

# PERCOLACION DE PLAGUICIDAS EN AREAS DE PRODUCCION FRUTICOLA EN EL VALLE DEL RIO NEUQUEN (ARGENTINA).

Loewy R.M<sup>1</sup>.; Novelli M<sup>1</sup>.; Carvajal L.G<sup>1</sup>.; Labollita H.<sup>2</sup>; Neme G.<sup>2</sup>; Ramos J.<sup>3</sup>;  
Saenz C<sup>4</sup>.& Pechen de D'Angelo A.M.<sup>1</sup>

**Resumen** - Para evaluar el posible impacto de los plaguicidas utilizados en la fruticultura sobre las aguas subterráneas poco profundas se diseñó un programa de monitoreo de 30 freáticos instalados en una zona de producción frutícola de la Provincia de Neuquen (Argentina). El mismo fue ejecutado entre los meses de octubre a marzo de 1995 a 1998. Se pudo determinar que algunos insecticidas como metil azinfos poseían una alta frecuencia de aparición (65.5% de las muestras) en concentraciones que variaban entre la no detección y 79.3 ppb.; dimetoato, metidatión y fosmet fueron otro grupo de insecticidas encontrados con frecuencias del 14.4; 12.9 y 9.9 % y en un rango de concentraciones menores que variaba entre la ausencia de detección y un valor máximo de 10.9; 2.0 y 15.5 ppb respectivamente.

El análisis estadístico permitió establecer una correlación entre la altura de la napa freática y la concentración de metil azinfos así como entre el período transcurrido desde la aplicación y la toma de muestra. Las diferencias en la movilidad y persistencia de los plaguicidas; la lluvia y el riego condicionaron su grado de lixiviación, debiendo considerarse estos factores y la toxicidad del compuesto para definir su impacto potencial sobre el ecosistema.

**Palabras clave** - Plaguicidas, Aguas Subterráneas, Metil Azinfos

<sup>1</sup> LIBIQUIMA. Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400 - 8300 Neuquen. ARGENTINA. TE/FAX 54-299-4490385 e-mail [mloewy@uncoma.edu.ar](mailto:mloewy@uncoma.edu.ar)

<sup>2</sup> Autoridad Interjurisdiccional de los Ríos Limay, Neuquen y Negro. 9 de Julio 496. 8324 Cipolletti. ARGENTINA. TE/FAX: 54-299-4772100 e-mail [aicsga@satlink.com](mailto:aicsga@satlink.com)

<sup>3</sup> LASAF. Pcia de Neuquen. Avda Argentina 245 1º P. 8300 Neuquen. ARGENTINA -TE: 54-299-4483823. FAX: 54-299-442-5589

<sup>4</sup> Dirección general de Recursos Hídricos.Pcia de Neuquen. Santiago del estero 426 20P. 8300 Neuquen. ARGENTINA TE 54-299-449585

## **INTRODUCCION**

El Valle del Río Neuquen, rodeado de zonas áridas, posee un clima templado, baja humedad, con precipitaciones inferiores a los 250 mm/año y una alta heliofanía, lo que le otorga condiciones ecológicas excelentes para la producción frutihortícola, principalmente manzanas y peras. Una parte del valle posee canales de riego y estructuras que controlan el uso del agua, siendo la inundación la forma mas generalizada de riego empleada. Estos cultivos intensivos requieren de una importante tasa de aplicación de insecticidas en el período de primavera-verano que pueden percolar y convertirse en un riesgo potencial para las napas de aguas subterráneas.

Numerosos estudios han abordado la aparición de plaguicidas en regiones agrícolas de diferentes localizaciones en el mundo (Moye & Miles, 1988; Loch et al 1989; Ritter 1990; Planas et al 1996), sin embargo estos datos no son extrapolables a diferentes localizaciones ya que la percolación de plaguicidas en suelos depende fundamentalmente de factores particulares tales como: las propiedades del producto químico; las propiedades del suelo, la topografía e hidrogeología del sistema, las labores agrícolas y el clima. Recientemente hemos reportado la aparición y persistencia de metil azinfos en aguas subterráneas de la región durante este período (Loewy et al 1999), lo que nos ha llevado a profundizar en el estudio de este problema.

Los objetivos de este trabajo son:

- Realizar un relevamiento general para detectar tipo y niveles de plaguicidas que llegan a la napa freática.
- Identificar los plaguicidas que presentan una mayor frecuencia de aparición y riesgo ecotoxicológico
- Establecer relaciones entre frecuencia de detección y factores intrínsecos o extrínsecos que permitan predecir el transporte y destino de estos plaguicidas en el suelo

## **MATERIALES Y METODOS**

Se llevó a cabo el muestreo y análisis sistemático de 30 freatímetros de una zona frutihortícola ubicada en las inmediaciones de Colonia Centenario, Provincia de Neuquen. Los muestreos abarcaron tres períodos correspondientes a los meses de octubre-marzo durante los años 1995/96, 1996/97 y 1997/98, coincidentemente con los periodos de mayor número de aplicaciones de plaguicidas. También se tomaron muestras en períodos de no aplicación (Agosto). El total de muestras analizadas fue de 404.

En el primer y segundo período, las muestras de cada frentímetro se dividieron en dos con el fin de analizar con distintos métodos de extracción las siguientes familias de plaguicidas: Organofosforados, Piretroides, Carbamatos y Fungicidas. El procedimiento analítico incluyó la extracción líquido-líquido (Cloruro de metileno y hexano), concentración en rotavapor y determinación por cromatografía gaseosa. Los fungicidas fueron determinados por cromatografía en capa fina y revelado biológico (Loewy et al 1999). En el período 3 y en función de el número y la frecuencia de detección los compuestos encontrados (Tabla 1), el análisis de muestras se centró en la familia de los plaguicidas organofosforados.

Un análisis estadístico de correlación se llevó a cabo con el fin de explorar posibles relaciones entre detección de Metil azinfos vs. nivel del frentímetro y tiempo transcurrido desde la última aplicación (Coeficiente de correlación de Pearson, Statistical Analysis System, SAS). Las concentraciones medias fueron calculadas considerando los valores N.D. (no detecta) como la mitad del límite de detección (L.D./2)

Los plaguicidas detallados en la tabla 1 indican una serie de compuestos usualmente utilizados por los agricultores en esta región. Debido a las características particulares del clima, muy seco y a las plagas habituales, la mayoría de los plaguicidas aplicados pertenecen a la familia de los insecticidas.

**Tabla 1:** Media, Desvío Standard, Rango y Frecuencia de aparición de los plaguicidas detectados en los Períodos 1 y 2.

<b>PLAGUICIDA</b>	<b>MEDIA ± D.S (µg/L)</b>	<b>RANGO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Dimetoato	0.268 ± 1.201	n.d. - 10.90	17.08
Metidati3n	0.067 ± 0.192	n.d. - 1.98	17.79
Metil azinfos	3.220 ± 7.777	n.d. - 79.30	63.70
Fosmet	0.566 ± 1.722	n.d. - 15.50	6.41
Cipermetrina	0.010 ± 0.0047	n.d. - 0.08	1.77
Carbaryl	3.326 ± 15.689	n.d. - 48.00	5.69
Propoxur	2.297 ± 6.974	n.d. - 71.00	6.41
Carbofuran	2.589 ± 13.231	n.d. – 223.00	2.49
Benomyl*	2.867 ± 8.687	n.d. - 87.00	13.52
Carbendazim*	1.610 ± 9.496	n.d. – 156.00	0.71

\*Los fungicidas indicados se usan en la regi3n mayoritariamente en tratamientos post-cosecha

## **RESULTADOS y DISCUSION**

La contaminaci3n de las aguas subterr3neas no es usualmente f3cil de detectar y dado que el proceso es de lenta reversibilidad, la potencial exposici3n para una poblaci3n inm3vil es muy grande. El 3rea en estudio seleccionada se ubica en la porci3n inferior del R3o Neuquen, qui3n le confiere a la napa fre3tica el nivel base sobre el cual se suman los cambios producidos por el riego.

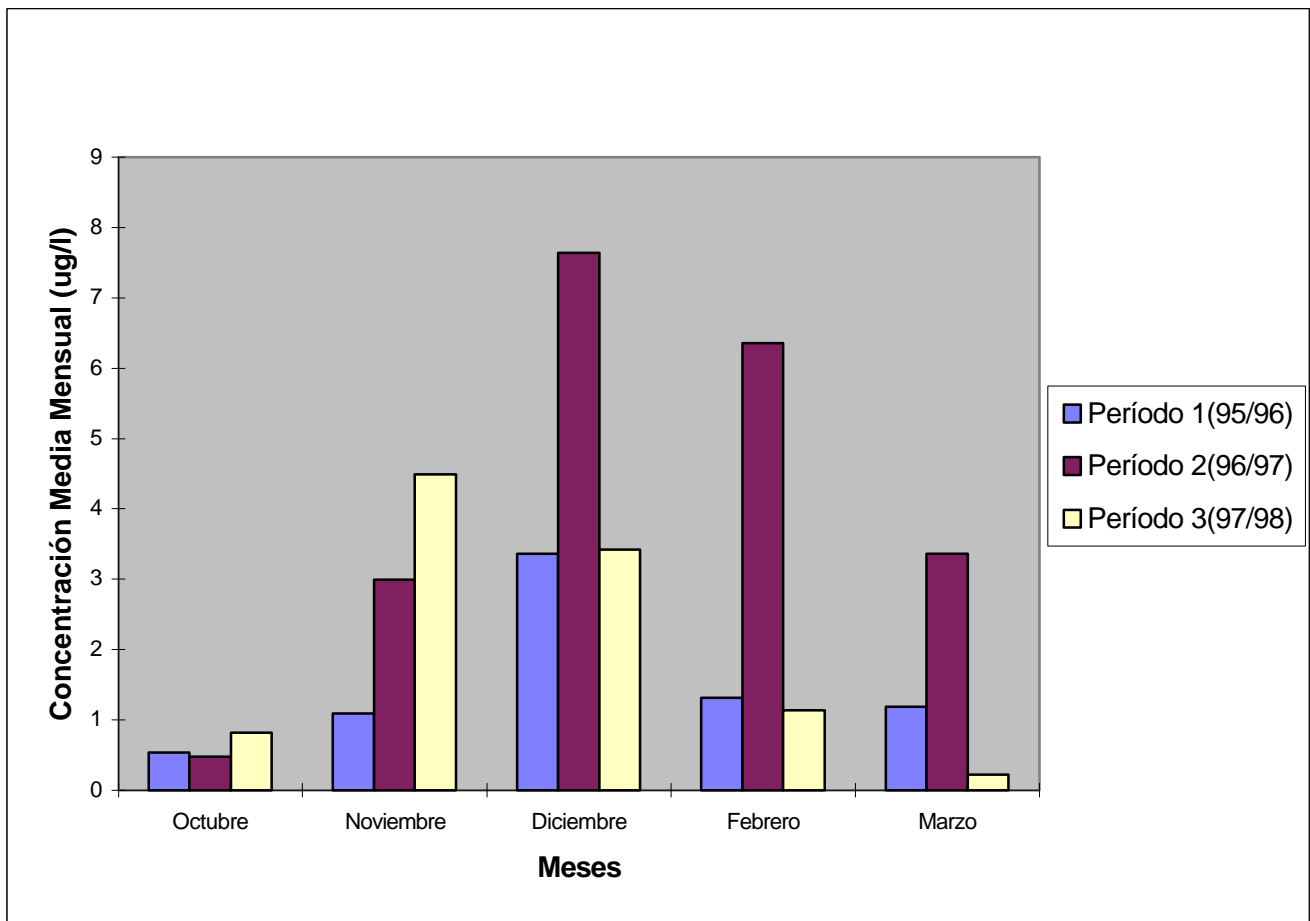
La primera napa de agua se encuentra aproximadamente entre 0.5 y 1.0 m de profundidad. Esta distancia a la superficie permite considerarla como agua subterr3nea joven, la cu3l se3ala mas r3pidamente los cambios producidos por la aplicaci3n de compuestos qu3micos en la superficie.

La evaluaci3n global de los datos correspondientes a los tres per3odos de muestreo, conduce a considerar con mas 3nfasis el comportamiento de los plaguicidas organofosforados y dentro de ellos el Metil Azinfos, teniendo en cuenta no solo su mayor

frecuencia de aparición sino también el correspondiente rango de concentraciones. Este plaguicida es el compuesto de mayor tasa de aplicación en el tratamiento de *cidia pomonella* una de las plagas mas críticas para la fruticultura regional.

En la figura 1 se muestra el comportamiento estacional del M. Azinfos para los tres períodos. Las mayores concentraciones medias que se observan para el período 2 obedecen a las características hidrológicas del período 96/97 que se caracterizó como año seco.

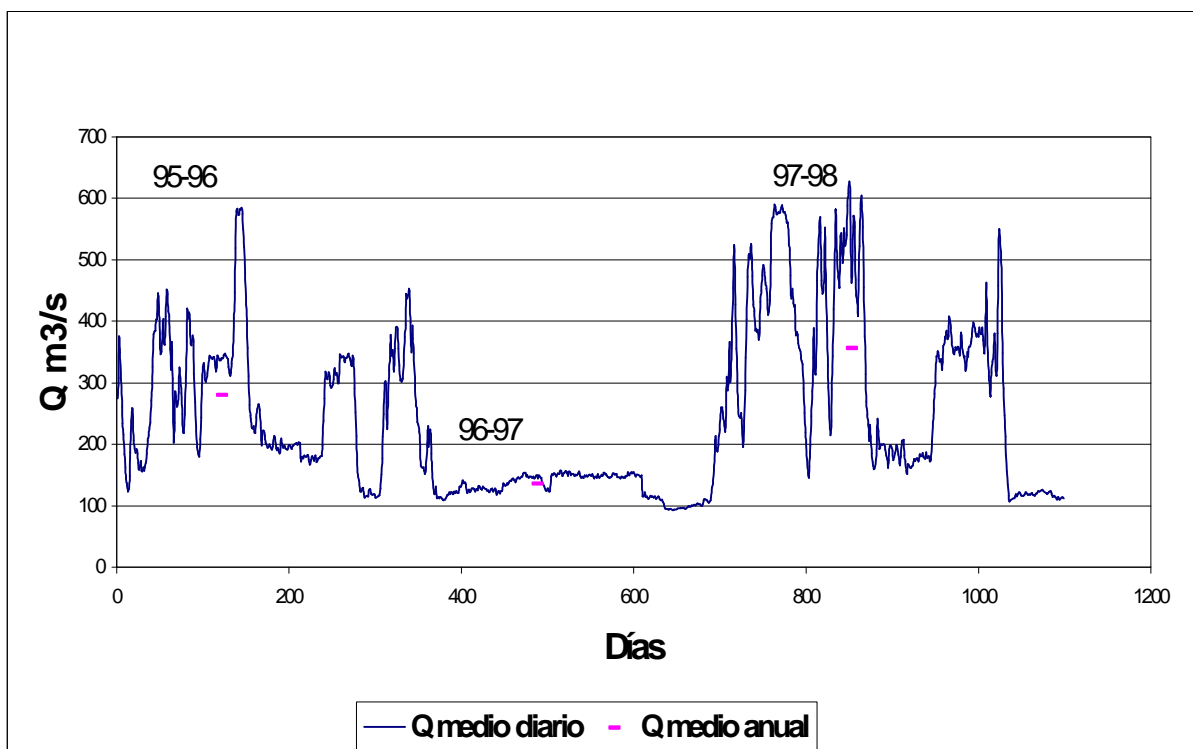
**Figura 1:** Valores medios de Metil azinfos en aguas subterráneas de la Colonia Centenario, Provincia de Neuquen (Argentina)



En la figura 2 se ilustran las variaciones de los niveles de caudal del Río Neuquen (paralelo a la zona en estudio) en concordancia con años hidrológicos húmedos (95/96 y 97/98) y seco (96/97), lo que señala la alta influencia que el nivel de la tabla de agua tiene sobre la concentración de plaguicidas encontrada. En los períodos mas húmedos aparece un efecto de dilución que se atenúa en los períodos secos.

Como era previsible el análisis de correlación de Pearson realizado sobre la altura del nivel del agua en los freáticos y la concentración de metil azinfos dio significativa. La altura de la napa presenta dos aspectos opuestos a analizar; por una parte el aumento de la altura de la tabla de agua en el freático puede indicar un aporte mayor del riego, lo que conlleva un transporte mayor del plaguicida cuyo  $K_{ow}$  es de 3.11 y tendería a aumentar su concentración en la napa (Hill et al 1996). Por otra parte el aumento de la tabla de agua puede estar influenciada por el aporte del río mediante una recarga de la napa lo cuál operaría como un efecto de dilución, ya que no se consigna presencia importante de plaguicidas en aguas superficiales de la región (Natale et all 1989, Caballero de Castro et al 1997).

**Figura 2:** Caudales del Río Neuquen en los períodos 1995-1998

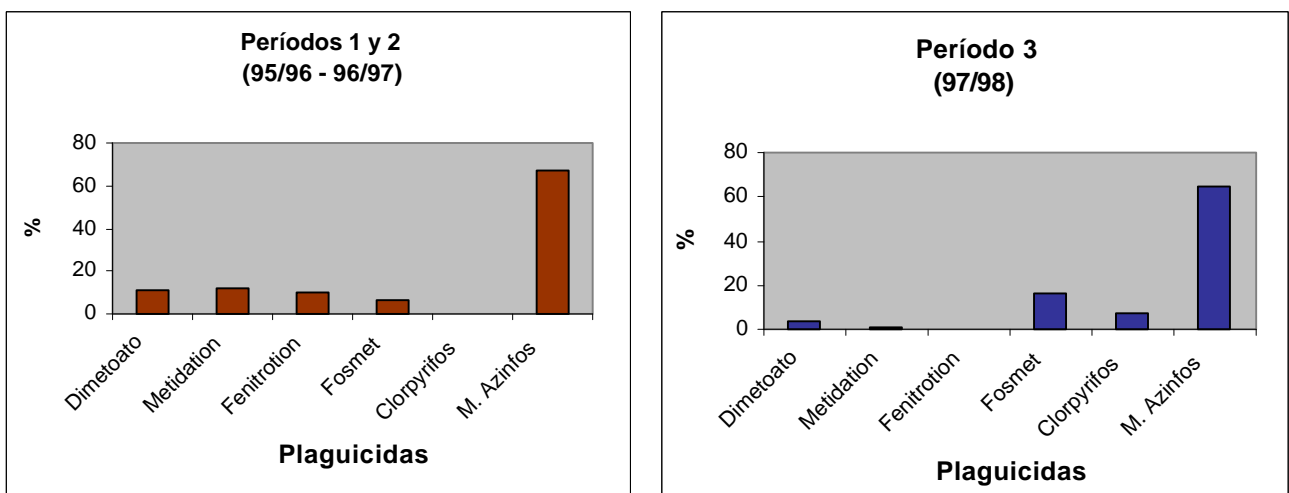


El nivel de detección de metil azinfos dependió también del tiempo transcurrido entre la aplicación y la toma de muestra, cuanto menor el tiempo transcurrido desde la última aplicación mayor la detección, dando para este caso una correlación altamente significativa. No obstante y dado que la disipación de metil azinfos en suelos de la región presenta dos fases diferentes, una con una rápida caída ( $DT_{50}=13$  días) y luego una segunda fase con una lenta disminución ( $DT_{50}=117$  días) (Kirs 1999) se prevee la

posible detección del plaguicida en momentos alejados de la aplicación debido a la lenta liberación del mismo de su adsorción al suelo y su alto potencial de percolación.

Se pudo observar una variabilidad temporal en la detección de plaguicidas (Figura 1) consistente con el patrón de uso de los mismos, lo cuál confirma que las aguas subterráneas poco profundas reflejan rápidamente los cambios en la aplicación de agroquímicos (Kolpin et al 1997). Resulta interesante destacar que hacia el 3º período comienza a observarse una variación en la preferencia de los agricultores por los insecticidas a aplicar, detectándose con mayor asiduidad el Fosmet (Figura 3). No obstante, las concentraciones encontradas de este insecticida son mucho menores que las de metil azinfos (Tabla 2).

**Figura 3:** Frecuencia de detección de plaguicidas en concentraciones superiores a 0.1 ppm



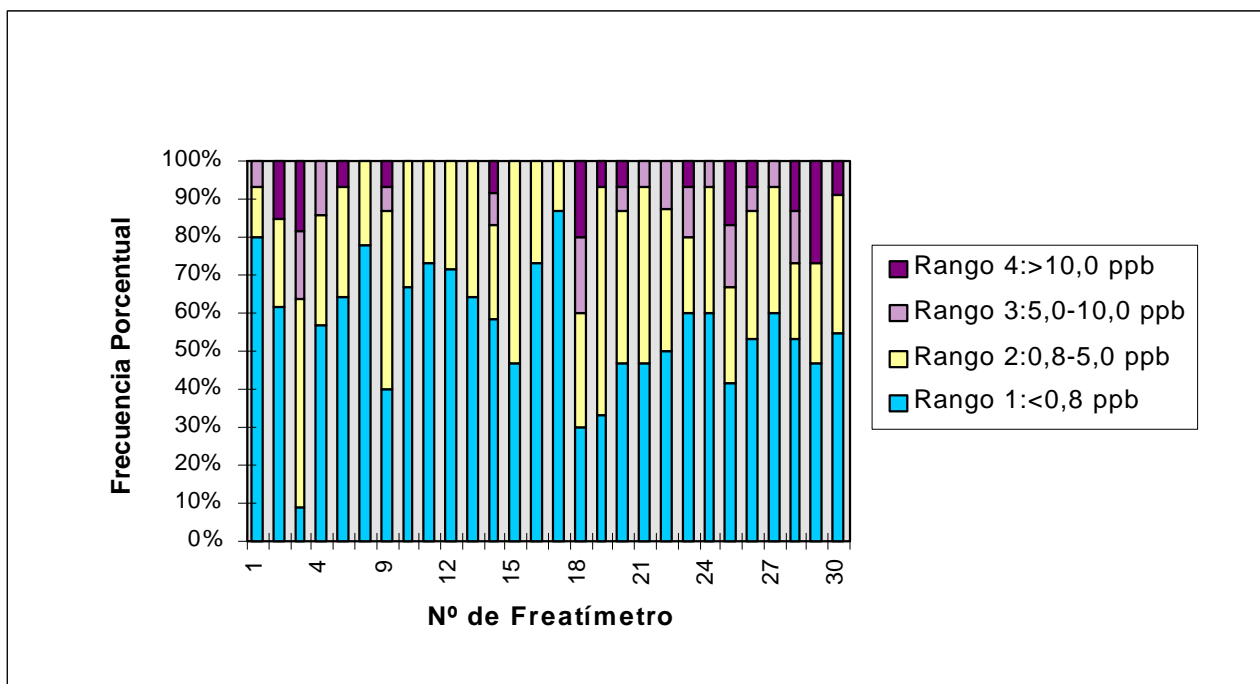
Por otra parte, la estacionalidad de la detección es diferente, ya que las concentraciones máximas detectadas para metil azinfos se distribuyen en los meses de Noviembre-Diciembre, mientras que los de Fosmet aparecen desplazados hacia el mes de Febrero (Tabla 2).

**Tabla 2:** Concentraciones medias (ppb) de Fosmet y Metil azinfos en distintos períodos del año

PERIODO	Plaguicida	Octubre	Noviembre	Diciembre	Febrero	Marzo
96/97	<b>Fosmet</b>	<b>0.103</b>	<b>0.103</b>	<b>0.566</b>	<b>3.17</b>	<b>0.587</b>
	<b>Metil azinfos</b>	<b>0.476</b>	<b>2.99</b>	<b>7.64</b>	<b>6.36</b>	<b>3.37</b>
97/98	<b>Fosmet</b>	<b>0.103</b>	<b>0.103</b>	<b>0.162</b>	<b>0.900</b>	<b>0.206</b>
	<b>Metil azinfos</b>	<b>0.813</b>	<b>4.49</b>	<b>3.42</b>	<b>1.14</b>	<b>0.223</b>

Con el fin de visualizar el grado de contaminación individual de los 30 freáticos, se llevó a cabo una clasificación por rangos de las concentraciones de Metil azinfos halladas y la frecuencia de su detección (Figura 4), lo cuál permitió identificar las zonas de mayor o menor vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas.

**Figura 4:** Frecuencia porcentual de rangos de concentraciones de Metil azinfos





Los suelos de esta región presentan una alta variabilidad en cuanto a su contenido de arena y arcilla lo cual podría influir en la velocidad de percolación así como la presencia de grietas y zonas de raíces que podría constituir verdaderos canales de flujo hacia las napas.

Las diferencias en movilidad y persistencia de los plaguicidas contribuyen a la frecuencia de aparición de los mismos en aguas subterráneas. La presencia de agua en los suelos afecta el transporte hacia las napas y la lluvia y el riego incrementan el grado de lixiviación. Estos factores al igual que la toxicidad de los compuestos deben ser considerados para definir su impacto potencial (Shukla et al 1996) sobre el ecosistema y la determinación para su inclusión en los programas de monitoreo.

La vulnerabilidad de las poblaciones de organismos a los efectos tóxicos de xenobióticos depende del nivel y la duración de la exposición, la sensibilidad de los mismos y la capacidad de las poblaciones para recuperarse. Aunque la concentración de plaguicidas en aguas subterráneas es relativamente baja, la falta de componentes adsorbentes significa que una fracción mayoritaria de las misma esta biodisponible para ejercer su acción tóxica. Mas aún, como la degradación en estos sistemas procede a baja velocidad y los productos resultantes también pueden ser tóxicos, la exposición puede ser considerada dilatada en el tiempo. Por tal motivo, si bien no es bien conocida la sensibilidad de organismos en ambientes oligotróficos, se presume que como consecuencia de su velocidad de recuperación y posibilidades de dispersión limitadas serían altamente vulnerables (Wauchope 1978)

## REFERENCIAS

1. Caballero de Castro A., Venturino A., Kirs V., Loewy M., Carvajal G., Pechen de D'Angelo A.M. (1997) en Environmental behaviour of crop protection chemicals. IAEA Series. Proc. Symposium, Viena, Austria 1-5 July 1996, 479-488
2. Hill B.D., Miller J.J., Chang C., Rodvang S.J. (1996) J. Environ Sci Health B3: 883-900 Kirs V. (1999) Universidad Nacional del Comahue, Mg. Sc. Tesis
3. Kolpin D.W., Sneek-Fahrer D., Hallberg G., Libra R. (1997) J. Environ. Qual. 26: 1007-1017.
4. Loewy M., Kirs V., Carvajal G., Venturino A., Pechen de D'Angelo A.M. (1999) The Sci Total Environm. 225: 211-218
5. Loewy M., Carvajal G., Novelli M., labollita H., Ramos J., Neme G., Saenz C. Pechen de D'Angelo A.M. (1999) Ing. Sanit . Amb. 43: 66-69

6. Loch J.P.G., van Dijk-Looyard A., Zoetman B.C. (1989) en Wheeler D., Richardson ML, 7. Bridges ed. Watershed 89. J. Proc IAWPCR conf. Guilford, Inglaterra1: 39-54
8. Moye H.A., Miles C.L. (1988) Rev. Environ. Contam. Toxicol. 105: 99-146
9. Natale O., Gomez C.E., Pechen de D'Angelo A.M., Soria C. (1988) en R. Abbou ed. Waste: Detection, control, treatment. Amsterdam, Holanda pp 879-907
10. Planas C., Caixach J., Santos F., Rivera J. (1996) Chemosphere 34: 2393-2406
11. Ritter W.Y. (1990) J. Environ. Sci. Health B25: 1-29
12. Shukla S., Mostaghimi S., Bruggeman A.C. (1996) Am Soc. Agr. Engineers 30: 1379-1390
13. Wauchope R.D. (1978) J. Environ. Qual. 459-472