



DESARROLLOS DE NIVELES GUÍA NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE CORRESPONDIENTES A CLORDANO

Diciembre 2003

INDICE

	<i>pág.</i>
I) Aspectos generales	I.1
II) Niveles guía de calidad para fuentes de provisión de agua para consumo humano correspondientes a clordano	II.1
II.1) <i>Introducción</i>	II.1
II.2) <i>Cálculo del nivel guía de calidad de agua para consumo humano</i>	II.3
II.3) <i>Remoción esperable de las tecnologías de tratamiento</i>	II.3
II.4) <i>Especificación de niveles guía de calidad de agua para la fuente de provisión</i>	II.3
II.4.1) <i>Fuente superficial con tratamiento convencional</i>	II.3
II.4.2) <i>Fuente superficial con tratamientos especiales</i>	II.4
II.4.3) <i>Fuente subterránea sin tratamiento o cuando éste consiste en una cloración (tratamiento convencional) u otra técnica de desinfección</i>	II.4
II.4.4) <i>Fuente subterránea con tratamientos especiales</i>	II.4
II.5) <i>Categorización de las aguas superficiales y subterráneas en cuanto a su uso como fuente de provisión para consumo humano</i>	II.4
III) Nivel guía de calidad de agua ambiente para protección de la biota acuática correspondiente a clordano (aplicable a agua dulce)	III.1
III.1) <i>Introducción</i>	III.1
III.2) <i>Derivación del nivel guía de calidad para protección de la biota acuática</i>	III.1
III.2.a) <i>Selección de especies</i>	III.2
III.2.b) <i>Cálculo del Valor Agudo Final</i>	III.4
III.2.c) <i>Cálculo del Valor Crónico Final</i>	III.5
III.3) <i>Establecimiento del nivel guía de calidad para clordano correspondiente a protección de la biota acuática</i>	III.5
VIII) Contrastación de los niveles guía de calidad de agua ambiente correspondientes a clordano	VIII.1
VIII.1) <i>Contrastación del nivel guía de calidad de agua ambiente para protección de la biota acuática</i>	VIII.1
IX) Técnicas analíticas asociadas a la determinación de clordano	IX.1
X) Referencias	X.1



I) ASPECTOS GENERALES

El clordano (1,2,4,5,6,7,8,8-octacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7-metanoindan), cuya fórmula molecular es $C_{10}H_6Cl_8$, es un ciclodieno clorado que ha tenido aplicación principal como insecticida por contacto de amplio espectro en animales. Su aplicación sobre la biota vegetal ha tenido menor alcance, incluyéndose en éste árboles ornamentales, estructuras y campos de deporte. En la Argentina el clordano ha sido aplicado como biocida de manera restringida, pero a partir de 1998 su uso está absolutamente prohibido.

La dosificación del clordano en sus distintas formulaciones comerciales se ha basado en su proporción en ellas como clordano técnico. Este es una mezcla de por lo menos 26 compuestos diferentes, conformada por isómeros de clordano, otros hidrocarburos clorados y productos secundarios, siendo los componentes principales de dicha mezcla los isómeros cis (alfa) y trans (gamma) del clordano (IPCS, 1984). La Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U. reconoce como clordano técnico una mezcla compuesta por 60 % de isómeros cis y trans del clordano y 40 % de compuestos relacionados (U.S. EPA, 1979).

El clordano que ingresa al ambiente tiene alta persistencia tanto en el suelo, donde se adsorbe rápidamente en las partículas del mismo, como en el medio acuático, donde se adsorbe en el material sedimentario. Tal persistencia ambiental está asociada a su estabilidad tanto ante la acción fotoquímica como frente a la acción biológica. Así, se ha reportado para el clordano un tiempo de vida medio en el suelo igual a 4 años (Exttoxnet).

El ingreso del clordano a la atmósfera está determinado principalmente por la dispersión durante su aplicación, por la erosión eólica del suelo y por la volatilización desde el suelo y el agua (Canada, National Research Council, 1974).

No se cuenta con datos de ocurrencia de clordano en aguas dulces superficiales ni subterráneas del territorio argentino.

La Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U. ha reportado la detección de clordano en concentraciones comprendidas entre 0,01 y 0,001 $\mu\text{g/l}$ en aguas superficiales y subterráneas de áreas con uso intensivo de este insecticida (U.S. EPA, 1987, 1989). Por otra parte, si bien en aguas superficiales las concentraciones detectadas han sido bajas, en sedimentos y sólidos suspendidos se han registrado concentraciones que han llegado hasta 580 $\mu\text{g/l}$ (Exttoxnet).



II) NIVELES GUIA DE CALIDAD PARA FUENTES DE PROVISION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CORRESPONDIENTES A CLORDANO

II.1) Introducción

Varios trabajos experimentales han aportado evidencia sobre la toxicidad crónica del clordano en mamíferos de ensayo expuestos por vía oral. Estos trabajos en gran parte se han realizado sobre la base de la administración de clordano técnico.

Un estudio con ratones expuestos a clordano técnico en su dieta durante 104 semanas permitió registrar incremento de volumen (hipertrofia) y masa del hígado y degeneración grasa hepática en ambos sexos; mientras que en los machos se observó además necrosis hepática. Este último efecto adverso es el juzgado como crítico tanto frente a la hipertrofia como a la degeneración grasa hepática. Las observaciones permitieron definir los valores 0,15 y 0,75 mg/(kg masa corporal * d) como el nivel de exposición para el que no se observan efectos adversos (NOAEL) y el menor nivel de exposición para el que se observan efectos adversos (LOAEL), respectivamente, ambos asociados al efecto crítico antedicho (Khasawinah and Grutsch, 1989a).

En un estudio de 30 meses de duración con ratas expuestas en su dieta a clordano técnico se pudo observar que las mismas serían menos sensibles que los ratones a los efectos hepatotóxicos a niveles de exposición comparables (Khasawinah and Grutsch, 1989a).

Ensayos con ratones hembra preñados, expuestos oralmente por gavaje a clordano técnico, permitieron advertir la incidencia de éste en la afectación del proceso de desarrollo a través de distintas pruebas en las crías. Las observaciones posibilitaron la definición de un LOAEL igual a 1 mg/(kg masa corporal * d) (Al-Hachim and Al-Baker, 1973).

Otra experiencia con ratones hembra preñados, expuestos a clordano técnico en su dieta, señaló la incidencia de aquél en el decrecimiento de la respuesta del sistema inmunológico de las crías, surgiendo como NOAEL asociado a tal efecto el valor 0,16 mg/(kg masa corporal * d) (Spyker-Cranmer et al., 1982).

En un estudio de 2 años con perros expuestos a clordano en su dieta se pudieron observar alteraciones en la actividad enzimática del hígado y un leve incremento relativo del peso del hígado. Se pudo determinar un NOAEL asociado igual a 75 µg/(kg masa corporal * d) (Wazeter, 1967).

En un estudio con ratas expuestas a clordano técnico en su dieta se pudo observar la incidencia de aquél en la hipertrofia del hígado en ambos sexos. Las observaciones permitieron determinar un NOAEL igual a 0,05 mg/(kg masa corporal * d) (FAO, 1987).

En adición a los trabajos mencionados, existen algunas referencias sobre la toxicidad crónica del clordano en el ser humano.

El estudio de Kilburn y Thornton (1995), realizado sobre adultos de ambos sexos con exposición no ocupacional por inhalación (exposición al aire) y por vía oral, señaló la incidencia del clordano en la generación de efectos neurotóxicos.



La información epidemiológica ocupacional sobre clordano, concerniente a exposición crónica por el aire, señala su no incidencia sobre el hígado (Alvarez and Hyman, 1953; Fishbein et al., 1964).

En cuanto a la carcinogenicidad del clordano, existe alguna información proveniente de investigaciones con mamíferos de laboratorio y de evaluaciones en poblaciones humanas.

Varios estudios sobre ratones expuestos a clordano (clordano grado analítico, en algunas experiencias, clordano técnico, en otras) en su dieta han denotado la incidencia de éste en la producción de carcinomas hepáticos (IRDC, 1973; NCI, 1977; Khasawinah and Grutsch, 1989a; Barrass et al., 1993). Sin embargo, estudios realizados con dos razas de ratas no han evidenciado la incidencia antedicha (NCI, 1977; Khasawinah and Grutsch, 1989b).

La información sobre carcinogenicidad humana señala la incidencia del clordano en la etiología de linfomas de tipo no Hodgkin en granjeros (Cantor et al., 1992; Woods et al., 1987). Por otra parte, existen varios estudios ocupacionales, asociados a la exposición humana en plantas de producción de clordano y a la aplicación del mismo como insecticida, que no arrojan evidencia conclusiva sobre la carcinogenicidad del clordano (Wang and MacMahon, 1979; Brown, 1992, Shindell and Ulrich, 1986).

La Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U. ubica al clordano en la Categoría B2 (probable carcinógeno humano) (U.S. EPA, IRIS, 2002). Tal caracterización se asienta en la evidencia epidemiológica humana y en la información sobre carcinogenicidad animal. Por su parte, IARC (International Agency for Research on Cancer) clasifica al clordano en el Grupo 2B, que comprende a los posibles carcinógenos humanos, sobre la base de considerar inadecuada la evidencia sobre carcinogenicidad humana y suficiente la concerniente a carcinogenicidad animal (IARC, 1991).

La información científica generada sobre clordano ha fundamentado, por una parte, su consideración como parámetro tóxico con umbral, lo cual ha llevado, por distintas vías, a la especificación de una ingesta diaria tolerable (U.S. EPA, IRIS, 2002; FAO, 1987). Por otro lado, la Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U., sobre la base de datos relacionados con la generación de carcinomas hepatocelulares en ratones y utilizando un modelo linealizado multietapa, riesgo extra, estableció para el clordano un factor de potencia carcinogénica asociado a la exposición oral igual a $0,35 \text{ kg masa corporal} \cdot \text{d/mg}$. Este factor corresponde a la media geométrica de cinco factores de potencia carcinogénica que resultan de procesar sendos sets de datos provenientes de experiencias con ratones (IRDC, 1973; NCI, 1977; Khasawinah and Grutsch, 1989b), correspondiendo uno de ellos a la exposición a clordano técnico (U.S. EPA, IRIS, 2002).

De acuerdo a lo precedentemente expuesto, la derivación del nivel guía de calidad de agua para consumo humano sigue el procedimiento definido para parámetros carcinogénicos, tomando como información básica la estimación cuantitativa de riesgo carcinogénico antes mencionada. En razón de que tal estimación incluye la utilización de datos asociados a clordano técnico el nivel guía es referido a aquél.



II.2) Cálculo del nivel guía de calidad para consumo humano

De acuerdo a la metodología especificada para parámetros carcinogénicos, el nivel guía de calidad para agua de bebida (NGAB) se establece según la siguiente expresión:

$$\text{NGAB} \leq R * \text{MC}/(q_1^* * C)$$

siendo:

R: riesgo individual, adimensional

MC: masa corporal [kg]

q_1^* : factor de potencia carcinogénica [kg masa corporal * d/mg o μg]

C: consumo diario de agua por persona [l/d]

Teniendo en consideración un riesgo individual igual a 10^{-5} , el ya mencionado q_1^* estimado por la Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U. (0,35 kg masa corporal * d/ mg), una masa corporal igual a 60 kg y un consumo diario de agua igual a 2 l/d, resulta el siguiente nivel guía de calidad para agua de bebida correspondiente a clordano técnico:

$$\text{NGAB (Clordano técnico)} \leq 0,86 \mu\text{g/l}$$

II.3) Remoción esperable de las tecnologías de tratamiento

No se cuenta con información que reporte eficiencias de remoción de clordano en el tratamiento convencional de potabilización de aguas superficiales.

En cuanto a tecnologías especiales de tratamiento de agua, para clordano se han referido eficiencias de remoción comprendidas entre 70 y 100 % para la adsorción en carbón activado granular y remociones pobres para la aereación en columna de relleno, llegando la eficiencia en este caso como máximo a 29 % (U.S. EPA, 1990).

II.4) Especificación de niveles guía de calidad de agua para la fuente de provisión

Se especifican a continuación niveles guía de calidad para clordano en la fuente de provisión (NGFP) correspondientes a diversos escenarios.

II.4.1) Fuente superficial con tratamiento convencional:

Teniendo en consideración la falta de información sobre la eficiencia de remoción esperable para el clordano, se especifica para el mismo el siguiente nivel guía de calidad en la fuente de provisión, referido a la muestra de agua filtrada:



$$\text{NGFP (Clordano técnico)} \leq 0,86 \mu\text{g/l}$$

II.4.2) Fuente superficial con tratamientos especiales:

Para el caso en que se apliquen tratamientos especiales que verifiquen eficiencias de remoción de clordano no menores que 70 %, se especifica para el mismo el siguiente nivel guía de calidad en la fuente de provisión, referido a la muestra de agua filtrada:

$$\text{NGFP (Clordano técnico)} \leq 2,9 \mu\text{g/l}$$

II.4.3) Fuente subterránea sin tratamiento o cuando éste consiste en una cloración (tratamiento convencional) u otra técnica de desinfección:

Para el caso de fuentes subterráneas con aptitud microbiológica para consumo directo o que requieran un tratamiento de desinfección, se especifica el siguiente nivel guía de calidad para clordano en la fuente de provisión, referido a la muestra de agua sin filtrar:

$$\text{NGFP (Clordano técnico)} \leq 0,86 \mu\text{g/l}$$

II.4.4) Fuente subterránea con tratamientos especiales:

Para el caso en que se apliquen tratamientos especiales que verifiquen remociones de clordano no inferiores a 70 %, se especifica para el mismo el siguiente nivel guía de calidad en la fuente de provisión, referido a la muestra de agua filtrada:

$$\text{NGFP (Clordano técnico)} \leq 2,9 \mu\text{g/l}$$

II.5) Categorización de las aguas superficiales y subterráneas en cuanto a su uso como fuente de provisión para consumo humano

En el Cuadro II.1 se establece una categorización de las fuentes de provisión de agua para consumo humano en función de las concentraciones de clordano técnico.

CUADRO II.1 – CATEGORIZACION DE LAS FUENTES DE PROVISION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN FUNCION DE LAS CONCENTRACIONES DE CLORDANO TECNICO ($C_{\text{Clordano técnico}}$)

FUENTE	CATEGORIA	CONDICIONES DE CALIDAD
SUPERFICIAL	Calidad apropiada con tratamiento convencional	$C_{\text{Clordano técnico}} \leq 0,86 \mu\text{g/l}$ (1)
SUPERFICIAL	Calidad condicionada a la aplicación de tratamientos especiales que verifiquen remociones de clordano no inferiores a 70 %	$0,86 \mu\text{g/l} < C_{\text{Clordano técnico}} \leq 2,9 \mu\text{g/l}$ (1)



CUADRO II.1 – CATEGORIZACION DE LAS FUENTES DE PROVISION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN FUNCION DE LAS CONCENTRACIONES DE CLORDANO TECNICO ($C_{\text{Clordano técnico}}$) (Cont.)

FUENTE	CATEGORIA	CONDICIONES DE CALIDAD
SUPERFICIAL	Calidad inapropiada. Requerimiento de restauración de calidad de la fuente	$C_{\text{Clordano técnico}} > 2,9 \mu\text{g/l}$ (1)
SUBTERRANEA	Calidad apropiada para consumo directo o para cuando el uso esté condicionado a la aplicación de una técnica de desinfección	$C_{\text{Clordano técnico}} \leq 0,86 \mu\text{g/l}$ (2)
SUBTERRANEA	Calidad condicionada a aplicación de tratamientos especiales que verifiquen remociones de clordano no inferiores a 70 %	$0,86 \mu\text{g/l} < C_{\text{Clordano técnico}} \leq 2,9 \mu\text{g/l}$ (1)
SUBTERRANEA	Calidad inapropiada. Requerimiento de acciones de restauración de calidad de la fuente	$C_{\text{Clordano técnico}} > 2,9 \mu\text{g/l}$ (1)

Notas:

(1): Referida a la muestra de agua filtrada

(2): Referida a la muestra de agua sin filtrar



III) NIVEL GUIA DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE PARA PROTECCION DE LA BIOTA ACUATICA CORRESPONDIENTE A CLORDANO (APLICABLE A AGUA DULCE)

III.1) Introducción

Existe una cantidad aceptable de trabajos que analizan los efectos tóxicos agudos del clordano en los animales acuáticos, mientras que la cantidad de datos sobre su toxicidad crónica es escasa.

En lo referente a toxicidad aguda, entre los invertebrados, la especie más sensible al clordano técnico es el crustáceo *Palaemonetes kadiakensis*, ya que para el mismo se observaron efectos tóxicos agudos a concentraciones que oscilan entre 4 y 10 µg/l, mientras que la más resistente es *Daphnia magna*, especie para la que se observan efectos tóxicos a concentraciones que oscilan entre 35 y 98 µg/l (Sanders, 1972; U.S. EPA, 1980). En lo que respecta a los vertebrados, la especie más sensible a los efectos tóxicos agudos del clordano técnico es *Ictalurus punctatus*, especie para la cual se observaron efectos tóxicos a partir de una concentración igual a 0,8 µg/l (Mayer and Ellersieck, 1986). Para el clordano grado analítico se dispone de información referente a los peces *Lepomis macrochirus* y *Carassius auratus*, para los cuales se observaron efectos tóxicos agudos a concentraciones iguales a 22 y 82 µg/l, respectivamente (Henderson et al., 1959).

En cuanto a toxicidad crónica del clordano, Cardwell et al. (1977) observaron afectación del ciclo de vida del crustáceo *Daphnia magna* y del pez *Lepomis macrochirus* a concentraciones iguales a 16 y 1,6 µg/l, respectivamente.

La bioconcentración del clordano es elevada ya que para el pez *Pimephales promelas* se ha reportado un factor de bioconcentración igual a 37800, lo que es consistente con su gran persistencia ambiental, sus propiedades lipofílicas y su escasa degradación por parte de los sistemas biológicos (Kennish and Ruppei, 1997).

III.2) Derivación del nivel guía para protección de la biota acuática

La mayoría de la información toxicológica inherente a biota acuática proviene de bioensayos realizados con clordano técnico. De tal manera, el nivel guía de calidad para protección de biota acuática se deriva para clordano técnico.

Dado que no se cuenta con suficientes datos de toxicidad crónica para calcular directamente el Valor Crónico Final para clordano técnico, se efectúa este cálculo a partir de datos de toxicidad aguda y aplicando un factor de extrapolación. Se apela a dicho factor en razón de que no se dispone tampoco de la información sobre toxicidad crónica requerida para determinar la Relación Final Toxicidad Aguda/Crónica (FACR).



III.2.a) Selección de especies

En la Tabla III.1 se exponen 56 datos asociados a manifestaciones de toxicidad aguda del clordano técnico sobre animales, que corresponden a concentraciones letales para el 50 % de los individuos expuestos (CL₅₀) o a concentraciones para las que se observan efectos adversos para el 50% de los individuos (CE₅₀). En la Tabla III.2 se presenta el dato seleccionado asociado a efectos tóxicos inherentes a algas. El conjunto de datos seleccionados se considera apropiado en virtud de cubrir un rango razonable de grupos taxonómicos, a saber: cinco familias de peces (*Catostomidae*, *Centrarchidae*, *Ictaluridae*, *Salmonidae* y *Percidae*), cuatro de crustáceos (*Cambaridae*, *Daphnidae*, *Gammaridae* y *Palaemonidae*), dos de insectos (*Chironomidae* y *Pteronarcidae*) y una de algas (*Scenedesmaceae*).

TABLA III.1 – CONCENTRACIONES DE CLORDANO TECNICO ASOCIADAS A EFECTOS TOXICOS AGUDOS SOBRE LAS ESPECIES DE ANIMALES ACUATICOS SELECCIONADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL GUIA CORRESPONDIENTE

Especie	Familia	Concentración asociada a toxicidad aguda [µg/l]	Valor Agudo Medio para cada especie (SMAV) [µg/l]	Referencia
<i>Catostomus commersoni</i>	<i>Catostomidae</i>	17	17	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Chironomus tentans</i>	<i>Chironomidae</i>	6	6	Moore et al., 1998
<i>Daphnia magna</i>	<i>Daphnidae</i>	35		U.S. EPA, 1980
<i>Daphnia magna</i>	<i>Daphnidae</i>	97		Randall et al., 1979
<i>Daphnia magna</i>	<i>Daphnidae</i>	98	69	Moore et al., 1998
<i>Daphnia pulex</i>	<i>Daphnidae</i>	29	29	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Gammarus fasciatus</i>	<i>Gammaridae</i>	40		Sanders, 1972
<i>Gammarus fasciatus</i>	<i>Gammaridae</i>	40	40	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Gammarus lacustris</i>	<i>Gammaridae</i>	26	26	Sanders, 1972
<i>Hyaella azteca</i>	<i>Hyaellidae</i>	61	61	Moore et al., 1998
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	0,8		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	6,7	2,3	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Centrarchidae</i>	29,3		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Centrarchidae</i>	41		Macek et al., 1969
<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Centrarchidae</i>	57		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Centrarchidae</i>	59		Macek et al., 1969
<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Centrarchidae</i>	77		Macek et al., 1969
<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Centrarchidae</i>	85		Macek et al., 1969
<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Centrarchidae</i>	92		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Centrarchidae</i>	128	65	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Micropterus salmoides</i>	<i>Centrarchidae</i>	12		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Micropterus salmoides</i>	<i>Centrarchidae</i>	32		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Micropterus salmoides</i>	<i>Centrarchidae</i>	56	28	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus clarki</i>	<i>Salmonidae</i>	23		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus clarki</i>	<i>Salmonidae</i>	27	25	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	<i>Salmonidae</i>	13,9		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	<i>Salmonidae</i>	14		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	<i>Salmonidae</i>	16,3		Mayer and Ellersieck, 1986



<i>Oncorhynchus kisutch</i>	<i>Salmonidae</i>	73,5		Mayer and Ellersieck, 1986
-----------------------------	-------------------	------	--	----------------------------

TABLA III.1 – CONCENTRACIONES DE CLORDANO TECNICO ASOCIADAS A EFECTOS TOXICOS AGUDOS SOBRE LAS ESPECIES DE ANIMALES ACUATICOS SELECCIONADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL GUIA CORRESPONDIENTE (Cont.)

Especie	Familia	Concentración asociada a toxicidad aguda [µg/l]	Valor Agudo Medio para cada especie (SMAV) [µg/l]	Referencia
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	<i>Salmonidae</i>	80	28	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	2,9		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	8		Mehrle et al., 1974
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	8,2		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	9,1		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	10		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	12,6		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	19,5		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	20		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	24,9		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	27		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	28,5		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	47 (1)	14	Mehrle et al., 1974
<i>Orconectes nais</i>	<i>Cambaridae</i>	50	50	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Palaemonetes kadiakensis</i>	<i>Palaemonidae</i>	4		Sanders, 1972
<i>Palaemonetes kadiakensis</i>	<i>Palaemonidae</i>	10	6,3	Sanders, 1972
<i>Perca flavescens</i>	<i>Percidae</i>	9,6	9,6	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	21		Moore et al., 1998
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	24,8		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	37		Cardwell et al., 1977
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	56		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	115	42	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Pteronarcys californicus</i>	<i>Pteronarcidae</i>	15	15	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Salmo trutta</i>	<i>Salmonidae</i>	11,1	11,1	Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Salvelinus fontinalis</i>	<i>Salmonidae</i>	45	45	Cardwell et al., 1977
<i>Simocephalus serrulatus</i>	<i>Daphnidae</i>	20		Mayer and Ellersieck, 1986
<i>Simocephalus serrulatus</i>	<i>Daphnidae</i>	24	22	Mayer and Ellersieck, 1986

Nota:

(1): Dato no utilizado para el cálculo del Valor Agudo Medio para cada especie (SMAV) por diferir en el orden de magnitud con el menor de los datos seleccionados

TABLA III.2 - CONCENTRACIONES DE CLORDANO TECNICO ASOCIADAS A EFECTOS TOXICOS SOBRE LAS ESPECIES ACUATICAS SELECCIONADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL VALOR FINAL PARA PLANTAS (FPV)

Especie	Familia	Concentración asociada a efectos tóxicos [µg/l]	Referencia
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	<i>Scenedesmaceae</i>	0,1	Glooschenko and Lott, 1977



III.2.b) Cálculo del Valor Agudo Final

El Valor Agudo Final (FAV) se calcula de acuerdo al procedimiento descrito en la metodología cuando la toxicidad de una sustancia no está asociada con las características del agua, dado que no hay evidencia en sentido contrario para el clordano. A partir de los datos que se exhiben en la Tabla III.1, se determinan los valores agudos medios para cada especie (SMAV), que se presentan en la tabla antedicha, y género (GMAV), que se exponen ordenados crecientemente en la Tabla III.3, junto a su número de orden, R, y la probabilidad acumulativa correspondiente, P_R , siendo $P_R = R/(N+1)$.

TABLA III.3 – CLORDANO TECNICO: PROBABILIDAD ACUMULATIVA (P_R) y VALOR AGUDO MEDIO PARA CADA GENERO (GMAV)

Género	GMAV [$\mu\text{g/l}$]	P_R	R
<i>Ictalurus</i>	2,3	0,06	1
<i>Chironomus</i>	6	0,11	2
<i>Palaemonetes</i>	6,3	0,17	3
<i>Perca</i>	9,6	0,22	4
<i>Salmo</i>	11,1	0,28	5
<i>Pteronarcys</i>	15	0,33	6
<i>Catostomus</i>	17	0,39	7
<i>Oncorhynchus</i>	22	0,44	8
<i>Simocephalus</i>	22	0,50	9
<i>Micropterus</i>	28	0,56	10
<i>Gammarus</i>	32	0,61	11
<i>Pimephales</i>	42	0,67	12
<i>Daphnia</i>	45	0,72	13
<i>Salvelinus</i>	45	0,78	14

De acuerdo al esquema metodológico establecido, el análisis de regresión de los GMAV correspondientes a los números de orden 1, 2, 3 y 4 arroja los siguientes resultados para la pendiente (b), la ordenada al origen (a) y la constante (k):

$$\begin{aligned}b &= 5,93 \\a &= -0,46 \\k &= 0,86\end{aligned}$$

Calculando el Valor Agudo Final (FAV) según:

$$\text{FAV} = e^k$$

resulta:

$$\text{FAV} = 2,37 \mu\text{g/l}$$



III.2.c) Cálculo del Valor Crónico Final

En función de que existe evidencia de una capacidad significativa de bioconcentración, se juzga apropiado utilizar un factor de extrapolación igual a 30 para calcular el Valor Crónico Final (FCV) a partir del FAV.

Dividiendo el FAV calculado (2,37 µg/l) por el factor de extrapolación elegido (30), resulta:

$$\text{FCV} = 0,08 \mu\text{g/l}$$

III.3) Establecimiento del nivel guía de calidad para clordano correspondiente a protección de la biota acuática

En virtud de que el Valor Crónico Final no supera al Valor Final para Plantas (FPV) que resulta de la Tabla III.2 (0,1 µg/l), se especifica el siguiente nivel guía de calidad para clordano técnico a los efectos de protección de la biota acuática (NGPBA), referido a la muestra de agua sin filtrar:

$$\text{NGPBA (Clordano técnico)} \leq 0,08 \mu\text{g/l}$$



VIII) CONTRASTACION DE LOS NIVELES GUIA DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE CORRESPONDIENTES A CLORDANO

VIII.1) *Contrastación del nivel guía de calidad de agua ambiente para protección de la biota acuática*

Para contrastar el nivel guía de calidad de agua ambiente para protección de la biota acuática derivado para clordano, NGPBA (Clordano técnico), se utiliza el nivel de acción en músculo de peces establecido por la Administración de Alimentos y Drogas de los E.E.U.U., que es igual a 300 µg/kg tejido fresco (U.S. FDA, 1988) y es aplicable a clordano técnico. Dicho valor se utiliza como base de contrastación en razón de no existir residuos máximos especificados para clordano en la Argentina.

A los efectos de la contrastación se utiliza el único factor de bioconcentración (BCF) disponible, 37800 l/kg, determinado para cuerpo entero de *Pimephales promelas* en un estudio de 32 días de duración. Multiplicando tal factor por la concentración máxima expresada por el NGPBA (Clordano técnico), 0,08 µg/l, se obtiene una concentración de acumulación a comparar (CAC) igual a 3024 µg/kg tejido fresco, que resulta prácticamente diez veces superior a la base de contrastación antes mencionada (300 µg/kg tejido fresco).

De acuerdo a lo expuesto, el NGPBA para clordano técnico no resulta compatible con el criterio de restricción sanitaria inherente a ingesta humana. De tal manera, se calcula el nivel guía de aplicación efectiva (NGAE), de modo de observar el criterio antedicho, según:

$$\text{NGAE (Clordano técnico)} \leq \text{Base de contrastación/BCF}$$

resultando:

$$\text{NGAE (Clordano Técnico)} \leq 0,008 \mu\text{g/l}$$



IX) TECNICAS ANALITICAS ASOCIADAS A LA DETERMINACION DE CLORDANO

En la Base de Datos “Técnicas Analíticas” pueden ser seleccionados métodos analíticos validados para el análisis de clordano (isómero cis + isómero trans) para evaluar la cumplimentación de los niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente derivados para clordano técnico.



X) REFERENCIAS

- Al-Hachim, G.M. and A. Al-Baker. 1973. Effects of chlordane on conditioned avoidance response, brain seizure threshold and open-field performance of prenatally-treated mice. *Br. J. Pharmacol.* 49: 480-483. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Alvarez, W.C. and S. Hyman. 1953. Absence of toxic manifestations in workers exposed to chlordane. *Arch. Ind. Hyg. Occup. Med.* 8: 480-483. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Barrass, N., M. Stewart, S. Warburton, J. Aitchison, P. Wadsworth, A. Marsden and T. Orton. 1993. Cell Proliferation in the liver and thyroid of C57B1/10J mice after dietary administration of chlordane. *Environ. Health Perspect.* 101 (suppl. 5): 219-224. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Brown, D.P. 1992. Mortality of workers employed at organochlorine pesticide manufacturing plants an update. *Scand. J. Work Environ. Health* 18: 155-161. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Canada, National Research Council. 1974. Chlordane: Its effects on Canadian ecosystems and its chemistry, Canada, NRC (Report Monograph Non Serials 189). En: IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1984. Environmental Health Criteria 34. Chlordane. World Health Organization. Geneva.
- Cantor, K.P., A. Blair, G. Everest, R. Gibson, L.F. Burmeister, L.M. Brown, L. Schuman and F.R. Dick. 1992. Pesticides and other agricultural risk factors for Non-Hodgkin's lymphoma among men in Iowa and Minnesota. *Cancer Res.* 52: 2472-2455. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Cardwell, R.D. et al. 1977. Acute and chronic toxicity of chlordane to fish and invertebrates. EPA 600/3-77-019. EPA Ecology Research. Service, U.S. Environment. Protection Agency, Duluth, Minnesota. En: U.S. Environmental Protection Agency. 1985. Ambient water quality criteria for chlordane-1980. Washington DC. EPA 440/5-80-027.
- Extoxnet, Pesticide Profiles, internet. Revised 6/96. Chlordane (<http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/chlordan.htm>).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Pesticide residues in food- 1986 evaluations. Rome, 1987 (joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues: FAO Plant Production and Protection Paper 78/2). En: WHO (World Health Organization). 1996. Guidelines for drinking water quality. Volumen 2. Health criteria and other supporting information.
- Fishbein, W.I., J.W. White and H.J. Isaacs. 1964. Survey of workers exposed to chlordane. *Ind. Med. Surg.* 33: 726-727. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Glooschenko, V. and J.N.A. Lott. 1977. Effects of chlordane on green algae *Scenedesmus quadricauda* and *Chlamydomonas*. *Can Jour. Bot.* 55: 2866. En: U.S. Environmental Protection Agency. 1985. Ambient water quality criteria for chlordane-1980. Washington DC. EPA 440/5-80-027.
- Henderson, C. et al. 1959. Relative toxicity of ten chlorinated hydrocarbon insecticides to four species of fish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 8: 23. En: U.S. Environmental Protection Agency. 1985. Ambient water quality criteria for chlordane-1980. Washington DC. EPA 440/5-80-027.
- IARC (International Agency for Research on Cancer). 1991. Occupational exposure in insecticide applications and some pesticides. Lyon 115-175 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 53). En: WHO (World Health Organization). 1996. Guidelines for drinking-water quality. Volume 2. Health Criteria and other supporting information.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1984. Environmental Health Criteria 34. Chlordane. World Health Organization. Geneva.
- IRDC (International Research and Development Corporation). 1973. Eighteen-month oral carcinogenic study of chlordane in mice. Unpublished report to Velsicol Chemical Corporation. MRID N° 00067568. Available from U.S. Environmental Protection Agency. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).



República Argentina
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

- Kennish, M.J. and B.E. Ruppei. 1997. Chlordane contamination in selected freshwater finfish. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 58: 142-149.
- Khasawinah, A.M. and J.F. Grutsch. 1989a. Chlordane: 24-month tumorigenicity and chronic toxicity test in mice. *Reg. Toxicol. Pharmacol.* 10: 244-254. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Khasawinah, A.M. and J.F. Grutsch. 1989b. Chlordane: 30-month tumorigenicity and chronic toxicity test in rats. *Reg. Toxicol. Pharmacol.* 10(2): 95-109. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Kilburn, K.H. and J.C. Thornton. 1995. Protected neurotoxicity from chlordane sprayed to kill termites. *Environ. Health Perspect.* 103(7-8): 690-694. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Macek, K.J. et al. 1969. The effects of temperature on the susceptibility of bluegills and rainbow trout to selected pesticides. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 4: 174. En: U.S. Environmental Protection Agency. 1985. Ambient water quality criteria for chlordane-1980. Washington DC. EPA 440/5-80-027.
- Mayer, F.L., Jr. and M.R. Ellersieck. 1986. Manual of acute toxicity: Interpretation and data base for 410 chemicals and 66 species of freshwater animals. U.S. Dept. Int., Fish & Wildlife Serv., Resource Publ. 160. 506 p.
- Mehrle, P.M. et al. 1974. Nutritional effects on chlordane toxicity in rainbow trout. *Bull. Contam. Toxicol.* 2: 513. En: U.S. Environmental Protection Agency. 1985. Ambient water quality criteria for chlordane-1980. Washington DC. EPA 440/5-80-027.
- Moore, M.T., D.B. Higgett, W.B. Gillespie, Jr., J.H. Rodgers, Jr. and C.M. Cooper. 1998. Comparative toxicity of chlordane, chlorpyrifos and aldicarb to four aquatic testing organisms. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 34: 152-157.
- NCI (National Cancer Institute). 1977. Bioassay of chlordane for possible carcinogenicity. Technical Report Series N° 8. U.S. Department of Health, Education and Welfare; National Institute of Health. PB 271 977. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Randall, W.F. et al. 1979. Acute toxicity of dechlorinated DDT, chlordane, and lindane to bluegill (*Lepomis macrochirus*) and *Daphnia magna*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 21: 849. En: U.S. Environmental Protection Agency. 1985. Ambient water quality criteria for chlordane-1980. Washington DC. EPA 440/5-80-027.
- Sanders, H.O. 1972. Toxicity of some insecticides to four species of malacostracan crustaceans. U.S. dept. Inter. Fish. Wild. Tech. Pap. 66. En: U.S. Environmental Protection Agency. 1985. Ambient water quality criteria for chlordane-1980. Washington DC. EPA 440/5-80-027.
- Shindell, S. and S. Illich. 1986. Mortality of workers employed in the manufacture of chlordane: an update. *J. Occup. Med.* 28: 497-501. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- Spyker-Cranmer, J.M., J.B. Barnett, D.L. Avery and M.F. Cranmer. 1982. Immunotoxicology of chlordane: Cell-mediated and humoral immune responses in adult mice exposed in utero. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 62(3): 402-408. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- U.S. EPA (U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1987. Health Advisory Summary: Chlordane. Office of Drinking Water, Washington, DC, 6-26.
- U.S. EPA (U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1989. Toxicological Profile for Chlordane (ATSDR/TP-89/06). Atlanta, GA, 1989.6-21. En: Extoxnet, Pesticide Profiles, internet. Revised 6/96. Chlordane (<http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/chlordan.htm>).
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).
- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). March 1990. Office of Drinking Water. Technologies for Upgrading Existing or Designing New Drinking Water Treatment Facilities. EPA/625/4-89/023.



República Argentina
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

U.S. EPA. 1979. Acceptable Common Names and Chemical Names for the Ingredient Statement on Pesticide Labels. EPA 540/9-77/017. Washington, DC, Office of Pesticide Programs. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).

U.S. EPA. 1980. Unpublished laboratory data. Env. Res. Lab., Duluth, Minnesota. En: U.S. Environmental Protection Agency. 1985. Ambient water quality criteria for chlordane-1980. Washington DC. EPA 440/5-80-027.

U.S. FDA (U.S. Food and Drug Administration). 1988. Action levels for poisons or deleterious substances in human food and animal feed. Industry activities staff booklet.

Wang, H.H. and B. MacMahon. 1979. Mortality of pesticide applicators. J. Occup. Med. 21: 741-744. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).

Wazeter, F.X. 1967. Two year chronic feeding study in the beagle dog. Mattawan, M.I. International Research and Development Organization, (unpublished report for Velsicol Chemical Corporation, Chicago, IL). En: WHO (World Health Organization). 1996. Guidelines for drinking water quality. Volumen 2. Health criteria and other supporting information.

Woods, J.S., L. Polissar, R.K. Severson, L.S. Heuser and B.G. Bulander. 1987. Soft tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma in relation to phenoxyherbicide and chlorinated phenol exposure in western Washington. J. Natl. Cancer Inst. 78(5): 899-910. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0142. Chlordane (Technical).



XI) HISTORIAL DEL DOCUMENTO

Fecha de edición original	junio 2003
Actualización diciembre 2003	Incorporación de Sección IX