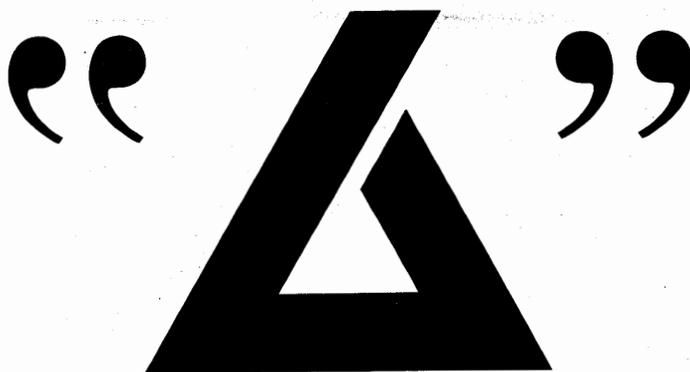


*Acta*  
*Toxicológica*  
*Argentina*

Publicación oficial de la Asociación Toxicológica Argentina



Volumen 3  
Nº 2  
Diciembre 1995



*L é a s e*

# "INVESTIGACION"

Un medicamento exige un esfuerzo constante de innovación, reflejo del propio desarrollo farmacológico y del perfeccionamiento de los procesos tecnológicos empleados en su elaboración.

En el mundo científico lo único permanente es el cambio.

Laboratorios Bagó, 59 años de innovación  
cientificoterapéutica.

 **Bagó**

ETICA AL SERVICIO DE LA SALUD.

**Asociación Toxicológica Argentina**

**Comisión Directiva**

**Presidente**

Alfredo Salibián

**Vicepresidente**

Ana M. Pechen de D' Angelo

**Secretaria**

Mirta L. Topalián

**Tesorera**

Clara M. López

**Vocales Titulares**

Silvia A. Minetti

Rosa Rojas

Bernardo A. Savelli

**Vocales Suplentes**

Adriana E. Piñeiro

Otmaro E. Roses

Marcelo L. Wagner

**Tribunal de Honor**

Juan Carlos García Fernandez

Manuel A. Guatelli

Elisa Kleinsorge

**Comité Científico**

Nelson F. Albiano

Héctor M. Godoy

Alberto A. Gurni

Otmaro E. Roses

Eduardo Zerba

**Organo de Fiscalización**

**Miembros Titulares**

Daniel E. González

María del Carmen Villarruel

**Miembro Suplente**

María Rosa Llorens

**Acta Toxicológica Argentina**

**Director Editor**

Otmaro Enrique Rosés

**Comité de Redacción**

Patricia M. Castané

Clara M. López

Alfredo Salibián

Mirta M. Topalián

**Comité Editorial 1995**

Juan M. Berman

E. de Camargo Fonseca Moraes (Brasil)

José A. Castro

Antonio Colombi (Italia)

Heraldo Donnewald

Ricardo Duffard

Ana S. Fulginiti

Veniero E. Gambaro (Italia)

Carlos A. García

Juan C. García Fernández

Estela Gimenez

Héctor Godoy

Irma Rosas Pérez (México)

Carlos Reale

Félix G. Reyes (Brasil)

Marta Salseduc

Edward Smith (Naciones Unidas)

Roberto Tapia Zuñiga (Chile)

Enrique Tourón

Norma Vallejo

Gastón Vettorazzi (España)

Edgardo J. Wood

Eduardo N. Zerba

**INDICE**  
**(CONTENTS)**

	Pág.
Editorial .....	27
Riesgos para la salud de trabajadores asignados a las instalaciones de tratamiento y eliminación de los desechos <i>Health hazards affecting workers at industrial wastes treatment and disposal facilities</i> Antonio Colombi, Stefano Basilio, Vito Foa .....	28
Detección de compuestos biogénicos volátiles en un lago eutrófico de San Luis - Argentina <i>Detection of volatile biogenetic compounds in an eutrophic lake of San Luis - Argentina</i> Humberto J. Silva, Juan M. Luco, Diana M. González, Omar M. Baudino. ....	38
Criterios de Salud Ambiental (OMS) N° 163: Cloroformo <i>Environmental Health Criteria (WHO) N° 163: Chloroform</i> .....	43
Acta Toxicológica Argentina Instrucciones para los Autores de contribuciones para la Revista. <i>Instructions to the contributors</i> .....	46

## EDITORIAL

### TOXICOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE

La puerta de la Toxicología es golpeada por diferentes manos. No podría ser de otra manera por su carácter de especialidad interdisciplinaria.

Especialmente después de la Reunión Cumbre celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, la Toxicología empezó a tener un protagonismo creciente en los diversos ámbitos donde se abordan, desde diferentes perspectivas, lo que podemos identificar genéricamente como "la preservación del ambiente y de los recursos naturales".

Casi proféticamente, hace 20 años, Truhaut acuñó el vocablo "Ecotoxicología", para plantear la necesidad de que la concepción interrelacional - global diría hoy - propia hasta entonces de la Ecología, no podía obviar la información toxicológica.

De la misma forma, con el devenir del tiempo, se han ido estableciendo fuertes vínculos entre la Toxicología y un amplio espectro de otras disciplinas cuyo objetivo común es el estudio de diferentes aspectos del ambiente. La Ecotoxicología es, precisamente, el espacio donde se están produciendo esos encuentros, por cierto que fructíferos.

La Ecotoxicología, que en nuestro país hace pocas décadas nos ocupaba y preocupaba a unos pocos, hoy ha devenido en una especialidad de consulta insoslayable a la hora de decidir acerca de las actividades humanas que pueden tener impactos adversos, directos o indirectos, inmediatos o a mediano y largo plazo, sobre el ambiente.

Hacia el fin del siglo, parece que el conocimiento que emerge de la Ecotoxicología se ha transformado en una demanda prioritaria de la sociedad global que, a su vez, está inmersa en una economía también globalizada.

Pocos advierten que este modelo mundial produce un impacto adverso sobre el ambiente y sobre la disponibilidad de los recursos. Es obvio que un modelo económico que se basa en la producción ilimitada a partir de recursos limitados ha de desembocar en el colapso que será un colapso ambiental.

En este contexto, no es casual que se haya determinado que el tema central del X Congreso Argentino de Toxicología, que se llevará a cabo en Buenos Aires en setiembre de 1996, sea Toxicología y Medio Ambiente. Será un encuentro que convoca a científicos, técnicos, representantes de organismos gubernamentales y no gubernamentales, docentes, profesionales, etc.

La seriedad de los problemas que preocupan y afectan a la gente requiere que los mismos sean tratados con urgencia y con rigor científico. Por ello, tenemos la esperanza de que nuestro Congreso será una contribución de la Asociación Toxicológica Argentina para la búsqueda de soluciones y propuestas válidas, que la sociedad sabrá valorar debidamente.

A. S.

# RIESGOS PARA LA SALUD DE LOS TRABAJADORES ASIGNADOS A LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO Y ELIMINACION DE LOS DESECHOS

Antonio Colombi (\*), Stefano Basilico (\*\*), Vito Foà (\*\*\*)

(\* Istituto di Medicina del Lavoro - Clínica del Lavoro "Luigi Devoto" - Università degli Studi - Milano (Italia)

(\*\*) Centro di Medicina Occupazionale e di Comunità (CEMOC)

Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro, Azienda USSL 41 - Milán (Italia)

(\*\*\*) Istituto di Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Bari (Italia)

Istituto di Medicina del Lavoro - Clínica del Lavoro "Luigi Devoto" - Università degli Studi  
Via di San Barnaba 8 - (20122) - Milano (Italia)

**RESUMEN:** El tratamiento y la eliminación de los desechos de distinto origen (urbano e industrial) constituyen actualmente uno de los mayores problemas en el ámbito de la higiene y sanidad pública de gran parte de los países industrializados.

El tratamiento y la eliminación de los desechos figuran ya como una realidad productiva de tipo industrial, con características peculiares, que se valen de una serie de actividades extremadamente articuladas y tecnológicamente relevantes que van desde la recolección y el almacenaje, al tratamiento para la eliminación final por termodestrucción, recuperación, o puesta en espera en descarga de los desechos.

Los riesgos para la salud relacionados con esas actividades son de interés prioritario para los trabajadores asignados pero también para la población que habita en la proximidad de las instalaciones. Los factores de riesgo se relacionan con los agentes lesivos en ámbito profesional: pueden ser químicos, físicos o biológicos.

Está muy poco estudiado el impacto ambiental y sobre los trabajadores. La adquisición de informaciones toxicológicas y sanitarias representa una de las premisas para una correcta y eficaz definición de normas y reglamentaciones para el desarrollo de acciones preventivas de tutela de la salud humana y del ecosistema. La evaluación objetiva de la entidad de tales riesgos requiere que sean llenadas las numerosas lagunas de conocimiento presentes en esta actividad industrial, de difíciles definiciones ya sea en términos de volúmenes de desechos tratados y eliminados o en términos de peligrosidad del mismo material de depuración.

Como se verifica para otras tecnologías productivas, también en este caso los trabajadores del sector son una "muestra" determinante para el reconocimiento de los riesgos que, durante un largo periodo, pueden interesar a la población total. Esta y otras consideraciones preventivas para la tutela de la salud en el ámbito profesional justifican la grande y creciente atención para el estudio de los riesgos para la salud de los trabajadores asignados a estas actividades.

**PALABRAS CLAVE:** Riesgo - Desechos - Trabajadores

**ABSTRACT:** Colombi A., Basilico S., Foà V. Health hazards affecting workers at industrial wastes treatment and disposal facilities. *Acta Toxicol. Argent. (1995) 3 (2): 28 - 37* The treatment and disposal of industrial wastes is one of the major problems a great number of industrialized countries are facing in the field of public health.

Waste treatment and disposal is a fact of production, featuring, however, characteristics of its own due to a series of articulate, technologically important activities ranging from collection and storage, work at the garbage dump, salvage and/or reprocessing up to thermdestructive treatment.

Health hazards linked to such activities are not only of utmost interest for workers at waste treatment and disposal facilities but also for the neighboring population living near this type of facilities. Risks factors inherent to waste exposure can be classified according to the chemical, physical, and biological categories traditionally used for classifying harmful agents in the industrial field. Very few research, however, has been conducted regarding the environmental impact of such activities as waste treatment and disposal on the health of subjects assigned to the different, above mentioned works. Gathering toxicological and sanitary information should be the first step to be performed if a correct, effective definition for norms and regulations is to be reached at so that actions aimed at protecting both human health, and the environmental integrity can be designed. Any objective assessment of such risks asks for gaps in knowledge about waste treatment and disposal activities to be filled up, taking into account, however, that attaining a definition in terms of (a) the volume of treated/disposed waste, and (b) the dangerousness of the purifying materials, is rather uneasy a task.

Workers of the industrial waste treatment and disposal sector -as is also the case with people working under other productive technologies- can be envisioned as an apt sample for assessing health hazards likely to harm the whole population in the long run. These, and other preventive considerations on health care justify that an increasing attention be devoted to studies on the health risks industrial waste treatment and disposal workers are exposed to.

**KEY WORDS:** Risk - Refuses - Workers

## 1.- INTRODUCCION

La correcta eliminación de los desechos, entendidos como "cualquier sustancia u objeto derivado de la actividad humana o de los ciclos naturales, abandonada o destinada al abandono" (según la definición indicada en la "Directiva de la Comunidad Económica Europea CEE 75/442), constituye uno de los mayores problemas a nivel de higiene y sanidad pública, sea en los países industrializados, como en las naciones en via de desarrollo (1)(2)(3)(4).

En efecto, resulta evidente la paulatina necesidad de mejores y más apropiadas informaciones técnicas y metodológicas que permitan hacer frente a las exigencias de volúmenes en constante crecimiento. Por otra parte es imprescindible que las operaciones de tratamiento que se

realicen, respeten las condiciones de salud y bienestar de los responsables directos y de la población en general, y que la modalidad de eliminación se caracterice por ser ecológicamente correcta para el presente y el futuro.

Del análisis histórico del problema resulta evidente que el movimiento de los materiales provenientes de las actividades humanas, representó un aspecto fundamental para el bienestar individual y colectivo desde las épocas más antiguas. Sin embargo, si bien hasta la llegada de la revolución industrial los desechos producidos eran en su casi totalidad biogradables y por lo tanto sujetos a su eliminación. En la época industrial, con la llegada de la gran producción de manufacturas de metal o de sus aleaciones y la producción de sustancias químicas de síntesis y de materiales plásticos, se ha modificado drásticamente la

Correspondencia a: Antonio Colombi

persistencia (entendida como indestructibilidad de muchos materiales de desecho) y aumentado a la vez los volúmenes para tratar y eliminar.

Nace así la necesidad de nuevas actividades especializadas en el tratamiento y eliminación de los distintos tipos de materiales. Establecer y organizar esas actividades implica un número cada vez mayor de gente ocupada, que por su extensión e importancia casi podríamos definir como una nueva "actividad productiva" de la industria.

Este nuevo sector de trabajo está íntimamente ligado a la variedad y tecnología presente, que va desde la recolección de los distintos tipos de desechos de tratamiento hasta la eliminación final, sin olvidar la existencia de los abonos, de las descargas abusivas y de las zonas industriales en mal estado o sin actividad.

Como demostración de la importancia y la actualidad de los problemas vinculados con la gestión de los materiales en cuestión, en la Tabla 1 se consignan los datos relativos a la producción de los desechos divididos según su tipo, en distintas naciones del planeta. Por lo que se refiere específicamente a la realidad italiana, en la Tabla 2 se

indican las respectivas actividades de origen y una estimación de los datos de producción subdivididos en las distintas clases.

Junto a la problemática surgida por los tipos más clásicos de los materiales de desecho, está el representado por las aguas residuales urbanas e industriales. En efecto, resulta evidente que el agua, si bien no está clasificada en la categoría de material descartable, puede ser considerada como tal cuando ha sufrido durante su uso contaminación química o biológica. Esa contaminación hace necesario un tratamiento de depuración e higienización para su reutilización o reincorporación al ambiente (5)(6)(7). En Italia, la población que trabaja en el tratamiento y eliminación de los desechos sólidos urbanos especiales, tóxicos y nocivos, y de las aguas residuales, sería del orden de las 20000 personas. Las dimensiones del sector destinado al tratamiento y eliminación de los desechos y su probable aumento, demuestran la importancia de los aspectos de la higiene del trabajo y de la prevención de los riesgos de origen profesional en el cuidado de los trabajadores que se ocupan de estas tareas.

**TABLA 1:** Datos relativos a la producción de desechos en los distintos países del mundo (valores indicados en miles de toneladas/año.)

PAIS	PERIODO	DSU	DI	DETN
USA	1983-1985	178.000	613.000	250.000
Japón	1983	41.095	220.548	768
Australia	1980	10.000	20.000	300
Nueva Zelandia	1982-1985	1.160	300	45
Austria	1983	1.630	5.110	100
Belgica	1980-1983	3.082	8.000	915
Dinamarca	1980	2.046	814	90
Finlandia	1983-1984	1.200	14.000	124
Francia	1980	14.000	32.200	2.000
Alemania Fed.	1982-1985	27.544	52.464	4.900
Irlanda	1984-1985	1.270	1.580	20
Italia	1980	14.041	35.000	2.000
Luxemburgo	1984-1985	190	95	15
Noruega	1980-1985	1.700	2.186	120
Holanda	1984-1985	7.242	4.137	280
Polonia	1984-1985	7.900	274.885	n.d.
Portugal	1980-1985	2.246	11.200	1.049
Reino Unido	1983-1984	16.398	50.000	1.500
Suecia	1980	2.500	4.000	550
Suiza	1980	2.146	n.d.	100
Hungria	1984-1985	7.000	21.146	7.081

DSU: Desechos sólidos urbanos.

DI: Desechos industriales.

DETN: Desechos especiales, tóxicos y nocivos.

nd: No disponible.

Fuente: WRI 1988. (4)

**TABLA2:** Estimación de las cantidades de desechos producidos en Italia durante el año 1989, subdivididas según clases y actividades productivas de origen (valores indicados en miles de toneladas/año).

TIPOS DE DESECHOS	CANTIDAD
Desechos sólidos urbanos	17.300
Desechos especiales	80.100
• provenientes de autodemoliciones	1.800
• inertes, de origen civil	34.400
• de hospitales	200
• industriales (asimilables a los sólidos urbanos)	3.000
• inertes, de origen industrial	13.400
• otros de origen industrial ni tóxicos ni nocivos	23.500
• tóxicos y nocivos	3.800
<b>TOTAL</b>	<b>97.400</b>

(Fuentes: Ministerio dell' Ambiente 1989)

## 2.- CLASIFICACION DE LOS DESECHOS

Los materiales de desecho, definidos en los párrafos anteriores según la normativa europea, pueden ser clasificados en "desechos sólidos urbanos" y en "especiales" (que a su vez pueden subdividirse en tóxicos y nocivos).

### 2.1.- Desechos sólidos urbanos:

- 1) Desechos de escaso volumen provenientes de habitaciones domésticas o de otros tipos de actividad parecido.
- 2) Desechos de mucho volumen, derivados de bienes de consumo durables, de utilización doméstica, de uso común, provenientes de edificios o de otros edificios civiles en general.
- 3) Desechos de cualquier naturaleza u origen, existentes en la vía pública o en terrenos privados (sujetos a uso público), o sobre playas marítimas o lacustres o riberas de ríos.

### 2.2.- Desechos especiales:

- 1) Residuos derivados de actividades industriales, agrícolas, artesanales, comerciales y de servicios que, por calidad y cantidad, no son declarados asimilables a los desechos urbanos.
- 2) Desechos provenientes de los hospitales y casas de curaciones, no asimilables a los urbanos.
- 3) Materiales provenientes de demoliciones, construcciones, excavaciones y los aparatos y equipos dañados o en desuso.
- 4) Vehículos a motor (camiones o parecidos) fuera de servicio y sus repuestos.
- 5) Residuos de la actividad del tratamiento de desechos y los derivados de la purificación de efluentes. Se introduce el concepto de "asimilabilidad de los desechos urbanos" respecto a los desechos derivados de actividades productivas que se pueden comparar, por su composición, a los desechos urbanos o susceptibles de eliminación (aún en los mismos lugares de descarga) con las mismas modalidades. Entran además en dicha categoría los barros

biológicos provenientes de instalaciones de depuración que tratan líquidos industriales, cuando contienen sustancias tóxicas en medida no superior a los barros provenientes de líquidos exclusivamente urbanos.

Los desechos de hospitales, sanatorios, etc. son considerados desechos especiales. Ellos son asimilables a los desechos urbanos solamente a los fines de una manera de eliminación por incineración, pero no para todas las otras operaciones de eliminación tales como el transporte y su almacenaje. Hay que subrayar que una vez esterilizados, los desechos de hospitales pueden ser "asimilados" a los desechos sólidos urbanos y descargados juntamente a ellos.

Los "desechos especiales" adquieren carácter de "desechos tóxicos y nocivos" cuando contienen o son contenidos por algún tipo de sustancia química (como, por ejemplo, metales pesados, solventes, amiantos, pesticidas) en concentraciones tales que puedan constituir un peligro para la salud y el ambiente. Lo mismo se aplica cuando provienen de ciclos industriales especiales y técnicos en los que se presume la presencia de contaminantes tóxicos.

Como se indicó anteriormente, una estimación de la cantidad de desechos producidos anualmente a nivel internacional y en Italia se detallan en las Tablas 1 y 2.

## 3.- TRATAMIENTO Y ELIMINACION DE LOS RESIDUOS

Los métodos utilizados para el tratamiento y eliminación de los desechos son numerosos y varían según la naturaleza física (líquido o sólido) y química (orgánico o inorgánico) de los desechos mismos.

Entre los procesos de tratamiento, los más importantes son los de tipo térmico, químico, biológico e inercial. En la eliminación, las principales técnicas en uso son: recuperación, descarga e incineración. Sobre la base de la variabilidad y la complejidad de los materiales que se utilizan, no hay ningún método de seguridad absoluta: cualquier tratamiento o eliminación de un desecho está evidentemente asociado con un nivel de riesgo para el hombre (tanto para los trabajadores que se ocupan del tema como para la población en general) y para el ambiente. Los

desechos pueden, en efecto, contaminar el ambiente de la vida y del trabajo, y representar un riesgo para la salud del hombre, sea durante los momentos de producción y acumulación, o durante las operaciones de tratamiento y/o eliminación final.

Se puede decir, en términos generales, que cuanto más compatible con las características del desecho es el tipo de técnica de tratamiento/eliminación, tanto mayor será el costo de las instalaciones y tanto menor el riesgo (8)(9).

Ciertos sistemas de eliminación practicados, como el almacenamiento de los productos tóxicos y nocivos en espacios bien delimitados, o su puesta en espera en los lugares para la descarga, pueden ser fuente de diseminación de sustancias orgánicas volátiles. También puede representar una fuente de contaminación para las aguas cuando no se aplican medidas técnicas para evitar su difusión ambiental.

En forma análoga, distintos métodos de destrucción o tratamiento de desechos pueden originar nuevas sustancias potencialmente tóxicas. Ese es el caso de la incineración con temperaturas no correctas para los desechos urbanos e industriales que contienen compuestos orgánicos halogenados. En ellos hay producción pirrolítica de clorodibenzodioxinas (CDBD) y clorodibenzofuranos (CDBF), los que pueden difundirse con los humos de combustión (10)(11).

Finalmente, puede suceder que el tratamiento no destruya los contaminantes presentes en un desecho pero que tienda solamente a concentrarlos, como la producción de barros, subproducto en las instalaciones de tratamiento biológico de las aguas industriales recicladas. En este último caso, a veces pueden resultar asimilables a desechos tóxicos y nocivos, por lo que necesitan de un sucesivo tratamiento específico de eliminación. Con otros materiales los procesos de eliminación influyen más en la dilución del desecho en el ambiente (y su relación con distintos ecosistemas), que en términos de reducción de la toxicidad de las sustancias allí presentes.

La elección de la metodología del tratamiento de eliminación más apta en las distintas situaciones, se basa en los siguientes factores enunciados por orden de importancia: mínimo riesgo ambiental, máxima destrucción del/los compuesto/s nocivo/s, máxima recuperación de productos secundarios, o energía y mínimo costo de operación.

### 3.1. Métodos de tratamiento

Los distintos tipos de tratamiento se clasifican tradicionalmente en base a la naturaleza del proceso utilizado en: térmicos, químico/físicos y biológicos. Sin embargo, hay que subrayar que esta subdivisión, útil con propósito explicativo, resulta a menudo únicamente formal. No puede, en efecto, existir una separación neta entre las metodologías indicadas, ya que en cada una de ellas pueden entrar operaciones de varios tipos, sean físicas, químicas y/o biológicas, si bien en medida y secuencia distinta. En este caso se habla de tratamientos de inertización, los que comprenden el uso de técnicas distintas.

Tratamientos térmicos: son esencialmente procesos de

destilación, gasificación y pirrólisis. Estos procedimientos se desarrollan a temperatura elevada, en condiciones tales de permitir (en el primer caso) la separación de los contaminantes orgánicos volátiles del material o la transformación de las sustancias orgánicas en materias gaseosas (segundo y tercer caso), con producción de compuestos menos tóxicos o con posibilidad de reutilización, o más fácilmente termodestructurables. Los tratamientos térmicos permiten una reducción del volumen del desecho, con obvias ventajas en el momento de su descarga (escorias y cenizas) y la recuperación de las materias secundarias y de la energía.

Tratamientos químico-físicos: tienen por objeto detoxificar el desecho a través de la obtención de compuestos inocuos o inertes y/o su remoción.

Entre los procesos químicos a los cuales pueden ser sometidos los desechos líquidos están: la neutralización, la oxidoreducción, la estabilización y la solidificación por transformación en vidrio (o incorporación al mismo). Entre los procesos físicos están, en cambio, la floculación, la sedimentación, la centrifugación, la ósmosis inversa, la ultrafiltración y el intercambio iónico.

Tratamiento biológico: Por lo común se efectúa en aguas que se vuelven a utilizar y consiste en la acción de determinados grupos de bacterias sobre las sustancias orgánicas contaminantes a los efectos de llevarlas a sustancias más simples o mineralizarlas completamente, por ejemplo, a anhídrido carbónico. Los procesos más utilizados son los de fermentación aeróbica. Las instalaciones generalmente están constituidas por sistemas de tamizado de las aguas (para eliminación de cuerpos extraños ordinarios), bombas o cloacas para elevación de las aguas, piletas de ventilación, dispositivos para sedimentación de los barros resultantes, tanques de digestión aeróbica y/o anaeróbica de los barros, aparatos para filtración de los barros y canales para la reincorporación de las aguas depuradas al cuerpo hídrico original.

Entre los sub-productos de estas transformaciones metabólicas operadas por microorganismos, se considera también la producción de una biomasa de origen bacteriano (barros biológicos resultantes del proceso de depuración) utilizable como combustible o como correctivo para terrenos agrícolas.

### 3.2. Métodos de eliminación:

La eliminación de los desechos se efectúa mediante recuperación, puesta en espera para la descarga o incineración.

Técnicas de recuperación: entre ellas debe remarcarse la del "compost", aplicable a desechos que contienen suficiente cantidad de materia orgánica que pueda fermentar. Este tratamiento, que lleva a la humificación de la parte fermentable del desecho, puede ser utilizada para los sólidos urbanos (que pueden ser considerados como inertes desde el punto de vista químico), o para algunas partes provenientes de la separación de los mismos.

Entre las técnicas de recuperación de los materiales

orgánicos de origen biológico, como por ejemplo las biomásas provenientes de la depuración de las aguas urbanas recuperadas, ha asumido ultimamente gran importancia su utilización en la agricultura. En ese sentido, se recuerda que la normativa Comunitaria prevé vínculos específicos legislativos en relación a la calidad agronómica y a las garantías ambientales que deben poseer las biomásas respecto a las presencia en ellas de elementos contaminantes, tales como metales, pesticidas y otros elementos de origen antropogénico.

**Descarga controlada:** La puesta a punto para la descarga, para desechos sólidos urbanos, industriales especiales, tóxicos o nocivos y la puesta "en espera" en áreas debidamente equipadas, resulta en la actualidad una modalidad muy utilizada. Para el futuro esta modalidad de eliminación parece que será siempre menos practicable, dada la dificultad de obtener lugares idóneos y superar el negativo impacto ambiental y psicológico por la presencia de las descargas en lo que respecta a las áreas y a las comunidades que tendrán que hospedarlas.

Pese a lo dicho, la puesta en descarga constituye actualmente la principal modalidad de eliminación de los desechos sólidos urbanos y representa casi la única solución practicable para muchos desechos industriales (por ejemplo los que no son combustibles).

Existen tipos de descarga según la clase de desecho "en espera". Las características de construcción (impermeabilización de las paredes y del fondo) y de operación (eliminación de biogas-metano, vapores y/o emisiones bajo forma de colada líquida) varían según la peligrosidad -para el hombre y para el ambiente- del desecho a ocurrir.

A nivel europeo, la clasificación de las descargas utilizables es generalmente contenida en las mismas disposiciones legislativas nacionales y normas de aplicación que definen las características de los desechos según las líneas emanadas por las correspondientes Directivas CEE. Se debe recordar que esas normas conciernen prevalentemente a las características constructivas y de operación de las instalaciones, mientras resultan limitadas las indicaciones referentes a la tutela de la salud de los trabajadores asignados. Exceptuando las distintas formas constructivas, las descargas deben estar ubicadas, para seguridad, alejadas de centros habitados y de cursos de agua. Al momento de su extinción, todos los tipos de descarga deben prever una cobertura final del área destinada a un plano de restauración.

**Incineración:** esta práctica resulta de una cierta importancia para la eliminación de los desechos sólidos urbanos y de los desechos tóxicos y nocivos. Las instalaciones están constituidas por sistemas de alimentación de los desechos al horno, hornos de combustión (a grillas o a cilindro rodante), cámaras de postcombustión, dispositivos de neutralización de los humos de combustión y de filtración de los mismos y chimeneas de emisión. Aún en la ausencia efectiva de riesgos, dada la incertidumbre de los años pasados referentes al impacto ambiental de las emisiones, o de los subproductos de

combustión y de los componentes gaseosos y volátiles de las chimeneas (en especial las CDDBD y los CDBF), la difusión de esta técnica de eliminación (en particular en Italia) continúa siendo muy limitada. La adopción de criterios eficaces de conducción del proceso de combustión y de modernos dispositivos de captación y de eliminación de las emisiones (como los aparatos electrostáticos o la neutralización post-combustión), constituyen la solución técnica actualmente disponible y eficaz para limitar los problemas de contaminación ambiental. No obstante todavía no son suficientes para disipar gran parte de los equívocos y de los temores presentes en la población en general con respecto a los incineradores. La relevancia de las emisiones de los incineradores con respecto a la calidad del aire del ambiente fue objeto de numerosas indicaciones para la definición cuali-cuantitativa de los contaminantes "aceptables" en ellas presentes (3).

#### 4.- RIESGOS PARA LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

Más allá de episodios -accidentales o dolosos- de contaminación masiva química o biológica que pudieran producir cuadros patológicos agudos en los trabajadores o en la población en general, o graves desequilibrios en el ecosistema, la salud de los trabajadores asignados al manejo de las instalaciones se ve amenazada en el largo plazo, por las exposiciones (a bajas dosis prolongadas en el tiempo) a los agentes químicos o biológicos presentes en los materiales tratados o que se han formado en los procesos de tratamiento y/o eliminación (12)(13)(14). Las informaciones disponibles en la literatura científica son limitadas con relación a los efectos sobre la salud observados en el personal asignado a las instalaciones de tratamiento y/o eliminación de desechos. Por ese motivo, y por la escasa cantidad de investigaciones específicas referentes a sujetos expuestos en el ámbito profesional, los actuales conocimientos en la materia se basan prevalentemente en episodios anecdóticos o esporádicas indicaciones de epidemias morbosas verificadas en la población en general como consecuencia de la contaminación ambiental (química o biológica) producida por circunstancias accidentales.

##### 4.1. Riesgos vinculados con las operaciones de tratamiento:

Los riesgos para la salud ligados a las operaciones de tratamiento de los desechos son clasificables en base a su origen en físicos, químicos y biológicos.

**Riesgos de naturaleza física:** son principalmente atribuibles a la presencia de ruidos originados por surgentes fijas o móviles como los medios mecánicos de traslado del material (excavadoras, palas mecánicas, bombas, motores, turbinas, etc).

**Riesgos de naturaleza química:** resultan preponderantes en las operaciones de tratamiento de los desechos industriales. En el tratamiento de los desechos tóxicos y nocivos las numerosas lagunas en el conocimiento de las propiedades ecotoxicológicas de gran parte de los productos denominados "puros", resultan agigantadas cuando los mismos componentes químicos (debido a sus contaminaciones, descomposiciones, desnaturalizaciones, u otros procesos), son degradados desde sustancias aptas para

uso a subproductos o desechos que deben ser correctamente eliminados.

En el caso hipotético de disponer informaciones sobre la naturaleza y composición del desecho, las previsiones posibles son limitadas -aún para simples mezclas- sobre un eventual potenciamiento o limitación de la toxicidad por sinergia o antagonismos entre los componentes. En razón de estas carencias, para una gran parte de los desechos tóxicos y nocivos resulta casi imposible estimar anticipadamente la entidad del riesgo potencial para la salud del hombre y del ambiente. A esto debe añadirse las posibles exposiciones que se encuentran en los distintos procesos de tratamiento y eliminación.

En lo que atañe a los efectos agudos sobre la salud como consecuencia de la exposición a agentes químicos contenidos en los materiales o formados en los procesos de tratamiento, las citas disponibles en la literatura indican que los órganos o aparatos prevalentemente afectados (luego de un contacto directo) por exposición a polvos líquidos o vapores por vía inhalatoria son la epidermis, las mucosas, el sistema nervioso central, el hígado y el aparato reproductivo.

Una situación especial de exposición a sustancias químicas es el tratamiento de las aguas recicladas urbanas e industriales. Las molestias que acusan los asignados a las instalaciones de tratamiento químico o biológico de los efluentes, referidos también en este caso a la exposición inhalatoria o dérmica, se presentan como cefalea intensa, irritación cutánea, irritación de la mucosa ocular y de las vías respiratorias (15). Sobre la base de datos recabados por la inspección sanitaria periódica de esos trabajadores, se registraron en algunas oportunidades alteraciones limitadas de los índices de función hepática. En ciertas ocasiones fue posible establecer la existencia de una asociación entre la exposición y el cuadro clínico, aunque no siempre fue posible determinar con exactitud la entidad cuantitativa de la misma exposición, sea por la ausencia de una cuantificación rigurosa de la contaminación dispersa en el aire, o por el uso saltuario y/o discontinuo de las estructuras de protección personal.

Las observaciones disponibles sobre los efectos crónicos por exposición cutánea o inhalatoria de desechos que contienen sustancias tóxicas y nocivas (solventes y productos volátiles) fueron reunidas en el ámbito profesional por episodios de liberación accidental o vertido doloso de los mismos en la biosfera con incidencia en la población en general. Los efectos observados con más frecuencia fueron de tipo específico: alteraciones neurocomportamentales o de las funciones hepáticas y renal, con síntomas parecidos a los descriptos por exposición análoga a sustancias químicas en el ámbito profesional.

Sobre datos recabados de estudios epidemiológicos realizados en poblaciones expuestas por largos períodos o en situaciones peculiares (como las representadas por contaminaciones masivas por descargas abusivas de desechos químicos), se sugirió la existencia de una probable asociación positiva entre exposición a sustancias tóxicas no identificadas e incidencia aumentada de abortos y neoplasias

en distintos órganos o aparatos (16)(17).

Finalmente, hay que subrayar que los riesgos a exposiciones crónicas a agentes químicos o agudas por vía inhalatoria, no son atribuibles únicamente a los contaminantes presentes originalmente en el material a tratar, sino también a los que se pueden desarrollar en las operaciones de tratamiento. Como ejemplo a este propósito se debe recordar el peligro constituido por el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), gas presente como subproducto en los procesos de degradación anaerobia de los materiales orgánicos y de depuración. Ese gas puede acumularse en las zonas de estancamiento o en espacios lindantes, en cantidades tales que pueden constituir un riesgo de intoxicación grave y hasta fatal para los asignados a las instalaciones.

Riesgos de naturaleza biológica: están ligados principalmente a la presencia de microorganismos en los materiales a tratarse, los que pueden ser potencialmente patógenos o comportarse, como todos los materiales de origen proteico, como alérgenos. La exposición a bacterias, hongos y virus, vehiculizados en polvos y aerosoles, se produce principalmente por vía inhalatoria y en menor medida por vía cutánea, mientras que las contaminaciones con protozoos y helmintos prevalentemente lo son por vía gastrointestinal.

La vía inhalatoria se da en el procesamiento de desechos sólidos urbanos (que, como ya se dijo, se consideran inertes desde el punto de vista químico) o de los desechos especiales de origen hospitalario (3)(18).

La vía cutánea es más frecuente en la depuración biológica de las aguas efluentes urbanas. Con respecto a las operaciones de recolección y almacenamiento (temporal o definitivo) de los desechos sólidos urbanos, las mayores preocupaciones en términos médicos e higiénico profesionales resultan de la posible exposición a los microorganismos infectantes.

Una causa de particular riesgo infeccioso es el contacto accidental vía parenteral con el virus de la hepatitis B, cuando está presente en los desechos sólidos urbanos de material contaminado, en especial jeringas.

La potencial exposición por vía inhalatoria a agentes microbianos diseminados en el aire es parte de la problemática sanitaria de los asignados al tratamiento de la fracción fermentada de los desechos (desechos sólidos urbanos, desechos de industrias agroalimenticias, biomásas de diversos orígenes) (19). En forma especial se señalan en varios estudios de la literatura científica, la posibilidad de exposición a esporas de microorganismos y de distintos mohos, en particular de *Aspergillus fumigatus*. Este microorganismo no es patógeno pero en los casos de exposición prolongada o masiva, o en sujetos inmunodeprimidos o agotados, puede provocar graves formas morbosas como consecuencia de la proliferación tisular de las esporas en cavidades del organismo, en especial a nivel pulmonar (aspergilosis) (18)(20)(21)(22). Se señala también como causa de problemas alérgicos respiratorios de distinta naturaleza y entidad, como rinitis, asma y alveolitis, la exposición a esporas, a formas vitales o a proteínas de

origen bacteriano.

Entre los operarios de las instalaciones de tratamiento y desecación de biomásas bacterianas provenientes de la depuración de las aguas efluentes se señalaron episodios de malestar colectivo. Las manifestaciones comprenden fiebre y alteraciones de algunos parámetros biohumorales e inmunitarios atribuidos a la exposición a toxinas bacterianas. La posible exposición a microorganismos presentes en el aire en forma de aerosoles, es preocupante en términos de tutela de la salud de los trabajadores asignados al tratamiento de las aguas efluentes, no sólo en fase sucesiva a la eliminación en ámbito agrícola de fangos biológicos líquidos o semisólidos provenientes de las depuraciones (5)(7).

La contaminación bacteriana y viral de origen fecal es, además, una peculiaridad constante de las aguas efluentes urbanas. En la literatura científica, aunque no ha sido dada a conocer la presencia de formas clínicas declaradas, fue descripta la aparición de un cuadro característico: la llamada "enfermedad de los que trabajan en las cloacas" ("Sewage Workers Syndrome" de la literatura inglesa) (15). Ella está caracterizada por una sintomatología no específica que comprende malestar general, debilidad, rinitis aguda, fiebre alta y alteraciones humorales que se manifiestan por alteraciones de los niveles de los anticuerpos y de las inmunoglobulinas séricas, aumento en la frecuencia de episodios de disentería y desórdenes gastrointestinales, irritaciones oculares y aparición de dermatitis irritativas en distintos lugares.

Conjuntamente con la actividad de tratamiento de las aguas efluentes, entre las patologías tradicionales relativas a infecciones o a infectados, debe ser citada la "leptospirosis", producida por la *Leptospira icterohaemorrhagiae*, y las parasitosis intestinales. En cuanto a los parásitos patógenos, los agentes que revisten mayor importancia son la *Entamoeba histolytica* y la *Giardia lamblia*. En el ámbito de la Comunidad Económica Europea, las mejoras de las condiciones de trabajo, de la calidad higiénica de las aguas y del territorio, han prácticamente relegado aquellas formas morbosas a la dimensión de un evento aislado o de un dato histórico. Estudios recientes indican que en la actualidad no existen diferencias significativas de prevalencia de estas afecciones entre sujetos potencialmente expuestos en el ámbito profesional y la población en general.

#### 4.2.- Riesgos vinculados con las operación de eliminación:

En las operaciones de eliminación de los desechos, los riesgos pueden ser sumariamente clasificados (en base a su origen) en: físicos, químicos y biológicos. Hay que subrayar que a este nivel los riesgos para la salud afectan principalmente a los trabajadores asignados, pero que también deben considerarse con relación a la población en general y al ambiente de vida en el sentido lato. Se ha mencionado la eventualidad de que una incorrecta gestión de los materiales de depuración pueda dar lugar a: contaminaciones de los lugares de trabajo, diseminación ambiental de sustancias químicas y de microorganismos potencialmente patógenos. Según se verifica para otras

tecnologías productivas, la atención en el estudio de los riesgos para la salud de los trabajadores en el sector del tratamiento y de la eliminación de los desechos, representa un indicador para el reconocimiento y la evaluación de la entidad de los riesgos que en el largo plazo interesan a la entera población.

#### Eliminación por descarga:

En la actividad de la eliminación por descarga, los riesgos para la salud pueden amenazar a la población en general o a los sujetos asignados a la descarga misma (23)(17)(9). El efecto potencialmente más dañino fue identificado únicamente, a nivel internacional, como el relacionado al percolado del líquido desde el fondo de la descarga y a la consiguiente contaminación de las aguas superficiales y profundas. Los episodios producidos hasta ahora en el sentido mencionado fueron debidos más a una ubicación inoportuna o a inadecuadas operaciones y gestiones, que a una falta de idoneidad de los sistemas de impermeabilización disponibles para el aislamiento ambiental de las descargas.

No obstante el uso de las descargas para la eliminación de los desechos de distinta naturaleza, en muchos países las diferencias geológicas, hidrológicas, topográficas y climáticas hacen difícil la elaboración de una estrategia unificada de valor supranacional para la gestión y eliminación de los desechos por ese medio. Como anteriormente se ha mencionado, las normas actualmente en vigor en Italia confirman los criterios con los cuales deben ser localizadas las áreas idóneas para hospedar una descarga, como así también los distintos criterios constructivos para la confección de los recipientes de contención en relación a los materiales a contener. La evaluación de los factores de riesgo presentes en la actividad de eliminación de desechos tóxicos mediante descargas, tiene que ser diversificada con relación a los varios tipos de estructuras de las instalaciones. En tal sentido deben tenerse en cuenta los distintos tipos de materiales de depurados que tendrán que ser acumulados. En las descargas destinadas a la eliminación de los desechos sólidos urbanos y de los inertes, los trabajadores se hallan potencialmente expuestos no sólo a polvos orgánicos e inorgánicos, sino también a materiales contaminados por microorganismos de distintas especies. Con relación a estos últimos, como se ha dicho anteriormente para las operaciones de tratamiento, junto a las más tradicionales vías de exposición como la oral o cutánea, debe ser considerada también la inhalatoria en razón de los aerosoles contaminados con microorganismos de origen fecal. En las descargas destinadas a la eliminación de los desechos tóxicos y nocivos, se asume como hipótesis la exposición de los trabajadores especialmente en las fases de transferencia y ordenamiento de los desechos.

La absorción de polvos, gases y vapores, puede tener lugar principalmente por las vías cutánea e inhalatoria o bien por contaminación mano-boca en ausencia de medidas higiénicas. En consideración de las actividades desarrolladas, puede suponerse una exposición continua a bajos niveles de contaminación, mientras exposiciones

potencialmente más intensas se pueden verificar en la recuperación del tratamiento del colado.

En los yacimientos destinados a la eliminación de los materiales más peligrosos, las actividades laborales de los trabajadores están prevalentemente constituidas por transporte, almacenaje y vigilancia de los barriles o recipientes que contienen los desechos tóxicos. En el último caso deben estar cerrados hermeticamente. Con esas modalidades de depósito se supone una exposición muy baja a las sustancias presentes, si bien es necesario un monitoreo más para control ambiental que biológico de los trabajadores. Son previsible exposiciones potenciales durante la operación de traspaso de un contenedor a otro cuando son necesarias intervenciones luego de accidentes, como la rotura de barriles y la consiguiente recuperación de las sustancias derramadas. En estos casos, en ausencia de adecuadas medidas de protección individual, hay que prever exposiciones elevadas a vapores, gases y/o partículas asumibles por vía inhalatoria y cutánea. En estas descargas, a diferencia de otras, pueden ser almacenados materiales inflamables y carburantes, por lo que se debe evaluar cuidadosamente el riesgo de explosiones o incendios.

#### Eliminación por termodestrucción

En lo que atañe a las operaciones en las cuales se articula el proceso de eliminación por incineración, se reconoce una condición de potencial exposición a los desechos bajo la forma de polvos, vapores y aerosoles, para los que allí trabajan o en menor proporción a la población en general (24)(10).

Las principales preocupaciones para tutelar la salud de los trabajadores se relacionan con la carga del horno (generalmente continua), con la exposición (si bien limitada) a los productos de combustión.

Entre los productos de la combustión cabe señalar la potencial exposición a polvos inertes, a microdosis de metales en ellos contenidos (como plomo y cadmio) a hidrocarburos policíclicos por ellos adsorbidos, a compuestos orgánicos no quemados a gases irritantes, como el óxido de nitrógeno, y asfixiantes, como el monóxido de carbono.

En relación al mayor o menor grado de producción de cenizas o desechos de combustión, será mayor o menor la exposición durante el manejo de los hornos o las operaciones de mantenimiento (limpieza de los elementos electrostáticos para eliminar los polvos presentes en los humos de combustión) (25).

La recuperación de los líquidos ácidos y alcalinos utilizados en sistemas de captación y destrucción en húmedo de partículas y de residuos gaseosos tóxicos presentes en los humos, puede constituir una ulterior fuente de exposición a agentes nocivos.

La incompleta capacidad de tratamiento químico y de filtración de humos lleva a una destrucción parcial y captación de las partículas en ellos presentes y como consecuencia a la diseminación en el ambiente de metales traza (en particular metales pesados) y de ciertos hidrocarburos policíclicos.

En lo que respecta a la obsolescencia de las tecnologías

de incineración, las condiciones más peligrosas en el pasado estaban representadas por la incineración a baja temperatura, (menos de 800°C) y a los tiempos de permanencia demasiados breves en la combustión. Esto resulta particularmente importante en lo que respecta a desechos urbanos e industriales que contienen compuestos orgánicos halogenados (como los presentes en algunas materias plásticas), por la producción pirrolítica de CDBD y CDBF y que posteriormente se disemina en el ambiente con los humos de combustión (11). También en el pasado era de esperar la generación y consiguiente exposición a hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH).

La presencia ambiental de sustancias electrofílicas con potencialidad genotóxica se manifiesta, por ejemplo, por la presencia excesiva de ácidos mercaptúricos urinarios, o la capacidad mutagénica de las orinas. Ambos parámetros, en muestras obtenidas de trabajadores de instalaciones de incineración de desechos tóxicos y nocivos, resultaron más elevados que las de los sujetos de otra repartición productiva incorporados en calidad de grupo de referencia (26)(27)(28).

La adopción de las modernas tecnologías de combustión, captación y abatimiento de las emisiones ha permitido en gran parte superar las limitaciones técnicas del pasado.

A la luz de las crecientes (ya recordadas) dificultades de recuperar y dotar nuevas áreas de descarga controlada, la opción de la descarga por incineración se destaca en un futuro próximo (a pesar de la perplejidad de las comunidades implicadas) como seguramente ventajosa, con particular atención a la eliminación de los residuos sólidos urbanos como tales o de la fracción combustible de ellos seleccionable. ("Residue derived fuel" o RDF).

## 5.- PREVENCIÓN SANITARIA

En los párrafos anteriores se analizaron distintos procedimientos utilizados en el tratamiento y eliminación de los desechos, de los potenciales factores de riesgo relacionados con estas actividades y de los efectos sobre la salud observados en los trabajadores y en la población involucrada en episodios de contaminación relacionados a tales operaciones.

La compleja naturaleza de los productos, los enormes volúmenes presentes, el no siempre exhaustivo conocimiento de las transformaciones introducidas en el tratamiento y eliminación, y la incertidumbre al evaluar el grado de adecuación de las estrategias de eliminación disponibles, justifican la atención que estos asuntos reciben en el área de los programas de tutela de la salud en el ámbito profesional y no sólo en términos de higiene y sanidad pública.

En lo que concierne a la actividad de prevención y vigilancia sanitaria a desarrollar sobre los trabajadores asignados en la repartición, con relación a las normas vigentes a nivel nacional en los distintos estados europeos, se subraya que la progresiva recepción de las disposiciones contenidas en las Directivas CEE 89/391 (y de las sucesivas

Directivas CEE "hijas") por parte de las distintas naciones, cubre una laguna en las disposiciones legislativas en forma específica tanto en la aseveración de los riesgos como en la tutela de la salud en relación con los agentes químicos, físicos, y biológicos.

En Italia, la promulgación de los Decretos Leyes 277/1991 y 626/1994 proporciona los criterios para las correctas acciones de prevención de salud y seguridad, también con relación a los trabajadores afectados al tratamiento y a la eliminación de los desechos. En épocas anteriores, sólo eran posibles referencias indirectas a normas relativas a la tutela de la salud en el ámbito profesional, como los Decretos del Presidente de la República N°303/1956 y 1124/1965.

Antes de la entrada en vigencia del Decreto Legislativo 277/91 y del Decreto Legislativo 626/1994, según una orientación generalmente aceptada a nivel internacional (29)(13)(30) se sugería la adopción de una vigilancia sanitaria que empleara métodos de investigación genéricos o poco usados, pero de gran cobertura. Ella se basaba en la consulta médica especializada en Medicina del Trabajo y en investigaciones de laboratorio y pruebas funcionales capaces de identificar posibles condiciones patológicas predisponentes a la acción de agentes lesivos y de reconocer sus efectos precoces en distintos órganos y aparatos como consecuencia de la exposición.

En cuanto concierne a las medidas preventivas para adoptar en los grupos de trabajo, la variabilidad de la forma química y física de los contaminantes, el carácter discontinuo de la exposición, la difícil medición de las bajas dosis asumidas y el poco conocimiento de la real entidad del riesgo (especialmente el de naturaleza biológica) justifican la importancia de la elección de las acciones de prevención primaria cuya estrategia operativa se desarrolla en primera instancia para evitar totalmente exposición o, como alternativa, el abatimiento de la entidad de la exposición a los más bajos niveles obtenibles con las tecnologías disponibles.

Las medidas expuestas no dejan de lado y más bien se asocian a los tradicionales sistemas de prevención primaria, que comprenden tanto las intervenciones técnicas a nivel de instalaciones cuanto la dotación de los elementos de protección personal (guantes, mamelucos, máscaras, zapatos anti-infortunios, etc.).

## CONCLUSIONES

La gestión de los desechos constituye actualmente uno de los mayores problemas en el ámbito de la higiene y sanidad pública de gran parte de los países industrializados. En los últimos años el creciente volumen de los desechos acumulados y eliminados en forma incontrolada y su continua producción ponen sobre el tapete, la urgente necesidad de acciones sobre dicha eliminación en forma controlada y lo más segura posible para el ambiente y la colectividad. Nace un nuevo "sector industrial", especializado y a la vez articulado, dada la variedad de actividades y tecnologías presentes, que comprenden desde la recolección y almacenaje de los desechos, al tratamiento

con eliminación final y al saneamiento de las descargas abusivas. Con respecto a los desechos industriales, en Italia, dicho sector está actualmente poco desarrollado en su forma de mejor gestión y es opinión corriente que la eliminación todavía se hace en forma incontrolada. Está poco evaluado el impacto ambiental de algunas actividades y también son poco conocidos los posibles efectos sobre la salud del personal asignado a tales trabajos. La adquisición de informaciones toxicológicas y sanitarias representan una de las premisas para una correcta y eficaz definición de normas y reglamentos para el desarrollo de la actividad, conjuntamente con la gestión de los desechos. La evaluación objetiva de la entidad de tales riesgos, a los fines de la tutela de la salud humana y del ambiente en general, pide que sean colmadas las numerosas lagunas de conocimiento presentes en esta actividad industrial. Todo ello debido en parte a la natural incertidumbre intrínseca de cada proceso innovativo, pero sobretudo a la notable extensión del problema no siempre definido en términos concretos sea por lo que respecta a la calidad de los volúmenes tratados como al número de sujetos asignados.

## Bibliografía

- 1.- CEC (1989); Commission of the European Communities: Dirkzwager A.H., L'Hermite P. (eds.); Sewage Treatment and Use. New Developments, Technological Aspects and Environmental Effects. Elsevier Applied Science Publ., ECSC - EEC - EAEC, Brussels et Luxembourg 1989.
- 2.- Grisham J.W. (ed.) (1986); Health Aspects of the Disposal of Waste Chemicals, Pergamon Press, New York, 1986.
- 3.- Pescod M.B. (ed.) (1991); Urban Solid Waste Management 1991-1993, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen 1991.
- 4.- WRI (1988); The World Resources Institute, The International Institute for Environmental and Development (in collaboration with The United Nations Environment Programme); World Resources 1988-89. Basic Book Inc., New York 1988.
- 5.- CEC (1985); Commission of the European Communities: Block J.C., Havelaar A.H., L'Hermite P. (eds.); Epidemiological Studies of Risks Associated with the Agricultural Use of Sewage Sludge: Knowledge and Needs. Elsevier Applied Science Publ., ECSC-EEC-EAEC, Brussels et Luxembourg 1985.
- 6.- Mara D., Cairncross S. (1989); Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture, Measures for Public Health Protection. World Health Organization, Geneva 1989.
- 7.- U.S.EPA (1985); United States Environmental

- Protection Agency: Kowal N.E. (ed.); Health Effects of Land Application of Municipal Sludge (EPA 600/1-85-015), Cincinnati OH.
- 8.- Kolaczowski S.T., Crittenden B.D. (eds.) (1986); Management of Hazardous and Toxic Wastes in the Process Industries, Elsevier Applied Science, London and New York 1986.
  - 9.- NIOSH (1985); National Institute of Occupational Safety and Health, Occupational Safety and Health Guidance Manual for Hazardous Waste Site Activities. Cincinnati OH:DHNS (NIOSH) 1985; Publ. N°85-115.
  - 10.- Travis C.C., Hattermer-Frey H.A. (1989); A Perspective on Dioxin Emission from Municipal Solid Waste Incinerators. Risk Anal., 9:91.
  - 11.- WHO (1989); World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (IPCS): Environmental Health Criteria (EHC) N°88, Polychlorinated Dibenzo-para-dioxins and Dibenzofurans, Geneva 1989.
  - 12.- Buffler P.A., Crane M., Key M.M. (1985); Possibilities of Detecting Health Effect by Studies of Population Exposed to chemicals from Waste Disposal Sites. Environ. Health Perspec., 62: 423-456
  - 13.- McCunney R.J. (1986); Health Effects of Work at Waste Water Treatment Plants: A Review of the Literature with Guidelines for Medical Surveillance. Am. J. Ind. Med., 9; 271-279.
  - 14.- Timberlake D.L., Marshall M., Scalt S. (1994); Evaluation of Chemical Releases and Workers Exposures from Filter Press Operations. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 55(5), 438-442.
  - 15.- Clark C.S., Bjornson A., Schiff J.M., Phair G.P., Van Meer G.L., Gartside P.S. (1977); Sewage Worker's Syndrome. The Lancet 1977; 1009, 7 th May 1977.
  - 16.- Morgan R.W., Kheifets L., Oblinsky D.L., Whorton M.D. (1984); Fetal Loss and Work in a Wastewater Treatment Plant. Am. J. Publ. Health, 74: 499- 501.
  - 17.- Najem G.R., Louria D.B., Lavenhar M.A., Feuerman M. (1985); Clusters of Cancer Mortality in New Jersey Municipalities; with Special Reference to Chemical Toxic Waste Disposal Sites and per capita Income. Int. J. Epidemiol., 14: 528-537.
  - 18.- Ruala W.A., Odette R.L., Samsa G.P. (1989); Management of Infectious Waste by U.S. Hospitals. J Am. Med. Assoc., 262(12): 1635-1640.
  - 19.- Heida H., Bartman F., van der Zee S.C. (1995); Occupational Exposure and Indoor Air Quality Monitoring in a Composting Facility. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 56(1), 39-43.
  - 20.- Poulsen O.M., Breum N.O., Ebbelohj N., Hansen A.M., Ivens U.I., Van Lelieveld D., Malmros P., Matthiasen L., Nielsen B.H., Nielsen E.M., Schibye B., Skov T., Stenbaek E.I., Wilkins C.K. (1995); Collection of Domestic Waste. Review of Occupational Health Problems and Their Possible Causes, Sci. Tot. Environ., 170, 1-19.
  - 21.- Sigsgaard T., Bach B., Malmros P. (1990); Respiratory Impairment Among Workers in a Garbage-Handling Plant. Am. J. Ind. Med., 17: 92-93
  - 22.- Vincken W., Roels P. (1984); Hypersensitivity Pneumonitis due to Aspergillus fumigatus in Compost. Thorax, 39: 74-75.
  - 23.- Melius J.M., Costello R.J., Dahlstrom D.L. (1988); Hazardous Waste Sites, in: Zenz C. (ed.); Occupational Medicine, Principles and Practical Applications, 2nd ed., Year Book Medical Publishers Inc. 1988, pp. 1061-1066.
  - 24.- Stern A.H., Munshi A.A., Goodman A.K. (1989); Potencial Exposure Levels and Health Effects of Neighborhood Exposure to a Municipal Incinerator Bottom Ash Landfill. Arch. Environ. Health, 44: 40-48.
  - 25.- Wrbitzky R., Goen T., Letzel S., Frank F., Angerer J. (1995); Internal Exposure of Waste Incineration Workers to Organic and Inorganic Substances. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 68, 13-21.
  - 26.- Scarlett-Kranz J.M., Babish J.G., Stickland D., Goodrich R.M., Lisk D.J. (1986); Urinary Mutagens in Municipal Sewage Workers and Water Treatment Workers. Am. J. Epid., 124(6): 884-893.
  - 27.- Scarlett-Kranz J.M., Babish J.G., Stickland D., Lisk D.J. (1987); Health among Municipal Sewage and Water Treatment Workers. Toxicol. Ind. Health, 3(3): 311-319.
  - 28.- Van Doorn R., Leudeklers C.M., Bos R.P., Brouns R.M.E., Henderson P.T. (1981); Detection of Human Exposure to Electrophilic Compounds by Assay of Thioether Detoxication Products of Urine. Am. Occup. Hyg., 24(1): 77-92.
  - 29.- AIHA-ACGIH (1989); Proposed Criteria for the Selection of Appropriate Medical Resources to Perform Medical Surveillance for Employees Engaged on Hazardous Waste Operations. Am. Ind. Hyg. Assoc., 50:870-972
  - 30.- Melius J.M. (1986); Medical Surveillance for Hazardous Waste Workers. J. Occup. Med., 28: 679-683
- Agradecimiento: a Virginia Cinquetti por la tarea de secretaria.

## DETECCION DE COMPUESTOS BIOGENICOS-VOLATILES EN UN LAGO EUTROFICO DE SAN LUIS - ARGENTINA

Humberto J. Silva, Juan M. Luco, Diana M. Gonzalez\* y Omar M. Baudino

Laboratorio de Alimentos. Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia.  
Universidad Nacional de San Luis. Chacabuco y Pedernera. 5700 San Luis. Argentina.  
TE 23789 Interno 111. Fax 0652 30224

**RESUMEN:** En años recientes un importante problema ambiental que no tiene precedentes en la historia de la provincia ocurrió en San Luis, provincia mediterránea de Argentina. El mismo consistió en un fenómeno oloroso observado en el agua potable de la ciudad de San Luis, capital de la provincia, como así también en el agua del lago Cruz de Piedra ubicado a 12 Km al N.E. de la misma. Este olor fue asociado por la población en general con el olor que posee el pesticida gamexane de uso comercial (pesticida organoclorado).

En el presente trabajo se estudiaron tres episodios ocurridos en temporada estival, revelando la presencia de compuestos volátiles olorosos producidos por florecimiento de una cianobacteria: *Anabaena spiroides* en muestras provenientes del lago Cruz de Piedra. Siendo Geosmina (trans-1,10-dimetil-trans-9-decalol) la principal sustancia responsable del olor percibido. Fueron estimadas concentraciones de Geosmina de 18 µg por 100 mg de biomasa de *Anabaena*. Pruebas de toxicidad aguda en ratones de la cepa Wistar descartaron la presencia de neurotoxinas y hepatotoxinas.

**PALABRAS CLAVE:** biogénicos-volátiles / cianofitas / eutrófico

**ABSTRACT:** Silva H. J., Luco J. M., Gonzalez D. M., Baudino O. M. **Detection of volatile biogenetic compounds in an eutrophic lake of San Luis - Argentina.** *Acta Toxicol. Argent.* (1995) 3 (2): 38 - 42. Problems of environmental concern, not reported before, have been experienced in recent years in the province of San Luis, central part of Argentina. They were related with the production of nonxious odours, detected in the potable water, currently consumed by the population, as well as in the lake Cruz de Piedra, located north-east at 12 km of San Luis. The odours was associated by the public with a gamexane (organochloride pesticide) like odour.

Studies made during the onset of the last three episodes, generally occurring in the autumn season, revealed that the odour was produced by blooms of the cyanobacterium *Anabaena spiroides*.

Geosmin (trans-1,10-dimethyl-trans-9-decalol) is the main responsible for the nonxious odour. The concentration of geosmin amounted to 18 µg in 100 mg on dry weight biomass basis. Toxicity test for neurotoxins and hepatotoxins made in white mice, Wistar strain, using concentrated biomass extracts were negative.

**KEY WORDS:** volatile-biogenetic / cyanophytes / eutrophic

### INTRODUCCION:

Los pesticidas constituyen una contribución de la tecnología moderna para el control de plagas, siendo el gamexane (lindano o gamma-hexaclorociclohexano) uno de los productos que ha sido usado con mayor frecuencia. El fuerte olor a gamexane percibido en el agua de bebida y en el agua del lago que abastece la planta potabilizadora de la ciudad de San Luis, coincidente con la aparición de cianofíceas en el lago Cruz de Piedra, alarmó a la población. Este fenómeno no tiene antecedentes de haberse producido en otros cuerpos de agua de la provincia.

Debido a la alta peligrosidad de los pesticidas y a la prolongada persistencia en el ambiente de los organoclorados, (1,2) era importante comprobar o descartar la presencia de los mismos tanto en el agua potable como en el lago Cruz de Piedra. Como así también determinar él o los componentes responsables del olor, su origen y posible toxicidad. Estos aspectos constituyeron los objetivo del presente trabajo.

### MATERIALES Y METODOS:

#### 1.- Toma de muestra y procesamiento

Los florecimientos algales ocurrieron en el Lago Cruz de Piedra, situado a 12 km. al N.E. de la ciudad de San Luis, el

cual posee una superficie total de 141 hectáreas, una profundidad media de 7,2 metros y actualmente se encuentra en condiciones de eutrofización permanente. La ubicación del mismo se observa en la Figura 1.

Fueron recolectados noventa litros de agua. Posteriormente, la suspensión algal fue centrifugada a 10.000 r.p.m. y el residuo lavado con una solución de NaCl al 0,9 %.

El examen microscópico reveló la dominancia de cúmulos de *Anabaena spiroides*.

La biomasa fue liofilizada previa suspensión en solución fisiológica estéril a una concentración de 20 g/l en un liofilizador Thermovac FD 6 (RFS Inc., Island Park, New York, U.S.A.) utilizando un vacío de 300 millitorr. El proceso de liofilización se realizó dentro de las primeras 4 horas de recolección y el material liofilizado se almacenó a -30°C para su posterior uso.

#### 2.- Detección y Cuantificación:

La extracción de los compuestos volátiles a partir de muestras liofilizadas fue realizada usando una técnica de destilación y extracción continua líquido-líquido en el aparato descrito por Codefoot (3). Muestras de 0,5 g de biomasa liofilizada fueron suspendidas en 50 ml de agua destilada estéril y

\*Autor al cual debe dirigirse la correspondencia.

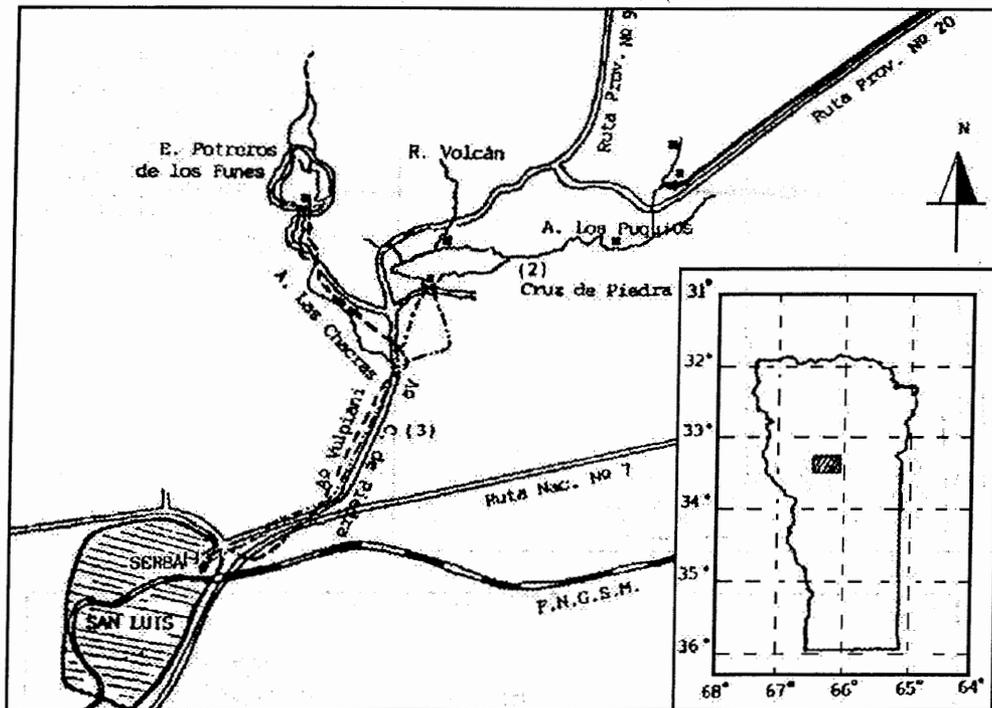


Figura 1:  
Ciudad de San Luis, (1) establecimiento potabilizador de SERBA (Servicios Básicos-San Luis), (2) Lago Cruz de Piedra y (3) Acueducto Cruz de Piedra.

colocados en el balón del equipo. En el compartimento de mezclado se obtuvo un sistema de dos fases por la adición de 1,5 ml de cloruro de metileno y 1,5 ml de agua destilada. En el tubo colector se colocó 1 ml de cloruro de metileno, solvente aconsejado por E.P.A. (4).

La temperatura del balón con la muestra fue de 140°C y la temperatura del tubo colector fue de 90°C. El proceso de destilación-extracción se realizó durante 80 minutos. Este método fue elegido por su simplicidad y alta sensibilidad, ya que permite la extracción de compuestos volátiles a partir de pequeñas cantidades de muestra.

El extracto en cloruro de metileno fue analizado por Cromatografía Gaseosa-Espectrometría de Masa (CG-EM). Se empleó un cromatógrafo Varian 1440 equipado con una columna empaquetada SE-52 y un detector de llama FID. La temperatura de inyección fue de 150°C y la temperatura del detector fue de 250°C. La temperatura de la columna fue programada a 130°C durante 2 minutos y luego elevada a 230°C con un gradiente de 8°C/minuto. El gas carrier fue Helio con un flujo de 30 ml/minuto. La salida de la columna fue conectada a un espectrómetro de masa Varian modelo 1125 con una temperatura de 200°C en la fuente y de 250°C en la interfase (Figuras 2 y 3).

Luego de la identificación, la concentración de Geosmina en la biomasa fue estimada por cromatografía gaseosa usando el área del pico producida e integrada con un integrador Varian modelo 4290.

En todos los casos de identificación y cuantificación se usó un patrón de Geosmina gentilmente cedida por Clois Slocum, US. EPA, Cincinnati, Ohio, USA. La pureza del patrón fue de 98 % y su concentración de 200 µg/ml.

La presencia de compuestos carbonílicos se detectó mediante la formación de sus 2,4-dinitrofenilhidrazonas y posterior análisis por Cromatografía Líquida de Alta Presión en un cromatógrafo líquido de alta resolución Beckman 421 A con detector Ultravioleta (5).

3.- Pruebas de Toxicidad Aguda de los compuestos biogénicos  
Se preparó un extracto a partir de una suspensión de biomasa liofilizada de 20 g/l en solución de cloruro de sodio 0,9 %.

La suspensión fue ultrasonificada en un sonicador marca Sonic & Materials Inc., Danbury, Connecticut, USA, seguida de centrifugación a 40.000 r.p.m. y posterior aplicación de 0,5 ml de sobrenadante, por inyección intraperitoneal, a un lote de 12 ratones hembras adultas de la cepa Wistar (6).

Los animales fueron controlados durante 5 días luego de la inyección para la observación de los síntomas característicos de intoxicación aguda (6). Animales testigo fueron inyectados 0,5 ml de solución de NaCl al 0,9%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los florecimientos de cianofíceas en el lago Cruz de Piedra ocurrieron concomitantemente con el fenómeno del olor percibido tanto en agua del lago como en agua potable. Este

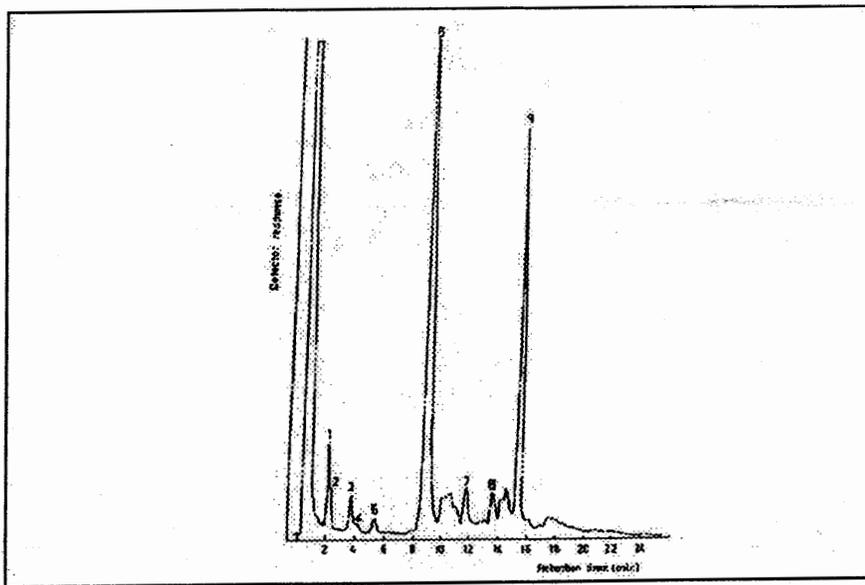


Figura 2:

Cromatograma en CG-FID de *Anabaena spiroides* indicando la presencia de: 1,2,3,4 y 5 compuestos carbonílicos; 6: geosmina; 7: 2, 6,10-trimetildodecano; 8: n-hexadecano y 9: n-heptadecano.

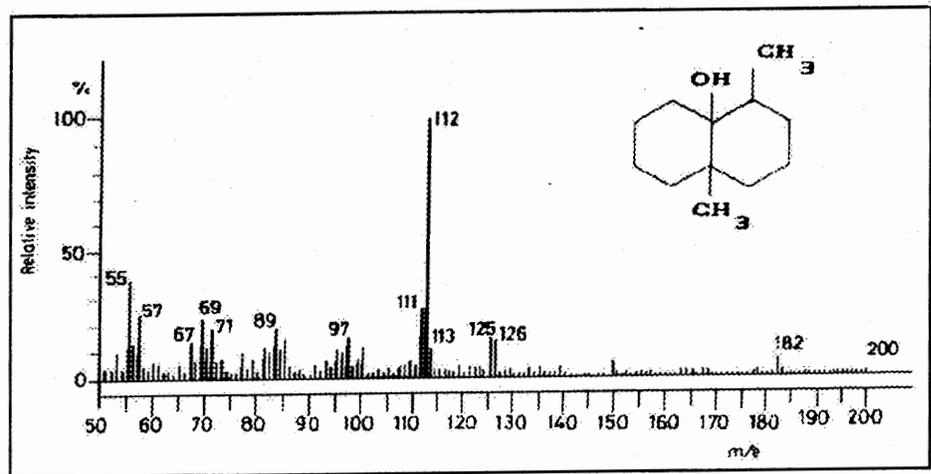


Figura 3:

Espectro de masa de Geosmina extraída desde biomasa liofilizada del florecimiento de *Anabaena spiroides*.

es un lago eutrófico permanente de donde se extrae agua para ser potabilizada para la ciudad de San Luis. El proceso de eutrofización o enriquecimiento biológico se debe a entrada de nutrientes, fundamentalmente fósforo, procedentes de la actividad humana. Se han observado florecimientos de cianofíceas en otros lugares del mundo con producción de metabolitos que otorgan olor y sabor desagradables al agua (7, 8, 9), y en algunos casos producción de toxinas (10). En nuestro país han sido reportados algunos casos de florecimientos de algas verde-azuladas (11).

El fuerte y desagradable olor, semejante a gamexane comercial, además de alterar notoriamente los caracteres organolépticos del agua del lago hizo pensar en la posibilidad de que pudiera presentar toxicidad para el hombre y los animales. El hecho de que el olor a gamexane fuera producido por el propio pesticida se descartó, ya que estudios realizados en nuestro laboratorio en muestras de agua del lago Cruz de

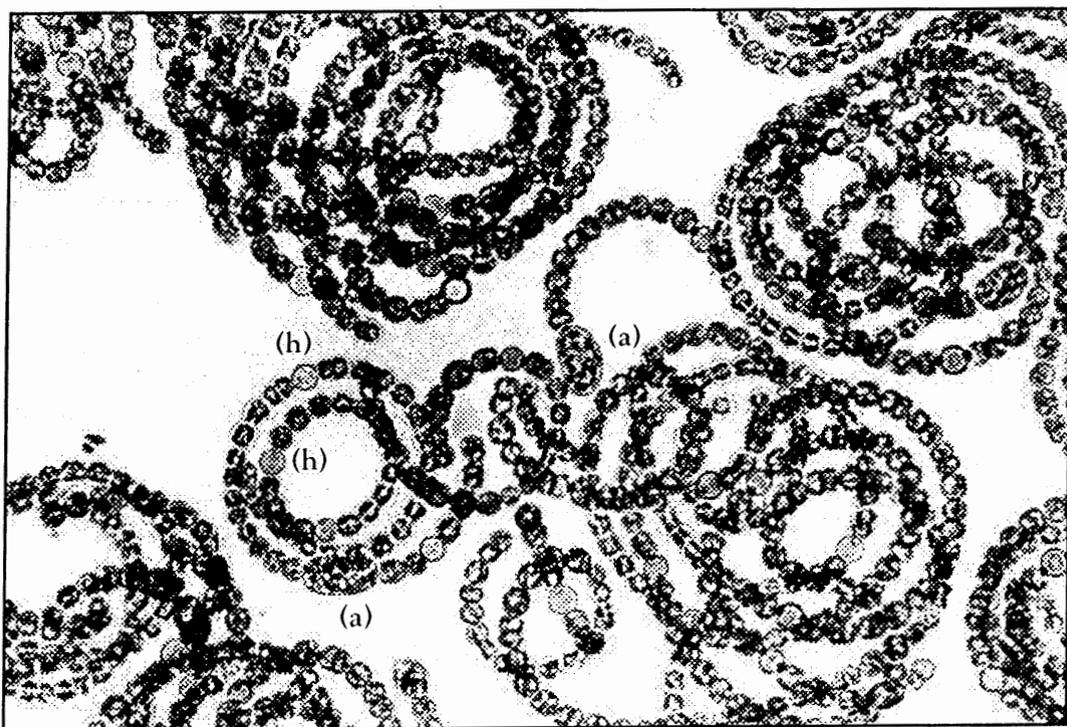
Piedra, entre otros puntos de muestreo, demostraron la presencia de pesticidas organoclorados en concentraciones tan bajas que no causan olor detectable. Estos estudios fueron realizados en ausencia de florecimientos (12). Durante los florecimientos las concentraciones de organoclorados fueron similares.

Las observaciones microscópicas de muestras tomadas durante los florecimientos revelaron la presencia exclusiva de una cianobacteria filamentosas heterocística, la cual fue identificada como *Anabaena spiroides* de acuerdo a Starmach (13). (Figura 4)

*Anabaena spiroides* no pudo ser cultivada a pesar de utilizar medios y condiciones de cultivo específicas (14, 15).

Además experimentó severa lisis luego de tres días de recolección a temperatura ambiente (16). Por lo tanto se decidió desarrollar una técnica adecuada que permitiera preservar la biomasa sin ninguna descomposición para

**Figura 4:**  
Desarrollo de  
*Anabaena spiroides*  
en agua del lago  
donde se identifica  
la presencia de (a)  
acinetos y (h)  
heterocistos.



efectuar, posteriormente, el análisis de los compuestos volátiles responsables del olor. Dicha técnica consistió en efectuar la liofilización de la biomasa responsable del florecimiento, seguida del análisis de los compuestos volátiles en el material liofilizado.

Luego de la extracción de los compuestos volátiles por el método de Godefroot se realizó la identificación de los siguientes compuestos por CG-EM: Geosmina (trans-1,10-dimetil-trans-9-decalol), los hidrocarburos n-heptadecano, n-hexadecano y 2,6,10-trimetildodecano y una fracción de compuestos carbonílicos (Figuras 3 y 4). La presencia de hidrocarburos lineales y ramificados en los florecimientos de cianofíceas también ha sido informada por otros autores (17,18). Sin embargo, no tuvieron efecto alguno sobre los caracteres organolépticos del agua a causa de que ninguno de ellos posee olor perceptible.

Por otra parte, Geosmina cuya estructura molecular se observa en la Figura 4, posee un fuerte olor a tierra (4). Se ha observado que la mezcla de los compuestos olorosos con otros volátiles puede resultar en un cambio del olor característico (18). En el caso particular de los episodios ocurridos en San Luis, la presencia de compuestos carbonílicos (Figura 3: picos 1, 2, 3, 4 y 5) pudo haber contribuido para que Geosmina alterara su olor característico, generando un olor diferente, que la población asoció con el olor a gamexane.

El típico olor de Geosmina comienza a percibirse cuando la misma se encuentra en concentraciones de 0,2 µg/l

correspondiente a 1 TON (Threshold odor test) para Geosmina (4). La concentración de Geosmina en la biomasa liofilizada fue de 16,8 µg por 100 mg de liofilizado. A su vez la concentración de Geosmina en la muestra original se estimó en forma indirecta, mediante cuatro liofilizaciones sucesivas en las cuales se comprobó que la pérdida en cada proceso de liofilización alcanzó solamente el 6,7 % dando un valor de 18 µg de Geosmina por 100 mg de biomasa.

Un importante aspecto de las experiencias realizadas lo constituye la demostración de la ausencia de toxicidad aguda en los florecimientos de *Anabaena spiroides*. Al efectuarse la inoculación intraperitoneal del extracto algal en ratones, estos no presentaron la sintomatología típica que presentan frente a las neurotoxinas y hepatotoxinas frecuentemente producidas por floraciones tóxicas de cianofíceas (6, 10).

Se conoce que las condiciones de eutroficación favorece los florecimientos de cianofíceas, quedaría por investigar cual o cuales son las causas específicas determinantes de la ocurrencia de este fenómeno ambiental. Sin embargo, la presencia de acinetos libres en cepas de *Anabaena spiroides* (Figura 2 (a)) los cuales pueden permanecer viables en el lecho del lago por largos períodos de tiempo (19), podrían generar nuevos florecimientos cuando las condiciones ambientales sean favorables para su germinación.

Si bien se demostró la relación entre los florecimientos en el lago y la presencia de metabolitos volátiles en los mismos con la producción de olores desagradables no se efectuó su

determinación en agua potable.

Por ser los florecimientos acontecimientos no previsibles y de ocurrencia estacional se tiene programado, en caso de producirse nuevos episodios, la detección y cuantificación de compuestos volátiles en el agua potable, considerando que estudios experimentales recientes (20) a nivel de laboratorio utilizando una cianobacteria han demostrado que los tratamientos químicos convencionales para obtener agua potable incrementaron la concentración de compuestos orgánicos disueltos y volátiles responsables de olores desagradables tales como geosmina.

#### Agradecimientos:

Este trabajo fue subsidiado por la Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de San Luis y por CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Nuestro agradecimiento al Prof. J. Kauka, a la Lic. M. C. Fernandez y al Lic. H. Ulaco por su colaboración.

#### Bibliografía

- 1.- Andur M.O., J. Doull and C.D. Klaassen (1991). Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons. Mc Graw-Hill, Inc. Health Professions Division, New York. 1033 pp.
- 2.- World Health Organization. (1991). Lindane. The Environmental Criteria Series Nº 124 W.H.O., Ginebra, Suiza.
- 3.- Godefroot, M., P. Sandra, and M. Verzele. (1981). New method for quantitative essential oil analysis. J. Chromatogr. 203:325-335.
- 4.- U.S. Environmental Protection Agency. (1974). Microbiological production of geosmin. Environmental Protection Technology Series. E.P.A. -670/2-74-094. November 1974. Cincinnati, Ohio 45268.
- 5.- Sami, S. (1977). Separation and quantitative determination of traces of carbonyl compounds as their 2,4-dinitrophenylhydrazones by high-pressure liquid chromatography. J. Chromatogr. 136:271- 277.
- 6.- Repavich, W. M., W. C. Sonzogni, J. H. Standridge, R. E. Wedepohl, and L. F. Meisner. (1990). Cyanobacteria (blue-green algae) in Wisconsin waters: acute and chronic toxicity. Wat. Res. 24:225-231.
- 7.- Bergling, L., H. Holtran, and O.M. Skulberg. (1983). Case studies on off-flavours in some norwegian lakes. Water Sci. Technol. 15:199-209.
- 8.- Tabachek, J.L., and M. Yurkowski. (1976). Isolation and identification of blue-green algae producing muddy odour metabolites geosmin and 2-methylisoborneol in saline lakes in Manitoba. J. Fish. Res. Board Can. 33:25-35.
- 9.- Tsuchiya, Y., K. Shudo, and T. Okamoto. (1979). Odorous compounds of the blue-green algae *Oscillatoria* sp., and river water. Identification of 2-methylisoborneol, geosmin, p-cresol, indole and 3-methylindole. Eisei Kagaku. 25:216-220.
- 10.- Berg K., O.M. Skulberg, R. Skulberg, B. Uderdal, and T. Willen. (1986). Observations of toxic blue-green (cyanobacteria) in some scandinavian lakes. Acta Vet. Scand. 27:440-452.
- 11.- Gayaso, A.M. (1993). Nuisance blooms in Argentina reservoirs. Harmful Algae News. Nº5 pág. 2. The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.
- 12.- Luco, J. M., E. G. Aguilar, P. G. Silva, O. M. Baudino y D. M. González. (1992). Niveles de pesticidas organoclorados en aguas de la provincia de San Luis (República Argentina). Acta Farm. Bonaerense. 11:121-128.
- 13.- Starmach, K. (1980). Cyanophyta, p. 480. In Flora Slodkowodna polski. Polska Akademic Nauk, Institut Botaniki, Warszawa. Krakow.
- 14.- Kotai, J. (1972). Instructions for preparation of modified nutrient solution Z8 for algae. Norwegian Institute for Water Research. Oslo.
- 15.- Volk, S. L., and H. K. Phynney. (1968). Mineral requirements for the growth of *Anabaena spiroides* in vitro. Can. J. Bot. 46:619-630.
- 16.- Martin, E. L. (1982). The biological regulation of bloom-causing blue-green algae: a feasible alternative. Nebraska Water Resources Center. University of Nebraska. Completion Report: 1:36.
- 17.- Izaguirre, G., C. J. Hwang, S. W. Krasner, and M. J. McGuire. (1982). Geosmin and 2-methylisoborneol from cyanobacteria in three water supply systems. Appl. Environ. Microbiol. 43:708-714.
- 18.- Slater, G. P., and V. Blok. (1983). Volatile compounds of cyanophyceae. A review. Water Sci. Technol. 15:181-190.
- 19.- Huber, A.L. (1984). Nodularia (cyanobacteriaceae) akinetes in the sediments of the Peel-Harvey, Western Australia: Potential inoculum source for Nodularia blooms. Appl. Environ. Microbiol. 43:234-238.
- 20.- Peterson H.G., S.E. Hrudehy, I.A. Cantin, R.P. Terrina and S.L. Kenefick. (1995) Physiological toxicity, cell membrane damage and the release of dissolved organic carbon and geosmin by *Aphanizomenon flosaquae* after exposure to water treatment chemicals. Wat. Res. 29:1515-1523.

## CRITERIO DE SALUD AMBIENTAL (OMS) N° - 163 CLOROFORMO

## ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA (WHO) N° - 163 CHLOROFORM

## RESUMEN

El cloroformo es un líquido transparente, incoloro y volátil, con un olor característico y un sabor dulce ardiente. Se degrada fotoquímicamente, no es inflamable y es soluble en la mayor parte de los disolventes orgánicos. Sin embargo, su solubilidad en agua es limitada. Por degradación química del mismo pueden formarse fosgeno y ácido clorhídrico.

El cloroformo se utiliza en la formulación de plaguicidas, como disolvente y como intermedio químico. Su utilización como anestésico y en especialidades farmacéuticas está prohibida en algunos países. La producción comercial ascendió a 440 000 toneladas en 1987. También se producen cantidades apreciables de cloroformo en la cloración del agua y en el blanqueado de la pasta papelera.

Existen varios métodos analíticos para determinar la presencia de cloroformo en el aire, el agua y los materiales biológicos. La mayor parte de esos métodos se basan en la inyección directa en columna, la adsorción en adsorbentes activados o la condensación en una cámara fría y posteriormente la desorción o evaporación mediante la extracción por disolventes o el calentamiento y el subsiguiente análisis por cromatografía de gases.

Se supone que la mayor parte del cloroformo presente en el agua se transfiere finalmente al aire debido a su volatilidad. El cloroformo tiene un tiempo de residencia en la atmósfera de varios meses y desaparece de la misma por transformación química. Es resistente a la biodegradación por la población microbiana aeróbica de los suelos y de las capas acuíferas que viven en sustratos endógenos o con el suplemento de acetato. La biodegradación es posible en condiciones anaeróbicas. La bioconcentración en los peces de agua dulce es baja. La depuración es rápida.

Las estimaciones de la exposición media calculadas a partir de diversos medios indican que la población en general está expuesta al cloroformo principalmente a través de los alimentos, el agua de bebida y el aire de los interiores en cantidades aproximadamente equivalentes. La inhalación estimada por conducto del aire exterior es considerablemente menor. La ingesta media estimada total es de aproximadamente 2 µg/kg de peso corporal por

día. Los datos disponibles también indican que el agua de uso doméstico contribuye considerablemente a los niveles de cloroformo en el aire de los interiores y a la exposición total. La ingesta total estimada de algunos individuos que viven en lugares con un abastecimiento de agua corriente con concentraciones relativamente elevadas de cloroformo asciende a 10 µg/kg de peso corporal por día.

Los animales y los seres humanos absorben bien el cloroformo después de la administración por vía oral, pero la cinética de la absorción depende del vehículo suministrado. Tras la exposición por inhalación, los seres humanos absorben del 60 al 80% de la cantidad inhalada. Los factores principales que afectan a la cinética de la absorción del cloroformo después de la inhalación son su concentración y la capacidad metabólica específica de la especie. Los seres humanos y los animales lo absorben fácilmente a través de la piel y se ha demostrado que durante la ducha la absorción dérmica del cloroformo del agua es apreciable. La hidratación de la piel parece acelerar la absorción de cloroformo.

El cloroformo se distribuye en todo el cuerpo. Los niveles tisulares más elevados se alcanzan en el tejido adiposo, la sangre, el hígado, los riñones, los pulmones y el sistema nervioso. La distribución depende de la vía de exposición; los tejidos extrahepáticos reciben una dosis más elevada del cloroformo inhalado o absorbido por la piel que del cloroformo ingerido. Se ha demostrado que en varias especies animales y en el ser humano el cloroformo se transfiere a través de la placenta. El cloroformo se elimina principalmente como dióxido de carbono exhalado. El cloroformo no metabolizado se mantiene más tiempo en el tejido adiposo que en cualquier otro tejido.

El citocromo P<sub>450</sub> cataliza la biotransformación oxidativa del cloroformo en triclorometanol. La pérdida de HCl del triclorometanol produce fosgeno como reactivo intermedio. El fosgeno puede detoxificarse por reacción con el agua produciendo dióxido de carbono o con tioles, inclusive con glutatión o cisteína, produciendo aductos. La reacción del fosgeno con proteínas tisulares está asociada con daño y necrosis celulares. Se observa un escaso enlace de los metabolitos del cloroformo con el ADN. El cloroformo también es

objeto de una biotransformación reductiva catalizada por el P<sub>450</sub> que produce radicales de diclorometilo y éstos contraen enlaces covalentes con los lípidos tisulares. No se ha determinado el papel de la biotransformación reductiva en la citotoxicidad del cloroformo.

Los animales y los seres humanos expuestos al cloroformo eliminan con el aire espirado el dióxido de carbono y el cloroformo que no se ha transformado. La fracción de dosis eliminada como dióxido de carbono varía según la dosis y la especie. La tasa de biotransformación en dióxido de carbono es más elevada en los microsomas hepáticos y renales de roedores (hámster, ratón, rata) que en los microsomas hepáticos y renales humanos. Además, el cloroformo se biotransforma más rápidamente en los microsomas renales del ratón que en los de la rata.

El hígado es el órgano vulnerable a la toxicidad aguda en las ratas y en varias estirpes de ratones. La lesión hepática se caracteriza principalmente por una infiltración grasa temprana y células con forma de globo y evoluciona hacia la necrosis centrilobular seguida de necrosis general. El riñón es el órgano vulnerable en los ratones macho de otras estirpes más sensibles. La lesión renal comienza con una degeneración hidrópica que avanza hacia la necrosis de los tubos proximales. No se ha observado una toxicidad renal apreciable en las ratas hembra de ninguna estirpe.

La toxicidad aguda varía según la raza, el sexo y el vehículo. En el ratón, la DL<sub>50</sub> por vía oral oscila entre 36 y 1366 mg de cloroformo/kg de peso corporal, mientras que en las ratas oscila entre 450 y 2000 mg de cloroformo/kg de peso corporal. Después de una sola exposición de cuatro horas por inhalación, se observó toxicidad hepática en ratones y ratas cuando el nivel de cloroformo alcanzaba, respectivamente, 490 y 1410 mg/m<sup>3</sup>.

Los efectos tóxicos del cloroformo más generales observados consisten en lesiones hepáticas. La gravedad de esos efectos por unidad de dosis administrada depende de la especie, del vehículo de administración y del método por el cual se haya administrado el cloroformo. La dosis más baja causante de lesión hepática observada es de 15 mg/kg de peso corporal por día, administrada a perros pachones en una base de pasta dentífrica durante un periodo de 7,5 años. No se han examinado efectos con dosis más bajas. Se necesitan dosis algo más elevadas para producir efectos hepatotóxicos en otras especies. En esos estudios, aunque la duración de la exposición variaba, los niveles sin efectos adversos observados oscilaban entre 15 y 125 mg/kg de peso corporal por día.

Se han observado efectos en el riñón de ratones macho de estirpes sensibles y en la rata F<sub>344</sub>. Se han observado efectos graves en una estirpe especialmente sensible de ratones macho con dosis de sólo 36 mg/kg de peso corporal por día.

La inhalación de cloroformo seis horas por día durante siete días consecutivos produjo atrofia de las glándulas de Bowman y neoplasia ósea en la concha nasal de ratas F<sub>344</sub>. El nivel en que no se observaron esos efectos fue de 14,7 mg/m<sup>3</sup> (3 ppm). La importancia de dichos efectos se está investigando más a fondo en estudios de larga duración.

El cloroformo administrado por sonda en un vehículo de aceite de maíz en dosis de 138 a 477 mg/kg de peso corporal por día indujo tumores hepáticos en ratones. Sin embargo, dosis semejantes de cloroformo administradas en el agua de bebida no produjeron tumores hepáticos en ratones. Por otra parte, en estudios de iniciación/promoción, el cloroformo administrado en el agua de bebida como promotor parecía inhibir el desarrollo de tumores hepáticos iniciados por dietilnitrosamina en ratones. Así pues, el vehículo y/o el método de administración del cloroformo es una variable importante en relación con la inducción de tumores hepáticos en el ratón.

El cloroformo administrado por sonda en aceite de maíz en dosis de 90 a 200 mg/kg de peso corporal por día indujo tumores renales en ratas. Sin embargo, en esa especie se observaron efectos semejantes tras la administración de cloroformo en el agua de bebida, lo que indica que la reacción no depende exclusivamente del vehículo utilizado.

Los efectos carcinogénicos del cloroformo en el hígado y los riñones de roedores parecen estar estrechamente relacionados con efectos citotóxicos y de replicación celular observados en los órganos vulnerables. Se ha observado que los efectos en la replicación celular eran paralelos a las modificaciones de las respuestas carcinogénicas al cloroformo inducidas por el vehículo y por la modalidad de administración. Las observaciones realizadas indican que el cloroformo tiene poca o ninguna capacidad para inducir mutaciones genéticas o daños directos de otro tipo en el ADN. Por otra parte, el cloroformo no parece poder iniciar tumores hepáticos en ratones ni de inducir síntesis imprevistas de ADN *in vivo*. Por otra parte, el cloroformo puede promover la neoplasia hepática cuando se administra en un vehículo oleoso. Por consiguiente, es probable que, tras la administración prolongada de cloroformo, la citotoxicidad seguida de proliferación celular sea la causa

más importante del desarrollo de tumores hepáticos y renales en los roedores.

Algunos datos limitados sugieren que el cloroformo es tóxico para el feto, pero sólo en dosis tóxicas para la madre.

En general, el cloroformo provoca en el ser humano los mismos síntomas de toxicidad que en los animales. En el ser humano, la anestesia puede causar la muerte por arritmia e insuficiencia respiratoria y cardíaca. En el ser humano también se ha observado necrosis de los tubos renales y disfunción renal. Los niveles más bajos en los que se haya comunicado toxicidad hepática debida a la exposición ocupacional al cloroformo se sitúan entre 80 y 160 mg/m<sup>3</sup> (con un periodo de exposición inferior a cuatro meses) en un estudio y entre 10 y 1000 mg/m<sup>3</sup> (con periodos de exposición de uno a cuatro años) en otro estudio. La dosis letal media de un adulto se estima en unos 45 g, pero hay grandes diferencias de vulnerabilidad de un individuo a otro. En algunos estudios epidemiológicos hay ciertas indicaciones de que existe una asociación entre la exposición a los subproductos de la desinfección del agua de bebida y el cáncer colorrectal y de vejiga. Sin embargo, hay factores confusos y otras insuficiencias que ponen en entredicho esos estudios. Las pruebas de la carcinogenicidad del agua de bebida clorada en el ser humano son insuficientes. Además, los subproductos de la desinfección no pueden atribuirse al cloroformo por sí solo.

El cloroformo es tóxico en las fases embrionarias de algunas especies de anfibios y de peces. La CL50 más baja comunicada es de 0,3 mg/litro en las fases embrionarias de *Hyla crucifer*. El cloroformo es menos tóxico para los peces y para *Daphnia magna*. La CL50 de varias especies de peces se halla entre 18 y 191 mg/litro. Hay pocas diferencias de sensibilidad entre los peces de agua dulce y salada. La CL50 más baja comunicada en *Daphnia magna* es de 29 mg/litro. El cloroformo es poco tóxico para las algas y otros microorganismos.

El Grupo Especial llegó a la conclusión de que los datos disponibles son suficientes para fijar una ingesta diaria tolerable sin efectos neoplásicos e ingestas con riesgos carcinogénicos específicos del cloroformo sobre la base de los estudios realizados en especies animales; las dosis servirán como orientación para que las autoridades competentes fijen límites de exposición. Sin embargo, se advierte que, cuando las circunstancias locales exijan optar entre el cumplimiento de límites microbiológicos y el de límites para subproductos de la desinfección tales como el cloroformo, debe siempre prevalecer la calidad microbiológica. Nunca debe comprometerse una

desinfección eficaz.

Sobre la base del estudio de Heywood et al. (1979) en el cual se observó una ligera hepatotoxicidad (aumento de las enzimas del suero hepático y quistes grasos) en perros paches que habían ingerido 15 mg/kg de peso corporal por día en pasta dentífrica durante 7,5 años, incorporando un factor de incertidumbre de 1000 (x10 para la variación entre especies, x10 para la variación dentro de la especie y x10 para utilizar un nivel con efectos en lugar de sin efectos y un estudio subcrónico), se obtiene una ingesta diaria tolerable (IDT) de 15 µg/kg de peso corporal por día.

En función de los datos disponibles sobre los mecanismos determinantes, el método que se considera más apropiado para establecer orientaciones fundadas en los tumores hepáticos de ratones es dividir un nivel sin efectos de proliferación celular por un factor de incertidumbre. A partir del nivel sin efectos observados de citotoxicidad y proliferación celular en ratones B6C3F1, de 10 mg/kg de peso corporal por día administrados en aceite de maíz durante tres semanas, comunicado en el estudio de Larson et al. (1993b), incorporando un factor de incertidumbre de 1000 (x10 para la variación entre especies, x10 para la variación dentro de la especie y x10 para la gravedad del efecto, es decir, carcinogenicidad, y estudio subcrónico) se obtiene una IDT de 10 µg/kg de peso corporal por día.

Se reconoce que los tumores renales en ratas también pueden estar asociados con letalidad y proliferación celular. Sin embargo, dado que no se dispone de datos sobre proliferación celular en la estirpe en la que se observaron tumores y la información sobre proliferación y letalidad celulares es de corto plazo (una sola sonda y exposición por inhalación durante siete días), se considera prematuro alejarse del modelo establecido por defecto (es decir, fases múltiples linealizadas) como base para estimar el riesgo de cáncer durante una vida. La ingesta diaria total que se considera asociada con un riesgo excesivo de 10<sup>-5</sup> durante una vida, sobre la base de la inducción de tumores renales (adenomas y adenocarcinomas) en ratas macho en el estudio de Jorgenson et al. (1985), es de 8,2 µg/kg de peso corporal por día.

Los niveles de cloroformo en las aguas superficiales son generalmente bajos y no se prevé que constituyan un peligro para los organismos acuáticos. Sin embargo, niveles más elevados de cloroformo en las aguas superficiales como consecuencia de las descargas o los derrames industriales tal vez sean peligrosos en las fases embrionarias de algunas especies acuáticas.

### Acta Toxicológica Argentina

Instrucciones para los autores de contribuciones para la revista

Acta Toxicológica Argentina (Acta Toxicol. Argent.) (ISSN 03279286) es el órgano oficial de difusión científica de la Asociación Toxicológica Argentina. Tiene por objetivo básico la publicación de trabajos originales, comunicaciones breves, actualizaciones o revisiones, temas de divulgación, comentarios bibliográficos, notas técnicas y cartas al editor. Asimismo se publicarán noticias relacionadas con los diferentes campos de la Toxicología.

Acta Toxicológica Argentina publicará contribuciones en español, portugués e inglés. Todas serán evaluadas por dos revisores; la selección de los mismos será atributo exclusivo del Comité Editorial. Este proceso determinará que el mencionado Comité opte por rechazar, aceptar con cambios o aceptar para su publicación el trabajo sometido a su consideración. En todos los casos los autores recibirán copia sin firma de la opinión de los evaluadores.

Las contribuciones científicas originales enviadas a consideración de ATA deberán ajustarse al siguiente formato básico:

- página 1: título, subtítulo nombres completos del o de los autores, laboratorio o institución donde se realizó el trabajo, dirección postal completa, incluyendo código postal, teléfono y fax, autor al cual debe dirigirse toda la correspondencia.
- página 2: título de trabajo en castellano y en inglés resúmenes de hasta 250 palabras en castellano y en inglés. tres-cuatro palabras clave en castellano, portugués e inglés.
- página 3 en adelante: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Discusión, Bibliografía citada, Leyendas de Ilustraciones y Tablas con leyenda.

La extensión máxima de estos aportes no deberá superar las 8 (ocho) páginas. El texto deberá ser escrito en PC, en papel tamaño A4, a doble espacio, con márgenes superior, inferior e izquierdo de 4 cm. Se deberán enviar 3 juegos. Conjuntamente con las 3 copias del manuscrito, los autores deberán remitir una versión en disquete de 3 1/2" utilizando alguno de los siguientes procesadores de texto: Word for MS-DOS; WORD for MACINTOSH; WORD PERFECT for DOS, indicando programa y versión usados. En el caso que los revisores recomienden la revisión del trabajo, la nueva versión deberá enviarse en disquete y tres copias impresas.

Las comunicaciones breves deberán respetar un formato similar al indicado para las contribuciones científicas exceptuando el resumen en español. El texto no necesariamente se dividirá en las partes indicadas (Introducción, Material y Métodos, etc.); no obstante, deberá contener en forma concisa la información que corresponde a esas partes. La extensión de esta categoría de aportes no deberá superar las 3 (tres) páginas.

Las revisiones, actualizaciones y temas de divulgación deberán ser lo más concisas posible y su extensión no excederá de 6 (seis) páginas. Su redacción deberá considerar lectores con formación científica pero ajenos o alejados del tema. Se considerarán preferentemente las revisiones solicitadas por el Comité Editorial.

Los comentarios bibliográficos serán contribuciones solicitadas por el Director. El autor deberá emitir una opinión fundamentada del trabajo sometido a su consideración. Además deberá incluir la siguiente información: título en idioma original, autor/es, edición considerada, traductor, editorial y asiento de la misma, tomo o volumen, número de páginas y año de edición. Se indicará claramente nombre del comentarista, institución a la que pertenece y domicilio completo. El texto no podrá ocupar más que 2 (dos) páginas.

Las notas técnicas se referirán exclusivamente a modificaciones de métodos, determinación de errores de las mismas, etc. Su extensión no superará las 2 (dos) páginas; al final deberán constar los datos que identifiquen claramente al autor/es. Las cartas al editor serán textos de una extensión no mayor de 200 palabras y revestirán el carácter de correspondencia

científica referida a textos publicados con anterioridad. El o los autores serán debidamente indicados.

Se solicita a los autores que tengan en cuenta las siguientes normas al preparar sus manuscritos:

- en todos los casos se deberá consignar en el ángulo superior derecho de cada hoja el apellido del autor o del primer autor y el número correlativo que corresponda, incluidas las páginas con Tablas.
  - en el caso de sustancias químicas se tomará como referencia prioritaria a las normas de la IUPAC.
  - los organismos se denominarán conforme a las normas internacionales, indicando sin abreviaturas el género y la especie en itálicas o subrayados.
  - las ilustraciones (fotografías, gráficos) deben ser confeccionadas sobre materiales de alta calidad, con técnicas que permitan su reproducción sin tratamientos especiales. Es aconsejable que este material tenga las dimensiones de la caja de Acta Toxicológica Argentina; los autores deben tener presente que en los casos de ilustraciones en las que sea necesario proceder a su reducción el tamaño de las letras, números y demás elementos de las mismas deben tener dimensiones mayores para que la nitidez no se vea afectada luego de la impresión. Se enviarán un juego de originales y dos copias. Cada una de las ilustraciones deberá portar en el dorso, escrito con lápiz suave, el número que le corresponde, nombre del primer autor y mediante una flecha se indicará la posición superior. Las leyendas irán en hoja aparte. Los costos adicionales que pudieran ocasionarse por la edición de dicho material serán a cargo del autor.
  - las tablas y sus leyendas se presentarán en forma individual, en hojas aparte, identificadas mediante numeración arábiga conforme al orden en que aparecen en el texto. La ubicación preferente de la tabla en el texto se indicará mediante una flecha. Las tablas se ubicarán al final de cada manuscrito.
  - las citas bibliográficas en el texto se indicarán mediante números correlativos, por orden de aparición, entre paréntesis: por ejemplo. "La separación de las isoenzimas se hizo por electroforesis de acuerdo a la técnica de Dietz y Lubrano (4)". En el caso de citar artículos de más de dos autores, se indicará el apellido del primero seguido de la expresión et al.: "Castañé et al. (5) fueron los primeros en..."
  - las referencias bibliográficas serán agrupadas bajo el acápite "Bibliografía citada"; la lista se ordenará conforme a los números asignados. El formato de las citas es el siguiente: artículo en publicación periódica: "Malla Reddy, P. and M. Bashamohideen (1989). Fenvalerate and cypermethrin induced changes in the haematological parameters of *Cyprinus carpio*. Acta hydrochim. hydrobio. 17 (1), 101-107." libro: "Dix, H.M. (1981), Environmental pollution. John Wiley & Sons, New York, 286 pp." Las abreviaturas de la de nominación de las revistas serán las que ellas mismas indican en su texto.
  - cualquier modificación excepcional de las normas estipuladas que los autores soliciten será considerada por el Director.
  - las pruebas de galera se enviarán al autor indicado como receptor de la correspondencia. Las mismas serán revisadas y devueltas dentro de las 48 horas de recibidas.
  - el autor indicado recibirá 10 separatas sin cargo. El excedente solicitado sobre esa cantidad será costado por el/los autores: la cantidad solicitada deberá ser indicada al Editor en el momento de devolver las pruebas de galera. Toda la correspondencia referida al Acta Toxicológica Argentina deberá ser dirigida al Comité Editorial, Alsina 1441, Of. 302 - (1088) Buenos Aires, Argentina - Telefax: +54-1-381-6919.
- Se solicita canje con otras publicaciones temáticamente afines a Acta Toxicológica Argentina.

## Acta Toxicológica Argentina

Instruções para os autores de contribuições para a revista.

Acta Toxicológica Argentina (Acta Toxicol. Argent.), (ISSN. 153279286) é o órgão especial de difusão científica da Associação de trabalhos originais, livros, comunicações, atualizações ou revisões, tema de divulgação, comentários bibliográficos, notas técnicas e cartas ao editor. Igualmente serão publicadas notícias relacionadas com diferentes campos da Toxicologia.

Acta Toxicológica Argentina publicará contribuições em espanhol, português e inglês. Todas serão avaliadas por dois revisores; a seleção deles será atribuição exclusiva do Comité Editorial. Este processo determinará que o mencionado Comité opte por eliminar, aceitar com alterações ou aceitar para publicação o trabalho submetido para sua consideração. Em todos os casos os autores receberão cópia sem assinatura da opinião dos avaliadores.

As contribuições científicas originais enviadas à consideração da ATA deverão ajustar-se à seguinte estrutura básica:

- página 1: título, subtítulo nomes completos do ou dos autores, laboratório ou instituição onde se realizou o trabalho; endereço postal completo, incluindo código postal, telefone e fax; autor ao qual toda a correspondência deverá ser dirigida.
- página 2: título do trabalho em espanhol e em inglês; resumos de até 250 palavras, em espanhol e em inglês. três, quatro palavras-chaves em espanhol, português e em inglês.
- página 3 em seguida: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão, Bibliografia indicada, Títulos de Ilustrações e Quadros com legendas. A extensão máxima destes aportes não deverá superar 8 (oito) páginas. O texto deverá ser escrito com PC em papel tamanho A4 com espaço duplo, com margens superior, inferior e esquerda de 4 cm. Deverão ser enviados 3 jogos.

Junto com as cópias do manuscrito, os autores deverão enviar uma versão em disquete (de 3 1/2"), em um dos seguintes processadores de texto: WORD for MS-DOS, WORD for MACINTOSH, WORD PERFECT for MS-DOS. Caso os revisores recomendem revisão do trabalho, a nova versão também deverá ser acompanhada de uma cópia em disquete e 3 jogos do texto em papel.

As comunicações breves deverão respeitar um formato semelhante ao indicado para as contribuições científicas excetuando o resumo em espanhol. O texto não necessariamente será dividido nas partes indicadas (Introdução, Material e Métodos, etc.); não obstante, deverá conter em forma concisa a informação que corresponde a estas partes. A extensão desta categoria de aportes não deverá superar 3 (tres) páginas.

As revisões, atualizações e temas de divulgação deverão ser o mais conciso possível e sua extensão não excederá de 6 (seis) páginas. Sua redação deverá contemplar leitores com formação científica, porém, estranhos ao tema.

Considerar-se-ão preferentemente as revisões solicitadas pelo Comité Editorial.

Os comentários bibliográficos serão contribuições solicitadas pelo Diretor.

O autor deverá emitir uma opinião fundamentada sobre o trabalho submetido à sua consideração. Além disso, deverá incluir a seguinte informação: título em idioma original, autores, edição considerada, tradutor, editorial e respectivo lugar, o livro ou volume, número de páginas e ano da edição. Será claramente indicado o nome do comentarista, instituição à qual pertence e endereço completo. O texto não poderá ocupar mais que 2 (duas) páginas.

As notas técnicas referir-se-ão exclusivamente a modificações de métodos, determinação dos respectivos erros etc. Sua extensão não ultrapassará 2 (duas) páginas; ao final deverão constar os dados que identifiquem claramente os autores.

As cartas do editor serão textos de extensão não superior a 200

palavras e terão o caráter de correspondência científica relacionada com textos publicados anteriormente. Autor ou autores serão devidamente indicados.

Solicita-se aos autores que tenham em conta as seguintes normas ao prepararem seus manuscritos:

- em todos os casos dever-se-á consignar no ângulo superior direito de cada folha o sobrenome do autor ou do primeiro autor e o número correlativo que corresponde, inclusive as páginas com quadros.
- no caso de substâncias químicas, se adotará como referencia prioritária as normas da IUPAC.
- os organismos serão denominados segundo as normas internacionais, indicando sem abreviaturas o gênero e a espécie em itálico ou sublinhados.
- as ilustrações (fotografias, gráficos) devem ser confeccionadas com materiais de alta qualidade, com técnicas que possibilitem sua reprodução sem tratamentos especiais. É aconselhável que este material tenha as dimensões de Acta Toxicológica Argentina; os autores devem ter em conta que, nos caso de ilustrações nas quais seja necessário proceder a sua redução, o tamanho das letras, números e outros elementos devem ter dimensões maiores para que a nitidez não seja afetada depois da impressão. Serão enviados um jogo de originais e duas cópias. Cada uma das ilustrações deverá levar no verso, escrito com lápis suave, o número que lhe corresponda, nome do primeiro autor e mediante uma seta será indicada a posição superior. Os títulos irão em folha separada. Os custos adicionais que possam produzir-se pela edição do referido material ficarão a cargo do autor.
- os quadros e suas legendas serão apresentados em forma individual, em folhas separadas, identificadas segundo numeração arábica, segundo a ordem em que apareçam no texto. A localização preferida do quadro no texto será indicada mediante uma seta. Os quadros localizar-se-ão no final de cada manuscrito.
- as referências bibliográficas serão indicadas por números correlativos segundo se apresentem no texto: por exemplo, "A separação das isoenzimas foi feita por electroforese de acordo com a técnica de Dietz e Lubrano (4)". No caso de mencionar artigos de mais de dois autores, será indicado o sobrenome do primeiro seguido da expressão e ou: "Castañé e ou (5) foram os primeiros em ..."
- as referências bibliográficas serão agrupadas segundo o título "Bibliografia citada"; a lista será organizada segundo os números correspondentes. O formato das citações é o seguinte:  
Artigo em publicação periódica:  
"Malla Reddy, P. and M. Bashmohideen (1989). Fenvalerate and epermethrin induced changes in the haematological parameters of *Cyprinus carpio*. Acta hydrochim. hydrobio. 17(1), 101-107."  
livro:  
"Dix, H.M. (1981), Environmental pollution. John Wiley & Sons, Nevv York, 286 pp."  
As abreviações do nome das revistas serão as que el as mesmas indiquem no texto.
- qualquer modificação excepcional das normas estipuladas que os autores solicitem será considerada pelo Diretor.
- as provas de impressão serão enviadas ao autor indicado como receptor da correspondência. As mesmas serão revistas e devolvidas dentro de 48 horas após recebidas.
- o autor indicado receberá 10 separatas sem despesa. O excedente solicitado sobre essa quantidade será custeado por ele ou demais autores; a quantidade solicitada deverá ser comunicada ao Editor no momento de devolver as provas de impressão.

Toda a correspondencia relativa à Acta Toxicológica Argentina deverá ser dirigida ao Comité Editorial, Alsina 1441, Of. 302 - ( 1088) Buenos Aires, Argentina. Telefax: ++54-(01)-381-6919.

Solicita-se troca com outras publicações tematicamente afins com a Acta Toxicológica Argentina

Acta Toxicológica Argentina  
Instructions to authors

Acta Toxicológica Argentina (Acta Toxicol. Argent.) (ISSN 03279286) is the official journal of the Asociación Toxicológica Argentina (Argentine Toxicological Association) for scientific dissemination.

Acta Toxicológica Argentina (herein below, ATA) is basically aimed at publishing original full-length papers, short communications, reports on research in progress or review papers, topics of interest to workers in Toxicology, book reviews, technical communications as well as letters to the Editor. News relevant to the different fields of Toxicology will also be published.

ATA will publish articles written in either Spanish, Portuguese, or English. Every article will be evaluated by two examiners. Only the Editorial Board will be responsible for selecting articles - that is, decisions about (a) rejected articles, (b) accepted articles with, however, changes to be introduced by authors, or (c) accepted articles with no changes whatsoever are a privilege of the Editorial Board. In all cases, authors are to receive an unsigned copy of the examiners' evaluation.

Scientific original typescripts submitted to the consideration of the Editorial Board should adhere to the following, basic format:

- Page 1: Title, and subtitle of paper.

Authors' full names; academic or professional affiliation, and complete name of the laboratory or institution, research involved has been conducted at.

Complete address (city, State or Province, zip code, country, phone number and fax number).

The name and address of the author to whom correspondence is to be sent should be given.

- Page 2: Title of paper, in Spanish and in English.

A 250-word summary in both Spanish and English.

A list of three or four key words in Spanish, Portuguese, and English should be included.

- Page 3 onward: As a rule full length papers should be divided into sections headed by a caption: Introduction, Materials and Methods Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgments, References, captions of figures, and caption of tables.

Full-length papers should not exceed eight pages. Text is to be typed with PC, on A4 paper, in double-spaced typing with at least 4 cm upper lower, and left margin. Typescripts should be submitted in triplicate. Besides the 3 printouts of the manuscript, authors are requested to submit the paper on diskette (3 1/2") made in one of the next word processing systems: Word for MS-DOS; WORD for MACINTOSH; WORD PERFECT for DOS indicating the program and version used. Revised versions of the paper, because of referee's recommendations, should always be accompanied by a new diskette and 3 printouts of the manuscript.

Short communications should adhere to a similar format. However short communications should contain no section headings. No Spanish summary is required but text is supposed to contain, in a concise way, every information relevant to the above mentioned headings (Introduction, Materials and Methods, etc.) Short communications should not exceed three pages.

Review papers, updatings, and reports on research in progress should be as concise as can be. Such articles should not exceed three pages. Their wording should address a scientifically educated readership that, however, can be unfamiliar with topics involved. Review papers, updatings, and reports on research in progress previously requested to authors by the Editorial Board will be privileged.

Book reviews should have been requested to authors by the Editor. Authors should sustain their contention on the book submitted to their attention. Besides, authors of any book review should submit the following information: Title of the book in its original language, full names of authors or editors of the book, edition number of the book, translator's name if any, publisher's full name, city, volume number if any, number of pages, and publishing year. The full name and academic or professional affiliation of the author of any book review should be stated clearly. No book review should exceed two pages.

Technical communications should refer exclusively to modifications in scientific methods, determinations of errors committed in scientific methods, etc. Technical communications should not exceed two pages. At the end of a communication, authors' full name and

particulars should be clearly stated.

Letters to the Editor should not exceed 200 words: Letters are a scientific correspondence referred to previously published manuscripts. Author or authors of a letter to the Editor should be clearly identified.

When submitting a full-length paper, authors should take the following recommendations into account:

- On the upper right angle of every page, the last name (surname) of author (or the first author) should be typed next to the corresponding paging number. Pages containing tables should also be paginated.

- When referring to chemicals, IUPAC standards should be preferred. Organisms should be denominated according to international standards. Gender and species should be stated unabridged. When using a computer word processor, authors should use italics. When using a typewriter, authors should underline.

- Illustrations (photographs, diagrams, etc.) should be made on top quality materials, the technique of which should allow illustrations to be reproduced without special treatments whatsoever. It is advisable that illustrations be the same size as an ATA page. As regards illustrations that must be reduced, authors should see to it that letters, figures, and/or any other element in illustration be bigger-sized on the original so that such letters, figures or elements be still clearly readable once illustration has been reduced.

Illustrations should also be sent in triplicate (one original, and two copies).

On the reverse of illustration the following elements should be written with a soft lead pencil: Figure corresponding to illustration, last name (surname) of author (or first author). An arrow should point out the upper pan of illustration. Captions to illustration should be typed on a separate sheet.

Authors should be aware that any extra charge caused by the printing of illustrations will be levied for each illustration.

- Tables and captions thereof should be submitted on separate sheets. Each page should be paginated with Arabic numerals, according to the order in which tables appear in article.

- Literature references in the text should be given at the appropriate places by numbers between brackets. For example: "Isoenzymes separation was performed by electrophoresis according to a technique developed by Dietz and Lubrano (4)".

When referring to an article written by more than one author, the last name (surname) of the first author will be followed by "et al." For example: "Castañé et al. (5) have been the first researchers in..."

- Literature references should be listed under the heading "References". References should be arranged according to the numbers given to citations in the text of article. Format of references is as follows:

• A paper published in a journal

Malla Reddy P. and M. Bashamohideen (1989) Fenvalerate and cypermethrin induced changes in the haematological parameters of *Cyprinus carpio*. Acta hydrochim. hydrobio. 17 (1), 101-107.

• A book

Dix H.M. (1981) Environmental pollution. John Wiley & Sons, New York, p. 286.

A bridged name of journals should be the abridged name that a journal uses.

- Any exceptional modifications to the above mentioned instructions that authors should request will be submitted to the attention of the Editor.

Proofs will be sent to author whose address has been stated in paper. Author should review proof and airmail proof back to the Editor as soon as possible (within 48 hours of receiving proof, in the Argentine Republic).

Author, or first author will receive 10 offprints at no charge. Should author or authors request extra offprints, a charge will be levied.

\*Author, or authors should state the number of extra offprints they wish to receive when they send back the reviewed proof to the Editor. Any correspondence referred to ATA should be sent to:

Acta Toxicológica Argentina - Comité Editorial - Alsina 1441, Of. 302 Telefax ++54 - (01) 381-6919 - 1088 Buenos Aires - Argentina.

Exchange is kindly requested with journals the scope and purpose thereof are akin to the scope and purpose of Acta Toxicológica Argentina.

**X CONGRESO ARGENTINO DE TOXICOLOGIA**  
**XVI JORNADAS INTERDISCIPLINARIAS**  
**DE TOXICOLOGIA**

**"Toxicología y Medio Ambiente"**

18 al 20 de septiembre de 1996

**TEMARIO**

Toxicología del Cambio Global  
Impacto Ambiental de los Plaguicidas  
Contaminación de los Alimentos  
Evaluación de Riesgos Ambientales  
Emergencias Químicas  
Drogas de Abuso  
Enseñanza Universitaria de la Ecotoxicología

**Cursos Satélites X Congreso**

————— 16 y 17 de septiembre —————  
Aspectos Moleculares y Químico-Analíticos de la Adicción a Drogas

————— 21 de septiembre —————  
Intoxicación Ofídica

**Sede**

Asociación del Personal Superior de SEGBA  
San José 225 - Capital Federal

**Informes e Inscripción**

A. Alsina 1441- Of. 302 - (1088) Capital Federal  
TEL/FAX: (01) 381-6919

**Nuestra concepción:**

Argenti Vega & Asoc.

*Control de Calidad.*

**Bagó**

ETICA AL SERVICIO DE LA SALUD.