles y regula el tratamiento previo de los vertidos de las aguas residuales cuando éstos se realicen a los sistemas colectores o a instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas, no haciendo

La Ley 29/1985 en su capítulo II regula la protección de las aguas continentales. Se introduce el concepto de **vertido** como “... la evacuación de aguas residuales o productos susceptibles de contaminar los ríos, que se realicen directamente o indirectamente sobre los cauces, cualesquiera que sea la naturaleza de éstos, así como los que se lleven a cabo en el subsuelo o sobre el terreno, balsas o excavaciones, mediante evacuación, inyección o depósito”.

En el anexo al título III del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aparece la relación de sustancias contaminantes, encontrándose el boro en el punto 14 del apartado 3a) de la relación II (relación denominada Lista gris). También en el anexo al Título IV se recogen los parámetros mínimos a tener en cuenta en el tratamiento de vertido. Los valores límite para el boro, referido a elemento disuelto como ión, son los siguientes, *Tabla 2*:

mención alguna del boro como contaminante. Actualmente los sistemas de saneamiento de aguas residuales urbanas, EDAR, no realizan controles analíticos del elemento boro.

4. LEGISLACIÓN DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA

Las Comunidades Autónomas en ejercicio de sus competencias sobre normas adicionales de protección medioambiental, unificadas por la Ley orgánica de transferencia de competencias estatales, tienden a completar la labor normativa del Estado Español en materia de medio ambiente.

La Ley 8/2001, de 2 de agosto, de protección de la calidad de las aguas de las rías de Galicia y de ordenación del servicio público de depuración de aguas residuales urbanas, ordena en el Título II el servicio de depuración de aguas residuales urbanas de Galicia, que se declara servicio público de interés general de la Comunidad Autónoma, atribuyendo su gestión a la Administración hidráulica de Galicia. En el Anexo IV se regulan los límites de emisión de vertidos de las aguas residuales a las rías de Galicia. Entre los parámetros considerados como vertidos no se encuentra el boro.

La Ley 3/2002, de 29 de medidas de régimen fiscal y administrativo, regula el Organismo Autónomo de carácter administrativo adscrito a la Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible: "Augas de Galicia". Las principales funciones del organismo Autónomo están asignadas en la Ley 8/1993, de 23 de junio, reguladora de la administración hidráulica de Galicia.

Dicha Ley crea y regula el canon de saneamiento. Para estos efectos se dictó el Decreto 27/1996, de 23 de junio, el cual fue refundido por el Decreto 8/1999, de 21 de enero. Dentro de los parámetros de contaminación que se consideran en la determinación de la carga contaminante, no aparece el elemento boro.

La Comunidad Autónoma de Galicia, a diferencia de otras Comunidades, no cuenta con legislación concreta en cuanto a valores de boro en los vertidos de aguas residuales industriales, que entren en los sistemas colectores e instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas, que garanticen el buen estado de las infraestructuras de saneamiento y la calidad del medio ambiente.

La primera ocasión que tendrá el boro de ser legislado en la Comunidad Gallega en cuanto a su contenido en las aguas residuales será cuando se apruebe el Borrador de Ordenanza Municipal de vertidos y uso do sistema público de saneamiento en baixa, que tiene por objeto regular el servicio público municipal de saneamiento

de las aguas residuales y fundamentalmente las condiciones de los vertidos de las aguas residuales y pluviales a las redes de saneamiento, en ejecución de lo previsto en la disposición adicional segunda y en la disposición transitoria quinta de la Ley 8/2001, de 2 de agosto, de protección de la calidad de las aguas de las rías de Galicia y de ordenación del servicio público de depuración de aguas residuales urbanas.

En su ámbito se incluyen todos los vertidos de aguas residuales, de cualquier origen, conectados a las instalaciones del ayuntamiento: redes de alcantarillado; colectores y conducciones de vertido e instalaciones depuradoras de aguas residuales. Queda totalmente prohibida la conexión de cualquier conducto de aguas pluviales a la red de aguas residuales y viceversa.

Una de las finalidades de la ordenanza es garantizar mediante los tratamientos previos adecuados, que las aguas residuales industriales que se vierten a los sistemas cumplan los límites establecidos. El elemento boro no aparece como un vertido prohibido sino limitado (**3 mg/L**).

Distintas comunidades de España ya poseen legislación sobre las concentraciones máximas instantáneas de ciertos contaminantes, en las aguas residuales que se vierten a los colectores públicos o al sistema integral de saneamiento. En la *Tabla 3* se indican los valores límite admisibles del elemento boro en distintas Comunidades:

Tabla 3. - Valores legislados de boro en algunas Comunidades Autónomas
Table 3. - Legislated the boron values in some Autonomous Communities

COMUNIDAD AUTÓNOMA	LEGISLACIÓN	VALORES LÍMITE DE BORO (mg/L)
Navarra	Decreto Foral 55/1990	5
Canarias	Decreto 174/1994	3
Madrid	Ley 10/1993(Decretos: 62/1994, 148/1996 y 154/1997)	2
Murcia	Decreto 16/1999	3
La Rioja	Ley 5/2000 Decreto 55/2001	3
Cataluña	Decreto 130/2003	3
Aragón	Decreto 38/2004	3

Estos valores tienen un orden de magnitud inferior y más estricto que el valor máximo, ya citado, tolerado por la Legislación Española de **10 mg/L** de boro, correspondiente a la *Tabla 2*. Esto indica que Galicia es mucho más permisiva que otras Comunidades en el canon de vertido, al no poseer sobre estos valores de boro, Legislación Autonómica, siendo sólo de aplicación la Legislación Estatal.

El Decreto de Galicia 130/1997 de 14 de mayo, posee el Reglamento de ordenación de pesca fluvial y de ecosistemas acuáticos continentales de Galicia. En su anexo V sobre cantidad mínima exigible a las aguas continentales tampoco legisla el elemento boro.

5. RESULTADOS

En cuanto a la legislación de boro solamente la Legislación estatal mediante la “Ley de aguas” o Ley 29/1985 de 2 de Agosto, introduce el concepto de “vertido”, estableciendo unos valores límite para el boro, como elemento contaminante. Los niveles más permisivos corresponden al valor de **10 mg/L** (canon de vertido mayor).

Galicia presenta una de las normativas autonómicas para los valores de boro más permisivas. Sin embargo, cuando se apruebe el “Borrador de Ordenanza Municipal de vertidos y uso do sistema público de saneamiento en baixa” se garantizará, siempre y cuando el ayuntamiento opte por esta medida, ya que es de carácter voluntario, que las aguas residuales industriales conectadas a las instalaciones del ayuntamiento tendrán limitado su contenido en boro a **3 mg/L**.

Actualmente los sistemas de saneamiento de aguas residuales urbanas, EDAR, no realizan controles analíticos para el elemento boro, aunque sí se legisla mediante el Real Decreto 1620/2007, el valor del boro para aguas reutilizadas estrictamente para uso agrícola (**0,5 mg/L**).

Respecto a la calidad para aguas potables se regula también por la Legislación Estatal, en el Real Decreto 927/1988. Este Decreto clasifica al boro dentro del epígrafe “substancias no deseables”, estableciendo un nivel guía de **1,0 mg/l** de boro, coincidente por un lado con los valores del Real Decreto 140/2003 sobre calidad de agua de consumo humano y por otro con los valores de las normativas comunitarias: Directiva 91/271/CEE y Directiva 76/464/CEE.

6. DISCUSIÓN

Es evidente la importancia que tiene el boro como contaminante en las aguas ya que, por ejemplo, en el anexo I de la Directiva 96/61 CE, del Consejo, de 24 de septiembre, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación, aparece el boro como constituyente de su vertido clasificándolo con un alto potencial contaminante y en posteriores modificaciones de dicha directiva aparecen actividades industriales contaminantes que contienen boro en sus procesos.

A nivel estatal, en la Ley 29/1985 aparece la relación de sustancias contaminantes encontrándose el boro en la relación denominada “lista gris”, recogiendo además, el valor de 10 mg/L que será el valor que contemplará el canon de vertido mayor. Este valor es muy permisivo ya que las aguas de riego, en general para los cultivos agrícolas no deben de superar los 4 ppm de boro ([1], [2] y [3]).

Muchas Comunidades Autónomas han rebajado el valor de 10 mg/L por la posible contaminación que puede darse en suelos y aguas que afecten a la agricultura, pero, por ejemplo, la Comunidad Autónoma de Galicia no es una de ellas.

Además las EDAR no realizan controles analíticos del elemento boro dado que no existen normativas legislativas que controlen los valores del boro en las aguas residuales.

7. CONCLUSIÓN

Como conclusión de esta revisión se pone de manifiesto, en primer lugar la necesidad de controlar el boro en las aguas residuales procedentes de las EDAR ([4], [5], [6] y [7]) y a exponer la gran necesidad de una normativa que limite el valor de boro ya que actualmente no existe legislación alguna al respecto. En segundo lugar, la necesidad de normativas autonómicas para todas las Comunidades Autónomas que rebajen los valores de boro en aguas del canon de vertido mayor (10 mg/L).

REFERENCIAS

- [1] WILCOX L. Boron injury to plants. Agriculture Information Bulletin. USSDA, 24: 3-8, 1960.
- [2] DE LA FUENTE GARCIA-SOTO, M. M. Diseño y desarrollo de un sistema de tratamiento para la eliminación

de boro en vertidos industriales [tesis]. Escuela Técnica Superior de ingenieros Industriales Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Madrid, 2000.

[3]RODRÍGUEZ, M. J, MUÑOZ, E. Y BERNAL, M. A. a). Estudio de las aguas de riego de Galicia en cuanto a contenido de boro en cultivos bajo invernadero de pimiento de padrón. Riegos y Drenajes XXI, septiembre- octubre, 16: 18-22, 2009.

[4] MARTÍNEZ, JL, DE LA FUENTE, M. M. Y MUÑOZ, E. El boro en los vertidos industriales. Ingeniería Química, septiembre: 163-169,1999.

[5] RODRÍGUEZ, M. J, MUÑOZ, E Y BERNAL, M. A. b). Estudio de viabilidad del proceso de adsorción de boro de aguas residuales con carbonato cálcico. Tecnología del agua, año XXIX, diciembre, 315: 52-55, 2009.

[6] RODRÍGUEZ, M. J, MUÑOZ, E. Y BERNAL, M. A. ¿Puede la concha del mejillón adsorber el boro contenido en las aguas residuales contaminadas?. Alimentación Equipos y Tecnología, EQUIPACK, mayo-junio, 253: 54-59, 2010.

[7] RODRÍGUEZ GUERREIRO, M. J. Daños producidos por boro en plantas y su influencia como contaminante en el medio [tesis]. Departamento de Ingeniería Industrial II. Escuela Politécnica Superior de Ferrol (A Coruña), 2010.