

MONITOREO DE AGROQUÍMICOS EN LA CUENCA

Ciclo productivo 2006 - 2012



Unidad de Gestión de Calidad del Agua

(AIC) Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro

Secretaría de Gestión Ambiental (SGA)

Provincia del Neuquén

Subsecretaría de Medio Ambiente (SSMA)

Dirección Provincial de Recursos Hídricos (DPRH)

Provincia de Río Negro

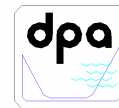
Departamento Provincial de Aguas (DPA)



AUTORIDAD INTERJURISDICCIONAL DE LAS CUENCAS
DE LOS RÍOS LIMAY, NEUQUÉN Y NEGRO
SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL



PROVINCIA DEL NEUQUEN
DIRECCION GENERAL
DE RECURSOS HIDRICOS
DIRECCION GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y
DESARROLLO SUSTENTABLE



PROVINCIA DE RIO NEGRO
DEPARTAMENTO
PROVINCIAL DEL AGUA

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente es una fuente primordial de exposición a plaguicidas a partir de la actividad agrícola. Aproximadamente el 47% del producto aplicado se deposita en suelos, aguas superficiales cercanas o se dispersa en la atmósfera. Esta situación depende de condiciones climáticas, como la lluvia, la dirección e intensidad del viento, de características geológicas como el tipo de suelos, la presencia de corrientes de agua y de otros factores como la fórmula, la presentación del producto (líquido, polvo, gel, gas, etc.), así como de la técnica de aplicación (aérea, terrestre).

La dinámica de los plaguicidas es muy compleja, se transfieren de manera continua entre todos los compartimentos del ambiente (suelo – agua – vegetales – animales – hombre) y, en algunos casos, pueden trasladarse a largas distancias.

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.

Otra fuente importante de contaminación por plaguicidas son los efluentes de los galpones de empaque. Los residuos que caracterizan estos efluentes tienen dos componentes principales: la de aquellos agroquímicos aplicados en el proceso de preparación de la fruta para su posterior embalaje, tales como antiescaldantes y fungicidas y los agroquímicos que aplicados a campo, principalmente organofosforados y carbamatos, contribuyen al efluente durante el proceso de lavado. Estos contaminantes sufren una primera dilución en los canales de drenaje y la segunda cuando alcanzan las aguas de los ríos, que por sus caudales ayudan a disminuir el efecto negativo de los agroquímicos. (Anguiano, O.L. et al., 2007).

Aunque el número de plaguicidas utilizados es muy elevado, la utilización más abundante suele estar asociados aun pequeño número de productos.

Si bien en nuestro país el uso de agroquímicos ha aumentado ostensiblemente, los niveles empleados aun no son comparables con los de otros países (Tabla 1), pero no se descarta que en algunos casos su manejo inadecuado genere un problema de contaminación en el mediano plazo, que no sólo supere los límites admisibles, sino que además sea de características irreversibles o de costos inalcanzables para su corrección (Montoya, J.C. et al., 1999).

El *metil azinfos* es el principal organofosforado aplicado en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, tanto en la frecuencia de aplicación (cada 15 días en el período productivo, 0.7 kg/ha), como en la cantidad empleada, alcanzando un total de 600 Tn de *metil azinfos* pulverizadas sobre 200.000 ha/año. Por otra parte, 22.5 Tn de *clorpirifos* son aplicadas anualmente a razón de 0.72 kg/ha. (Loewy, M. et al.1999).

Tabla 1: Uso anual de productos fitosanitarios en distintos países.

PAIS	Kg "i.a."/ha. año
Holanda	20.8
Japón	17.5
Bélgica	12.0
Francia	6.0
Reino Unido	5.8
Irlanda	4.3
Yugoslavia	4.0

Alemania	4.0
Jordania	3.6
Dinamarca	2.6
Estados Unidos	2.4
República Dominicana	1.6
Suecia	1.3
ARGENTINA	1.0
Polonia	1.0
Brasil	0.8
India	0.3
Pakistán	0.2

“i.a.”: ingrediente activo

OBJETIVOS

Objetivo General

El objetivo de la red de monitoreo de agroquímicos es vigilar la contaminación causada por los plaguicidas en las aguas superficiales de los ríos Neuquén y Negro en las zonas frutihortícolas de los valles.

En este informe se presenta el trabajo realizado en el período 2006-2012, por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas en el marco de la Unidad de Gestión de Calidad de Agua, para el estudio de la contaminación puntual y/o difusa por plaguicidas procedente de las actividades agrícolas o de las industrias agroalimentarias.

Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad de la fuente de agua para abastecimiento humano, riego y para la preservación de la vida acuática.
- Evaluar la presencia de pesticidas en los canales de drenajes que están más influenciados por la actividad frutícola.

AREA DE ESTUDIO

El sistema bajo estudio comprende los valles de los ríos Limay, Neuquén y Negro, cercana a la zona agrícola, con varios canales de drenajes que la atraviesan, desembocando en dichos ríos (Fig.1). A su vez estos canales son receptores de varios efluentes agroindustriales. (Tosi, A.P et al. 2009).

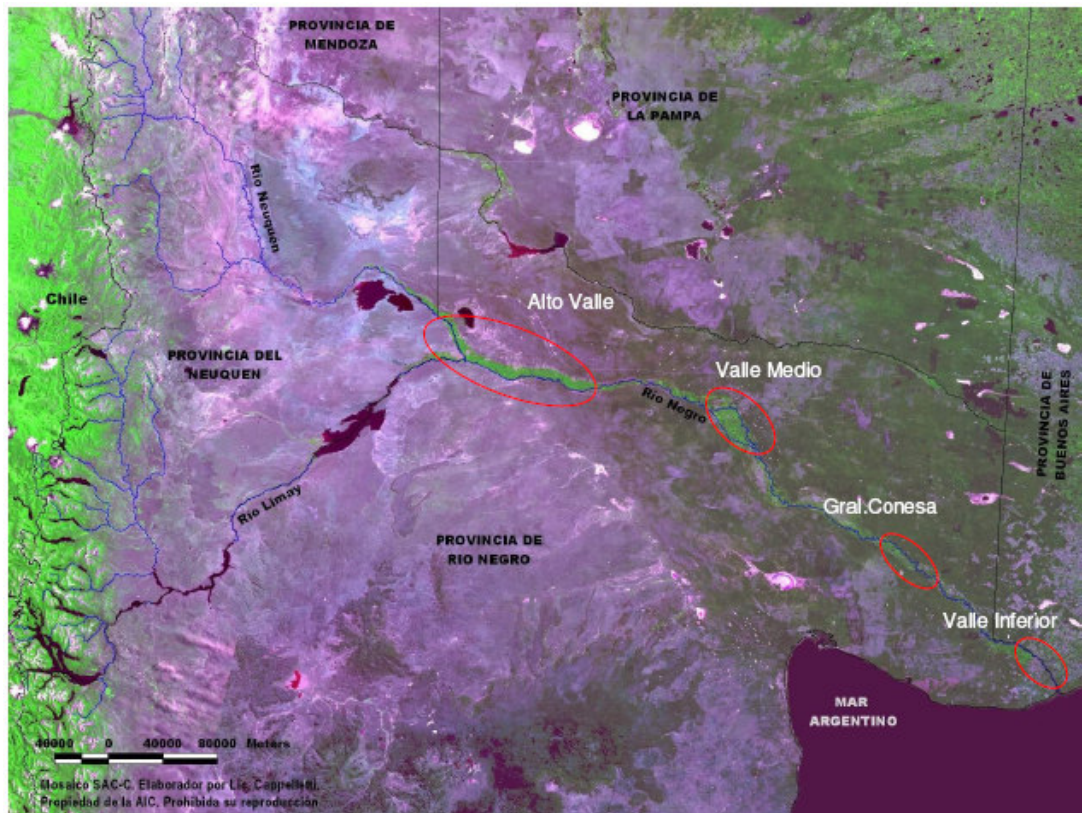


Fig 1: Ubicación geográfica de la zona bajo estudio.

Sitios de muestreo

El muestreo se llevó a cabo en dos tipos de ambientes (Tabla N° 2):

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° 2: 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	Villa. 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	Colonia 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 Choel)	Río Negro
	Río Negro	Colonia Frías	Río Negro
Río Negro	El Molino (IDEVI)	Río Negro	

MATERIALES Y METODOS

Desde el año 1997 hasta la fecha, en cada temporada productiva, se toman muestras superficial de agua sobre los cursos de los ríos Limay, Neuquén y Negro en cercanías de las tomas de agua potable, con el objeto de determinar la presencia de estos compuestos. Además se ha incorporado a este muestreo, evaluar la presencia de agroquímicos en los principales canales de drenaje de los sistemas de riego, que están 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 mencionados.

Los datos que acá se presentan corresponden a las temporadas productivas 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012. Las muestras se tomaron en los meses de noviembre, febrero/marzo, abril/mayo y agosto de los años estudiados.

Se evaluaron organofosforados, organoclorados, carbamatos, piretroides, fungicidas y los compuestos antiescaldantes difenilamina y etoxiquina.

En cada sitio (Tabla N° 2), se tomaron 3 L de muestra en envases de vidrio color caramelo, debidamente acondicionadas, y las mismas fueron enviadas refrigeradas al laboratorio para su análisis.

Para la determinación de compuestos organoclorados, la extracción de 1 L de muestra se realizó con hexano, se concentró a un volumen final de 0,5 mL y se determinó cuantitativamente por cromatografía gaseosa mediante Detector de Captura de Electrones (ECD). La confirmación se realizó por inyección en una segunda columna de diferente polaridad.

Para los organofosforados se realizó extracción en fase sólida (SPE) sobre 1 L de muestra, se concentró a un volumen final de 0,250 mL y se

determinó cuantitativamente por cromatografía gaseosa con Detector de Nitrógeno-Fósforo (NPD) y confirmación con GC MS.

Los compuestos difenilamina, etoxiquina, carbendazim y tiabendazol, se midieron solamente en los muestreos que coinciden con la actividad en la industria de la fruta, en cada temporada. Para la determinación de difenilamina (DFA), antiescaldante aplicado en los galpones de empaque, se utilizó el mismo método que el empleado para compuestos organofosforados y los fungicidas carbendazim y tiabendazol, fueron cuantificados mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

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 agua se presentan en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Límites de detección y cuantificación de los compuestos investigados en 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
Carbendazim	0.184	0.230
Tiabendazol	0.190	0.240
Difenilamina	0.030	0.062
Op'-DDT	0.0006	0.002
Pp'-DDT	0.0006	0.002
Op'-DDD	0.0003	0.001
Pp'-DDD	0.002	0.008
Op'-DDE	0.0001	0.0005
Pp'-DDE	0.0009	0.003
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
Gama- HCH (lindano)	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

Los análisis químicos se realizaron en el laboratorio de Cromatografía (LIBIQUIMA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo), en Neuquén. Los compuestos informados (organofosforados y carbamatos) tuvieron un valor de recuperación del 85%, siendo los valores aceptables para residuos de plaguicidas entre 70 y 120%, según los criterios de FAO/IAEA.

Los resultados obtenidos en las muestras tomadas en el río, fueron comparados con los valores guías de calidad de agua sugeridos tanto por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (2005), como la Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME, 2006) para la protección de la vida acuática (Tabla N° 4) y los valores establecidos como niveles guías de agua destinada a consumo humano (COFES, 2006)(Tabla N° 5).

Tabla N° 4: Valores guías para la protección de la vida acuática en agua dulce. (Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2005). (CCME, 2006)

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
CARBENDAZIM	≤ 1	n/f ¹
CARBOFURAN	≤ 0.5	1.8
CLORDANO	≤ 0.08	0.006

CLOPPIRIFOS	≤ 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	0.004
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

n/f: no fija

Tabla N° 5: Valores guías destinada a consumo humano (COFES, 2006) y como fuente de agua potable con tratamiento convencional (Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2005)

PLAGUICIDA	LÍMITE TOLERABLE
ATRAZINA	2 µg/L (COFES)
CAPTAN	n/f
CARBARIL	0.03 mg/L (SRHN)
CARBENDAZIM	n/f
CARBOFURAN	5 µg/L (COFES)
CLORDANO	0.2 µg/L (COFES)
CLOPPIRIFOS	n/f
PERMETRINA	20 µg/L (COFES)
DIMETOATO	n/f
ENDOSULFAN	n/f
GLIFOSATO	0.3 mg/L (SRHN)

LINDANO (γ HCH)	2 µg/L (COFES)
METIL AZINFOS	n/f
ALDRIN + DIELDRIN	0.03 µg/L (COFES)
DDT Total	2.0 µg/L (COFES)
ENDRIN	n/f
HEPTACLORO + HEPT. EPOXI	0.03 µg/L (COFES)
HEXACLOROBENCENO (HCB)	1 µg/L (COFES)

n/f: no fija

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

Estos valores, que fueron establecidos por el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján (UNLU), sólo son utilizados en este informe como un valor de referencia (Tabla N° 6).

Tabla N° 6: 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
FOSMET	< 5.9 µg/L	< 11.8 µg/L (IMIDAN 50 [®])	0.02 µg/L (*)
METIL AZINFOS	< 0.14 µg/L	< 0.4 µg/L (COTNION 35 [®])	0.005 µg/L (*)
METIDATION	< 0.018 µg/L	< 0.045 µg/L (SUPRACID 40 [®])	0.049 µg/L (**)
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
CARBENDAZIM	< 16 µg/L	< 32 µg/L (BENCARB 50 [®])	10 µg/L

I.A.: ingrediente activo

(*) Valores establecidos según Natale et al., 1995

(**) Valor establecido según el límite de detección del método (UNC-CIATI)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Registros de parámetros medidos *in situ* en aguas superficiales

Se presentan los datos de campo registrados *in situ* y los caudales de los ríos correspondientes a las fechas en que se efectuaron los muestreos.

Tabla N° 7: Datos "in situ" en las estaciones de monitoreo, ubicadas sobre los ríos o en drenajes

		RIO NEGRO															
		nov-06	feb-07	abr-07	ago-07	nov-07	feb-08	abr-08	ago-08	nov-08	feb-09	abr-09	ago-09	nov-09	feb-10	abr-10	ago-10
Caudal (m ³ /s)		856	745	1060	914	601	575	315	417	711	584	328	675	1408	751	866	771
Allen	pH	8,4	7,9	7,9	7,9	8,2	7,8	8,1	8,3	8,3			7,8		7,8		8,4
	Temp (°C)	18,5	19,6	17,8	7,5	19,5	23,1	14,9	8,8	18,9			9,7		21,3		6,8
	CE (µS/cm)	200	200	255	109	240	210	230	160	220			160		190		100
	OD (mg/L)		8,8		13,41		7,6	9,3	11,6	9,7			10,5		7,7		8,9
Gral. Roca	pH	8,4	8	8,2	8,2	8,2	7,8	7,9	8,4	8,4			7,8		7,6		8,5
	Temp (°C)	16,5	20,1	17	8	18	23,3	14	8,1	18,7			9,4		22		6,7
	CE (µS/cm)	200	100	157	100	80	120	170	150	120			80		90		100
	OD (mg/L)						6,9	9,4	11,2	9,5			10,4		7,7		11,4
Villa Regina	pH	8,6	7,8	8,4	8,4	8,1	8,2	8	7,8	8,6			8,3		8,1		8,2
	Temp (°C)	16	18,9	16,8	8	19,1	22,9	12,8	9,4	18,6			8,1		21,5		6,3
	CE (µS/cm)	100	100	223	100	120	190	240	160	130			90		100		100
	OD (mg/L)						7,2	9,5	10,7	8,2			10,8		7,5		11,7
Chimpay	pH	7,6	7,6	7	7,6	7,6	7,2		7,3	7,7	7	8,2		8,1	8,2	8	8,1
	Temp (°C)	18,7	20,4	20	8,9	20	23		8,4	20,5	22	10,9		15,7	19,9	13,5	9,4
	CE (µS/cm)	171	177	s/d	s/d	109	143		135	147	167	111		132	152	185	109
	OD (mg/L)													8,91	8,42	9,51	
Choele Choel	pH	7,4	7,5	7,1	7,3	7,9	7,1		7,5	8,1	7,5	8,1		8,1	8,1	8,1	8,1
	Temp (°C)	19,9	21,6	16,9	8,1	20,9	23,7		8,8	19,5	22	11,9		16,9	20	13,5	8,8
	CE (µS/cm)	151	244	s/d	s/d	124	150		140	170	176	141		135	176	199	118
	OD (mg/L)													8,69	8,29	9,81	
Lamarque	pH		7,3	6,8	7	7,1	7,2		7,5	7,6	7	8,3		7,9	8,1	8,1	8,2
	Temp (°C)		19,8	17,4	7,9	20,6	18,6		6,8	19	15	10,8		16,8	17,4	14,3	8
	CE (µS/cm)		170	s/d	s/d	254	266		230	287	320	359		205	574	509	723
	OD (mg/L)													7,91	6,82	8,35	
Cnia.Josefa	pH	7,8	7,6	7	7,4	7,4	7,4		7,4	7,9	7	8,2		8,2	8,3	8,2	8,4
	Temp (°C)	19,6	20,2	17,5	8,2	20,9	20		7,6	19	15	11,2		18,1	20,5	13,7	7,4
	CE (µS/cm)	187	194	s/d	s/d	137	195		141	171	180	141		146	185	205	140
	OD (mg/L)													8,43	8,7	9,85	
Viedma/ Patagones	pH	7,5	7,5	6,9	7,5	7,1	6,4	7,6	7,3	6,7	7,6	7,6	7,9	8,2	8,5	8,6	8,4
	Temp (°C)	20	18	16	11	15,8	25	11,7	7,7	20,5	23	11,8	10,5	18,1	20,3	14	10,8
	CE (µS/cm)	250	210	240	126	270	250	387	225	115	254	401	185	197	232	221	169
	OD (mg/L)					9,1	8,4	9,5	7,8	7	7,6	9,1	10,6	8,89	8,6	9,91	10,35
La Paloma	pH	7,5	7,7	7,2	7,3	7	6,9	7,3	7,6	7	7,5	7	8,2	7,9	8,3	8,2	8,6
	Temp (°C)	20	18	16	10	16,2	25	12,1	7,5	20,5	23,1	12,2	10,7	18,3	20,7	13,1	10,5
	CE (µS/cm)	191	193	177	117	230	210	387	229	199	218	326	197	164	218	206	147
	OD (mg/L)					10,1	7,6	9,2	8,4	7,8	8,2	10,8	10,7	8,69	8,54	10,02	10,65

		RIO NEUQUEN															
		nov-06	feb-07	abr-07	ago-07	nov-07	feb-08	abr-08	ago-08	nov-08	feb-09	abr-09	ago-09	nov-09	feb-10	abr-10	ago-10
Caudal (m ³ /s)		366	332	417	91	127	161	143	174	211	201	157	168	324	201	286	120
S.P.del Chañar	pH		8,4	7,8	7,5	7,5			12	10	22,2	19,7	12,5	8,8	8,8	8,3	8,1
	Temp (°C)	18	19,6	12,5	8	18								10,4	14	13,8	9,6
	CE (µS/cm)	202	73	190	190				6,9	7,8	9,55	9,48	9,76	242	13,8	271	250
	OD (mg/L)		10,8	6,9	7									12,19	10,9	10,8	11,99
Vista Alegre	pH		8,1	7,9	7,3	7,2							8,1	8,2	8	8,4	
	Temp (°C)	18	19,3	13	8	16			13,5	10	22,4	20	12,4	8,6	14,7	13,8	9,4
	CE (µS/cm)		218	730	220	270								254	314	320	269
	OD (mg/L)		9,56	7,1	6,5				6,95	7,9	7,35	8,18	9,02	11,17	10,5	9,7	11,39
Centenario Toma Cinco Saltos	pH	8,4	8,4	8,4	8,2	8,1	8,1	8	8,4	8,4				8,3		8	8,5
	Temp (°C)	24,5	18,7	17,5	7,4	16,4	22,7	17,8	9	19,8				10,4		20,8	7,1
	CE (µS/cm)	200	276	250	320	300	300	320	200	250				290		244	200
	OD (mg/L)		9		11,35		7,8	9,3	11,9	8,5				10,7		8,1	11,6
Pque.Industrial	pH		8,2	7,4	7,1	7,4								8,2	8,7	8,2	8,5
	Temp (°C)	20	19,5	13	9	19			14	11	24,1	21,5	11,9	9,4	14,6	14,9	9,6
	CE (µS/cm)	218	630	220	210									246	259	335	280
	OD (mg/L)		11,13	6,7	6,4				6,7	6,6	8,6	8,19	8,95	10,45	10,2	10	11,73
R.de Emilio Toma Cipolletti	pH	8,4	8,4	8,6	8	8,1	8,1	7,9	8,4	7,9				9,2		8	8,2
	Temp (°C)	21	18,6	17,7	7,9	14	23	17,5	9,1	19,6				10,9		21,9	7,8
	CE (µS/cm)	200	268	257	370	340	350	200	260					270		254	200
	OD (mg/L)		8,1		11		6,1	9,1	11,9	8,3				10,2		8,1	11,8
Arroyón	pH	8,2	8,1	8,1	7,6	8	7,9	8,1	8,3	8,2				8,4		8,2	8,3
	Temp (°C)	21,6	18	16,7	7,3	14,9	22,1	16,8	8,2	19,6				9,7		21,3	4,5
	CE (µS/cm)	300	381	282	530	380	490	1180	430					450		303	900
	OD (mg/L)		7,9		10,88		7,2	9,8	10,2	7,4				10,3		7,2	11,2

RIO LIMAY																		
		nov-06	feb-07	abr-07	ago-07	nov-07	feb-08	abr-08	ago-08	nov-08	feb-09	abr-09	ago-09	nov-09	feb-10	abr-10	ago-10	
Caudal (m ³ /s)		487	412	643	823	475	414	172	243	499	383	171	507	1085	550	581	651	
Plottier	pH		7,2	7,6	7,1	7,5							8	8,2		7,7	8,3	
	Temp (°C)	17	13,5	14,1	6	18		13	8			10,5	7,9	12,2		13	6,9	
	CE (µS/cm)		210	70	180	210								85,2	76,5		81	77,4
	OD (mg/L)		11,4	6,78	7,4			7,7	6,9			8,16	9,1	10,85	10,2		9,6	11,19
Las Perlas	pH		7,1	7,5	7,2	7,3							8	8,4		7,9	8,2	
	Temp (°C)	18	13,8	13,9	6	18		12,5	8			11,5	8,5	12,4		13,2	7	
	CE (µS/cm)		190	71	200	300								85,5	76,9		81,8	77,4
	OD (mg/L)		11,5	7,3	7,3			7,5	7,1			8,16	8,5	10,65	10,2		9,9	11,18
Anaya	pH		7,1	7,6	7,2	7,6							8	8,4		7,9	8,2	
	Temp (°C)	18	13,9	14	6	18		13	8			11,5	8,3	12,4		13,4	7,6	
	CE (µS/cm)		210	72	200	450								84,9	77		80,1	76,7
	OD (mg/L)		11,6	7,16	7,1			7,9	7,3			8,08	9,2	10,67	10,1		9,8	10,93
Rio Grande	pH		7,2	7,7	7,2	7,5							8	8,3		8	8,2	
	Temp (°C)	19	15	13,9	7	19			8				11,5	8,6	12,5		13,3	7,2
	CE (µS/cm)		220	63	780	210								87,6	76,1		80,1	77
	OD (mg/L)		10,9	7,2	7,2				7				8,23	9,2	10,69	10,1		9,9

RIO NEGRO (Drenajes)																	
		nov-06	feb-07	abr-07	ago-07	nov-07	feb-08	abr-08	ago-08	nov-08	feb-09	abr-09	ago-09	nov-09	feb-10	abr-10	ago-10
P II	pH	7,8	7,5	7,5	7,7	7,6	7,5	7,6	8,4	7,8			7,9		7,4		7,6
	Temp (°C)	17,5	19,2	17	9,1	19,3	22,7	13,5	9,7	19,5			10,5		21,2		6,5
	CE (µS/cm)	700	600	572	360	900	840	730	1960	990			390		680		500
	OD (mg/L)		3,2		9,9		1,6	5,7	1,7	5,7			9,5		2,4		5,1
P III	pH	8	7,5	7,6	7,2	7,8	7,5	7,8	7,8	7,8			7,4		7,6		7,8
	Temp (°C)	16	18,7	17,1	9	19,5	21,3	13,5	8,8	17,2			11,3		20,5		5,2
	CE (µS/cm)	700	600	634	922	660	800	690	1510	930			1370		890		1300
	OD (mg/L)		5,8		6,32		4,5	7,2	3,7	6,6			5,9		4		6,1
P IV	pH	8	7,5	7,8	8	7,6	7,6	7,7	8	8			7,1		7,5		7,8
	Temp (°C)	16	18,5	17,1	9	19,5	22,4	13,1	10	18,7			11,9		21,2		7,5
	CE (µS/cm)	1100	700	954	1200	1230	1180	930	1620	1320			1320		860		1100
	OD (mg/L)		6,2				4,6	7,6	7,9	5,9			4,7		5,7		8,2
Zonas VI y VII	pH	8	7,7	8,5	8,2	8,1	7,8	7,8		7,9			7,9		7,8		8
	Temp (°C)	16	19,2	18,1	8	18,4	22,3	13,2		17			11,6		22,2		6,5
	CE (µS/cm)	800	600	903	400	1140	1390	1170		1610			2750		610		2400
	OD (mg/L)		6,8				5,4	8,1		6,8			3,3		5,7		7
Gran Zanjón	pH	7,5	7,4	7,3	7,5	7,6	7,4		7,6	7,9	7,5	8,3		8,1	7,2	7,8	8,3
	Temp (°C)	18,8	18,1	17,8	8,9	18,6	16,9		8,7	19,3	16	13		16,4	19,7	13,1	5,5
	CE (µS/cm)	487	478	s/d	s/d	319	381		450	394	399	438		484	276	295	205
	OD (mg/L)													6,78	7,23	9,25	
Cnia. Frías	pH	7,8	7,4	7,5	7,7	7,8	6,4	8,3	7,1	s/d	7,8	7,8	7,5	8	8,1	8,5	9,4
	Temp (°C)	20	20	14	7	14	22,5	12,9	7	s/d	22,5	9,1	11,4	18,5	20,6	11,8	7,6
	CE (µS/cm)	560	650	670	1190	610	780	358	1158	s/d	660	756	1191	602	714	687	1122
	OD (mg/L)				7,2	7,1	6,1	7	9,6	s/d	5,5	8,8	7,47	7,47	6,98	9,13	11,71
El Molino (IDEVI)	pH	7,5	7,7	7,7	7,8	7,3	6,3	8,3	8,1	7,6	7,9	7,9	7,9	8,2	8,4	8,4	9,1
	Temp (°C)	19	18	15	9	14	24	13,7	6,8	20,2	23,7	9,6	10,5	18,8	21,3	11,9	6,3
	CE (µS/cm)	1720	740	920	141	850	1710	639	320	204	732	491	2290	1687	1568	259	4080
	OD (mg/L)				7,2	9	7,8	7,5	7,3	6,9	6,1	8,2	9,8	8,82	7,7	10,24	11,9

RIO NEUQUÉN (Drenajes)																	
		nov-06	feb-07	abr-07	ago-07	nov-07	feb-08	abr-08	ago-08	nov-08	feb-09	abr-09	ago-09	nov-09	feb-10	abr-10	ago-10
Añelo	pH		7,3	7,4	7,2	7,5							7,9	7,8		7,1	8,1
	Temp (°C)	19	15,2	12	7	20		10	7,5	22,8	18,6	10,2	12	15,5		12,7	6,1
	CE (µS/cm)		556 (128)	239	250	200							781	505		777	664
	OD (mg/L)		2,17	3,55	5,7			3,15	5,8	4,4	5,29	6,45	8,33	10,2		3,8	10,95
S.P.del Chañar	pH		7,8	7,7	7,2	7,8							8,1	8,4		7,7	7,9
	Temp (°C)	18	16,5	13	9	17		12	10,1	19,4	17,7	13,1	12,5	14,3		13,1	10,5
	CE (µS/cm)		554	71	300 (60?)	820							1044	1003		1170	1056
	OD (mg/L)		7,95	3,7	4,8			4,65	6,1	7,3	7,3	6,43	8,59	9,8		7,9	9,9
Vista Alegre	pH		7,6	7,8	6,8	7,9							7,5	7,8		7,4	7,9
	Temp (°C)	17	17,3	13	9	17		13	12	22,1	18,1	12,7	9,5	14,6		14,9	9,7
	CE (µS/cm)		335	720	660	450							483	574		652	646
	OD (mg/L)		6,35	2,9	3,9			4,3	4,8	5,35	5,04	5,56	6,92	7,7		5,3	7,44
C.Ppal.Centenario	pH		6,5	7,7	7,3	7,2							7,9	7,7		7,3	8,2
	Temp (°C)	20	22,7	13	9	18		15	12	21,6	21,2	16,6	10,7	18,5		21,5	11,3
	CE (µS/cm)		571	530	630	650							1140	645		1023	1235
	OD (mg/L)		2,07	2,76	2,2			3,9	4,1	6,27	0,91	2,58	7,12	4,6		0,4	10,16
Campo Grande	pH	8,2	8,1	8	7,9	8,1	8	7,9	8,2	8,4			8		7,8		8,2
	Temp (°C)	23,7	19,3	16,6	6,7	18,5	20,8	15,1	7,5	18,5			9,8		20,3		4,6
	CE (µS/cm)		400	646	167	640	650	710	1930	700			1670		513		1500
	OD (mg/L)		8,5		9,34			7	8,2	8,2	6,8		8,2		6,3		10
P I	pH	7,9	8,1	8,1	7,7	7,5	7,6	7,4	8,2	7,6			8,8		7,6		7,9
	Temp (°C)	23,5	18,1	17	8,6	15,4	20,9	16,6	12,6	18,3			10,3		21,2		4,8
	CE (µS/cm)		300	496	2023	980	800	480	1830	740			280		391		400
	OD (mg/L)		6,5		8,8			2,9	6,8	3	2,2		10,7		5,4		13,7

		RIO LIMAY (Drenajes)															
		nov-06	feb-07	abr-07	ago-07	nov-07	feb-08	abr-08	ago-08	nov-08	feb-09	abr-09	ago-09	nov-09	feb-10	abr-10	ago-10
Senillosa	pH		7,5	7,6	7,1	7,2							8,4	8,2		7,1	8,7
	Temp (°C)	16	15,2	12,9	11	17		13	7			10,5	13,4	13,6		13,9	7,5
	CE (µS/cm)		654	550	250	190							275	178		151	338
	OD (mg/L)		7,02	3,92	3,9			5,9	5,5		5,7	6,8	11,12	10		8,5	11,08
Plottier	pH		6,9	7,5	7,1	7,8							7,7	7,9		7,5	8,4
	Temp (°C)	18	14,5	13,6	6	19		12	8			11	10,9	12,7		13,7	7,4
	CE (µS/cm)		645	580	290	220							360	114		166	149
	OD (mg/L)		6,98	3,98	4,1			5,7	5,9		5,72	6,1	7,95	8,4		8,7	10,39
Aº Durán	pH		7,7	7,7	7,1	7,4							7,8	7,9		8,1	7,7
	Temp (°C)	21	16,5	12,9	8	18			10			12,5	10,3	14,2		11,3	7,4
	CE (µS/cm)		780	580	940	70							1695	643		1038	1840
	OD (mg/L)		4,9	3,2	3,9				4,7		5,3	8,7	6,63	7,2		8,6	6,19

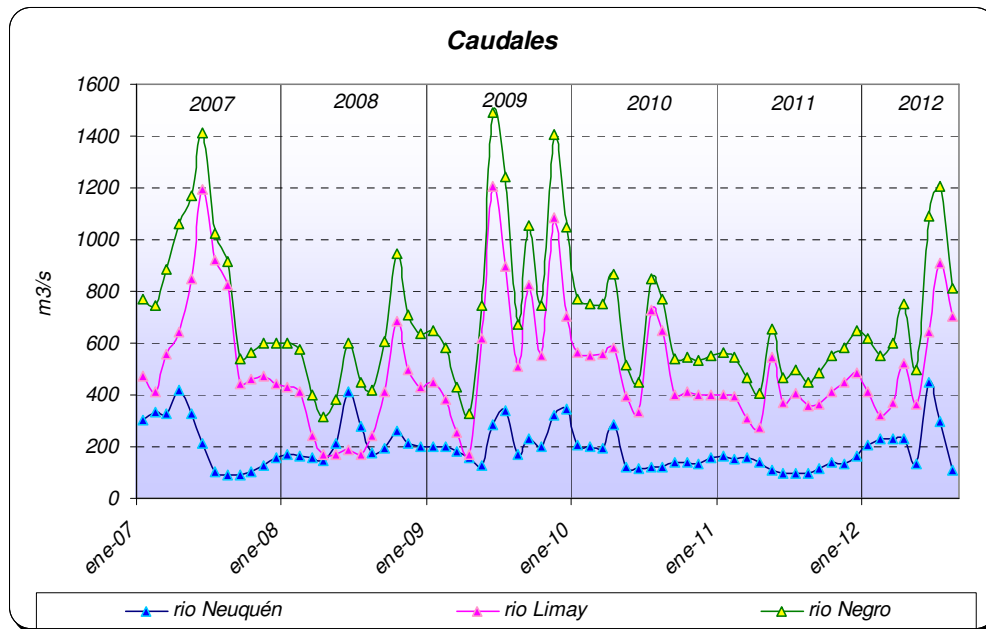


Fig Nº 2: Caudales de los ríos Limay, Neuquén y Negro en las fechas de los muestreos

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

Residuos de Plaguicidas en Aguas Superficiales del Río Neuquén

RÍO NEUQUÉN						
	(µg/L)					
	S.P.Cañar	Vista Alegre	Centenario	Pqe.Industrial	R.de Enlilio	Arroyón
nov-06	ND	ND	clorpirifos (trazas)	clorpirifos (0,032)	clorpirifos (trazas)	
feb-07	ND	ND	ND	ND	ND	ND
abr-07	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ago-07	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-07	clorpirifos (trazas)	clorpirifos (trazas)	ND	clorpirifos (trazas) carbaril (0,120)	clorpirifos (trazas) carbaril (trazas) metil azirfos (trazas)	clorpirifos (trazas) carbaril (trazas)
feb-08	ND	ND	clorpirifos (trazas)	ND	clorpirifos (trazas)	ND
abr-08	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ago-08	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-08	ND	metil azirfos (trazas)	ND	metil azirfos (trazas)	ND	metil azirfos (0,19)
feb-09	ND	ND	DFA (0,36)	ND	metil azirfos (trazas) DFA (0,22)	ND
abr-09	ND	ND	ND	ND	ND	metil azirfos (trazas)
ago-09	ND	ND	ND	ND	ND	metil azirfos (trazas)
nov-09	clorpirifos (trazas)	clorpirifos (0,02)	ND	clorpirifos (trazas)	ND	clorpirifos (trazas)
feb-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
abr-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ago-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-10	ND	clorpirifos (trazas)	metil azirfos (trazas)	metil azirfos (trazas) clorpirifos (trazas)	metil azirfos (trazas) clorpirifos (trazas)	metil azirfos (trazas) clorpirifos (trazas)
feb-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
abr-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ago-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-11	ND	ND	metil azirfos (trazas)	ND	cipermetrina (0,077) carbaril (trazas)	metidation (trazas)
feb-12	ND	ND	ND	ND	pp' DDE (trazas)	ND
may-12	ND	ND	ND	ND	ND	ND

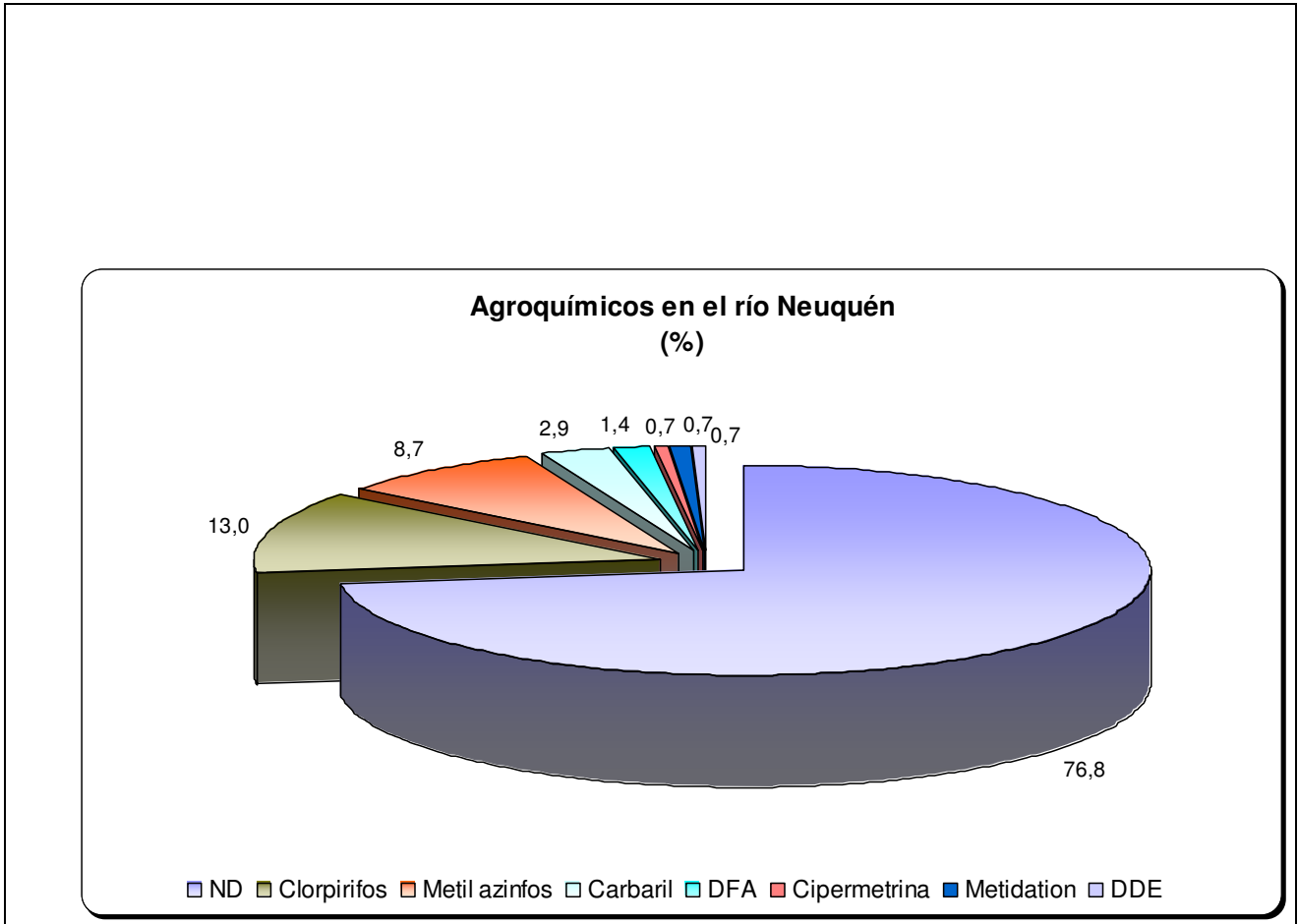


Fig. Nº 3: Frecuencia de detección de agroquímicos en aguas superficiales del río Neuquén

En el período de estudio (2006-2012), el compuesto *clorpirifos* tuvo una frecuencia de aparición en el río Neuquén de 13.0%, en concentraciones que variaron desde niveles trazas hasta 0.032 µg/L, medido en una muestra en proximidades del Parque Industrial de Neuquén, en noviembre del 2006. En Rincón de Emilio, los organofosforados se detectaron en la mayoría de las fechas muestreadas, constituyéndose este sector del río Neuquén el más afectado por la presencia de estas sustancias.

En los muestreos de noviembre y febrero de cada temporada, las detecciones de *clorpirifos* y *metil azinfos* fueron frecuentes ya que los mismos son utilizados en el monte frutal para el control de la carpocapsa.

Ambos compuestos no se disuelven mucho en el agua y son degradados rápidamente por la luz solar, las bacterias u otros procesos químicos. Generalmente se adsorben sobre la superficie del material particulado suspendido, como así también sobre los ácidos húmicos, fúlvicos, lípidos y proteínas. Teniendo en cuenta esto, la concentración de los pesticidas en agua siempre depende de la materia particulada suspendida en la muestra de agua, y no necesariamente del caudal del curso de agua.

El *carbaril* se encontró en el mes de noviembre de 2007 y en noviembre de 2011 en valores que variaron entre niveles trazas y un valor máximo de 0.12 µg/L en cercanías del Parque Industrial de Neuquén.

La *difenilamina (DFA)*, antiescaldante aplicado en los galpones y frigoríficos de empaque, se detectó en febrero de 2009 a la altura de Centenario y Rincón de Emilio, con valores de 0.36 y 0.22 µg/L, respectivamente.

Residuos de Plaguicidas en aguas de drenajes que desaguan en el río Neuquén

RIO NEUQUEN (Drenajes)

(µg/L)

	Año	S.P.Chañar	Vista Alegre	C. Ppal.Centenario	Campo Grande	PI
nov-06	ND	clorpirifos (0,0128) metil azinfos (0,356)	metil azinfos (0,172)	metil azinfos (trazas)	ND	clorpirifos (0,014) metil azinfos (trazas)
feb-07	ND		ND	metil azinfos (1,22)	ND	metil azinfos (trazas)
abr-07	ND	clorpirifos (trazas)	DFA (trazas)	metil azinfos (3,64) dimetoato (trazas) carbendazim (0,605) DFA (trazas)	ND	DFA (trazas)
ago-07	endosulfan II (0,0062)	endosulfan II (0,0068)	endosulfan II (0,0069)	endosulfan II (0,0065)	ND	ND
nov-07	ND	carbaril (0,130) clorpirifos (0,025) metil azinfos (trazas)	carbaril (0,120) clorpirifos (0,018) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)	carbaril (trazas) clorpirifos (0,017) metil azinfos (trazas)	carbaril (0,100) clorpirifos (0,019) metil azinfos (0,330)
feb-08	ND	clorpirifos (trazas)	clorpirifos (trazas)	clorpirifos (0,013) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (0,016) metil azinfos (trazas)	carbaril (trazas) clorpirifos (0,0114) metil azinfos (trazas)
abr-08	carbendazim (0,280)	ND	ND	carbendazim (1,590)	DFA (0,200)	carbendazim (2,260)
ago-08	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-08	ND	metil azinfos (trazas)	metil azinfos (0,18)	metil azinfos (trazas)	metil azinfos (0,32) clorpirifos (trazas) carbaril (trazas)	α- BHC (trazas) metil azinfos (trazas) carbaril (trazas)
feb-09	ND	ND	metil azinfos (0,44) clorpirifos (trazas) DFA (0,09)	metil azinfos (1,38) DFA (trazas)	metil azinfos (trazas)	metil azinfos (0,44) DFA (0,38)
abr-09	ND	metil azinfos (trazas)	metil azinfos (trazas) carbendazim (trazas)	DFA (0,95) clorpirifos (trazas) metil azinfos (1,57) dimetoato (trazas) carbendazim (0,44) tiabendazol (0,98)	metil azinfos (trazas)	DFA (trazas)
ago-09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-09	ND	clorpirifos (0,01) dimetoato (3,75) metidation (0,09) metilazinfos (4,21)	clorpirifos (0,06)	clorpirifos (trazas) DFA (trazas)	clorpirifos (0,02) metilazinfos (trazas)	clorpirifos (trazas)
feb-10	ND	ND	ND	ND	clorpirifos (trazas)	ND
abr-10	ND	ND	ND	tiabendazol (2,76) DFA (0,12)	clorpirifos (trazas)	carbendazim (1,19) DFA (trazas)
ago-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-10	ND	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas) carbaril (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (0,16) carbaril (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas) carbaril (trazas) metidation (trazas)
feb-11	ND	carbaril (trazas)	metil azinfos (trazas)	metil azinfos (trazas) carbaril (trazas)	ND	metil azinfos (trazas) carbaril (trazas)
abr-11	ND	ND	carbendazim (0,33) tiabendazol (0,72) metil azinfos (trazas)	metidation (trazas) fenamifos (trazas) DFA (075) carbendazim (1,2) captan (0,016) metil azinfos (0,07)	metil azinfos (trazas)	metil azinfos (trazas) DFA (trazas) carbendazim (0,44)
ago-11	ND	ND	cipermetrina (0,018)	ND	ND	sin dato
nov-11	endosulfan I (0,019) endosulfan II (0,018) clorpirifos (trazas)	endosulfan I (0,004) endosulfan II (0,004) clorpirifos (trazas) metilazinfos (trazas) carbaril (trazas)	carbaril (trazas)	metil azinfos (trazas) carbaril (0,41)	carbaril (trazas)	metidation (trazas) metil azinfos (trazas) carbaril (0,17)
feb-12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
may-12	ND	ND	ND	tiabendazol (0,29) carbendazim (3,7)	ND	no se tomó muestra

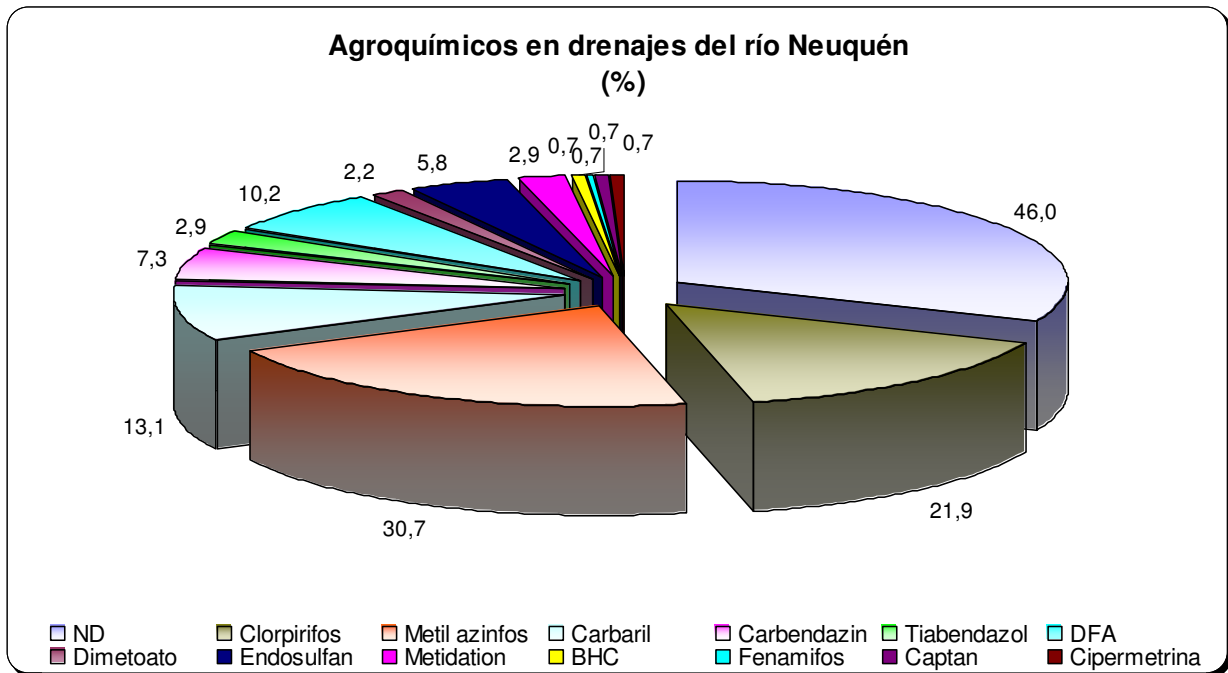


Fig. Nº 4: Frecuencia de detección de agroquímicos en aguas de drenajes que desaguan en el río Neuquén

Los drenajes, de los sistemas de riego de la cuenca, presentan residuos de plaguicidas en mayor número y concentración que en el río, debido principalmente a que, como conducen los excedentes de riego en las áreas cultivadas, están más expuestos a recibir los residuos de los agroquímicos aplicados en las mismas o los que se utilizan en los galpones de empaque, y además transportan una concentración mayor que los ríos de material particulado suspendido.

El *metil azinfos* tuvo la mayor frecuencia de detección, 30.7 %, seguido del *clorpirifos*, 21.9 %, en un rango de concentraciones que varió entre valores trazas hasta un máximo de 4.2 µg/L, medido en una muestra del drenaje en San Patricio del Chañar en noviembre del 2009, para el *metil azinfos* y hasta 0.06 µg/L para el *clorpirifos* en el drenaje de Vista Alegre en la misma fecha.

El Colector Principal Centenario es el desagüe más impactado por la presencia de plaguicidas. En la mayoría de los casos, los valores medidos de *metil azinfos*, superaron los valores guías de vuelco establecidos a través de ensayos

ecotoxicológicos (0.14 µg/L). Este compuesto, junto con el *clorpirifos* se aplica en el monte frutal para el control de la carpocapsa.

Un insecticida alternativo es el *carbaril*, el cual se ha detectado en varias oportunidades en todos los drenajes, aunque nunca fue superior al valor guía propuesto (0.95 µg/L). La concentración mayor fue detectada en el Colector Principal Centenario con 0.41 µg/L en noviembre de 2011.

El fungicida *carbendazim*, se aplica, o en el monte pocos días previos a la cosecha o en el frigorífico, con el fin de evitar la podredumbre de la fruta durante el almacenamiento, por lo que las detecciones ocurrieron en los meses de abril de cada temporada, con un valor máximo medido en el Colector Principal Centenario en mayo de 2012 de 3.7 µg/L.

En la industria se aplica *difenilamina* (DFA) como antiescaldante de la fruta de pepita, por lo que cuando comienza la actividad en los galpones de empaque, en los muestreos de febrero y/o abril de cada año se detectaron residuos tanto en el Drenaje de Vista Alegre, como en el Canal Principal Centenario, drenaje de Campo Grande y en el P I.

Residuos de Plaguicidas en Aguas Superficiales del Río Limay

	RIO LIMAY (µg/L)			
	Plottier	Las Perlas	Anaya	Río Grande
nov-06	ND	ND	ND	ND
feb-07	ND	ND	ND	ND
abr-07	ND	ND	ND	ND
ago-07	ND	ND	ND	ND
nov-07	ND	ND	ND	ND
feb-08	ND	ND	ND	ND
abr-08	ND	ND	ND	ND
ago-08	ND	ND	ND	ND
nov-08	ND	metil azinfos (trazas)	ND	ND
feb-09	ND	ND	ND	ND
abr-09	ND	ND	ND	ND
ago-09	ND	ND	ND	ND
nov-09	ND	ND	ND	ND
feb-10	ND	ND	ND	ND
abr-10	ND	ND	ND	ND
ago-10	ND	ND	ND	ND
nov-10	ND	ND	ND	ND
feb-11	ND	ND	ND	ND
abr-11	ND	ND	ND	ND
ago-11	ND	ND	ND	ND
nov-11	ND	ND	ND	ND
feb-12	ND	ND	ND	ND
may-12	ND	ND	ND	ND

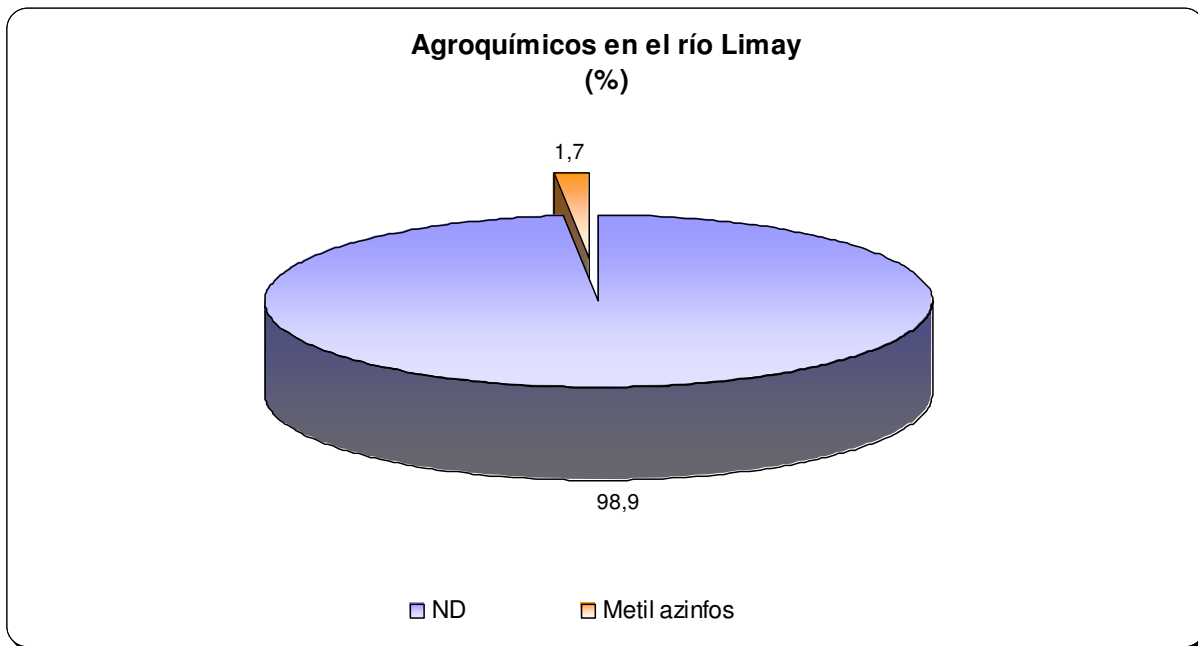


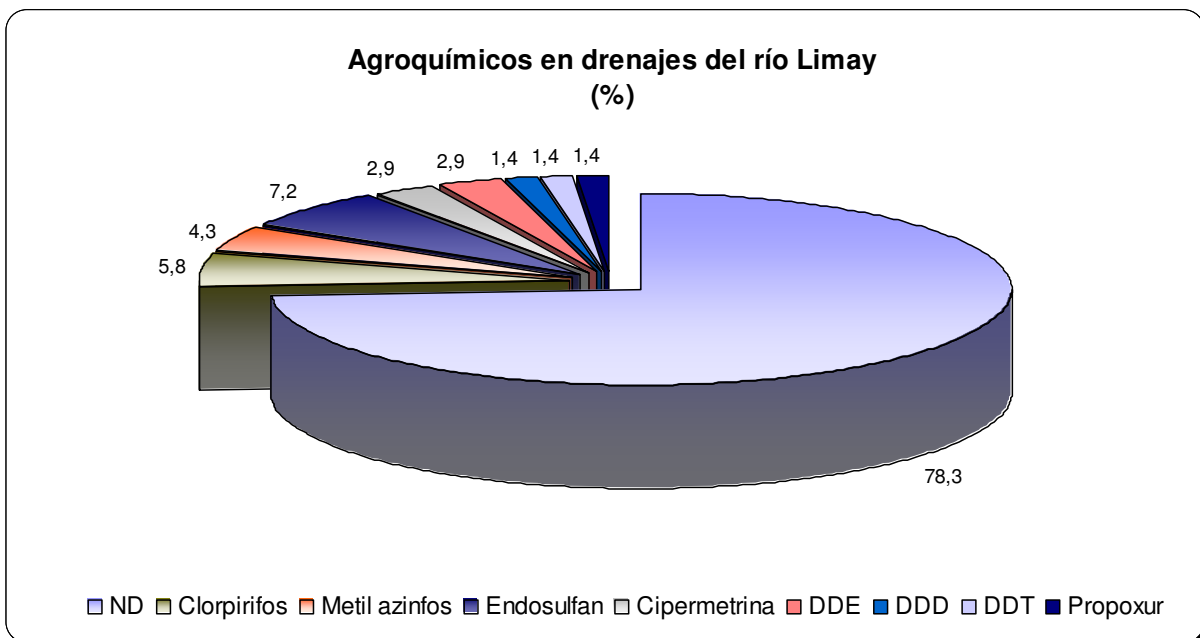
Fig. Nº 5: Frecuencia de detección de agroquímicos en aguas superficiales del río Limay

En el período de estudios, sobre el río Limay solo se detectó la presencia de *metil azinfos* en noviembre de 2008 en Las Perlas a niveles trazas. El área productiva más concentrada se ubica fundamentalmente sobre los ríos Neuquén y Negro.

Residuos de Plaguicidas en aguas de drenajes que desaguan en el río Limay

RIO LIMAY (Desagües)			
(µg/L)			
	Senillosa	Plottier	Aº Durán
nov-06	ND	ND	metil azinfos (0,236)
feb-07	ND	ND	ND
abr-07	ND	ND	ND
ago-07	endosulfan II (trazas)	endosulfan II (trazas)	endosulfan II (trazas) pp'DDE (0,0008)
nov-07	ND	clorpirifos (trazas)	ND
feb-08	ND	ND	ND
abr-08	ND	ND	ND
ago-08	ND	ND	ND
nov-08	ND	ND	metil azinfos (trazas)
feb-09	ND	ND	ND
abr-09	ND	ND	endosulfán I (0,031) endosulfán II (0,015)
ago-09	ND	ND	ND
nov-09	ND	ND	clorpirifos (trazas)
feb-10	ND	ND	ND
abr-10	ND	ND	ND
ago-10	ND	ND	ND
nov-10	ND	clorpirifos (trazas)	clorpirifos (0,05)
feb-11	ND	ND	ND
abr-11	pp DDE (0,041) op DDD (0,001) pp DDD (0,01) pp DDT (0,005)	ND	ND
ago-11	ND	cipermetrina (0,065)	cipermetrina (0,026)
nov-11	ND	metil azinfos (trazas)	ND
feb-12	ND	ND	ND
may-12	ND	ND	propoxur (trazas)

Fig. Nº 6: Frecuencia de detección de agroquímicos en aguas de drenajes que desaguan en el río Limay.

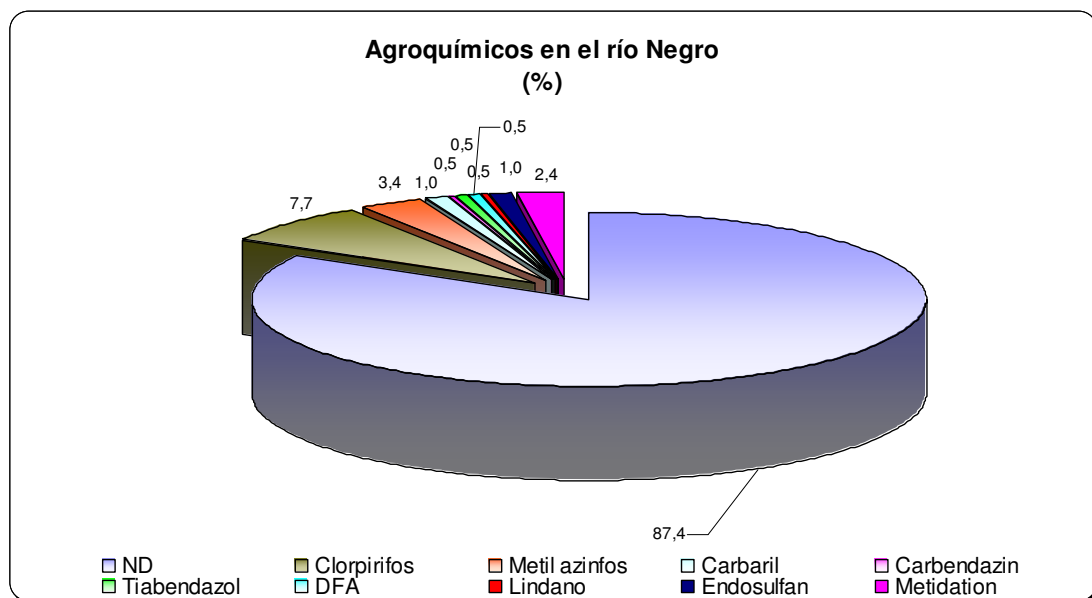


La mayor concentración de compuestos detectados se ubican sobre el A^o Durán, desagüe que atraviesa la ciudad y que recibe múltiples descargas (pluviales, residuos domiciliarios, aportes cloacales, etc). El agroquímico más frecuente fue el insecticida *endosulfán*, desde concentraciones trazas hasta un valor máximo de 0.031 µg/L.

Residuos de Plaguicidas en Aguas Superficiales del Río Negro.

RIO NEGRO (µg/L)									
	Allen	Gral. Roca	V.Regina	Chimpay	Choele Choele	Lamarque	Cnia.Josefa	Viedma/Patagones	La Paloma
nov-06	clorpirifos (trazas)	ND	ND	ND	ND	metil azinfos (0,197)	clorpirifos (trazas)	ND	ND
feb-07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
abr-07	ND	ND	ND	ND	endosulfan (trazas)	ND	ND	ND	ND
ago-07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	clorpirifos (trazas) lindano (0,0003)
nov-07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	carbaril (trazas)
feb-08	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)	carbaril (trazas)	clorpirifos (trazas)	ND	clorpirifos (trazas)	ND	ND	ND	ND
abr-08	carbendazim (trazas) tiabendazol (trazas)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ago-08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
feb-09	ND	ND	ND	DFA (trazas)	ND	ND	ND	ND	ND
abr-09	ND	ND	ND	ND	ND	sin muestra	sin muestra	ND	ND
ago-09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	sin muestra	ND	ND
nov-09	clorpirifos (trazas)	ND	clorpirifos (trazas)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
feb-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
abr-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ago-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-10	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas) metidation (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (trazas)	clorpirifos (trazas) metidation (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas) metidation (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas) metidation (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas) metidation (trazas)	ND	ND
feb-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	clorpirifos (trazas)	ND	ND
abr-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ago-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
feb-12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	endosulfan I (0,002)	ND
may-12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fig. N° 7: Frecuencia de detección de agroquímicos en aguas superficiales del río Negro.



Casi todos los compuestos detectados sobre el río, en proximidad de las tomas de agua, estuvieron en niveles trazas (concentración mayor que el límite de detección

del método, pero menor al límite de cuantificación), siendo el *clorpirifos* el más frecuente (7.7%), principalmente en la zona del Alto Valle y Valle Medio, dado la producción de frutos de pepita que allí se concentra.

No existen al presente, tanto a nivel nacional como internacional, niveles guía de *clorpirifos* para el agua destinada a consumo humano con tratamiento, ni para agua de bebida de animales.

De acuerdo con la bibliografía, se lo utiliza desde 1970 en agricultura, clínica veterinaria y a nivel doméstico; además es utilizado para controlar la aparición de mosquitos en lagos y estanque. En EEUU, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), y los productores de *clorpirifos* han acordado en el año 2000, un programa para reducir progresivamente sus aplicaciones domésticas. En Argentina, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), permite su uso sin restricciones en la agricultura y a nivel doméstico.

El *clorpirifos* se adhiere a las partículas del suelo. No se disuelve mucho en agua. Es degradable con la luz solar, bacterias u otros procesos químicos. Si el *clorpirifos* entra en las aguas naturales, será en pocas cantidades y permanecerá por encima o cerca de la superficie y luego se vaporará dado que no se mezcla con el agua. La volatilización es la principal manera en el que el *clorpirifos* se propaga después de su aplicación.

La temperatura, el pH y la radiación solar, entre otros factores, tienen una correlación negativa con el tiempo de vida media del *clorpirifos*. Al respecto, se han reportado tiempos de vida media comprendidos entre 0.08 y 5 días para la columna de agua y entre 0.8 y 16.3 días para los sedimentos.

Residuos de Plaguicidas en aguas de drenajes que desaguan en el río Negro.

RIO NEGRO (Drenajes)

(µg/L)

	P II	P III	P IV	Zonas VI y VII	Gran Zanjón	Colonia Frías	El Molino (IDEVI)
nov-06	clorpirifos (0,017) metil azinfos (0,311)	clorpirifos (0,017) metil azinfos (0,481)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (0,556)	clorpirifos (0,021) metil azinfos (0,242)	metil azinfos (0,210)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (0,181)	clorpirifos (0,016)
feb-07	metil azinfos (trazas)	metil azinfos (0,399)	metil azinfos (0,191)	metil azinfos (0,282)	metil azinfos (trazas)	ND	ND
abr-07	clorpirifos (trazas) carbendazim (0,512) DFA (trazas)	tiabendazol (0,265) carbendazim (trazas) DFA (trazas)	tiabendazol (0,377) carbendazim (0,506) DFA (trazas)	metil azinfos (0,1) carbendazim (trazas) captan (0,171)	ND	ND	ND
ago-07	α- BHC (0,0016)	ND	ND	ND	ND	ND	α- BHC (0,055) β- BHC (0,006)
nov-07	carbaril (0,380) clorpirifos (0,015) metil azinfos (0,390)	carbaril (trazas) clorpirifos (0,072) metil azinfos (1,890) endosulfan I (0,036) endosulfan II (0,018)	carbaril (trazas) clorpirifos (0,024) metil azinfos (0,110)	carbaril (0,410) clorpirifos (0,017) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)	metil azinfos (0,230)	ND
feb-08	carbaril (trazas) clorpirifos (0,0194) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (0,0133) metil azinfos (0,2578)	clorpirifos (0,015) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (0,0125) metil azinfos (trazas)	ND	clorpirifos (trazas)	clorpirifos (trazas) endosulfan I endosulfan II
abr-08	carbaril (trazas) DFA (0,300) carbendazim (1,450) tiabendazol (0,580)	metil azinfos (trazas) DFA (trazas) carbendazim (0,49) tiabendazol (4,71)	DFA (0,08) carbendazim (trazas) tiabendazol (trazas)	DFA (0,060) carbendazim (trazas)	carbendazim (1,14)	ND	ND
ago-08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-08	α- BHC (0,0049) endosulfán I (trazas) endosulfán II (0,0009) clorpirifos (0,014) metil azinfos (0,35)	endosulfán II (trazas) clorpirifos (0,03) metil azinfos (0,34) carbaril (trazas)	endosulfán II (trazas) metil azinfos (0,33) clorpirifos (0,038) carbaril (trazas)	clorpirifos (0,172) endosulfán II (0,0015) metil azinfos (0,58)	metil azinfos (trazas)	no se muestreó	endosulfan I (trazas) endosulfan II (0,0037) fenamifos (trazas)
feb-09	metil azinfos (trazas) DFA (3,82) etoxiquina (1,24)	metil azinfos (trazas)	metil azinfos (trazas) endosulfan II (0,0013) DFA (3,48) etoxiquina (0,99)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)		ND	ND
abr-09	carbaril (0,52)	metidation (trazas)	ND	ND	DFA (0,29) carbendazim (0,26)	ND	ND
ago-09	ND	ND	ND	ND	DFA (0,06)	ND	endosulfan I (0,1) endosulfan II (0,07) clorpirifos (0,32) fenamifos (0,1)
nov-09	dimetoato (0,87) clorpirifos (0,03) metil azinfos (0,62)	clorpirifos (0,01) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (0,03) metil azinfos (trazas)	clorpirifos (0,02) metidation (trazas) metil azinfos (0,19)	ND	clorpirifos (trazas)	endosulfan I (0,003) endosulfan II (0,002) clorpirifos (0,01)
feb-10	clorpirifos (trazas) etoxiquina (1,19) iprodone (2,44)	clorpirifos (0,011) etoxiquina (trazas)	clorpirifos (trazas) etoxiquina (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)	ND	ND	ND
abr-10	ND	clorpirifos (trazas) tiabendazol (trazas) DFA (trazas)	ND	tiabendazol (0,26) DFA (0,13)	ND	ND	ND
ago-10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-10	clorpirifos (trazas) metil azinfos (0,13) metidation (trazas) carbaril (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (0,07) metidation (trazas)	clorpirifos (0,05) metil azinfos (0,11) metidation (trazas)	clorpirifos (0,06) metil azinfos (0,13) metidation (0,35) carbaril (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas) metidation (trazas)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas)	endosulfan I (0,002) endosulfan II (0,001) clorpirifos (trazas) fenamifos (trazas)
feb-11	carbaril (trazas) dimetoato (trazas) metil azinfos (trazas)	carbaril (trazas)	metil azinfos (trazas)	carbaril (trazas)	ND	ND	ND
abr-11	carbendazim (0,94) DFA (1,38) etoxiquina (1,94)	carbendazim (0,5)	tiabendazol (0,45)	tiabendazol (0,48)	ND	ND	ND
ago-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
nov-11	clorpirifos (0,06) metil azinfos (trazas) carbaril (0,33)	clorpirifos (trazas) metil azinfos (trazas) carbaril (trazas)	metidation (0,03) metil azinfos (0,16) carbaril (trazas)	metidation (0,57) metil azinfos (0,15) carbaril (trazas) clorpirifos (0,11) carbofuran (trazas)	ND	ND	endosulfan I (0,002) endosulfan II (0,001) fenamifos (trazas)
feb-12	alfa HBC (0,003)	clorpirifos (0,13)	ND	ND	ND	ND	ND
may-12	carbaril (0,18)	carbaril (trazas) tiabendazol (1,49)	tiabendazol (0,55)	carbaril (trazas) carbendazim (1,52 - 1,73) cipermetrina (trazas) metiltofanato (0,34)	ND	ND	ND

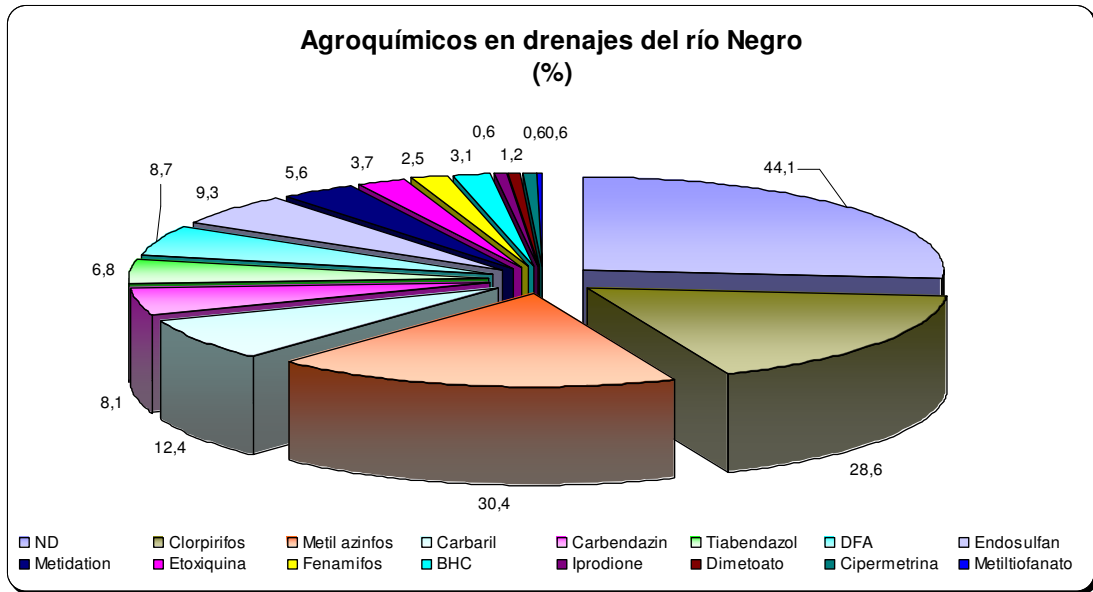


Fig. N° 8: Frecuencia de detección de agroquímicos en aguas de drenajes que desaguan en el río Negro.

El *metil azinfos* y el *clorpirifos* son los compuestos detectados con mayor frecuencia, 30.4% y 28.6 %, respectivamente. Los rangos de concentraciones variaron entre niveles trazas y 1.89 µg/L para el *metil azinfos* medido en el drenaje PIII en noviembre de 2007, y de 0.172 µg/L para el *clorpirifos* medido en una muestra en el drenaje denominado Zonas VI y VII en noviembre de 2008.

Los drenajes del Alto Valle son los más impactados por la presencia de plaguicidas. En la mayoría de los casos, los valores medidos de *metil azinfos*, superaron los valores guías de vuelco establecidos a través de ensayos ecotoxicológicos (0.14 µg/L). Este compuesto, junto con el *clorpirifos* se aplica en el monte frutal para el control de la carpocapsa.

Un insecticida alternativo es el *carbaril*, el cual se ha detectado con una frecuencia de 12.4 % en todos los drenajes, aunque nunca fue superior al valor

guía propuesto (0.95 µg/L). La concentración mayor fue detectada en el drenaje PII con 0.52 µg/L en abril de 2009.

El fungicida *carbendazim*, se aplica, o en el monte pocos días previos a la cosecha o en el frigorífico, con el fin de evitar la podredumbre de la fruta durante el almacenamiento, por lo que las detecciones ocurrieron en los meses de abril - mayo de cada temporada, con un valor máximo medido en el Zonas VI y VII en mayo de 2012, de 1.73 µg/L.

En la industria se aplica *difenilamina* (DFA) como antiescaldante de la fruta de pepita, por lo que en el mes de abril de cada año se detectaron residuos tanto en el Drenaje PII, PIII, PIV Zonas VI y VII y Gan Zanjón, todos ellos pertenecientes al Alto Valle y Valle Medio. Las mayores concentraciones fueron detectadas en febrero de 2009 sobre el PII y PIV con valores de 3.82 µg/L y 3.48 µg/L, respectivamente.

En las últimas temporadas se empezó con la aplicación de la etoxiquina, que es un antiescaldante que se utiliza principalmente para las peras. Es insoluble en agua. No es considerado peligroso para el ambiente, se degrada en el mediano plazo y no se bioacumula. En la Argentina, la etoxiquina está incluida en el Registro de Aditivos alimentarios y coadyuvantes de tecnología. Este producto se detectó por primera vez en febrero de 2010 en el PII (1.19 µg/L), en el PIII y PIV, en niveles trazas y en abril de 2011 volvió a detectarse en el PII en un valor de 1.94 µg/L.

El fungicida *tiabendazol* y como resultado de la actividad de la industria agroalimentaria, se ha detectado en los muestreos de abril, principalmente en los drenajes del Alto Valle (PII, PIII, PIV, Zonas V y VI), desde niveles trazas hasta un máximo de 4.71 µg/L en el drenaje PIII en el 2008.

CONCLUSIONES

De la totalidad de los compuestos evaluados, en las aguas superficiales de los ríos Neuquén, Limay y Negro, donde se localizan las tomas de agua para las poblaciones, los compuestos detectados con mayor frecuencia fueron *metil azinfos* y *clorpirifos*, y más esporádicamente *carbaryl* y *difenilamina*, superando en varias oportunidades los valores guías para la protección de la biota acuática. En el sitio correspondiente al Parque Industrial de la ciudad de Neuquén, el *carbaryl*, superó en el mes de noviembre del 2007, el valor máximo propuesto por la Secretaria de Recursos Hídricos de la Nación, como fuente de agua para su potabilización.

Los drenajes 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. Las áreas que presentan mayor impacto fue la zona del Colector Principal Centenario, el cual desagua en el río Neuquén

En este sentido y, como resultado de la actividad productiva de la región, se detectaron en la mayoría de los casos *metil azinfos*, *carbaryl* y *clorpirifos* como producto de su aplicación para combatir la carpocapsa en los frutales de pepita. En los muestreos correspondientes al mes de abril de cada temporada que abarcó el estudio, se detecta frecuentemente los productos aplicados en los frigoríficos y galpones de empaque como son, el antiescaldante *difenilamina* y los fungicidas *tiabendazol* y *carbendazim*.

En varias fechas de muestreo los valores detectados en los drenajes superaron los niveles guías de vuelco recomendados por el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján (UNLU).

BIBLIOGRAFÍA

Anguiano, O.L.; Pechen de D'Angelo, A.M. (2007) Provincia de Río Negro y Provincia de Neuquén En: La Problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta, y el ambiente – Ministerio de Salud de la Nación, OPS/OMS, Buenos Aires, p. 181-201

Boland, H.; Gil, M.I.; Labollita, H.A.; Laurenzano, B.; Novelli, M.; Ramos, J. y Reyes, P. – (2007)- Monitoreo de agroquímicos en áreas bajo riego de los ríos Limay, Neuquén y Negro – Congreso Nacional del Agua 2007, CONAGUA, Tucumán, Argentina.

CASAFE – 1995- Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina.

CCME – 2002- Canadian Environmental Quality Guidelines – Canadian Council of Minister of the Environment.

Consejo Federal de Entidades de Servicio Sanitario (COFES) – (1996) – Norma de Calidad para el Agua de Bebida de Suministro Público – Serie Documento Técnico N° 3.

Cordero Salas, Paula – Sistemas de Gestión medio ambiental: las normas ISO 14000 – San José, C.R.: IICA, 2002 – (Serie Cuadernos Técnicos IICA N° 21) – ISBN 92-9039-5303.

Departamento Provincial de Aguas – 1999 - Monitoreo de Plaguicidas en Agua sobre los ríos Negro y Neuquén – Informe Técnico.

Fatta, D.; Michael, C.; Canna-Michaelidou, St.; Christodoulidou, M.; Kythreotou, N. and Vasquez, M. – 2007- Pesticides, volatile and semivolatile organic compounds in the inland surface waters of Cyprus- Desalination 215, 223-236.

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.

Guidelines for single – laboratory validation of analytical methods for trace – level concentration of organic chemicals. FAO/IAEA Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control.

INTA, Centro Regional Patagonia Norte - Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle -2006- Guía de Pulverizaciones para los Cultivos de Manzano, Peral, Frutales de Carozo y Vid 2006-2007 (Sexta Edición), pp. 112.

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.

Kookana, R.S.; Baskaran, S. and Naidu, R. – 1998 – Pesticide fate and behavior in Australian soils in relation to contamination and management of soil and water: a review – Aust.J.Soil Res., 36, pp. 715-764.

Loewy, M.; Kira, V.; Carvajal, G. Venturino, A.; Pechen de D'Ángelo, A. M. (1999) – Groundwater contamination by azinphos methyl in the Northern Patagonic Region (Argentina) – Sci. Total Environ 225, 211-218.

Loewy, R.M. – 2000 – Plaguicidas en aguas subterráneas del Alto Valle de Río Negro y Neuquén – Tesis de maestría en Ciencias Químicas – Facultad de Ingeniería – UNCo. pp.178.

Natale, O.; Gómez, C.; Vermeulen, J.; Casamiquela, C.; D'Ángelo, 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.

Ongley, E.D. –1997- Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje – 55).

Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2005. Valores guías como fuente de agua destinada a consumo humano con tratamiento convencional.

Tosi, A.P; Pechen de D'Ángelo, A.M.; Savini, M.C. Loewy, R. M. (2009) – Evaluación de riesgo por plaguicidas sobre aguas superficiales de la región norpatagónica argentina – Acta Toxicol. Argentina 17 (1): 1-6.

Unidad de Gestión de Calidad de Agua – Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro; Dirección Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Neuquén; Dirección Provincial de Recursos Hídricos de Neuquén; Departamento Provincial de Aguas de Río Negro – 2006- Monitoreo de Agroquímicos en la Cuenca: Ciclo productivo 2004-2005 – Informe Técnico – 68 pag.

U.S.Environmental Protection Agency (EPA) – 1984 – Analysis of Pesticides Residues in Human and Environmental Samples: The sampling and analysis of water for pesticides, Section 10^a, 1-25.

Valicenti, J.L. – 2001- Cuenca del río Neuquén: Análisis del fenómeno precipitación-escorrentía – Secretaría de Planificación y Desarrollo – Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro.

www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/publicaciones.htm.