

MONITOREO DE AGROQUÍMICOS EN AREAS BAJO RIEGO DE LOS RÍOS LIMAY, NEUQUÉN Y NEGRO

Horacio P. Boland¹, María Inés Gil², Héctor A. Labollita¹, Betina Laurenzano³, Marisa Novelli⁴, Julio Ramos³ y Patricia Reyes²

¹Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro; ²Departamento Pcial. de Aguas (Pcia. de Río Negro); ³Dirección Pcial. de Recursos Hídricos (Pcia. del Neuquén); ⁴Dirección Pcial. de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (Pcia. del Neuquén)

9 de Julio N° 496, (8324) Cipolletti, Río Negro. Tel. (0299) 449 2300. E-mail hboland@aic.gov.ar

Se realizó un monitoreo de residuos de agroquímicos durante el ciclo productivo 2004-2005 en las áreas bajo riego de los ríos Limay, Neuquén y Negro, con el propósito de determinar su presencia en diversos componentes del ecosistema fluvial y evaluar principalmente la calidad de la fuente de agua para abastecimiento humano y riego.

Durante los meses de febrero, abril y agosto de 2005 se colectaron muestras de agua en 35 sitios, de los cuales 19 correspondieron a ríos y 16 a desagües. Se analizaron Órgano clorados, Órgano fosforados, Carbamatos y Piretroides, Fungicidas y Difenilamina.

Pudo comprobarse que los plaguicidas de uso agrícola fueron detectados en forma esporádica, en concentraciones que no implican un riesgo para la salud humana ni para el desarrollo de la vida acuática. En los casos que hubo detección en ríos, sólo fueron encontradas trazas de aquellos compuestos más utilizados en el control fitosanitario en la región (dimetoato, metil azinfos y carbaryl) y asociados a la época de aplicación de los mismos. Se registraron también residuos de un órganoclorado (heptacloro) en muy bajas concentraciones y en forma no sistemática.

En los desagües se detectó principalmente la presencia de metil azinfos y carbaryl.

Se estableció un monitoreo permanente de residuos de agroquímicos en el marco de la Unidad de Gestión de Calidad del Agua integrada por los Organismos participantes.

Palabras clave: ríos, monitoreo de calidad del agua, agroquímicos.

INTRODUCCION

Según las estadísticas de la FAO dos tercios de la Humanidad están subalimentados.

El requerimiento creciente de alimentos en las últimas décadas ha llevado a la expansión de las áreas agrícolas y, consecuentemente, a una utilización mayor de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) con el fin de lograr rendimientos superiores en los cultivos.

La lucha contra las plagas es uno de los métodos más importantes para aumentar la productividad de las explotaciones agrícolas, ya que las pérdidas causadas por ellas son muy elevadas. Se ha calculado que alrededor de un tercio de la producción alimenticia del mundo se perdería si los agricultores no utilizaran productos químicos para contrarrestar el efecto de las plagas de los cultivos, de las enfermedades de las plantas y la competencia de las malas hierbas. Además de este aumento de los rendimientos, la disminución de las grandes fluctuaciones de las cosechas debidas a las plagas y el ahorro de mano de obra debido al uso de los plaguicidas tienen gran importancia económica.

Sin embargo el uso de plaguicidas presenta varios inconvenientes que son necesarios tener en cuenta.

Hay que considerar en primer lugar que *los plaguicidas alteran el balance de la naturaleza desequilibrando los sistemas ecológicos*. Este hecho tiene gran trascendencia, ya que, como es sabido, el suelo es un ecosistema complejo, en el que coexisten multitud de poblaciones animales, vegetales y microbianas que mantienen entre sí y con el agua y los elementos minerales edáficos un equilibrio dinámico muy preciso. La alteración de este equilibrio por la introducción de unos agentes químicos tan activos, como suelen ser los plaguicidas, producen una serie de fenómenos variados que probablemente afectan a muchos de los elementos biológicos del suelo.

Al mismo tiempo, los insectos y algunos otros parásitos pueden desarrollar razas resistentes a los plaguicidas lo que hace necesario utilizar dosis mayores o productos de mayor efectividad. La flora y la fauna también pueden ser afectadas por la aplicación de un plaguicida, en la zona donde se realiza el tratamiento o incluso en regiones más extensas.

Los residuos de estos compuestos pueden llegar a zonas más lejanas del área de aplicación arrastrados por el viento, cursos de aguas continentales, corrientes marinas y a través de las cadenas biológicas.

La agricultura es uno de los principales usuarios de “agua dulce” y, al mismo tiempo, es causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos. Si bien el uso apropiado de los agroquímicos minimiza su impacto, sus residuos pueden movilizarse hacia el aire, el suelo y el agua.

Entre los efectos negativos que se pueden producir en el ambiente, por el indiscriminado uso de los pesticidas, podemos incluir cambio en la comunidad de plantas nativas, declinación de las poblaciones de ciertas especies, efectos teratogénicos sobre las especies y efectos sobre la salud humana, como cáncer, problemas reproductivos, enfermedades genéticas y envejecimiento precoz.

Los efectos de los plaguicidas sobre la calidad del agua, los organismos y la salud humana están asociados a los siguientes factores:

- Ingrediente activo (IA) en la formulación del producto
- Contaminantes que existen como impurezas en el IA
- Aditivos que se mezclan con el IA (humectantes, diluyentes, solventes, aprestos, adhesivos, soluciones reguladoras, conservantes y emulsionantes)

- Producto degradado que se forma durante la descomposición química, microbiana o fotoquímica del IA

Los plaguicidas, dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas, tendrán una cinética ambiental diferente. El aire, el agua, el suelo y los alimentos retienen gran parte de los pesticidas y éstos llegarán a los seres vivos produciendo distintos tipos de intoxicaciones agudas y crónicas.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la presencia de residuos de agroquímicos en diversos componentes del ecosistema fluvial de la cuenca de los Ríos Limay, Neuquén y Negro.

Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad de la fuente de agua, en relación con estos compuestos, para abastecimiento humano.
- Evaluar la presencia de agroquímicos en los desagües que están más influenciados por la actividad frutícola y/o por las distintas industrias del rubro (frigoríficos y galpones de empaque principalmente), y que aportan a los ríos.
- Evaluar la presencia de residuos de plaguicidas clorados en sedimentos de fondo de los desagües debido a que éstos pueden concentrar estos compuestos orgánicos desde la columna de agua.

AREA DE ESTUDIO

Las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro poseen una superficie total de 115.800 km² y desaguan en el Mar Argentino. Presentan sus áreas de aporte en la zona cordillerana, atravesando posteriormente hacia el este, mesetas áridas hasta su confluencia.

Las principales actividades productivas en la cuenca son la generación de energía hidroeléctrica, extracción de petróleo y gas, turismo, minería, ganadería, y una marcada especialización en la producción de bienes agroindustriales de exportación, siendo la actividad agrícola bajo riego, y dentro de ésta especialmente la fruticultura una de las principales actividades económicas.

El área de la cuenca dedicada a las actividades fruti hortícolas se distribuyen de la siguiente manera: en el Alto Valle del río Negro la superficie alcanza a 67.917 ha, en el Valle Medio a 24.109 ha y el Valle Inferior tiene una superficie bajo riego de 18.000 ha, lo que hace un total aproximado de 110.000 ha dedicadas fundamentalmente a la producción frutícola y en menor medida a la horticultura.

Las áreas en donde se efectuó el relevamiento fueron: Alto Valle, Valle Medio, Gral. Conesa y Valle Inferior

El Alto Valle comprende áreas productivas en las provincias de Río Negro y Neuquén.

El Valle Medio del Río Negro se extiende desde la localidad de Chelforó en su extremo oeste hasta el paraje Fortín Castre en su límite este.

En la región del Valle de Conesa se presentan múltiples actividades agropecuarias, entre las que se destacan la fruticultura, horticultura, ganadería, forrajicultura, forestación, apicultura y otras alternativas productivas no tradicionales.

Existen principalmente plantaciones con frutales de pepita y carozo, pero también (aunque en menor escala) existen cultivos de frutos secos y frutas finas. La producción alcanza los 15.000.000 kg. De fruta fresca (pepita y carozo), notándose en los últimos años un incremento en la implantación de uvas de mesa y horticultura.

El Valle Inferior se encuentra ubicado sobre la margen sur del río Negro, entre los 40° y 41° latitud sur y los 63° y 64° longitud oeste. Es una amplia zona de más de 80.000 ha. Que se extiende desde las cercanías de la localidad de Guardia Mitre hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, sitio antiguamente ocupado por la Laguna del Juncal.

En el área se producen fundamentalmente especies hortícolas como son melón, cebolla, zapallo anco y tomate, y especies frutícolas como frutos de pepita, frutos secos y frutos de carozo, por lo cual en la época de producción se aplican en mayor o menor medida compuestos químicos tales como fertilizantes, herbicidas y plaguicidas que se incorporan al medio ambiente, produciendo según su naturaleza química, un impacto sobre el mismo.

Sitios de muestreo

El muestreo se llevó a cabo en dos tipos de ambientes (Tabla N° 1):

- a) ríos en áreas de toma para abastecimiento humano y en sitios coincidentes con la Red Básica de Monitoreo de la Calidad del Agua.
- b) *desagües*

Tabla N° 1: Sitios de Muestreo.

Ambiente	Cuenca	Lugar	Provincia
Río en tomas	Río Neuquén	Añelo	Neuquén
	Río Neuquén	San P. del Chañar	Neuquén
	Río Neuquén	Arroyón Pellegrini	Río Negro
	Río Neuquén	Centenario/Cinco Saltos	Neuquén/Río Negro
	Río Neuquén	Pque. Industrial Neuquén	Neuquén
	Río Neuquén	Cipolletti/R. de Emilio	Neuquén/Río Negro
	Río Limay	Senillosa	Neuquén
	Río Limay	Plottier	Neuquén
	Río Limay	Gatica	Neuquén
	Río Limay	Río Grande	Neuquén
	Río Negro	Allen	Río Negro
	Río Negro	Gral. Roca	Río Negro
	Río Negro	Va. Regina	Río Negro
	Río Negro	Choele Choel	Río Negro
	Río Negro	Lamarque	Río Negro
Río en Red Básica	Río Negro	Viedma/Patagones	Río Negro/Bs. As.
	Río Negro	Chimpay	Río Negro
	Río Negro	Cnia. Josefa	Río Negro
	Río Negro	La Paloma	Río Negro/Bs. As.

Desagües	Río Neuquén	Añelo	Neuquén
	Río Neuquén	San P. del Chañar	Neuquén
	Río Neuquén	Vista Alegre	Neuquén
	Río Neuquén	Colector ppal. Centenario	Neuquén
	Río Neuquén	Campo Grande	Río Negro
	Río Neuquén	P I (Cinco Saltos)	Río Negro
	Río Limay	Senillosa	Neuquén
	Río Limay	Plottier	Neuquén
	Río Limay	A° Durán	Neuquén
	Río Negro	P II (F. Oro)	Río Negro
	Río Negro	P III (Allen)	Río Negro
	Río Negro	P IV (Roca)	Río Negro
	Río Negro	Zonas VI y VII	Río Negro
	Río Negro	GZ (Choele Choele)	Río Negro
	Río Negro	Cnia. Frías	Río Negro
	Río Negro	El Molino (IDEVI)	Río Negro

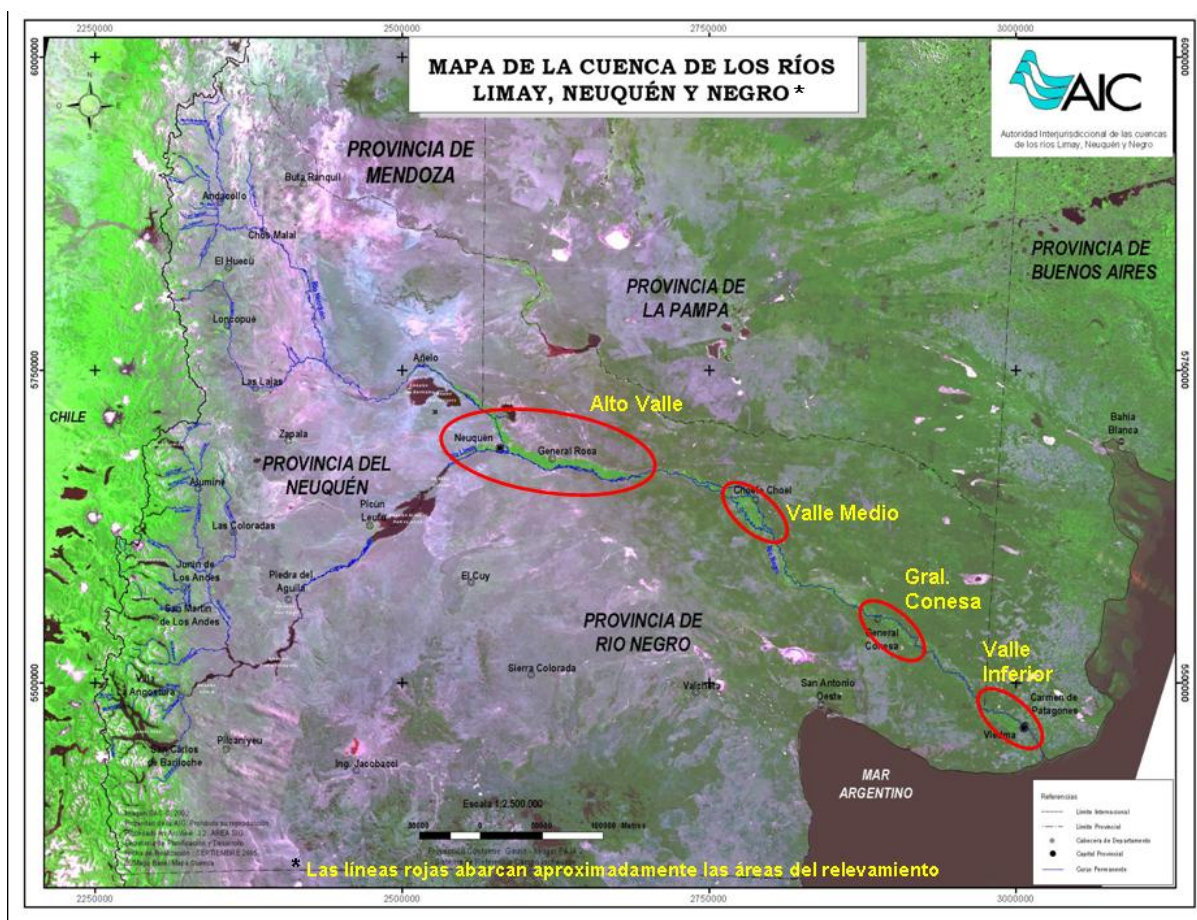


Figura N° 1: Mapa de ubicación del relevamiento

MATERIALES Y METODOS

El monitoreo se realizó en el período coincidente con la aplicación de agroquímicos.

En el mes de febrero de 2005 se realizó el primer muestreo, fundamentalmente para evaluar la presencia de plaguicidas aplicados en el monte frutal y en los galpones de empaque.

Se tomó una segunda muestra a principios del mes de mayo, donde todavía persiste un remanente de actividad industrial y un tercer muestreo, en el mes de agosto de 2005, previo al inicio de la temporada de riego, época donde la aplicación de agroquímicos es mínima.

En las distintas fechas, se tomaron muestras superficiales de agua en 35 sitios ubicados sobre los cursos de los ríos Limay, Neuquén y Negro, en desagües de la red de riego, y en una oportunidad una muestra de sedimentos de fondo en 7 desagües seleccionados (Añelo, Centenario, P I, A° Durán, zonas VI y VII, GZ, El Molino).

Se tomaron 3 L de muestra en envases color caramelo, debidamente acondicionadas, y las mismas fueron enviadas refrigeradas al laboratorio para su análisis.

Los sedimentos de fondo fueron muestreados en la fecha de agosto, previo al reinicio de las actividades de riego. Se colectaron mediante un corer, y la muestra se constituyó con la homogeneización de 5 submuestras. Las mismas se colocaron en bandejas de aluminio y se congelaron antes de enviarse al laboratorio para su análisis. Una alícuota de la muestra de sedimento fue químicamente secada con sulfato de sodio y extraída con cloruro de metileno con un aparato Soxhlet. El extracto fue concentrado y purificado usando alumina activada, efectuándose luego la identificación y cuantificación cromatográfica de los compuestos clorados, mediante un detector específico de captura de electrones. Los resultados se expresan en mg/Kg en peso seco.

Para la determinación de compuestos organoclorados en muestras líquidas, se extrajo 1 L de muestra con hexano, se concentró a un volumen final de 1 mL y se determinó cuantitativamente por cromatografía gaseosa mediante Detector de Captura de Electrones (ECD).

Para los organofosforados se extrajeron 2 L de muestra con cloruro de metileno, se concentraron a un volumen final de 1 mL y se determinó cuantitativamente por cromatografía gaseosa con Detector de Nitrógeno-Fósforo (NPD).

En el segundo muestreo se analizaron, además, los fungicidas carbendazin y tiabendazol, mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Para la determinación de difenilamina (DFA), antiescaldante aplicado en los galpones de empaque, se utilizó el mismo método que el empleado para compuestos organofosforados. Este compuesto también se analizó solamente en el segundo muestreo.

Los compuestos informados (organofosforados y carbamatos) tuvieron un valor de recuperación típica del 85%, siendo los valores aceptables para residuos de plaguicidas entre 70 y 120%, según los criterios de FAO/IAEA.

Grupos de plaguicidas evaluados

- Órgano clorados
- Órgano fosforados
- Carbamatos y Piretroides
- Fungicidas
- Difenilamina

La lista de pesticidas monitoreados incluye aquellos más comunes usados en el área de estudio y otros han sido elegidos debido a su alta toxicidad, persistencia y potencial movilidad en el ambiente. Los límites de detección de los plaguicidas evaluados en muestras de agua y sedimentos se presentan en las Tablas N° 2 y N° 3 respectivamente.

Tabla N° 2: Límites de detección y cuantificación de los compuestos investigados en muestras de agua.

PLAGUICIDA	LIMITE DE DETECCION (µg/L)	LIMITE DE CUANTIFICACION (µg/L)
Dimetoato	0.070	0.080
Pirimicarb	0.040	0.064
Carbaryl	0.200	0.426
Clorpirifos	0.006	0.011
Metidation	0.050	0.087
Fosmet	0.090	0.126
Metil Azinfos	0.100	0.168
Propoxur	0.200	0.394
Carbofuran	0.300	0.600
Metil Paration	0.070	0.138
Etil Paration	0.100	0.208
Carbendazin	0.184	0.230
Tiabendazol	0.190	0.240
Difenilamina	0.030	0.062
Op'-DDT	0.00006	0.0002
Pp'-DDT	0.00006	0.0002
Op'-DDD	0.0003	0.001
Pp'-DDD	0.002	0.008
Op'-DDE	0.0001	0.0005
Pp'-DDE	0.00009	0.0003
Endosulfán I	0.003	0.009
Endosulfán II	0.0003	0.001
Heptacloro	0.0009	0.003
Heptacloro Epoxido	0.002	0.006
HCB	0.0003	0.001
Alfa-HCH	0.0003	0.001
Beta-HCH	0.0003	0.001
Aldrin	0.0009	0.003
Dieldrin	0.0003	0.001

Límite de detección: concentración del analito a la menor señal medida, que con una cierta confianza estadística puede ser interpretada como indicativa de la presencia del analito en la solución, aunque no necesariamente permitiendo su exacta cuantificación.

Límite de cuantificación: menor concentración del analito en la muestra que puede ser determinado cuantitativamente con una cierta confianza estadística

Tabla N° 3: Límites de detección y cuantificación de los compuestos investigados en muestras de sedimentos.

PLAGUICIDA	LIMITE DE DETECCION (mg/Kg)	LIMITE DE CUANTIFICACION (mg/Kg)
Op'-DDT	4×10^{-5}	1.33×10^{-5}
Pp'-DDT	4×10^{-5}	1.33×10^{-5}
Endosulfán I	2×10^{-4}	6×10^{-4}
Endosulfán II	2×10^{-5}	6.67×10^{-5}
Heptacloro	6×10^{-5}	2×10^{-4}
Heptacloro Epoxido cis	1.33×10^{-4}	4×10^{-4}
Heptacloro Epoxido trans	1.33×10^{-4}	4×10^{-4}
HCB	2×10^{-5}	6.67×10^{-5}
Alfa-HCH	2×10^{-5}	6.67×10^{-5}
Beta-HCH	2×10^{-5}	6.67×10^{-5}
Gama-HCH	2×10^{-5}	6.67×10^{-5}
Aldrin	6×10^{-5}	2×10^{-4}
Dieldrin	2×10^{-5}	6.67×10^{-5}
Endrin	8×10^{-5}	2.67×10^{-4}

Los análisis para la determinación de órganos fosforados, carbamatos, piretroides, fungicidas y difenilamina se realizaron en el laboratorio de Cromatografía (LIBIQUIMA) de la Universidad Nacional del Comahue (UNC), en Neuquén, y la cuantificación de órgano clorados en el laboratorio de la Universidad Nacional del Comahue (LACAR) del CURZA (Viedma).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resultados de análisis de residuos de plaguicidas en aguas superficiales de ríos

Los resultados obtenidos en los análisis efectuados a muestras de aguas superficiales de los ríos Neuquén, Limay y Negro se presentan en las Tablas N° 4 a N° 6.

Tabla N° 4: Residuos de Plaguicidas en Aguas Superficiales del Río Neuquén ($\mu\text{g/L}$).

Fecha	Plaguicida	Centenario/ Cinco Saltos	Rincón de Emilio /Cipolletti	S.P. del Chañar	Vista Alegre	Parque Industrial	Arroyón
Feb/mar 05		0.0850	0.0905	0.0803	ND	ND	0.0934
Abr/may 05	Dimetoato	ND	0.102	ND	ND	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND

Feb/mar 05		Trazas	ND	ND	ND	Trazas	ND
Abr/may 05	Carbaryl	ND	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND
Feb/mar 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND
Abr/may 05	Metil Azinfos	ND	ND	Trazas	Trazas	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND
Feb/mar 05		Trazas	Trazas	ND	ND	ND	Trazas
Abr/may 05	Heptacloro	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: no se detecta (concentración menor que el límite de detección)

Trazas: concentración mayor que el límite de detección y menor que el límite de cuantificación

Tabla N° 5: Residuos de Plaguicidas en Aguas Superficiales del Río Limay ($\mu\text{g/L}$).

Fecha	Plaguicida	Toma Anaya
Feb/mar 05		Trazas
Abr/may 05	Heptacloro	ND
Ago 05		ND

ND: no se detecta (concentración menor que el límite de detección)

Trazas: concentración mayor que el límite de detección y menor que el límite de cuantificación

Tabla N° 6: Residuos de Plaguicidas en Aguas Superficiales del Río Negro ($\mu\text{g/L}$).

Fecha	Plaguicida	Allen	V. Regina	Chimpay	Lamarque	Viedma
Feb/mar 05		Trazas	ND	ND	ND	ND
Abr/may 05	Carbaryl	ND	ND	ND	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND
Feb/mar 05		ND	ND	ND	Trazas	ND
Abr/may 05	Metil Azinfos	ND	Trazas	Trazas	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND

Feb/mar 05		ND	ND	ND	Trazas	Trazas
Abr/may 05	Heptacloro	ND	ND	ND	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND

ND: no se detecta (concentración menor que el límite de detección)

Trazas: concentración mayor que el límite de detección y menor que el límite de cuantificación

En las tablas de resultados solo se incluyeron los sitios y compuestos que en alguna de las tres fechas muestreadas hubo detección.

Discusión de resultados obtenidos en aguas superficiales de ríos

En las aguas superficiales de los ríos, los plaguicidas de uso agrícola fueron detectados en forma esporádica, en concentraciones que no implican un riesgo para la salud humana y para el desarrollo de la vida acuática (Tablas N° 7 y N° 8). En el río Neuquén hubo detección de dimetoato y trazas de carbaryl, metil azinfos y heptacloro; en el Limay sólo trazas de este último y en el Negro trazas de carbaryl, metil azinfos y heptacloro.

En la región, el mayor uso de los plaguicidas es el de prevención contra la carpocapsa, la plaga más importante sobre la que se ven afectados los frutales de pepita (manzanos y perales). Los productos que se utilizan son los organofosforados (principalmente metil azinfos), carbamatos (carbaryl) y fungicidas, estando prohibido los organoclorados.

Las curas se realizan desde el mes de octubre, hasta la primera quincena de enero con metil azinfos, y el resto del período productivo con carbaryl, en función del período de carencia de los plaguicidas (35 días para el metil azinfos y 8 días para el carbaryl).

Los compuestos detectados fueron dimetoato, metil azinfos, carbaryl y heptacloro.

El compuesto dimetoato es un organofosforado que se utiliza como insecticida cuya acción es de contacto, sistémica e ingestión. Esta dotado de propiedades sistémicas que actúa sobre ácaros y numerosos insectos inhibiendo la colinesterasa, con una persistencia de 2 a 3 semanas. Las plantas lo absorben por el sistema radicular trasladándolo a la parte aérea por vía sistémica. Se degrada en pocos días, no deja residuos nocivos, es utilizado para el control de plagas en cultivos bajos (hortalizas) y frutales (pepita y carozo), en estos últimos para combatir el gusano de la manzana y de la pera (*Carpocapsa pomonella*) y el gusano del brote del duraznero o del damasco (*Grapholitha molesta*). Es un compuesto incompatible con insecticidas de reacción alcalina, moderadamente tóxico de Clase C.

El carbaril es un carbamato, utilizado como insecticida, actuando por contacto o por ingesta. Es un inhibidor de la colinesterasa, estable a la luz y al calor, persistiendo por alrededor de 15 a 21 días. También se utiliza como raleador de frutas y en el control de plagas en cultivos bajos (hortalizas) y frutales (pepita y carozo); las plagas que combate son: gusano del brote del duraznero, bicho del cesto (*Oiketicus platenses*), gusano de la pera y la manzana, psílido del peral (*Psylla pyricola*), cochinilla blanca del duraznero (*Pseudaulacaspis pentágona*) y piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*).

El principio activo de este compuesto se inactiva con una solución de soda cáustica al 10%. Es un producto muy tóxico de Clase B.

El metil azinfos es un insecticida acaricida, organofosforado cuyo modo de acción es por contacto e ingestión. Utilizado para el control de plagas en cultivos bajos (hortalizas) y frutales (pepita y carozo).

Las plagas que combate son el gusano del brote del duraznero, bicho del cesto gusano de la pera y la manzana y psílido del peral. Otro uso es combatir las hormigas podadoras (*Acromyrmex sp*).

Es un producto compatible con insecticidas y fungicidas neutros, no debe ser utilizado con productos fuertemente alcalinos, tales como el caldo bordelés o polisulfuro de calcio.

Es un compuesto que en diferentes formulaciones posee distinta toxicidad, con una formulación del 3% es *moderadamente tóxico* Clase C. y a una formulación al 35% en *muy tóxico* de Clase B.

Si bien los Órganoclorados están prohibidos, se advirtió la presencia de heptacloro, compuesto que no se origina en la actividad agrícola actual. La alta persistencia en el ambiente de estos plaguicidas desde su uso en el pasado, determina que sean detectados en la actualidad en forma no sistemática, pero en muy bajas concentraciones. Entre los plaguicidas organoclorados, sólo el heptacloro, el endosulfán y el endrín, fueron usados en la terapéutica vegetal en nuestra cuenca en décadas anteriores.

Tabla N° 7: Valores guías como fuente de agua destinada a consumo humano con tratamiento convencional (Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2005)

Plaguicida	Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación
ATRAZINA ^{*1}	≤ 1.5 µg/L
CAPTAN	n/f ^{*3}
CARBARIL ^{*2}	≤ 0.03 mg/L
CARBENDAZIN	n/f ^{*3}
CARBOFURAN ^{*1}	≤ 5 µg/L
CLORDANO ^{*1}	≤ 0.86 µg/L
CLORPIRIFOS	n/f ^{*3}
DELTAMETRINA	n/f ^{*3}
DIMETOATO	n/f ^{*3}
ENDOSULFAN	n/f ^{*3}
GLIFOSATO ^{*2}	≤ 0.3 mg/L
LINDANO (γHCH) ^{*2}	≤ 0.9 µg/L
METIL AZINFOS	n/f ^{*3}
PERMETRINA	n/f ^{*3}

ALDRIN + DIELDRIN	n/f ^{*3}
DDT Total	n/f ^{*3}
ENDRIN	n/f ^{*3}
HEPTACLORO	n/f ^{*3}
HEPTACLORO EPOXIDO	n/f ^{*3}

*1 Referido a la muestra de agua filtrada; aplicable a fuente superficial con tratamiento convencional. Expresado como clordano técnico

*2 Referido a la muestra de agua filtrada; aplicable a fuente superficial con tratamiento convencional y a fuente superficial o subterránea con tratamientos especiales.

*3 n/f: no fija

Tabla N° 8: Valores guías para la protección de la vida acuática en agua dulce. (Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2005). (CCME, 2002)

Plaguicida	Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación (µg/L)	Canadian Council Of Ministers of the Environment (CCME) (µg/L)
ATRAZINA	≤ 3	1.8
CAPTAN	≤ 2	1.3
CARBARIL	≤ 0.5	0.20
CARBENDAZIN	≤ 1	n/f ^{*1}
CARBOFURAN	≤ 0.5	1.8
CLORDANO	≤ 0.08	0.006
CLORPIRIFOS	≤ 0.006	0.0035
DELTAMETRINA	≤ 0.001	0.0004
DIMETOATO	≤ 6.4	6.2
ENDOSULFAN	≤ 0.007	0.02
GLIFOSATO	≤ 240	65
LINDANO (HCH)	≤ 0.02	0.01

METIL AZINFOS	≤ 0.02	n/f ^{*1}
PERMETRINA	≤ 0.01	n/f ^{*1}
ALDRIN + DIELDRIN	n/f ^{*1}	0.004
DDT total	n/f ^{*1}	0.001
ENDRIN	n/f ^{*1}	0.0023
HEPTACLORO	≤ 0.02	0.01
HEPTACLORO EPOXIDO	≤ 0.02	0.01

*1 n/f: no fija

Resultados de análisis de residuos de plaguicidas en aguas superficiales de desagües

Los resultados obtenidos en los análisis efectuados a muestras de aguas superficiales de desagües se presentan en la Tabla N° 9.

Feb/mar 05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abr/may 05	Carbendazin	ND	0.641	0.361	ND	Trazas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Trazas
Ago 05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feb/mar 05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abr/may 05	Difenilamina	ND	Trazas	0.104	0.0788	0.300	ND	ND	ND	ND	0.900	ND	ND
Ago 05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feb/mar 05		ND	Trazas	ND	ND	ND	Trazas	ND	Trazas	ND	ND	ND	Trazas
Abr/may 05	Heptacloro	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND	*	ND	ND	ND	ND	ND
Feb/mar 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Abr/may 05	Heptacloro hepóxido	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND	*	0.0093	ND	ND	ND	ND
Feb/mar 05		ND	ND	ND	Trazas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Abr/may 05	Aldrin	ND	ND	ND	ND	ND	0.0130	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ago 05		ND	ND	ND	ND	ND	ND	*	ND	ND	ND	ND	ND

ND: no se detecta (concentración menor que el límite de detección)

Trazas: concentración mayor que el límite de detección y menor que el límite de cuantificación

* Debido a interferencias encontradas en esta muestra , no se pudo determinar organoclorados

En esta tabla de resultados solo se incluyeron los sitios y compuestos que en alguna de las tres fechas muestreadas hubo detección.

Discusión de resultados obtenidos en aguas superficiales de desagües

Para evaluar los resultados obtenidos en el agua de los desagües, se tuvieron en cuenta como niveles guía, aquéllos determinados a través de ensayos ecotoxicológicos, como valores tentativos de vuelco en los efluentes industriales.

Los ensayos de toxicidad con diferentes organismos posibilitan establecer “límites de permisibilidad” para distintos xenobióticos y evaluar el impacto de mezclas de contaminantes sobre las comunidades de los cuerpos hídricos receptores.

Estos valores, que fueron determinados por el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján (UNLU), todavía no están aceptados oficialmente por las Provincias que integran la Cuenca, sólo son utilizados en este trabajo como un valor de referencia (Tabla N° 10).

En los desagües que se detectaron niveles de metil azinfos, éstos fluctuaron entre 0.773 µg/L – 0.234 µg/L, superando ampliamente el valor de vuelco propuesto (0.14 µg/L). El canal de drenaje más comprometido correspondió al dren de la zona de Centenario.

Para el caso del carbaryl, el valor máximo hallado también correspondió al desagüe de Centenario con un valor de 2.85 µg/L, duplicando el valor de referencia (0.95 µg/L).

Los demás compuestos detectados estuvieron por debajo de los valores de referencias anteriormente citados.

Tabla N° 10: Valores guías de vuelco en los efluentes industriales para algunos agroquímicos.

PRODUCTO QUIMICO	CONCENTRACIÓN DE I.A. SUGERIDA POR UNLU PARA EL CUERPO RECEPTOR	CONCENTRACIÓN DE FORMULADO COMERCIAL SUGERIDA POR UNLU PARA EL CUERPO RECEPTOR	CONCENTRACIÓN DE I.A. SEGÚN RES. N° 1614/95 DPA, RN	FUENTE DEL VALOR GUÍA SUGERIDO
FOSMET	< 5.9 µg/L	< 11.8 µg/L (IMIDAN 50 [®])	0.02 µg/L	Natale et al. (1995)
METIL AZINFOS	< 0.14 µg/L	< 0.4 µg/L (COTNION 35 [®])	0.005 µg/L	Natale et al. (1995)
METIDATION	< 0.018 µg/L	< 0.045 µg/L (SUPRACID 40 [®])	0.049 µg/L	LD Método (UNC-CIATI)
CARBARYL	< 0.95 µg/L	< 1.12 µg/L (RAVION 85 [®])	----	----
TIABENDAZOL	< 6.5 µg/L	< 10.8 µg/L (TECTO 60 [®])	----	----
DIFENILAMINA	< 15 µg/L	< 100 µg/L (BIFENOX 15 [®])	50 µg/L	----
CAPTAN	< 4.73 µg/L	< 5.7 µg/L (MERPAN 83 [®])	1.3 µg/L	----
CARBENDAZIN	< 16 µg/L	< 32 µg/L (BENCARB 50 [®])	10 µg/L	----

Resultados en los sedimentos de fondo de desagües

Los resultados obtenidos en los análisis efectuados a muestras de sedimentos de fondo de desagües se presentan en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11: Residuos de plaguicidas en sedimentos de desagües.

Fecha	Plaguicida	Añelo	Centenario	A° Durán	PI
Agos 05	Op'-DDT	ND	ND	7.58×10^{-3}	3.93×10^{-3}
Agos 05	Pp'-DDT	ND	ND	ND	11.7×10^{-3}
Agos 05	Endosulfan I	ND	ND	ND	ND
Agos 05	Endosulfan II	ND	ND	ND	ND
Agos 05	Heptacloro	ND	0.194×10^{-3}	ND	ND
Agos 05	Heptacloro epóxido cis	ND	ND	ND	ND
Agos 05	Heptacloro epoxido trans	ND	ND	ND	ND
Agos 05	HCB	ND	ND	0.404×10^{-3}	1.77×10^{-3}
Agos 05	Alfa- HCH	ND	Trazas	ND	2.31×10^{-3}
Agos 05	Beta- HCH	ND	ND	ND	8.71×10^{-3}
Agos 05	Gama- HCH	0.120×10^{-3}	0.516×10^{-3}	ND	1.15×10^{-3}
Agos 05	Aldrin	ND	ND	ND	ND
Agos 05	Dieldrin	ND	ND	ND	ND
Agos 05	Endrin	ND	ND	ND	ND

ND: no se detecta (concentración menor que el límite de detección)

Trazas: concentración mayor que el límite de detección y menor que el límite de cuantificación

Discusión de resultados obtenidos en sedimentos de desagües

Evaluated los resultados hallados en los sedimentos se observa que en todos los casos resultaron mayores que los valores propuestos como niveles guías para protección de la vida acuática, aunque debe considerarse que estos cuerpos de agua artificiales, tienen por finalidad fundamental conducir el exceso de riego y no necesariamente sustentar ningún tipo de vida acuática (Tabla N° 12).

Cabe destacar que los sedimentos fueron extraídos de desagües que, en algunos casos, además del exceso de riego conducen efluentes industriales y pluviales.

La gran afinidad de los contaminantes por el material particulado fino, permite que éstos puedan ser registrados en los sedimentos; dado que los organoclorados tienen limitada solubilidad en agua y un elevado coeficiente de partición hacia el material en suspensión, existe una estrecha relación entre los contaminantes y los niveles de materia orgánica presentes en los sedimentos.

Como consecuencia de que los sedimentos del fondo de los desagües son removidos por tareas de mantenimiento, no es posible establecer la temporalidad de la deposición de los organoclorados hallados.

Tabla N° 12: Comparación de los valores hallados en diferentes desagües con valores guías de calidad propuestos para sedimentos de agua dulce (CCME, 2002).

PLAGUICIDA	Valor Guía (mg/Kg)	Valores hallados (mg/Kg)
DDT (p,p + o,p)	0.00119	0.00758 0.01563
Dieldrin	0.00285	ND
Endrin	0.00267	ND
Heptacloro	0.0006	0.000194
Heptacloro epoxido	0.0006	ND
Gama- HCH	0.00094	0.000120 0.000516 0.00115
Beta - HCH	0.00094	0.00871
Alfa- HCH	0.00094	0.00231
HCH		0.000404 0.00177

CONCLUSIONES

En el presente relevamiento, el mayor esfuerzo estuvo dirigido a determinar la presencia de residuos de agroquímicos en las aguas superficiales de los ríos donde se localizan las tomas de agua para las poblaciones.

Pudo comprobarse que los plaguicidas de uso agrícola fueron detectados en forma esporádica, en concentraciones que no implican un riesgo para la salud humana ni para el desarrollo de la vida acuática.

En los casos que hubo detección, sólo fueron encontradas trazas de aquellos compuestos más utilizados en el control fitosanitario en la región (dimetoato, metil azinfos y carbaryl) durante la época de aplicación de los mismos.

Se registraron también residuos de un organoclorado (heptacloro) en muy bajas concentraciones y en forma no sistemática. Este hecho debe vincularse a la alta persistencia en el ambiente de estos compuestos que están actualmente prohibidos, pero siguen detectándose debido a su uso en el pasado.

Los desagües tienen como principal función conducir los excedentes de agua de riego en las áreas agrícolas, razón por la cual están más expuestos a recibir los residuos de los agroquímicos aplicados en ellas. En el presente relevamiento, el interés se centró en determinar si se detectan plaguicidas en las aguas de estos cuerpos receptores y cuáles son las áreas que presentan mayor impacto.

Se comprobó principalmente la presencia de metil azinfos y carbaryl siendo el Colector Principal de Centenario el drenaje más comprometido.

En cuanto a los sedimentos de fondo de los desagües, se detectaron en varios casos niveles considerables de Órganoclorados, producto de su aplicación en otros tiempos y en relación a la materia orgánica presente en estos ambientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Ongley, E.D.** (1997). *“Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos”*. Estudio FAO Riego y Drenaje – 55.
- Departamento Provincial de Aguas** (1999). *“Monitoreo de Plaguicidas en Agua sobre los ríos Negro y Neuquén”* – Informe Técnico.
- Kookana, R.S.; Baskaran, S. and Naidu, R.** (1998). *“Pesticide fate and behaviour in Australian soils in relation to contamination and management of soil and water: a review”* – Aust.J.Soil Res., 36, pp. 715-764.
- Canadian Council of Minister of the Environment (CCME)** (2002). *“Canadian Environmental Quality Guidelines”*.
- Kolpin, D.W.; Thurman, E.M.; Linhart, S.M.** (1998). *“The environmental Occurrence of herbicides: The importance of degradates in ground water”* - Arch. Environ. Contam.Toxicol. 35, pp. 385-390.
- Flury, Markus** (1996). *“Experimental Evidence of Transport of pesticides through Field Soils- A Review”* - Journal of Environmental Quality, Vol. 25 N° 1, pp 25-45.
- FAO/IAEA/IUPAC Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control** (1999). *“Guidelines for single – laboratory validation of analytical methods for trace – level concentration of organic chemicals”*.
- CASAFE** (1995). *“Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina”*.
- Natale, O.; Gómez, C.; Vermeulen, J.; Casamiquela, C. ; D’Angelo, A.M.P. ; Loewy, M. ; Alcalde, R. ; Vernier, B.; Schultz, F.; Cardot, L.** (1995). *“Manual de Evaluación y Manejo de Sustancias Tóxicas en Aguas Superficiales. Anexo 2. Estudio de Caso: Plaguicidas en el río Negro, Argentina”* – Organización Mundial de la Salud – Organización Panamericana de la Salud – Programa de Salud Ambiental – Coordinador Editor: Henry J. Salas.
- U.S.Environmental Protection Agency (EPA)** (1984). *“Análisis of Pesticidas Residues in Human and Environmenmtal Simples: The sampling and análisis of water for pesticidas”*, Section 10^a, 1-25.
- Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación** (2005). *“Valores guías como fuente de agua destinada a consumo humano con tratamiento convencional”*.