



## DESARROLLOS DE NIVELES GUÍA NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE CORRESPONDIENTES A CARBARIL

Julio 2005

### INDICE

	<i>pág.</i>
<b>I) Aspectos generales</b> .....	I.1
<b>II) Niveles guía de calidad para fuentes de provisión de agua para consumo humano correspondientes a carbaril</b> .....	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.2
II.3) <i>Remoción esperable de las tecnologías de tratamiento</i> .....	II.2
II.4) <i>Especificación de niveles guía de calidad de agua para la fuente de provisión</i> .....	II.2
II.4.1) <i>Fuente superficial con tratamiento convencional</i> .....	II.2
II.4.2) <i>Fuente superficial con tratamientos especiales</i> .....	II.3
II.4.3) <i>Fuente subterránea sin tratamiento o cuando éste consiste en una cloración (tratamiento convencional) u otra técnica de desinfección</i> .....	II.3
II.4.4) <i>Fuente subterránea con tratamientos especiales</i> .....	II.3
II.5) <i>Categorización de las aguas superficiales y subterráneas en cuanto a su uso como fuente de provisión para consumo humano</i> .....	II.3
<b>III) Nivel guía de calidad de agua ambiente para protección de la biota acuática correspondiente a carbaril (aplicable a agua dulce)</b> .....	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.2
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.2.d) <i>Establecimiento del nivel guía de calidad para carbaril correspondiente a protección de la biota acuática</i> .....	III.6
<b>IV) Nivel guía de calidad de agua ambiente para protección de la biota acuática correspondiente a carbaril (aplicable a agua marina)</b> .....	IV.1
IV.1) <i>Introducción</i> .....	IV.1
IV.2) <i>Derivación del nivel guía de calidad para protección de la biota acuática</i> .....	IV.1
IV.2.a) <i>Selección de especies</i> .....	IV.1
IV.2.b) <i>Cálculo del Valor Agudo Final</i> .....	IV.3
IV.2.c) <i>Cálculo del Valor Crónico Final</i> .....	IV.3
IV.3) <i>Establecimiento del nivel guía de calidad para carbaril correspondiente a protección de la biota acuática</i> .....	IV.4
<b>IX) Técnicas analíticas asociadas a la determinación de carbaril</b> .....	IX.1
<b>X) Referencias</b> .....	X.1
<b>XI) Historial del documento</b> .....	XI.1



## I) ASPECTOS GENERALES

El carbaril, denominación que se asigna al 1-naftalenil-*N*-metilcarbamato, cuya fórmula molecular es  $C_{12}H_{11}NO_2$ , es un insecticida de amplio espectro que se utiliza para el control de plagas en granos de cereales, legumbres, pasturas, árboles forestales, aves de corral y ganado (IPCS, 1994; Agriculture and Agri-Food Canada, 1997). Pertenece al grupo de los carbamatos, que, en razón de presentar un alto grado de selectividad insecticida, una baja toxicidad en mamíferos y una degradabilidad ambiental relativamente alta, han reemplazado a los hidrocarburos clorados en numerosos usos. En Argentina, el carbaril es utilizado sin restricciones con las marcas Carbaryl Roca, Iqarbaril y Sevin 855 (SENASA, 1998).

Según la clasificación toxicológica de productos fitosanitarios de la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes de la República Argentina, el carbaril es un insecticida perteneciente a la Categoría B, que corresponde a los productos muy tóxicos (CASAFE, 1995). Actúa mediante la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, lo cual produce una sobreestimulación nerviosa seguida de muerte (Kamrin, 1997), dependiendo su grado de toxicidad no sólo de la especie expuesta y de su estadio de vida sino también del tipo de formulado.

A temperatura ambiente, el carbaril es un sólido blanco, cristalino y poco soluble en agua. Posee baja volatilidad y bajo coeficiente de partición aire/agua, siendo difícilmente encontrado en el aire.

Kazano et al. (1972) observaron que la degradación del carbaril en el suelo se debía probablemente a la hidrólisis del carbamato, produciéndose dióxido de carbono y el correspondiente fenol. La degradación también se produce por oxidación y fotólisis cuando el carbaril se encuentra en la superficie del suelo. Por otra parte, diversos estudios han indicado la existencia de numerosos microorganismos, principalmente bacterias, con capacidad para degradar al carbaril y en algunos casos utilizarlo como única fuente de carbono (IPCS, 1994).

En el medio acuoso, los procesos que determinan la persistencia del carbaril son hidrólisis, fotólisis y adsorción; la degradación bacteriana constituye un proceso secundario. El pH y la temperatura tienen una incidencia directa en la velocidad de la hidrólisis; en condiciones alcalinas y a 20 °C el carbaril se hidroliza rápidamente a 1-naftol, metilamina y dióxido de carbono alcanzando una tasa de descomposición del orden del 20 %/día (Stewart et al. 1967). La fotólisis del carbaril en primavera y verano, que es cuando generalmente se aplica dicho insecticida, es cuatro veces más rápida que en invierno (Lartigues and Garrigues, 1995).

Condiciones de temperatura y pH bajos, anoxia y alto contenido de materia orgánica en los sedimentos aumentan la persistencia del carbaril en el medio acuático (Hanazato and Yasuno, 1989; Lartigues and Garrigues, 1995). En condiciones de neutralidad el tiempo de vida medio en la columna de agua es aproximadamente igual a 10 días (Howard, 1991).

En cuanto a la ocurrencia de carbaril en aguas dulces superficiales, para la región de Nova Scotia, en Canadá, se han reportado concentraciones comprendidas en el rango < 0,03-0,05 µg/l, correspondientes a 47 muestras captadas durante 1984 (NAQUADAT, 1985).



## **II) NIVELES GUIA DE CALIDAD PARA FUENTES DE PROVISION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CORRESPONDIENTES A CARBARIL**

### **II.1) *Introducción***

El carbaril incorporado oralmente es rápidamente absorbido por el tracto digestivo de los mamíferos. Las principales rutas para su metabolización son la hidroxilación del anillo y la hidrólisis, generándose numerosos metabolitos que sufren conjugaciones que dan lugar a sulfatos, glucoronidos y compuestos mercapturados solubles que son eliminados por la orina. Los metabolitos de carbaril también se encuentran en pequeña cantidad en saliva y leche.

Existen varios trabajos que proveen información toxicológica inherente a la exposición crónica oral de mamíferos de ensayo al carbaril, mencionándose algunos de ellos a continuación.

Un estudio alimentario de 2 años de duración realizado con ratas permitió determinar un nivel de exposición para el cual no se observan efectos adversos (NOAEL) igual a 9,6 mg/(kg masa corporal \* d) como también establecer 15,6 mg/(kg masa corporal \* d) como menor nivel para el cual se observan efectos adversos (LOAEL), estando ambos niveles asociados a la observación de cambios histopatológicos en hígado y riñones (Carpenter et al., 1961).

En otro estudio de 1 año en ratas fueron determinados niveles similares, a saber: NOAEL = 7 mg/(kg masa corporal \* d) y LOAEL = 14 mg/(kg masa corporal \* d), relacionados con reducción de peso y con inhibición de la colinesterasa (U.S. EPA, IRIS, 2002).

En un estudio en perros expuestos durante 1 año a través de su dieta, para una dosis igual a 5 mg/(kg masa corporal \* d) se observaron lesiones renales. No obstante, tales lesiones no pudieron ser asociadas con claridad a la exposición antedicha debido a que también fueron apreciadas en el grupo de control (U.S. EPA, IRIS, 2002).

Por otra parte, varios estudios han señalado la teratogenicidad del carbaril para algunas especies. En este sentido, se han reportado como menor nivel al cual se observan efectos (LOEL) 5-6 mg/(kg masa corporal \* d), rango que corresponde a perros, y valores que superan el LOAEL determinado en el estudio de Carpenter et al. antes mencionado, 15,6 mg/(kg masa corporal \* d). En particular, el estudio sobre perros ha sido considerado inadecuado para realizar extrapolaciones al ser humano debido a las diferencias que existen entre ambos en cuanto concierne a la metabolización del carbaril (U.S. EPA, IRIS, 2002).

En adición a lo expuesto, diversos estudios de exposición subcrónica oral de ratas a carbaril han evidenciado toxicidad renal y cambios bioquímicos a dosis comprendidas entre 85 y 200 mg/(kg masa corporal \* d) (U.S. EPA, IRIS, 2002).

Teniendo en cuenta el NOAEL emergente del estudio de Carpenter et al. (1961) y aplicando un factor de incertidumbre igual a 100, la Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U. derivó una ingesta diaria tolerable igual a 0,1 mg/(kg masa corporal \* d) (U.S. EPA, IRIS, 2002).



Por otro lado, evaluaciones realizadas sobre la base de la información toxicológica disponible por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en forma conjunta condujeron a ambas organizaciones a establecer desde 1973 como tolerable para carbaril una ingesta diaria que puede llegar hasta 0,01 mg/(kg masa corporal \* d) (FAO/WHO, 1965, 1967, 1974).

No existe información sobre carcinogenicidad del carbaril en el ser humano. En función de ello y considerando inadecuada la información sobre carcinogenicidad en animales, IARC (International Agency for Research on Cancer) ha ubicado al carbaril en el Grupo 3, que corresponde a los agentes que no pueden ser clasificados sobre la base de su carcinogenicidad para los seres humanos (IPCS, 1994).

De acuerdo a lo expuesto precedentemente, el carbaril ha sido caracterizado como un tóxico con umbral. De tal manera, el nivel guía de calidad de agua para consumo humano se deriva según el procedimiento establecido para parámetros de tal tipo, tomándose como información básica la ingesta diaria tolerable surgida de la evaluación conjunta OMS/FAO.

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

Teniendo en cuenta la ingesta diaria tolerable (IDT) antedicha, 0,01 mg/(kg masa corporal \* d) y asumiendo una masa corporal (MC) igual a 60 kg, un consumo diario por persona (C) igual a 2 l/d y un factor de asignación de la ingesta diaria tolerable al agua de bebida (F) igual a 0,1 (OMS, 1995), se establece el nivel guía de calidad para agua de bebida (NGAB) según la siguiente expresión:

$$NGAB \leq IDT * MC * F/C$$

resultando:

$$NGAB \leq 0,03 \text{ mg/l}$$

## **II.3) Remoción esperable de las tecnologías de tratamiento**

No se dispone de información inherente a la remoción de carbaril por parte de las tecnologías de potabilización. Por tal razón, los niveles guía de calidad para la fuente de provisión de agua para consumo humano que se especifican en el punto siguiente para el parámetro antedicho no tienen en cuenta remoción alguna de éste.

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

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



**II.4.1) Fuente superficial con tratamiento convencional:**

Se especifica el siguiente nivel guía de calidad para carbaril en la fuente de provisión, referido a la muestra de agua filtrada:

$$\text{NGFP (Carbaril)} \leq 0,03 \text{ mg/l}$$

**II.4.2) Fuente superficial con tratamientos especiales:**

Se especifica el siguiente nivel guía de calidad para carbaril en la fuente de provisión, referido a la muestra de agua filtrada:

$$\text{NGFP (Carbaril)} \leq 0,03 \text{ mg/l}$$

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

Se especifica el siguiente nivel guía de calidad para carbaril en la fuente de provisión, referido a la muestra de agua sin filtrar:

$$\text{NGFP (Carbaril)} \leq 0,03 \text{ mg/l}$$

**II.4.4) Fuente subterránea con tratamientos especiales:**

Se especifica el siguiente nivel guía de calidad para carbaril en la fuente de provisión, referido a la muestra de agua filtrada:

$$\text{NGFP (Carbaril)} \leq 0,03 \text{ mg/l}$$

**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 carbaril.



**CUADRO II.1 – CATEGORIZACION DE LAS FUENTES DE PROVISION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN FUNCION DE LAS CONCENTRACIONES DE CARBARIL**  
**( $C_{\text{Carbaril}}$ )**

<b>FUENTE</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>CONDICIONES DE CALIDAD</b>
SUPERFICIAL	Calidad apropiada con tratamiento convencional o tratamientos especiales	$C_{\text{Carbaril}} \leq 0,03 \text{ mg/l}$ (1)
SUPERFICIAL	Calidad inapropiada. Requerimiento de acciones de restauración de calidad de la fuente	$C_{\text{Carbaril}} > 0,03 \text{ mg/l}$ (1)
SUBTERRANEA	Calidad apropiada para consumo directo o para cuando el uso esté condicionado a la aplicación de una técnica de desinfección	$C_{\text{Carbaril}} \leq 0,03 \text{ mg/l}$ (2)
SUBTERRANEA	Calidad apropiada con tratamientos especiales	$C_{\text{Carbaril}} \leq 0,03 \text{ mg/l}$ (1)
SUBTERRANEA	Calidad inapropiada. Requerimiento de acciones de restauración de calidad de la fuente	$C_{\text{Carbaril}} > 0,03 \text{ mg/l}$ (1)

Notas:

(1): Referida a la muestra de agua filtrada

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



### III) NIVEL GUÍA DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE PARA PROTECCION DE LA BIOTA ACUATICA CORRESPONDIENTE A CARBARIL (APLICABLE A AGUA DULCE)

#### III.1) *Introducción*

Estudios de toxicidad efectuados en mesocosmos evidenciaron la eliminación de todo el zooplancton a concentraciones de carbaril iguales a 1 mg/l, apreciándose a concentraciones menores un mayor efecto del carbaril sobre los cladóceros que sobre los copépodos y los rotíferos (Hanazato y Yasuno, 1987). El carbaril actuaría en forma selectiva entre los cladóceros, siendo muy tóxico para los del género *Daphnia*; concentraciones muy bajas reducen considerablemente las poblaciones de *D. galeata* sin incidir en forma importante sobre otros cladóceros (Hanazato, 1991). En otros estudios, *Daphnia* mostró ser sensible a concentraciones iguales a tan sólo 2 µg/l (Hanazato, 1991), evidenciándose la mayor tolerancia de los rotíferos dentro del zooplancton, aún con concentraciones de carbaril superiores a 100 µg/l (Hanazato, 1991; Hanazato y Yasuno, 1990 a y b).

La resiliencia de los distintos grupos de zooplanctontes frente al carbaril es diferente, con tiempos de recuperación de las poblaciones comprendidos entre 40 días, para el género *Daphnia*, y valores no superiores a 10 días, para cladóceros del género *Moina*, ambos expuestos a una concentración del insecticida igual a 100 µg/l (Hanazato y Yasuno, 1990 b).

Con respecto a toxicidad aguda, en peces, el valor de toxicidad más bajo seleccionado para la derivación del nivel guía de calidad de agua ambiente para carbaril ha sido registrado para *Channa punctatus*, con una concentración letal para el 50 % de los individuos (CL<sub>50</sub>) igual a 35,2 µg/l (Singh et al., 1984), mientras que la CL<sub>50</sub> más alta seleccionada, 52,4 mg/l, corresponde a *Nuria danrica* (Abbasi y Soni, 1991). En invertebrados, el valor de toxicidad más bajo seleccionado corresponde al crustáceo *Hyalella azteca*, con una CL<sub>50</sub> igual a 0,911 µg/l (Bownan et al, 1981) y el más elevado, al protozoo *Paramecium multimicronucleatum*, que presenta una CL<sub>50</sub> igual a 105 mg/l (Edmiston et al., 1985).

En cuanto a los datos de toxicidad crónica, en peces, el valor más bajo seleccionado para la derivación del nivel guía de calidad de agua ambiente para carbaril corresponde a *Ptychocheilus lucius*, con una concentración para la cual no se registran efectos (NOEC) igual a 445 µg/l, correspondiendo el valor más elevado a la especie *Gila elegans*, con una concentración mínima para la cual se registra un efecto (LOEC) igual a 1240 µg/l (Beyers et al., 1994).

Aunque el carbaril es asimilado por insectos, plantas y animales, no es esperable que se bioacumule en peces, considerando los bajos factores de bioconcentración registrados, que están comprendidos entre 9 y 34 (Howard, 1991). Para algas, plantas flotantes, caracoles y ciertas especies de peces los factores de bioconcentración varían entre 4000 y 140 (Verschueren, 1983).



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

Dado que no se cuenta con suficientes datos de toxicidad crónica para calcular directamente el Valor Crónico Final para carbaril, se efectúa este cálculo a partir de datos de toxicidad aguda y de relaciones toxicidad aguda/crónica (ACR) estimables.

#### III.2.a) Selección de especies

En la Tabla III.1 se exponen 77 datos asociados a manifestaciones de toxicidad aguda del carbaril sobre animales que corresponden a CL<sub>50</sub> o a concentraciones para las cuales se registran efectos adversos para el 50% de los individuos (CE<sub>50</sub>). En la Tabla III.2 se exponen datos seleccionados para la estimación de relaciones toxicidad aguda/crónica, los que corresponden a una familia de invertebrados y una de peces. Si bien el conjunto de datos seleccionados cubre un amplio rango de grupos taxonómicos, a saber: seis familias de peces (*Cyprinidae*, *Poeciliidae*, *Salmonidae*, *Channidae*, *Ictaluridae* y *Percidae*), cuatro de crustáceos (*Daphnidae*, *Palaemonidae*, *Gammaridae* y *Hyaellidae*), cuatro de insectos (*Chironomidae*, *Culicidae*, *Nepidae* y *Baetidae*), dos de protozoos (*Parameciidae* y *Spirostomidae*) y una de moluscos (*Lymnaeidae*), no se dispone de datos de toxicidad del carbaril inherentes a plantas acuáticas y algas a los efectos de determinar el Valor Final para Plantas (FPV). Por tal motivo el nivel guía de calidad para carbaril se deriva con carácter interino.

**TABLA III.1 - CONCENTRACIONES DE CARBARIL 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)	Referencia
<i>Aedes aegypti</i>	<i>Culicidae</i>	380		Shamaan et al. , 1993
<i>Aedes aegypti</i>	<i>Culicidae</i>	167		Shamaan et al. , 1993
<i>Aedes aegypti</i>	<i>Culicidae</i>	336	277	Lakota et al., 1981
<i>Aedes caspius</i>	<i>Culicidae</i>	4790	4790	Riad et al., 1992
<i>Carassius auratus</i>	<i>Cyprinidae</i>	16700	16700	Phipps y Holcombe, 1985
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	<i>Daphnidae</i>	3,06		Brooke, 1991
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	<i>Daphnidae</i>	11,6	6	Oris et al., 1991
<i>Cloeon sp.</i>	<i>Baetidae</i>	480		Bluzat and Seuge, 1979
<i>Cloeon sp.</i>	<i>Baetidae</i>	390	433	Bluzat and Seuge, 1979
<i>Culex pipiens molestus</i>	<i>Culicidae</i>	4560	4560	Riad et al., 1992
<i>Cyprinella lutrensis</i>	<i>Cyprinidae</i>	13000	13000	Smith and Grigoropoulos, 1968
<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinidae</i>	3700		Dhanapakiam and Premlatha, 1994
<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinidae</i>	1700	2508	Chin and Sudderuddin, 1979
<i>Channa punctatus</i>	<i>Channidae</i>	35,2	35	Singh et al., 1984
<i>Chironomus thummi</i>	<i>Chironomidae</i>	110		Fisher et al., 1993
<i>Chironomus thummi</i>	<i>Chironomidae</i>	127	118	Fisher and Lohner, 1986
<i>Daphnia magna</i>	<i>Daphnidae</i>	10,1		Brooke, 1991





**TABLA III.1 - CONCENTRACIONES DE CARBARIL 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)	Referencia
<i>Daphnia magna</i>	<i>Daphnidae</i>	7,2		Lakota et al., 1981
<i>Daphnia magna</i>	<i>Daphnidae</i>	21	12	Wernersson and Dave, 1997
<i>Echinogammarus tibaldii</i>	<i>Gammaridae</i>	6,5	6,5	Pantani et al., 1997
<i>Gambusia affinis</i>	<i>Poeciliidae</i>	1400	1400	Carter and Graves, 1972
<i>Gammarus italicus</i>	<i>Gammaridae</i>	28	28	Pantani et al., 1997
<i>Gammarus pseudolimneus</i>	<i>Gammaridae</i>	13		Woodward and Mauck, 1980
<i>Gammarus pseudolimneus</i>	<i>Gammaridae</i>	7		Woodward and Mauck, 1980
<i>Gammarus pseudolimneus</i>	<i>Gammaridae</i>	7,2	8,7	Woodward and Mauck, 1980
<i>Gammarus pulex</i>	<i>Gammaridae</i>	29		Woodward and Mauck, 1980
<i>Gammarus pulex</i>	<i>Gammaridae</i>	25	27	Woodward and Mauck, 1980
<i>Gila elegans</i>	<i>Cyprinidae</i>	2020		Beyers et al., 1994
<i>Gila elegans</i>	<i>Cyprinidae</i>	650		Beyers et al., 1994
<i>Gila elegans</i>	<i>Cyprinidae</i>	3310	1632	Beyers et al., 1994
<i>Hyaella azteca</i>	<i>Hyaellidae</i>	0,911	0,91	Bowman et al., 1981
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	1530		Brown et al., 1979
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	1560		Brown et al., 1979
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	2000		Brown et al., 1979
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	2270		Brown et al., 1979
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	6200		Brown et al., 1979
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	6710		Brown et al., 1979
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictaluridae</i>	11500	3394	Carter and Graves, 1972
<i>Lymnaea stagnalis</i>	<i>Lymnaeidae</i>	21000		Bluzat and Seuge, 1979
<i>Lymnaea stagnalis</i>	<i>Lymnaeidae</i>	10700	14990	Bluzat and Seuge, 1979
<i>Macrobrachium dayanum</i>	<i>Palaemonidae</i>	35,2	35,2	Omkar and Murti, 1985
<i>Nuria danrica</i>	<i>Cyprinidae</i>	31620		Abbasi and Soni, 1991
<i>Nuria danrica</i>	<i>Cyprinidae</i>	34670		Abbasi and Soni, 1991
<i>Nuria danrica</i>	<i>Cyprinidae</i>	50000		Abbasi and Soni, 1991
<i>Nuria danrica</i>	<i>Cyprinidae</i>	52400	41167	Abbasi and Soni, 1991
<i>Oncorhynchus clarki</i>	<i>Salmonidae</i>	6700	6700	Woodward and Mauck, 1980
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	860		Phipps and Holcombe, 1985
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	1000		Smith and Grigoropoulos, 1968
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	1090		Schoettger, 1970
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	1500		Sanders et al., 1983
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	2300		Smith and Grigoropoulos, 1968
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	3940		Schoettger, 1970
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	4330		Douglas et al., 1986
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Salmonidae</i>	5400	2114	Douglas et al., 1986
<i>Paramecium caudatum</i>	<i>Parameciidae</i>	7900		Lejczak, 1977
<i>Paramecium caudatum</i>	<i>Parameciidae</i>	10200		Lejczak, 1977
<i>Paramecium caudatum</i>	<i>Parameciidae</i>	12400	9997	Lejczak, 1977
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	<i>Parameciidae</i>	28000		Edmiston et al., 1985
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	<i>Parameciidae</i>	34000		Edmiston et al., 1985



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

Espece	Familia	Concentración asociada a toxicidad aguda [µg/l]	Valor Agudo Medio para cada especie (SMAV)	Referencia
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	<i>Parameciidae</i>	46000		Edmiston et al., 1985
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	<i>Parameciidae</i>	65000		Edmiston et al., 1985
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	<i>Parameciidae</i>	105000	49556	Edmiston et al., 1985
<i>Perca flavescens</i>	<i>Percidae</i>	745	745	Macek and McAllister, 1970
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	5010		Phipps and Holcombe, 1985
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	7000		Henderson et al., 1960
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	7100		Henderson et al., 1960
<i>Pimephales promelas</i>	<i>Cyprinidae</i>	12000	9588	Henderson et al., 1960

**TABLA III.2 - CONCENTRACIONES DE CARBARIL ASOCIADAS A EFECTOS TOXICOS AGUDOS Y CRONICOS SELECCIONADAS PARA EL CALCULO DE RELACIONES TOXICIDAD AGUDA/CRONICA**

Espece	Concentración asociada a toxicidad aguda [µg/l]	Concentración asociada a toxicidad crónica [µg/l]	Relación Toxicidad Aguda/ Crónica para cada especie (SACR)	Referencia
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	11,6	8,7 (1)	1,3	Oris et al., 1991
<i>Daphnia magna</i>	10,1	4	2,5	Brooke, 1991
<i>Gila elegans</i>	1632 (1)	128 (1)	13	Beyers et al., 1994
<i>Ptychocheilus lucius</i>	2041 (1)	621 (1)	3,3	Beyers et al., 1994

Nota:

(1) Corresponde a la media geométrica de los valores reportados por el autor

### 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, ya que no se cuenta con datos suficientes para cuantificar dicha relación. 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 exhiben en la tabla antedicha, y género (GMAV), que se presentan ordenados crecientemente en la Tabla III.3, con sus correspondientes números de orden, R, y probabilidades acumulativas  $P_R$ , siendo  $P_R = R/(N+1)$ .



**TABLA III.3 - CARBARIL: PROBABILIDAD ACUMULATIVA (P<sub>R</sub>) Y VALOR AGUDO MEDIO PARA CADA GENERO (GMAV)**

Género	GMAV [µg/l]	P <sub>R</sub>	R
<i>Hyalella</i>	0,91	0,03	1
<i>Ceriodaphnia</i>	6	0,07	2
<i>Echinogammarus</i>	6,5	0,10	3
<i>Daphnia</i>	12	0,14	4
<i>Gammarus</i>	15	0,17	5
<i>Channa</i>	35,2	0,21	6
<i>Macrobrachium</i>	35,2	0,24	7
<i>Chironomus</i>	118	0,28	8
<i>Cloeon</i>	433	0,31	9
<i>Aedes</i>	565	0,34	10
<i>Ranatra</i>	624	0,38	11
<i>Perca</i>	745	0,41	12
<i>Salvelinus</i>	1168	0,45	13
<i>Gambusia</i>	1400	0,48	14
<i>Gila</i>	1632	0,52	15
<i>Ptychocheilus</i>	2041	0,55	16
<i>Oncorhynchus</i>	2372	0,59	17
<i>Cyprinus</i>	2508	0,62	18
<i>Spirostomus</i>	3340	0,66	19
<i>Ictalurus</i>	3394	0,69	20
<i>Culex</i>	4560	0,76	21
<i>Pimephales</i>	9588	0,79	22
<i>Cyprinella</i>	13000	0,83	23
<i>Lymnaea</i>	14990	0,86	24
<i>Carassius</i>	16700	0,90	25
<i>Nuria</i>	41167	0,93	26
<i>Paramecium</i>	49556	0,97	27

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):

$$\begin{aligned}b &= 13,95 \\a &= -2,47 \\k &= 0,65\end{aligned}$$

Calculando el Valor Agudo Final (FAV) según:

$$FAV = e^k$$

resulta:

$$FAV = 1,71 \mu\text{g/l}$$



### **III.2.c) Cálculo del Valor Crónico Final**

En base a los datos de toxicidad aguda y crónica seleccionados que se exhiben en la Tabla III.2, se determinan las relaciones toxicidad aguda/crónica para cada especie (SACR).

Las relaciones resultantes están comprendidas en el intervalo 1,3 - 3,3, correspondiendo los límites del mismo a *Ceriodaphnia dubia* y *Ptychocheilus lucius*, respectivamente.

El cálculo de la media geométrica de las SACR determina una relación final toxicidad aguda/crónica (FACR) igual a 3,4.

Dividiendo el FAV calculado en la sección anterior (1,71 µg/l) por la FACR previamente obtenida (3,4), se obtiene para carbaril el siguiente Valor Crónico Final (FCV):

$$\text{FCV} = 0,50 \mu\text{g/l}$$

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

Si bien el Valor Crónico Final (FCV) en ningún caso resulta superior a los valores de toxicidad crónica exhibidos en la Tabla III.2, como no se puede determinar el Valor Final para Plantas (FPV), el siguiente nivel guía de calidad para carbaril a los efectos de protección de la biota acuática (NGPBA), referido a la muestra de agua sin filtrar, se especifica con carácter de interino:

$$\text{NGPBA (Carbaril)} \leq 0,5 \mu\text{g/l}$$



## **IV) NIVEL GUIA DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTE PARA PROTECCION DE LA BIOTA ACUATICA CORRESPONDIENTE A CARBARIL (APLICABLE AL AGUA MARINA)**

### **IV.1) Introducción**

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

Con respecto a los efectos tóxicos agudos del carbaril, entre los invertebrados, la especie más sensible es el crustáceo *Cancer magister*, para el que se ha reportado una concentración letal para el 50 % de los individuos expuestos (CL<sub>50</sub>) igual a 2,56 µg/l (Buchanan et al., 1970). El más resistente es un molusco, *Macoma nasuta*, para el que se ha informado una concentración para la cual se registran efectos adversos para el 50 % de los individuos expuestos (CE<sub>50</sub>) igual a 22 mg/l (Armstrong and Millemann, 1974). En cuanto a los vertebrados, la especie más sensible es el pez *Puntius sophore*, con una CL<sub>50</sub> registrada igual a 21,5 µg/l (Khillare and Wagh, 1988), siendo la especie más resistente otro pez, *Morone saxatilis*, para el que se reportó una CL<sub>50</sub> igual a 1mg/l (Schoettger, 1970).

Referente a la toxicidad crónica, sólo se tienen datos para una especie de crustáceo, *Cancer magister*, para el que Buchanan et al. (1970) determinó valores de CL<sub>50</sub> iguales a 2 y 5 µg/l.

En cuanto a la toxicidad del carbaril en algas y plantas acuáticas, las concentraciones asociadas a toxicidad son de 50 µg/l, tanto para las especies de algas *Chaetomorpha linum*, *Enteromorpha intestinalis*, *Gracilaria verrucosa* y *Grateloupia doryphora* como para las plantas *Halodule uninervis* y *Halophila ovalis* (Ramachandran et al., 1984).

No existen datos referidos a la bioconcentración del carbaril en la biota acuática.

### **IV.2) Derivación del nivel guía para protección de la biota acuática**

Dado que no se cuenta con suficientes datos de toxicidad crónica para calcular directamente el Valor Crónico Final para carbaril, 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).

#### **IV.2.a) Selección de especies**

En la Tabla IV.1 se exponen 24 datos asociados a manifestaciones de toxicidad aguda del carbaril sobre animales, que corresponden a CL<sub>50</sub> o a CE<sub>50</sub>. El conjunto de datos seleccionados cubre un amplio rango de grupos taxonómicos, a saber: tres familias de peces (*Cyprinidae*, *Gasterosteidae* y *Moronidae*), dos de crustáceos (*Cancriidae* y *Palaemonidae*), dos de moluscos (*Mytilidae* y *Tellinidae*), una de equinodermos (*Temnopleuridae*), cuatro de



algas (*Cladophoraceae*, *Cryptonemiaceae*, *Gracilariaceae* y *Ulvaceae*) y dos de plantas (*Cymodoceaceae* y *Hydrocharitaceae*).

**TABLA IV.1 – CONCENTRACIONES DE CARBARIL 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>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	2,56		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	4		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	7,2		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	8		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	9,6		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	12		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	12,8		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	13,6		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	13,6		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	15,2		Buchanan et al., 1970
<i>Cancer magister</i>	<i>Cancriidae</i>	19,2	9,3	Buchanan et al., 1970
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<i>Gasterosteidae</i>	399	399	Katz, 1961
<i>Macoma nasuta</i>	<i>Tellinidae</i>	13600		Armstrong and Millemann, 1974
<i>Macoma nasuta</i>	<i>Tellinidae</i>	22000	17297	Armstrong and Millemann, 1974
<i>Morone saxatilis</i>	<i>Moronidae</i>	1000	1000	Schoettger, 1970
<i>Mytilus edulis</i>	<i>Mytilidae</i>	1500		Liu and Lee, 1975
<i>Mytilus edulis</i>	<i>Mytilidae</i>	4240		Armstrong and Millemann, 1974
<i>Mytilus edulis</i>	<i>Mytilidae</i>	5600		Armstrong and Millemann, 1974
<i>Mytilus edulis</i>	<i>Mytilidae</i>	6640	3922	Armstrong and Millemann, 1974
<i>Palaemon macrodactylus</i>	<i>Palaemonidae</i>	7		Schoettger, 1970
<i>Palaemon macrodactylus</i>	<i>Palaemonidae</i>	12	9,2	Schoettger, 1970
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	<i>Temnopleuridae</i>	6,3		Hernandez et al., 1990
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	<i>Temnopleuridae</i>	10,7	8,2	Hernandez et al., 1990
<i>Puntius sophore</i>	<i>Cyprinidae</i>	21,05	21	Khillare and Wagh, 1988

**TABLA IV.2- CONCENTRACIONES DE CARBARIL 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>Chaetomorpha linum</i>	<i>Cladophoraceae</i>	50	Ramachandran et al., 1984
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	<i>Ulvaceae</i>	50	Ramachandran et al., 1984



**TABLA IV.2- CONCENTRACIONES DE CARBARIL ASOCIADAS A EFECTOS TOXICOS SOBRE LAS ESPECIES ACUATICAS SELECCIONADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL VALOR FINAL PARA PLANTAS (FPV) (Cont.)**

Especie	Familia	Concentración asociada a efectos tóxicos [µg/l]	Referencia
<i>Gracilaria verrucosa</i>	<i>Gracilariaceae</i>	50	Ramachandran et al., 1984
<i>Grateloupia doryphora</i>	<i>Cryptonemiaceae</i>	50	Ramachandran et al., 1984
<i>Halodule uninervis</i>	<i>Cymodoceaceae</i>	50	Ramachandran et al., 1984
<i>Halophila ovalis</i>	<i>Hydrocharitaceae</i>	50	Ramachandran et al., 1984

#### IV.2.b) Cálculo del Valor Agudo Final

El Valor Agudo Final 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 existe evidencia en contrario para el carbaril. A partir de los datos que se exhiben en la Tabla IV.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 IV.3, junto a sus números de orden, R, y las probabilidades acumulativas correspondientes, P<sub>R</sub>, siendo P<sub>R</sub> = R/(N+1).

**TABLA IV.3 – CARBARIL: PROBABILIDAD ACUMULATIVA (P<sub>R</sub>) y VALOR AGUDO MEDIO PARA CADA GENERO (GMAV)**

Género	GMAV [µg/l]	P <sub>R</sub>	R
<i>Pseudechinus</i>	8,2	0,1	1
<i>Palaemon</i>	9,2	0,2	2
<i>Cancer</i>	9,3	0,3	3
<i>Puntius</i>	21	0,4	4
<i>Gasterosteus</i>	399	0,5	5
<i>Morone</i>	1000	0,6	6
<i>Mytilus</i>	3922	0,7	7
<i>Macoma</i>	17297	0,8	8

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):

$$b = 3,03$$

$$a = 0,85$$

$$k = 1,53$$

Calculando el Valor Agudo Final (FAV) según:

$$FAV = e^k$$



resulta:

$$\text{FAV} = 4,6 \mu\text{g/l}$$

#### **IV.2.c.) Cálculo del Valor Crónico Final**

En función de la evidencia ecotoxicológica disponible sobre bioconcentración del carbaril, se considera apropiado utilizar un factor de extrapolación igual a 10 para calcular el Valor Crónico Final (FCV) a partir del FAV.

Dividiendo el FAV calculado ( 4,6  $\mu\text{g/l}$ ) por el factor de extrapolación seleccionado (10 ), resulta:

$$\text{FCV} = 0,46 \mu\text{g/l}$$

#### **IV.3) Establecimiento del nivel guía de calidad para carbaril correspondiente a protección de la biota acuática**

En virtud de que el Valor Crónico Final (FCV) no supera al Valor Final para Plantas (FPV) que resulta de la Tabla IV.2 (50  $\mu\text{g/l}$ ), se especifica el siguiente nivel guía de calidad para carbaril a los efectos de protección de la biota acuática (NGPBA), referido a la muestra de agua sin filtrar:

$$\text{NGPBA (Carbaril)} \leq 0,46 \mu\text{g/l}$$





## **IX) TECNICAS ANALITICAS ASOCIADAS A LA DETERMINACION DE CARBARIL**

Los métodos analíticos validados que se exponen en la Base de Datos “Técnicas Analíticas” no permiten evaluar la cumplimentación de los niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente derivados para protección de la biota acuática. De tal forma, se define el siguiente nivel guía de aplicación efectiva de calidad de agua ambiente para protección de la biota acuática (NGPBA<sub>e</sub>), aplicable tanto para agua dulce como para agua marina, referido a la muestra de agua sin filtrar:

NGPBA<sub>e</sub> (Carbaril) : No detectable según límite de detección: 1,3 µg/l (Method 531.1. Measurement of N-Methylcarbamoxyloximes and N-Methylcarbamates in Water by Direct Aqueous Injection High Derivatization. U.S. EPA-OGWDW/TSC. 1995) u otro límite de detección menor.

El nivel guía antedicho se basa en la aplicación como mínimo del límite de detección correspondiente a la técnica de cromatografía líquida de alta resolución antes referida, manteniéndose los respectivos niveles guía calculados para protección de la biota acuática ( $\leq 0,5$  µg/l, para agua dulce, y  $\leq 0,46$  µg/l, para agua marina) como objetivos en función de factibilidades analíticas superiores.



## X) REFERENCIAS

- Abbasi, S.A. and R. Soni. 1991. Studies on the Environmental Impact of Three Common Pesticides with Respect to Toxicity Towards a Larvivore (Channelfish *N. Denricus*). J. Inst. Public Health Eng. (India) 1991(2): 8-12. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.
- Agriculture and Agri-Food Canada. 1997. Regulatory Information on Pesticides Products (RIPP) Database (CCINFODISK). Issue 97-3. Produced by Agriculture and Agri-Food Canada and distributed by the Canadian Centre for Occupational Health and Safety. CD-Rom. En: CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999. Canadian Environmental Quality Guidelines.
- Armstrong, D.A. and R.E. Millemann, 1974. Pathology of Acute Poisoning with the Insecticide Sevin in the Bent-Nosed Clam, *Macoma nasuta*. J. Invertebr. Pathol. 24(2): 201-212. En: IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1994. Environmental Health Criteria 153. Carbaryl. World Health Organization. Geneva.
- Beyers, D.W., T.J. Keefe and C.A. Carlson. 1994. Toxicity of Carbaryl and Malathion to Two Federally Endangered Fishes, as Estimated by Regression and ANOVA. Environ. Toxicol. Chem. 13(1): 101-107. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.
- Bluzat, R. and J. Seuge. 1979. Effects of Three Insecticides (Lindane, Fenthion, and Carbaryl) on the Acute Toxicity to Four Aquatic Invertebrate Species and the Chronic Toxicity... Environ. Pollut. 18(1): 51-70. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Bowman, M.C., W.L. Oller, T. Cairns, A.B. Gosnell and K.H. Oliver. 1981. Stressed Bioassay Systems for Rapid Screening of Pesticide Residues. Part I: Evaluation of Bioassay Systems. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 10: 9-24. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.
- Brooke, L.T. 1991. Results of Freshwater Exposures with the Chemicals Atrazine, Biphenyl, Butachlor, Carbaryl, Carbazole, Dibenzofuran, 3,3-Dichlorobenzidine, Dichlorvos... Center for Lake Superior Environmental Studies, University of Wisconsin, Superior, WI:110 pp. (Memo to R.L. Spehar, U.S. EPA, Duluth, MN). En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.
- Brown, K.W., D.C. Anderson, S.G. Jones, L.E. Deuel and J.D. Price. 1979. The Relative Toxicity of Four Pesticides in Tap Water and Water From Flooded Rice Paddies. Int. J. Environ. Stud. 14(1): 49-54. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Buchanan, D.V., R.E. Millemann and N.E. Stewart. 1970. Effects of the insecticide sevin on various stages of the dungeness crab, *Cancer magister*. J. Fish. Res. Board Can. 27(1): 93-104. En: IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1994. Environmental Health Criteria 153. Carbaryl. World Health Organization. Geneva.
- Carpenter, C.P., C.W. Weil, P.E. Polin, et al. 1961. Mammalian toxicity of 1-naphthyl-N-methylcarbamate (Sevin insecticide). J. Agric. Food Chem. 9: 30-39. En: U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0019. Carbaryl.
- Carter, F.L. and J.B. Graves. 1972. Measuring Effects of Insecticides on Aquatic Animals. La. Agric. 16(2): 14-15. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes de la República Argentina). 1995. Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina, Buenos Aires. 891 pp.
- Chin, Y.N. and K.I. Sudderuddin. 1979. Effect of Methamidophos on the Growth Rate and Esterase Activity of the Common Carp *Cyprinus carpio* L. Environ. Pollut. 18(3): 13-220. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Dhanapakiam, P. and J. Premalatha. 1994. Histopathological Changes in the Kidney of *Cyprinus carpio* Exposed to Malathion and Sevin. J. Environ. Biol. 15(4): 283-287. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S.



República Argentina  
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

Douglas, M.T., D.O. Chanter, I.B. Pell and G.M. Burney. 1986. A Proposal for the Reduction of Animal Numbers Required for the Acute Toxicity to Fish Test (LC50 Determination). *Aquat. Toxicol.* 8(4): 243-249. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

Edmiston, C.E.Jr., M. Goheen, G.W. Malaney and W.L. Mills. 1985. Evaluation of Carbamate Toxicity: Acute Toxicity in a Culture of *Paramecium multimicronucleatum* upon Exposure to Aldicarb, Carbaryl, and Mexacarbate ... *Environ. Res.* 36(2): 338-350. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.

FAO/WHO (1965) Carbaryl. In: Evaluation of the toxicity of pesticide residues in food. Geneva, World Health Organization, pp 31-35 (FAO Meeting Report No. PL:1965/10/1; WHO Food Add./27.65). En: IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1994. Environmental Health Criteria 153. Carbaryl. World Health Organization. Geneva.

FAO/WHO (1967) Carbaryl. In: 1966 Evaluation of some pesticide residues in food. Geneva, World Health Organization, pp 31-38 (FAO PL/CP/15; WHO Food Add./67.32). En: IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1994. Environmental Health Criteria 153. Carbaryl. World Health Organization. Geneva.

FAO/WHO (1974) Carbaryl. In: 1973 Evaluations of some pesticide residues in food. Geneva, World Health Organization, pp 141-176 (WHO Pesticide Residue Series No. 3). En: IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1994. Environmental Health Criteria 153. Carbaryl. World Health Organization. Geneva.

Fisher, S.W. and T.W. Lohner. 1986. Studies on the Environmental Fate of Carbaryl As a Function of pH. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 15(6): 661-667. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

Fisher, S.W., M.J. Lydy, J. Barger and P.F. Landrum. 1993. Quantitative Structure-Activity Relationships for Predicting the Toxicity of Pesticides in Aquatic Systems with Sediment. *Environ. Toxicol. Chem.* 12:1307-1318. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

Hanazato, T. 1991. Effects of repeated application of carbaryl on zooplankton communities in experimental ponds with or without the predator *Chaoborus*. *Environ. Pollut.* 73: 309-324. En: José de Paggi, S.B. 1997. Efectos de los pesticidas sobre el zooplancton de las aguas continentales: análisis revisivo. *Revista FABICIB* 1: 103-114.

Hanazato, T. and M. Yasuno. 1989. Effects of carbaryl on the spring zooplankton communities in ponds. *Environ. Pollut.* 56: 1-10. En: CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999. Canadian Environmental Quality Guidelines.

Hanazato, T. y M. Yasuno. 1987. Effects of a carbamate insecticide, carbaryl, on the summer phyto y zooplankton communities in ponds. *Environ. Pollut.* 48: 145-159. En: José de Paggi, S.B. 1997. Efectos de los pesticidas sobre el zooplancton de las aguas continentales: análisis revisivo. *Revista FABICIB* 1: 103-114.

Hanazato, T. y M. Yasuno. 1990 a. Influence of time of application of an insecticide on recovery patterns of zooplankton community in experimental ponds. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 19: 77-83. En: José de Paggi, S.B. 1997. Efectos de los pesticidas sobre el zooplancton de las aguas continentales: análisis revisivo. *Revista FABICIB* 1: 103-114.

Hanazato, T. y M. Yasuno. 1990 b. Influencia of *Chaoborus* density on the effects of an insecticide on zooplankton communities in ponds. *Hydrobiologia* 194: 183-197. En: José de Paggi, S.B. 1997. Efectos de los pesticidas sobre el zooplancton de las aguas continentales: análisis revisivo. *Revista FABICIB* 1: 103-114.

Henderson, C., Q.H. Pickering and C.M. Tarzwell. 1960. The Toxicity of Organic Phosphorus and Chlorinated Hydrocarbon Insecticides to Fish: In C.M. Tarzwell (Ed.), Biological Problems in Water Pollution, Trans. 2nd Seminar, April 20-24, 1959, Tech. Rep. W60-3, U.S. Public Health Service, R.A. Taft Sanitary Engineering Center, Cincinnati, OH:76-88. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

Hernandez, D.A., R.J. Lombardo, L. Ferrari and M.C. Tortorelli. 1990. Toxicity of ethyl-parathion and carbaryl on early development of sea urchin. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 34(5): 734-741. En: IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1994. Environmental Health Criteria 153. Carbaryl. World Health Organization. Geneva.

Howard, P.H. 1991. Handbook of environmental fate and exposure data for organic chemicals. Vol 3. Pesticides. Lewis Publishers Inc., Chelsea, MI. En: Kamrin, M.A. 1997. Pesticides profiles. Toxicity, Environmental Impact, and Fate. Lewis Publishers.



República Argentina  
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

- IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1994. Environmental Health Criteria 153. Carbaryl. World Health Organization. Geneva.
- Kamrin, M.A. 1997. Pesticides profiles. Toxicity, Environmental Impact, and Fate. Lewis Publishers.
- Katz, M. 1961. Acute toxicity of some organic insecticides to three species of salmonids and to the threespine stickleback. Trans. Am. Fish. Soc. 90(3): 264-268. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Khillare, Y.K. and S.B. Wagh. 1988. Acute toxicity of pesticides in the freshwater fish *Barbus stigma*: histopathology of the stomach. Uttar Pradesh J. Zool. 8(2): 176-179. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Lakota, S., A. Raszka and I. Kupczak. 1981. Toxic Effect of Cartap, Carbaryl, and Propoxur on Some Aquatic Organisms. Acta Hydrobiol. 23(2): 183-190.
- Lartigues, S.B. and P.P. Garrigues. 1995. Degradation kinetics of organophosphorus and organonitrogen pesticides in different waters under various environmental conditions. Environ. Sci. Technol. 29(5): 1246-1254. En: CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999. Canadian Environmental Quality Guidelines.
- Lejczak, B. 1977. Effect of Insecticides: Chlorphenvinphos Carbaryl and Propoxur on Aquatic Organisms. Pol. Arch. Hydrobiol. 24(4): 583-591. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Liu, D.H.W. and J.M. Lee. 1975. Toxicity of selected pesticides to the bay mussel (*Mytilus edulis*). EPA-660/3-75-016, U.S. EPA, Corvallis, OR : 102 p. (U.S.NTIS PB-243221). En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Macek, K.J. and W.A. McAllister. 1970. Insecticide Susceptibility of Some Common Fish Family Representatives. Trans. Am. Fish. Soc. 99(1): 20-27. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Omkar and R. Murti. 1985. Toxicity of Some Pesticides to the Freshwater Prawn, *Macrobrachium dayanum* (Henderson) (*Decapoda, Caridea*). Crustaceana (Leiden) 49(1): 1-6. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1985. Guías para la calidad del agua potable. Segunda Edición. Volumen 1. Recomendaciones.
- Oris, J.T., R.W. Winner and M.V. Moore. 1991. A Four-Day Survival and Reproduction Toxicity Test for *Ceriodaphnia dubia*. Environ. Toxicol. Chem. 10(2): 217-224.
- Pantani, C., G. Pannunzio, M. De Cristofaro, A.A. Novelli and M. Salvatori. 1997. Comparative Acute Toxicity of Some Pesticides, Metals, and Surfactants to *Gammarus italicus* Goedm. and *Echinogammarus tibaldii* Pink. and Stock... Bull. Environ. Contam. Toxicol. 59(6): 963-967. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Phipps, G.L. and G.W. Holcombe. 1985. A Method for Aquatic Multiple Species Toxicant Testing: Acute Toxicity of 10 Chemicals to 5 Vertebrates and 2 Invertebrates. Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. 38(2): 141-157 (Author Communication Used). En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.
- Ramachandran, S., N. Rajendran, R. Nandakumar and V.K. Venugopalan. 1984. Effect of pesticides on photosynthesis and respiration of marine macrophytes. Aquat. Bot. 19: 395-399. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.
- Riad, Y., H.M. El-Nahas, E.M. El-Kady and A.A. El-Bardan. 1992. Aromatic Sulphides, Sulphoxides, and Sulphones as Larvicides for *Culex pipiens molestus* and *Aedes caspius* (*Diptera: Culicidae*). J. Econ. Entomol. 85(6): 2096-2099. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.



República Argentina  
Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación

Sanders, H.O., M.T. Finley and J.B. Hunn. 1983. Acute toxicity of six forest insecticides to three aquatic invertebrates and four fishes. U.S. Fish Wildl. Serv., Tech. Pap. No. 110, Washington, D.C.: 1-5.

Schoettger, R.A. 1970. Fish-Pesticide Research Laboratory. U.S. Dep. Interior, Bur. Sport Fish. Wildl. Res., Publ. 106: 2-40. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

Schoettger, R.A. 1970. Fish-pesticide research laboratory: Progress in Sport Fishery Research. U.S. Dep. Interior, Bur. Sport Fish. Wildl. Res., Publ. 106: 2-40. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). 1998. Límites máximos de residuos de plaguicidas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Shamaan, N.A., R. Hamidah, J. Jeffries, A.J. Hashim and W.Z. Wan Ngah. 1993. Insecticide Toxicity, Glutathione Transferases and Carboxylesterase Activities in the Larva of the *Aedes* Mosquito. *Comp. Biochem. Physiol.* 104C(1): 107-110. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.

Singh, V.P., S. Gupta and P.K. Saxena. 1984. Evaluation of Acute Toxicity of Carbaryl and Malathion to Freshwater Teleosts, *Channa punctatus* (Bloch) and *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Toxicol. Lett.* 20(3): 271-276 En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, Minnesota.

Smith, J.W. and S.G. Grigoropoulos. 1968. Toxic Effects of Odorous Trace Organics. *Am. Water Works Assoc. J.* 60:969-979. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

Stewart, N.E., R.E. Millemann and W.P. Breese. 1967. Acute toxicity of the insecticide Sevin and its hydrolytic product 1-naphthol to some marine organisms. *Trans. Am. Fish. Soc.* 96:25. En: CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999. Canadian Environmental Quality Guidelines.

U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). December 3, 2002. 0019. Carbaryl

Verschueren, K. 1983. Handbook of environmental data on organic chemicals. 2d. ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York. En: CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999. Canadian Environmental Quality Guidelines.

Wernersson, A.S. and G. Dave. 1997. Phototoxicity Identification by Solid Phase Extraction and Photoinduced Toxicity to *Daphnia magna*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 32(3): 268-273. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.

Woodward, D.F. and W.L. Mauck. 1980. Toxicity of Five Forest Insecticides to Cutthroat Trout and Two Species of Aquatic Invertebrates. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 25(6): 846-853. En: AQUIRE (Aquatic toxicity Information Retrieval) database. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Mid-Continent Ecology Division.



## **XI) HISTORIAL DEL DOCUMENTO**

<b>Fecha de edición original</b>	junio 2002
<b>Actualización diciembre 2003</b>	Incorporación de Sección IX
<b>Actualización julio 2004</b>	Actualización de Sección I Incorporación de Sección II
<b>Actualización julio 2005</b>	Incorporación de Sección IV