

EVALUACIÓN DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN AGUAS DEL RIO NEGRO EN SITIOS ESTRATÉGICOS PARA LA CAPTACION DE AGUA POTABLE

Por *María Inés Gil, Gabriela A. Aschkar, M. Cristina Pozzo Ardizzi, Graciela Pellejero, Mariza Abrameto*

Departamento Provincial de Aguas de Río Negro; CURZA - UNCo

RESUMEN

Durante los años 2002-2004, en la época de producción frutícola, en las aguas superficiales de la Cuenca del río Negro, en jurisdicción provincial, se realizaron seis muestreos con el objetivo de evaluar la presencia de plaguicidas en cercanías de las tomas de agua potable de distintas localidades que utilizan esta fuente como abastecimiento de agua para ser potabilizada. Se analizaron pesticidas organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides, por cromatografía gaseosa (CG). Fueron detectados algunos plaguicidas de uso agrícola en concentraciones que no implica un riesgo para la salud, ni para el desarrollo de la vida acuática, siendo aptas para abastecimiento de las plantas potabilizadoras.

Palabras clave: plaguicidas, agua superficial, plantas potabilizadoras.

ABSTRACT

During the years 2002-2004, in the time of fruit production, six samplings were made in superficial waters of the Negro river basin, in provincial jurisdiction, to evaluate the presence of pesticides in neighborhoods of potable water takings of different localities that use this source like water supply to be made drinkable. Organochlorines, organophosphorous, carbamates and pyrethroids pesticides were analyzed by gas chromatography (GC). Some pesticides of agricultural use were detected in concentrations that does not imply risk for health, nor for the development of aquatic life, being suitable for supplying of water-treatment plants.

Key words: pesticides, superficial water, water-treatment plants.

INTRODUCCIÓN

Un problema prioritario de nuestro tiempo, después de la disponibilidad del agua potable, es el del acceso a los alimentos. En muchos países esta presión ha originado la expansión del riego y una utilización cada vez mayor de fertilizantes y plaguicidas con el fin de lograr y mantener rendimientos superiores (Ongley, E.D., 1997). Desde la Segunda Guerra Mundial ha habido un rápido incremento en el uso de compuestos orgánicos sintéticos para el control de malezas, insectos y diferentes plagas, y esto ha contribuido significativamente al aumento de la producción global de alimentos. La agricultura es el principal usuario de recursos de agua dulce, no obstante, es al mismo tiempo causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos (Ongley, E.D., 1997).

Si bien el uso apropiado de los agroquímicos minimiza su impacto, sus residuos pueden movilizarse hacia el aire, el agua y el suelo, llegando a zonas muy alejadas del área de aplicación, arrastrados por la acción del viento, por cursos de aguas continentales y marinas, y a través de las cadenas biológicas. Los pesticidas que se aplican directamente al suelo podrían llegar al agua superficial por escorrentía o por percolación (Kookana, R.S. et al., 1998).

El movimiento de los pesticidas en el ambiente es muy complejo y ocurre una continua transferencia entre sus diferentes compartimentos.

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).

Tabla 1: Uso anual de productos fitosanitarios

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

ÁREA DE ESTUDIO

La principal actividad de los Valles a lo largo del río Negro es 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 comprende 67.917 ha en el Alto Valle del río Negro, 24.109 ha en el Valle Medio y 18.000 ha. en el Valle Inferior, lo que representa un total aproximado de 110.000 ha. En la época de producción, las prácticas agrícolas incluyen la aplicación en mayor o menor medida de compuestos químicos tales como fertilizantes y plaguicidas (insecticidas, acaricidas, fungicidas y herbicidas) que se incorporan al medio ambiente, produciendo, según su naturaleza química, un impacto sobre el mismo.

Todos los sistemas de riego, incluido el Sistema de Riego del Alto Valle que tiene captación sobre el río Neuquén, poseen una red de colectores de drenaje que vuelcan el excedente del agua utilizada al río Negro. Si bien su principal uso es el drenaje agrícola, en algunos casos también son utilizados como importantes desagües pluviales, industriales y como receptor de efluentes cloacales tratados o no.

El Departamento Provincial de Aguas de la Provincia de Río Negro es el Organismo encargado del control de calidad y la protección de los recursos hídricos provinciales (Ley N° 2952 Código de Aguas). Sobre la cuenca del río Negro se hallan las zonas productivas frutihortícolas más importantes conjuntamente con las ciudades de mayor densidad de población, las que, en la mayoría de los casos, se abastecen de este cuerpo hídrico como fuente de agua de consumo. El citado Organismo, firmó un convenio con el Centro Universitario Regional Zona Atlántica (CURZA - UNCo), por el cual a través del Laboratorio de Análisis de Calidad Ambiental Regional (LACAR), implementó un plan de monitoreo.

El objetivo de dicho plan fue evaluar la presencia de plaguicidas en las aguas superficiales de la Cuenca del Río Negro, en jurisdicción provincial, en cercanías de las tomas de agua potable de distintas localidades que utilizan esta fuente como abastecimiento de agua para ser potabilizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la red de monitoreo se realizó de acuerdo con el objetivo del trabajo, fijándose las estaciones de muestreo (Tabla 2), a lo largo del río Negro y en la confluencia de los ríos Neuquén y Negro (Figura 1), en cercanías de las tomas de agua que poseen las principales ciudades rionegrinas, para su posterior potabilización.

Tabla 2. Estaciones de muestreo

CUENCA	LOCALIDAD	PROVINCIA
Río Neuquén	Cipolletti	Neuquén/Río Negro
Río Negro	Allen	Río Negro
Río Negro	Chichinales	Río Negro
Río Negro	Lamarque	Río Negro
Río Negro	Guardia Mitre	Río Negro
Río Negro	Viedma/Patagones	Río Negro/Buenos Aires

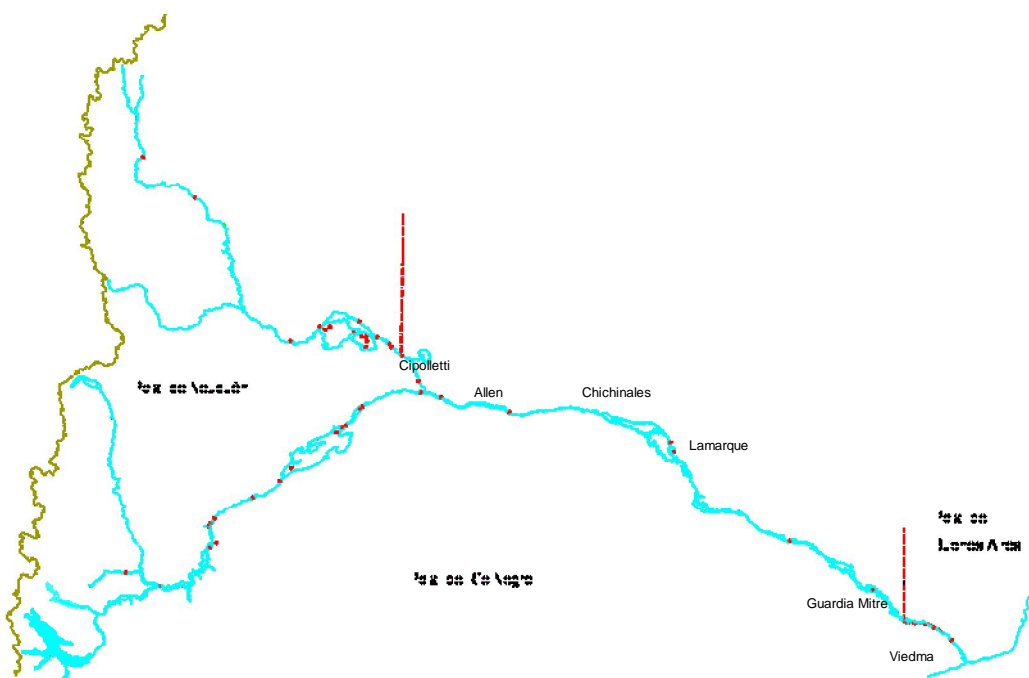


Fig. 1. Mapa de las provincias de Río Negro y Neuquén indicando la localización de las estaciones de muestreo.

Durante la campaña agrícola 2002 -2004, se realizaron seis muestreos en las siguientes fechas: noviembre de 2002, febrero, mayo y noviembre de 2003, marzo y mayo de 2004. En cada estación se tomó un volumen de tres litros de agua sin separar los sólidos suspendidos en frascos color caramelo, debidamente acondicionados para tal fin (U.S.EPA, 2000).

Las muestras fueron conservadas con hielo a 4°C. La extracción se realizó dentro de las 72 hs de tomada la muestra. Para la determinación, tanto de los compuestos organoclorados como organofosforados, se utilizó un método de extracción líquido-líquido que se llevó a cabo sobre 2 L de muestra, con 3 porciones: dos de 75 mL y una de 50 mL de cloruro de metileno (U.S.EPA, 1984).

La cuantificación se realizó utilizando un Cromatógrafo Gaseoso (Perkin Elmer Autosystem XL), con detector de captura de electrones ⁶³Ni para los organoclorados y un detector de nitrógeno fósforo (NPD) para los organofosforados. Los plaguicidas investigados, organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, triazinas, como así también sus respectivos límites de detección y cuantificación se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Listado de plaguicidas analizados

ORGANOCLORADOS	LIMITE de DETECCIÓN (µg/l)	LIMITE de CUANTIFICACION (µg/l)
Aldrin	0.0009	0.003
Dieldrin	0.0003	0.001
DDT+ metabolitos	0.001	
o,p'-DDT		0.0002
p,p'-DDT		0.0002
o,p'-DDD		0.001
p,p'-DDD		0.003
o,p'-DDE		0.0005
p,p'-DDE		0.0003
Endrin	0.002	0.0007
Endosulfan:		
α-Endosulfán	0.003	0.009
β-Endosulfán	0.0003	0.001
Heptacloro	0.0009	0.003
Hept. Epóxido	0.002	0.006
HCH isómeros:		
α-HCH	0.0003	0.001
β-HCH	0.0003	0.001
ORGANOFOSFORADOS		
Clorpirifos	0.006	0.011
Dimetoato	0.070	0.080
Disulfoton		0.05
Etilparation	0.100	0.208
Fosmet	0.090	0.126
Metidation	0.050	0.087
Metamidafos		0.05
Metil azinfos	0.100	0.168
Metildemeton		0.2
Metilparation	0.070	0.138
Monocrotofos		0.2
CARBAMATOS		
Carbaryl	0.200	0.426
Carbofuran	0.300	0.600
Pirimicarb	0.040	0.064
PIRETROIDES		
Deltametrina	0.0004	0.0834
Permetrina	20	0.509
Cypermctrina	(-)	0.158
Lambdacihalotrina	(-)	0.005
TRIAZINAS		
Atrazina	1.8	0.1
VARIOS	(-)	
Captan	1.3	0.012
Chlorotalonil	0.18	0.003

Los resultados fueron comparados con los valores guías de calidad de agua sugeridos tanto por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, como la Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) para la protección de la vida acuática (Tabla 4) y los valores establecidos como niveles guías como fuente de agua destinado a consumo humano con tratamiento convencional (Tabla 5).

Tabla 4. Valores guías de calidad para la protección de la vida acuática en agua dulce.

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	
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 (γ-HCH)	≤ 0.02	0.01
Metil azinfos	≤ 0.02	
Permetrina	≤ 0.01	
Aldrin + Dieldrin		0.004
DDT total		0.001
Endrin		0.0023
Heptacloro	≤ 0.02	0.01
Heptacloro-epoxido	≤ 0.02	0.01

Fuente: CCME, 2002; Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2005.

Tabla 5. Valores guías de calidad como fuente de agua para consumo humano con tratamiento convencional.

Plaguicida	Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación
Atrazina	≤ 1.5 µg/L
Captan	No fija
Carbaril	≤ 0.03 mg/L
Carbendazin	No fija
Carbofuran	≤ 5 µg/L
Clordano	≤ 0.86 µg/L
Clorpirifos	No fija
Deltametrina	No fija
Dimetoato	No fija
Endosulfan	No fija
Glifosato	≤ 0.3 mg/L
Lindano (γ-HCH)	≤ 0.9 µg/L
Metil azinfos	No fija
Permetrina	No fija
Aldrin + Dieldrin	No fija
DDT total	No fija
Endrin	No fija
Heptacloro	No fija
Heptacloro-epoxido	No fija

Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2005.

Estos niveles guía nacionales e internacionales de calidad de agua del ambiente tienen como objetivo establecer pautas referenciales de calidad asociadas a salvaguardar los componentes bióticos involucrados en los siguientes destinos asignados al agua del ambiente:

- Fuente de provisión de agua para consumo humano
- Protección de la biota acuática
- Irrigación de cultivos
- Bebida de ganado
- Recreación humana

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos en las distintas fechas y estaciones de muestreo. Solo figuran los compuestos que se detectaron.

Tabla 6. Resultados obtenidos

Fecha	Plaguicida	Cipolletti (µg/l)	Allen (µg/l)	Lamarque (µg/l)	Guardia Mitre (µg/l)	Viedma (µg/l)
20/11/02	op-DDE	Trazas				
	β endosulfán	Trazas				
	Deltametrina	Trazas				
	Carbofuran				Trazas	Trazas
	Captan	0.05			Trazas	0.03
	Cipermetrina					Trazas
25/02/03	op-DDE	Trazas				
	pp-DDT					Trazas
	pp-DDE					Trazas
	Clorpirifos	Trazas				
	β -HCH			Trazas	Trazas	Trazas
	Clorotalonil			Trazas		
08/05/03	Heptacloro	Trazas		Trazas	Trazas	
	Aldrin		Trazas			
	pp-DDT		Trazas			
	op-DDD		Trazas	Trazas	Trazas	
	pp-DDE			Trazas	Trazas	Trazas
	β -HCH				Trazas	
	op-DDE				Trazas	
12/11/03	α-endosulfán		Trazas			
	Heptacloro		Trazas			
	Lindano (γ-HCH)		Trazas			
	Captan		Trazas			
	Carbofuran			0.58		
	Lamdacihalotrina			0.134		
18/03/04	α-endosulfan		Trazas			
	Lindano (γ-HCH)		Trazas			0.05
	Captan		Trazas			
	β -endosulfan		Trazas			Trazas
	Heptacloro epoxido					Trazas
	Clorpirifos					Trazas
	Metil paration					0.139

En algunas estaciones de muestreo se detectaron niveles trazas (concentración que si bien se puede detectar, no se puede cuantificar con un nivel de confianza aceptable, Tabla 6) de algunos de los compuestos que en la mayoría de los casos no superaron los valores guías de calidad de agua recomendados para la protección de la vida acuática y como fuente de agua para potabilizar (Tablas 4 y 5).

El metil paration es un insecticida organofosforado cuya detección en el medio ambiente es poco frecuente, ya que se degrada rápidamente a otros productos químicos al interactuar con el

agua, las bacterias y la luz solar. En el país está prohibida su utilización desde 1993 por Resolución 606/93 de la Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Nación, por lo que su ocasional detección (0.134 $\mu\text{g/L}$) pudo haber estado relacionada con alguna aplicación clandestina, realizada en la zona del Valle Inferior en el mes de marzo de 2004. El lindano (gama-HCH), insecticida organoclorado que fue usado en el mundo para el control de gran variedad de insectos, también tiene prohibido su uso a partir del año 1998, a pesar de lo cual se detectaron trazas en la zona del Alto Valle y hubo una detección de 0.05 $\mu\text{g/L}$ en la zona de Viedma.

La persistencia en el ambiente de los plaguicidas organoclorados, debido a su uso en el pasado, determina que sean detectados en la actualidad en forma no sistemática en la cuenca del río Negro, pero en muy bajas concentraciones (Natale, O. et al, 1995).

Durante el período de muestreo, en ciertas oportunidades, en el Alto Valle y Valle Inferior fue detectado el captan, fungicida de contacto que se utiliza en el monte frutal principalmente sobre el manzano. Este compuesto químico no es soluble en agua y tiene una baja persistencia en el suelo con una vida media en dicho compartimento de 1 a 10 días. En el agua se degrada rápidamente con una vida media de 23 a 54 horas. Su detección pudo ser debido a una aplicación muy cercana a la fecha de muestreo, y que por distintos medios, ya sea a través del aire o por escorrentía superficial llegó a las aguas del río Negro. Tampoco se descarta, que por una práctica, frecuente entre algunos productores, de lavar sus equipos de fumigación en canales de riego o drenaje, haya llegado al río en pequeñas concentraciones.

El piretroide lamdacialotrina, detectado en una oportunidad en una concentración de 0.134 $\mu\text{g/L}$ en el brazo sur del río Negro en la zona de Lamarque, es un insecticida moderadamente tóxico, que no se acumula en el suelo, ni en la cadena trófica (CASAFE, 1995). Probablemente haya llegado a las aguas superficiales del río después de una fumigación realizada para el control de insectos (mosquitos, jejenes), y debido al bajo caudal que presentaba el río en la fecha muestreada (noviembre de 2003), no fue suficiente para la dilución de este compuesto (Figura 2).

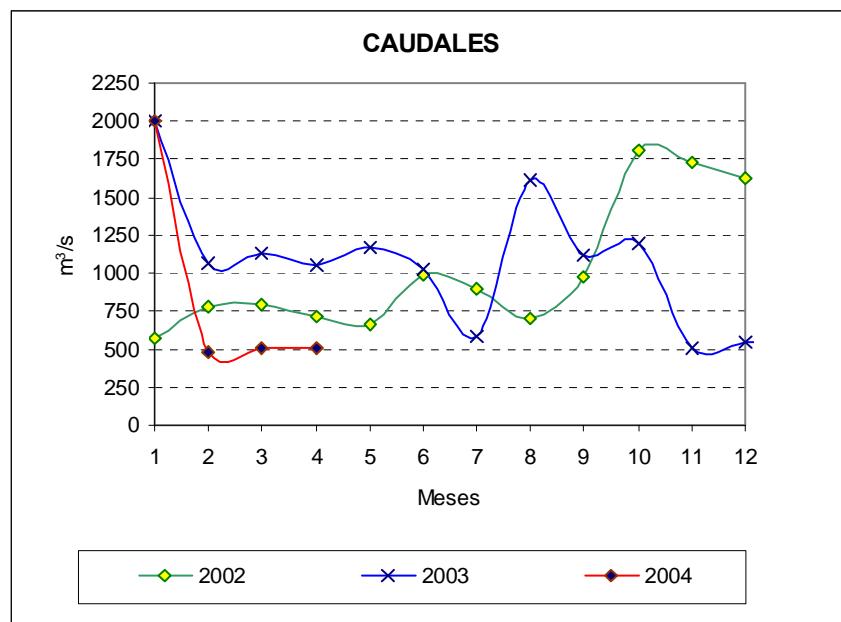


Fig.2. Caudales medios mensuales del río Negro en el período de muestreo. (Datos tomados del Ministerio de Planificación Federal, 2004)

La creación de las represas en la alta cuenca produjo una atenuación significativa de los picos del hidrograma natural el cual mantenía la doble onda de avenidas y una de estiaje, no recibiendo aportes a lo largo de su recorrido. Al finalizar el 2003, a pesar de haber mantenido un caudal relativamente estable en el primer semestre, los requerimientos energéticos y las actividades relacionadas con el riego, determinaron que su caudal descendiera notablemente,

ocasionando que los xenobióticos que pudieran haberse encontrado disueltos en sus aguas se concentren.

Los resultados observados en el período monitoreado son similares a los datos obtenidos en años anteriores (Departamento Provincial de Aguas, 1999).

CONCLUSIÓN

En el presente relevamiento se comprobó que en las fuentes de agua muestreadas los plaguicidas de uso agrícola fueron detectados en forma esporádica en concentraciones que no implica un riesgo para la salud ni para el desarrollo de la vida acuática, siendo aptas para el abastecimiento de las plantas potabilizadoras, para su utilización en la agricultura, como bebida de ganado y para la preservación de la vida acuática en general.

Recibido: 15/04/05

Evaluado: 30/09/05

BIBLIOGRAFÍA

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), 2002. *Canadian Environmental Quality Guidelines - Environment Canada - Hull, Quebec - 8 chapters.*

CASAFE, 1999. *Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina.* Editor: Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes - Novena Edición -1600 pp.- Buenos Aires.

Departamento Provincial de Aguas (DPA), 1999. *Monitoreo de Plaguicidas en Agua sobre los ríos Negro y Neuquén - Informe Técnico.* pp. 23.

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.

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Secretaría de Obras Públicas, Subsecretaría de Recursos Hídricos, 2004. *Estadística Hidrológica de la República Argentina - Tomo II.* EVARSA S.A. pp.509.

Montoya, J.C.; Babinec, F.J.; Rodríguez, N.M.; Perez Fernández, J.; Bono, A.A. 1999. *Uso de Agroquímicos en la Provincia de La Pampa - Boletín de Divulgación Técnica N° 66 - EEA Anguil "Ing.Agr. Guillermo Covas" - INTA,* pp. 13.

Natale, O; Gómez, C.; Vermeulen, J.; Casamiquela,C. ; Pechén de D'Angelo, A ; Loewy, M. ; Alcalde, R.; Verniere, B.; Schultz, F. y 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,* pp. 121.

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

Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2005. *Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente.* República Argentina. www.hidricos.obraspublicas.gov.ar - Dato tomado el 09/03/06.

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.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2000. *Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods - Chapter Four - Organic Analytes - 4.1. Sampling Considerations -* www.epa.gov/SW-846/pdfs/chapter4.pdf - Dato tomado el 10/10/05.