

Contaminación y eutrofización del agua

Impactos del modelo de agricultura industrial



RAP- AL URUGUAY

Contaminación y eutrofización del agua

Impactos del modelo de agricultura industrial



RAP-AL URUGUAY

Autor: RAPAL Uruguay

Fotos: RAPAL Uruguay

Diseño de tapa y diagramación: Flavio Pazos

Fecha de publicación: abril 2010

Edición: de RAPAL Uruguay

ISBN: 978-9974-8029-7-1

*El Agua es un recurso finito y vulnerable,
esencial para sostener la vida.
Es un bien social y un patrimonio de todos.*

Acerca de RAP-AL Uruguay

RAPAL-Uruguay forma parte de PAN International (Pesticide Action Network). Trabaja en el país desde 1995 promoviendo la agricultura orgánica, en oposición al uso de agrotóxicos, al avance de los cultivos transgénicos, y al modelo de producción basado en el monocultivo a gran escala en el cual estos se enmarcan.

RAP-AL Uruguay

<http://www.rapaluruaguay.org/> - coord@rapaluruaguay.org

Tel: 598 (2) 401 28 34 Fax: 598 (2) 401 28 34

Ana Monterroso de Lavalleja 2112 / ap. 802 – CP 11200 – Montevideo

Índice

Introducción	Pág. 4
El paquete de agroquímicos: fertilizantes y plaguicidas	Pág. 6
Impacto de los plaguicidas en el medio ambiente y la población	Pág. 10
El caso del arroz	Pág. 12
El fenómeno de la eutrofización	Pág. 14
Causas de la eutrofización cultural	Pág. 15
Efectos del proceso de eutrofización	Pág. 16
Eutrofización en los cuerpos de agua de Uruguay	Pág. 17
Un caso particular: la Laguna Del Sauce	Pág. 20
Causas de la Eutrofización de la Laguna del Sauce y su cuenca	Pág. 21
Estado actual de la Laguna del Sauce.....	Pág. 23
Conclusiones	Pág. 24
La agricultura orgánica como solución	Pág. 24
Referencias	Pág. 26

Anexos

Anexo 1 - Agroquímicos usados en el cultivo del arroz	Pág. 28
Anexo 2 - Toxicidad de los agrotóxicos usados en el cultivo del arroz	Pág. 30

Parte de esta publicación estuvo basado en un trabajo de consultoría solicitado por RAPAL Uruguay a Giovanni Galietta y Eduardo Egaña.

Introducción

Durante gran parte de su historia, Uruguay se caracterizó por la excelente calidad de sus aguas. Los casos más notorios de degradación de los recursos hídricos estuvieron vinculados al desarrollo urbano y en particular a la contaminación industrial, concentrados especialmente en Montevideo, Canelones y en la ciudad de Paysandú.

Salvo por algunos casos puntuales de erosión, el sector agrícola no fue un actor relevante en cuanto a sus impactos sobre el agua. Sin embargo, todo cambió a partir de la llamada “Revolución Verde” que se desarrolló a partir de la segunda mitad del siglo XX y que implicó grandes cambios en la agricultura en todo el mundo.

En el marco de la misma se procedió al desarrollo de variedades de semillas de alto rendimiento (principalmente de cultivos de cereales como arroz, maíz y trigo), acompañadas de un paquete de agroquímicos (primero fertilizantes y plaguicidas y más adelante herbicidas) y de maquinaria agrícola. Desde entonces, el modelo se ha ido profundizando hasta llegar a la agricultura a gran escala de hoy, basada en extensos monocultivos, uso masivo de insumos químicos, manipulación genética y altos niveles de mecanización, en lo que se ha definido como una “agricultura sin agricultores”.

Este tipo de producción y manejo fue inicialmente considerado muy positivo, pero más tarde se comenzaron a ver sus graves impactos sociales y ambientales entre los que se pueden destacar:

La uniformización en la utilización de las semillas y los grandes monocultivos son sinónimo de reducción de la biodiversidad, lo que implica una disminución de su resistencia a plagas. Como resultado, el uso de plaguicidas, así como de fertilizantes se multiplicó de forma brusca (Crump 1998), generando un impacto negativo sobre el medio ambiente, incluyendo agotamiento y salinización de los suelos, compactación del suelo por uso de maquinaria pesada y contaminación del agua. Además, el uso creciente de fertilizantes dio lugar a una alta concentración de nutrientes en los cursos y espejos de agua, comenzando

a generarse problemas de eutrofización e hipereutrofización de los recursos hídricos.

Socialmente fueron desapareciendo los pequeños productores, cuyas tierras pasaron a ser ocupadas por monocultivos en manos de grandes productores y empresas. Una “Revolución” que excluyó más que incluyó gente, quedando las tierras en poder de unos pocos. Además volvió al productor agrícola más dependiente de los proveedores, ya que las semillas cosechadas (híbridas o transgénicas) no pueden ser usadas para una nueva siembra, además de que deben ser usadas conjuntamente con un paquete importante de plaguicidas y fertilizantes, así como de costosa maquinaria agrícola. Implicó además el desarrollo de cultivos exportables, de forma tal que cada vez se destinaran menos tierras a aquellos cultivos locales y tradicionales, con menor interés de exportación.

La defensa de este tipo de producción, ha estado siempre asociada con el slogan de la “lucha contra el hambre”. Sin embargo, una simple mirada al mundo actual, nos indica qué tan lejos estamos de erradicarla y está claro que es un problema que no se resuelve sólo con tener mayor cantidad de alimentos, sino con generar mecanismos para poder acceder de una forma más solidaria a ellos. Sin duda que no se trata simplemente de un problema tecnológico. Además, hoy no sólo se producen cultivos para alimentar, sino que la búsqueda de alternativas a los combustibles no renovables, han llevado a la producción de alimentos (por ejemplo, maíz) como insumo para la producción de combustibles, lo que ha resultado en un aumento del precio mundial de ciertos alimentos en los últimos años. Enormes áreas de tierras productoras de alimentos hoy se destinan, por ejemplo, a enormes monocultivos de caña de azúcar, soja, palma aceitera y eucaliptos cuyo destino principal no es el de “luchar contra el hambre”, sino el de abastecer a la demanda de combustible y papel en los países industrializados.

Uruguay no ha estado ausente a todos estos cambios, ya que los monocultivos como la soja transgénica y monocultivos de eucaliptos y pinos hoy ocupan amplias áreas antes destinadas a la producción de alimentos. También aquí, la “Revolución Verde” sirvió para expulsar a los pequeños y medianos productores rurales, proceso que se continúa al día de hoy.

Desde el punto de vista ambiental, uno de los resultados de ese modelo ha sido que en muchos cuerpos de agua dulce del país (incluyendo importantes reservas de agua potable, como la cuenca de la Laguna del Sauce y del río Santa Lucía) se observe un creciente proceso de eutrofización de las aguas y de presencia de residuos de plaguicidas, siendo una de sus causas el incremento de monocultivos y el paquete de fertilizantes y agrotóxicos utilizados. Al mismo tiempo, a escala nacional aumenta la contaminación de los cursos y napas subterráneas de agua por el uso masivo de plaguicidas en monocultivos agrícolas y forestales.

Conocer lo que está pasando en nuestros suelos y cuerpos de agua, se hace imprescindible para avanzar hacia el cuidado de nuestros recursos naturales, promoviendo la agricultura de conservación, la agricultura sostenible.

El paquete de agroquímicos: fertilizantes y plaguicidas

Los fertilizantes químicos son sustancias de origen mineral, producidas ya sea por la industria química, o bien por la explotación de yacimientos naturales (fosfatos, potasa). Existen muchas variedades de fertilizantes que se denominan según sus componentes. El fertilizante simple sólo contiene un nutriente principal. El fertilizante compuesto está formado por dos o más nutrientes principales (nitrógeno, fósforo y potasio) pudiendo contener alguno de los cuatro nutrientes secundarios (calcio, magnesio, sodio y azufre) o a los llamados micronutrientes (boro, cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc), también esenciales para el crecimiento de las plantas, aunque en pequeñas cantidades si se compara con los nutrientes principales y secundarios. El nombre de los fertilizantes químicos está normalizado, en referencia a sus tres principales componentes: NPK (nitrógeno, fósforo, potasio). Los fertilizantes simples pueden ser nitrogenados, o fosfatados o potásicos. Estas letras van generalmente seguidas de cifras, representando las proporciones respectivas de los elementos.

Los fertilizantes NPK aportan tres de los macronutrientes necesarios para el desarrollo de los vegetales. El nitrógeno (N) es esencial para el crecimiento de las plantas, aumenta el contenido en proteínas, participa

en la fotosíntesis y forma parte de todas las células. El fósforo (P) interviene en la fotosíntesis, en el almacenamiento y transferencia de energía, en la división celular, promueve la formación y el crecimiento de las raíces. El potasio (K) contribuye a evitar organismos invasores.¹

En materia de fertilizantes químicos, Uruguay es totalmente dependiente de la importación. El país carece de yacimientos minerales de fósforo y potasio y no cuenta con fábricas de fertilizantes nitrogenados, por lo que el abastecimiento interno depende de la importación. Una fábrica nacional produce superfosfato simple a partir de materias primas importadas.

Para tener idea de cantidades, vale decir que entre 2000 y 2007 Uruguay más que duplicó la importación de fertilizantes, pasando de casi 300.000 a 646.000 toneladas, según el último informe difundido por la Oficina de Programación y Políticas Agropecuarias (OPYPA). En los datos de Tommasino (2008) se señala que, en valores, la importación de fertilizantes pasó de US\$ 41 millones a US\$ 228 millones, es decir, que se multiplicó 5,5 veces, y el valor promedio se multiplicó unas dos veces y media desde ese entonces.

Si bien en el último año una empresa de capital extranjero comienza a tener participación importante en el mercado de los fosfatados, la importación de fertilizantes está fuertemente concentrada en dos empresas de capital mayoritariamente nacional.

En el mundo, una parte sustancial del mercado de fertilizantes está en manos de seis empresas: Yara (Noruega), con ingresos anuales por US\$ 7.300 millones; Mosaic (EE.UU.) con ingresos por US\$ 5.500 millones; Potash (Canadá) con US\$ 3.800 millones; K + S (Alemania) con ingresos por US\$ 3.500 millones; Agrium (Canadá) con US\$ 3.300 millones de facturación; ICI (Israel) con un ingreso de US\$ 3.000 millones.

Como resultado de la dependencia de la importación, el peso de este insumo en los costos de producción es grande. La participación en los costos del arroz es la más baja con el 15%, ya que el total del costo del cultivo es más alto. En soja es de 31%, siendo más baja que en trigo y

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Abono>

maíz, donde alcanza un significativo 46%, al no incluirse en la oleaginosa la fertilización nitrogenada.

Los plaguicidas usados en este modelo de agricultura son sustancias tóxicas destinadas a controlar a aquellos organismos que puedan afectar a los cultivos. Ellos incluyen fundamentalmente herbicidas, insecticidas y funguicidas

Los plaguicidas forman parte esencial de este tipo de agricultura, dado que las propias características de los mismos (grandes cultivos de una sola especie con muy escasa diversidad genética, desaparición de la biodiversidad local, uso excesivo de agua y nutrientes), hacen que sean muy propensos al ataque de plagas y enfermedades. Al mismo tiempo, este modelo industrial no permite la competencia por parte de la flora local con el cultivo, por lo que apela a grandes dosis de herbicidas como forma de eliminarla.

A lo anterior hay que agregar que los principios activos de la formulación de los plaguicidas están acompañados por diversas sustancias químicas, que en algunos casos, poseen mayor toxicidad que el propio principio activo. Entre dichas sustancias se pueden mencionar, sustancias transportadoras (vehículos), diluyentes y derivados del petróleo.

Hay que tener además en cuenta las consecuencias de estas sustancias, que constituyen de por sí gran parte del producto comercial y sus efectos adversos. Por ejemplo, el tetracloruro de carbono y el cloroformo, potentes agentes tóxicos hepáticos y del sistema nervioso central, pueden emplearse como ingredientes “inertes” sin ser mencionados en las etiquetas.

Otras sustancias que puedan tener efectos adversos y que están también presentes en los plaguicidas son las impurezas, como por ejemplo las dioxinas (TCDD), presentes en algunos herbicidas clorofenoxi, la etilentiourea (ETU), generada como producto de degradación natural de los funguicidas etilen-bis-ditiocarbamatos, y los oxones de moléculas organofosforadas como ser clorpirifos, malatión, etc.

A la corta o a la larga, gran parte de esos plaguicidas terminan en el agua, ya sea en las napas subterráneas o en las cañadas, ríos, arroyos y lagunas. Muchos de ellos permanecen en el ambiente durante largos años y se van

bioacumulando e incluso biomagnificando. El resultado es la contaminación del agua –que es de todos- en cuencas enteras.

La situación en Uruguay en cuanto a la producción y comercialización de plaguicidas, indica un aumento creciente desde el año 2002 en cuanto a las importaciones de plaguicidas, tanto formulados como principio activo, tal como se indica en la figura 1.

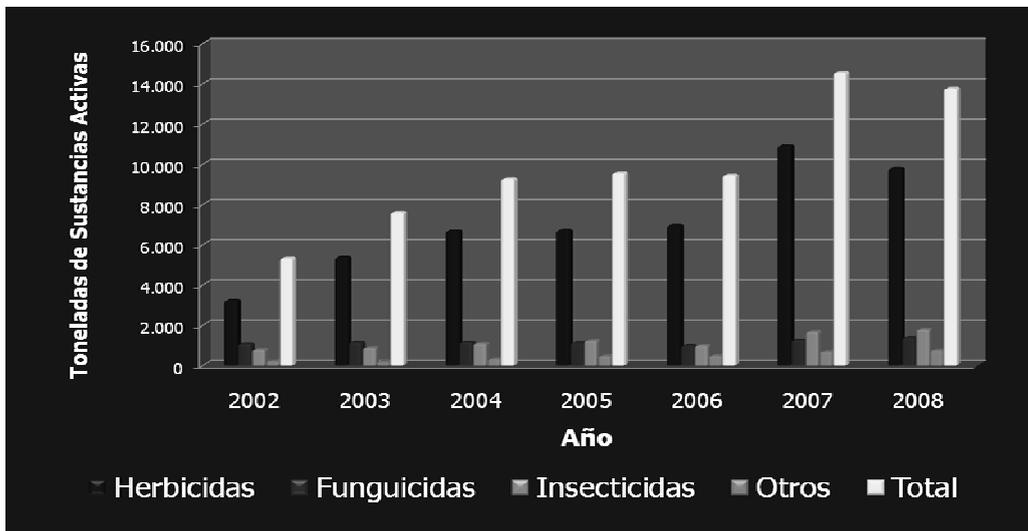


Figura 1. Importación de Plaguicidas en Uruguay en el período 2002-2008
Tomado de: MGAP - DGSA / División Análisis y Diagnóstico, Julio 2009

Si se analiza la importación de plaguicidas en Uruguay correspondiente al año 2008, se puede verificar, de acuerdo a las tablas publicadas por el MGAP, que se alcanzó un total de algo más de U\$S 190 millones, del cual un 77% corresponde a productos formulados listos para su aplicación final y el resto a materias primas para formulación en el Uruguay. Este valor es un 70% superior al del año 2007. Sin embargo, cabe notar que del año 2007 al 2008, se registró una leve baja en las cantidades importadas en kilos de sustancias activas.

Es interesante hacer notar que los herbicidas crecieron 80%, aunque bajaron un 12% en volumen de sustancia activa y los funguicidas crecieron 53%, y bajaron un 3,4% en volumen de sustancia activa.

Estos valores de alguna manera muestran el uso actual de moléculas de desarrollo más reciente y de mayor costo unitario, pero que requieren la aplicación de dosis menores.

Los herbicidas, y dentro de este grupo, el glifosato, siguen siendo los agroquímicos más importantes en nuestro país, tanto en volumen de sustancia activa, como en valor en dólares.

En el grupo de los fungicidas, crece la importancia de las sustancias del grupo de las estrobirulinas y de los triazoles, ya que las mezclas de Azoxistrobina y Triazoles son de uso predominante en los cultivos de soja (Carmona 2009).

Impacto de los plaguicidas en el medio ambiente y la población

Cuando un plaguicida es aplicado a un cultivo, solamente alcanza el organismo “blanco” aproximadamente el 1%, mientras que el 25 % es retenido en el follaje, el 30 % llega al suelo y el 44 % restante es exportado a la atmósfera y a los sistemas acuáticos por escorrentía y lixiviación (Brady 1996). Posteriormente el compuesto puede ser transportado desde el suelo hacia el aire, agua o vegetación, pudiendo entrar en contacto - por inhalación o ingestión - con una amplia gama de organismos, incluyendo los seres humanos. Esto genera importantes efectos tanto ambientales como para la salud humana.

La intoxicación por plaguicidas puede darse por inhalación, consumo de alimentos o de líquidos, o a través de la piel o de las mucosas. Los síntomas de intoxicación aguda oscilan desde la fatiga, mareos, náusea y vómitos, hasta efectos respiratorios y neurológicos que pueden poner en peligro la vida. El contacto crónico e incluso de bajo nivel con los plaguicidas se ha asociado al cáncer, a defectos de nacimiento y daños del sistema nervioso y del endocrino.

Según Burger y col. (1995), en Uruguay se atienden anualmente unas 8000 consultas por intoxicaciones, de las cuales 18 - 20 % corresponden a plaguicidas. Se registran desde daños leves (dolor de cabeza, malestar hepático y gástrico, somnolencia) hasta severas intoxicaciones. A su vez, la primera causa de muerte por tóxicos es por plaguicidas. Accidentes graves y frecuentes son en niños intoxicados por almacenamiento y

manejo descuidado de envases de plaguicidas. En cuanto a la exposición laboral, las etapas del manejo de plaguicidas con mayor riesgo de absorción son el volcado o carga de recipientes, el mezclado y la aplicación. La carga física, el calor, los hábitos higiénicos del operador y el tipo de plaguicida y su formulación son a la vez factores que afectan la absorción de plaguicidas. Los trabajadores que mezclan, cargan y aplican plaguicidas tienen mayor riesgo de intoxicación, porque manejan fórmulas concentradas.

El uso de plaguicidas puede además provocar otra serie de problemas, tales como la eliminación de enemigos naturales de plagas y enfermedades, surgimiento de nuevas especies como plagas y eliminación de fauna útil, entre otros. Algunas poblaciones de organismos controladas naturalmente, al ser eliminados sus parásitos o depredadores por los plaguicidas, aumentan su número hasta constituirse en plagas. Por otra parte, la aplicación masiva de plaguicidas puede generar resistencia en las plagas, lo que provoca que al cabo de algunos años el producto sea ineficiente, aún a dosis más elevadas o aplicaciones más frecuentes.

Con relación a la contaminación ambiental, el deterioro de la calidad del agua es uno de los mayores problemas asociados al uso de plaguicidas. Éste puede ser debido a alguna de las siguientes causas: deriva de pulverizaciones, lixiviación y percolación hacia napas freáticas, lavado de equipos y elementos de aplicación en fuentes de agua, eliminación de desechos de plaguicidas y envases, rotura de envases y accidentes con vuelco de productos hacia fuentes de agua (Boroukhovitch 1992).

Existen diversos estudios de impacto ambiental de plaguicidas de uso agrícola en el Uruguay. Por ejemplo, en el estudio que se realizó en un sistema de producción de frutales de hoja caduca y vid en la zona de Joanicó (Canelones), se estimaron las concentraciones de plaguicidas en agua y suelo, y en función de ello, el riesgo ambiental (Bruno 2003).

De los resultados obtenidos, se indica que las concentraciones en agua superficial de los insecticidas: etil-paratión, metil-azinfos y clorpirifos durante los meses de noviembre a marzo superan los valores umbrales de toxicidad acuática y por tanto son los que revisten un mayor riesgo ambiental.

El caso del arroz

El arroz es uno de los cultivos de mayor importancia económica en el país. La mayor parte del área de producción se ubica en la Cuenca de la Laguna Merín, donde el cultivo se desarrolló al comienzo, habiéndose extendido luego hacia la región Centro – Norte (cuencas de los ríos Tacuarembó y Negro) y últimamente ha tenido una importante expansión en los departamentos de Artigas y Salto. La superficie sembrada oscila entre 150.000 a 200.000 hectáreas. Dado que el arroz requiere el uso de grandes volúmenes de agua, interesa analizar el uso que hace de fertilizantes y plaguicidas por sus posibles impactos sobre los recursos hídricos.

El uso más generalizado de agroquímicos en el cultivo de arroz es en la forma de fertilizantes, que son aplicados en más del 90% de la superficie cultivada. El segundo lugar es ocupado por los herbicidas (60 – 70% del área), y en tercer lugar por los funguicidas, que se aplican eventualmente en 25 – 30% del área. En cuanto a los insecticidas, estos tienen escasa relevancia.

La mayoría de las aplicaciones de herbicidas y funguicidas se realizan por avión, lo que conlleva los riesgos aparejados por dicho tipo de procedimiento, entre otros, el problema de la deriva y sus impactos sobre las poblaciones aledañas.

Las recomendaciones existentes indican rotar el uso del suelo con la producción de pasturas forrajeras, lo que entre sus múltiples ventajas, disminuye el problema de contaminación con fertilizantes, plaguicidas y herbicidas. La Estación Experimental del Este de Treinta y Tres, recomendó hace más de 15 años sembrar 2 años de arroz y luego 4 años de pasturas artificiales, con lo cual el cultivo ocupa el 33% del tiempo en un determinado lugar.

Con la limitación de las fuentes de agua, y el constante incremento del área de producción en los últimos años la situación ha variado, y el arroz tiene cada vez más presencia en el tiempo en un determinado suelo. Como consecuencia, las condiciones se alteran de manera más

importante, y se corre mayor riesgo de contaminación y degradación del medio ambiente.

En estos últimos años se llevaron a cabo algunos proyectos a fin de evaluar el impacto ambiental producido por el cultivo de arroz. Dichos estudios pusieron énfasis en el efecto producido en el ambiente circundante, suelo y agua y su incidencia directa en el grano de arroz.

En la zafra 2008/2009 se realizó un proyecto (Cantou 2009), cuyo objetivo era determinar los niveles de concentración del herbicida clomazone en agua y evaluar su interacción con el manejo del agua en el cultivo del arroz.

Ya que la aplicación del herbicida es seguida por la inundación del cultivo, se puede dar que la degradación del herbicida se dé in situ, en el área de cultivo, o sea arrastrado fuera de dicha área, con la posible contaminación de otros recursos naturales (cursos de agua, suelos, etc).

Entre las conclusiones a las que llega este estudio, se verifica que el manejo del agua afecta el comportamiento del herbicida en el ambiente. Se observa que la concentración de clomazone aumenta a partir del día en que se inunda el cultivo hasta llegar a un máximo y luego desciende con el tiempo.

Otro proyecto relacionado con arroz (Hill 2007) tuvo como objetivo determinar residuos de plaguicidas en distintos sistemas de producción de arroz, la elaboración de una guía de buenas prácticas para el cultivo, así como la elaboración de un nuevo proyecto a fin de continuar la investigación y elaboración de un Manual de Buenas Prácticas para el cultivo de arroz en Uruguay.

En materia de **agua**, en el estudio se investigó la presencia del funguicida Carbendazim y de los herbicidas Quinclorac, Clomazone y Propanil.

En las muestras de agua, tanto de riego como la fuente se detectaron residuos. Se analizaron 495 muestras para plaguicidas, resultando 33 muestras positivas (6,7%), detectándose Clomazone, Quinclorac, Propanil y Carbendazim.

El rango encontrado en chacras y aguas superficiales fue de desde 0,01 µg/l hasta 5,6 µg/l. Cabe destacar según el informe, que en el caso del Carbendazim, se encontraron valores por encima del límite genérico de 0,5 µg/l de las normas de calidad de aguas de Uruguay.

En el caso de Quinclorac y Clomazone se detectaron aún en aguas de chacras en las que no fueron utilizados en el ciclo del cultivo. No se detectaron residuos de Glifosato y AMPA (Amino Metil Fosfónico, principal metabolito del glifosato), en agua en ningún caso por encima del límite observado de detección del método analítico que fue de 0,05 mg/l.

Surge de este análisis que tanto el Quinclorac, como el Clomazone, son los agroquímicos que habría que prestarles especial atención, ya que son de los más utilizados, y quizás por ello también los que tienen mayor frecuencia en muestras positivas.

En el anexo 1 se detallan todos los agroquímicos utilizados en el arroz (fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas) en el anexo 2 se detallan los agrotóxicos de acuerdo a su toxicidad, sobre organismos acuáticos, abejas, aves y seres humanos.

El fenómeno de la eutrofización

Un fenómeno de contaminación que viene siendo estudiado desde la década del 70, es conocido como “eutrofización”. El término se utiliza para describir los efectos biogeofísicos y biológicos en un ecosistema acuático, derivados de un incremento en el suministro y disponibilidad de nutrientes, principalmente Nitrógeno y Fósforo, aunque también en ocasiones otros minerales como Sílice, Potasio, Calcio, Hierro o Manganeseo. **Eutrofo** se llama a un ecosistema caracterizado por una abundancia anormalmente alta de nutrientes. Se dice que dicho ambiente se encuentra forzado, bajo tensión o sometido a stress (Chalar 2007). En dicha situación, el ecosistema acuático, donde su estado de equilibrio es alterado, reacciona, modificando su funcionamiento, acelerando procesos indeseables.

El término Eutrofia proviene del adjetivo alemán eutrophe, el cual refiere a la riqueza de nutrientes en una región determinada. Los conceptos de Oligotrofia y Eutrofia, fueron introducidos por Weber en 1907 y Naumann en 1919, quienes tomaron como referencia la poca o gran existencia de algas planctónicas, donde el primer término refería a aquellos lagos con pocas algas, mientras que un lago Eutrófico se refería a todo lo contrario, ya que contenía una gran cantidad de fitoplancton, asociado a una gran actividad humana, con un aporte de nutrientes importante. Etimológicamente, del griego, oligotrófico significa poco alimentado y eutrófico, bien alimentado.

La eutrofización durante mucho tiempo fue considerada como un proceso natural, un resultado de la descarga normal de nutrientes, sedimentos y otros materiales alóctonos en los sistemas acuáticos durante millones de años, en el cual un lago que recibía los aportes, con el tiempo se transformaba en una ciénaga, la cual al consolidarse se convertía en un sistema terrestre. Este proceso tiene lugar en cientos de miles de años y es irreversible. Actualmente se habla de “Eutrofización Cultural”, la cual está asociada a la intervención del ser humano (Silvério 2006).

Causas de la eutrofización cultural

Las principales causas antropogénicas de procesos de eutrofización se pueden agrupar de la siguiente manera:

Una de las más antiguas causas es la descarga de aguas servidas, las cuales son ricas en nutrientes, contribuyendo al cambio trófico del cuerpo de agua receptor.

El uso excesivo de fertilizantes, que genera una contaminación del agua fundamentalmente mediante el aporte de nitrógeno (en forma de sales de nitrato y amonio) y fósforo (como fosfato).

La deforestación y la erosión en suelos agrícolas influyen en la carga de nutrientes, ya que los escurrimientos al pasar por una tierra que no tiene protección, “lavan” la capa fértil, llevándose consigo los nutrientes de la misma.

La presencia de gases ambientales tales como óxidos de nitrógeno (NO_x) y óxidos de azufre (SO_x), al entrar en contacto con el agua atmosférica forman ion nitrato (NO_3^-) e ion sulfato (SO_4^{-2}), que forman sales solubles al alcanzar el suelo con los cationes del mismo, generando un empobrecimiento de dichos iones. Dichas sales son volcadas fácilmente en los cuerpos de agua, dando lugar a un proceso de eutrofización.

Efectos del proceso de eutrofización

De manera general, la eutrofización produce un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad. En los ecosistemas acuáticos eutrofizados, se comienza a dar una alteración de la biota y de la diversidad biológica, provocando una proliferación de algas unicelulares, algas azul-verdes (cianobacterias) y de macrofitas en exceso. El desarrollo de algas provoca un enturbiamiento, que impide que la luz penetre hasta las profundidades del ecosistema. Las consecuencias directas son la imposibilidad de llevar a cabo la fotosíntesis en el fondo de dicho cuerpo de agua y por lo tanto la no producción de oxígeno libre; al mismo tiempo aumenta la actividad metabólica consumidora de oxígeno de los organismos descomponedores, que empiezan a recibir excedentes de materia orgánica generados en la superficie.

El fondo del ecosistema acuático se va convirtiendo de forma gradual en un ambiente anaerobio, debido al aumento en la concentración de gases como anhídrido sulfuroso (H_2S), metano (CH_4) y anhídrido carbónico (CO_2), haciendo inviable la forma de vida de la mayoría de las especies que forman dicho ecosistema. Se da por tanto mortandad masiva de peces y de biota en general, bioacumulación de sustancias tóxicas, aumentando la sedimentación en los cuerpos de agua, reduciendo la vida útil, proliferando la aparición de organismos patogénicos y vectores de enfermedad.

Eutrofización en los cuerpos de agua de Uruguay

Científicos de la Sección de Limnología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, han venido estudiando desde hace varios años la calidad del agua, así como el fenómeno de eutrofización en diferentes cuerpos de agua de Uruguay. En el período 2006-2008 llevaron a cabo un convenio de cooperación técnica-científica conjuntamente con la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), para hacer una evaluación ecológica de los cursos de agua más importantes, en primera instancia la cuenca del río Santa Lucía (Arocena 2008).



Campo de Rocha - diciembre 2009



Campo de Treinta y Tres - junio 2009



Costa de Canelones - agosto 2009

Cuenca del río Santa Lucía. La cantidad de efluentes de industrias, centros urbanos y establecimientos agropecuarios intensivos que recibe la cuenca a lo largo de toda su extensión (13310 Km²) es importante. El estado de las aguas incide en el costo de su potabilización, teniendo en cuenta que en dicha cuenca se encuentran los reservorios más importantes de agua potable del área metropolitana, principalmente el embalse Paso Severino y el embalse de Canelón Grande. El indicio más importante de la contaminación por fertilizantes es el crecimiento descontrolado y acelerado de algas en el embalse Paso Severino (Arocena 2008). En ambos embalses se presentaron concentraciones elevadas de nitrógeno y fósforo inorgánico, principales responsables de la eutrofización de cuerpos de agua.

Ambos embalses están catalogados como “hipereutrofizados”. Tanto en Paso Severino como en Canelón Grande no hubo floraciones de cianobacterias (sí registradas en el pasado), muy frecuentes en otros embalses de Uruguay.

Laguna de Rocha. Según Arocena (2006), la eutrofización es notoria en la laguna, aunque no se da durante todo el año. La capacidad de autodepuración es debida a la prevalencia de fuerzas físicas, tales como vientos y crecidas y el régimen de apertura y cierre de la barra, que le confieren una dinámica cambiante. Arocena sostiene que sobre la laguna la eutrofización no es un problema mientras los factores hidrológicos no sean controlados mediante obras de ingeniería, como el represamiento de los afluentes o la alteración del régimen de apertura y cierre de la barra. En caso de hacerlo, la eutrofización pasaría a ser un problema central debido a las características de este ambiente.

Embalse de Salto Grande. Este embalse opera desde 1979, con 14 turbinas, que generan 1890 MW. Según Chalar (2006) el embalse está clasificado como eutrófico, según su concentración media anual de fósforo total, al igual que en ciertos veranos por clorofila *a* y fitoplancton. En los brazos del embalse se han reportado floraciones de *Microsystis aeruginosa*, una cianobacteria tóxica. La alta carga de Fósforo total incorporada al embalse tanto por erosión y escorrentía superficial, indica la gran vulnerabilidad de los recursos acuáticos de la cuenca del río Uruguay. Tanto las precipitaciones, como los cambios climáticos, aumentan los aportes de nutrientes. El modelo de desarrollo

agrícola actual es una de las causas más importantes de la eutrofización de los cursos de agua de dicha cuenca. El mismo autor agrega que el 38% de los aportes de fósforo total son debidos a la carencia de saneamiento de residuos domésticos, mientras que el 62% restante provendría de los usos agrícolas de los suelos. Las principales actividades agrícolas de la cuenca están asociadas al cultivo de la soja y en menor proporción al arroz.

Un caso particular: la Laguna Del Sauce

El sistema Laguna del Sauce, cumple con la importante función de suministrar agua potable a las principales localidades del departamento de Maldonado. Dicho sistema se extiende en una superficie de 722 Km², de los que 48 Km² corresponden a las lagunas encadenadas de los Cisnes (205 hectáreas), del Potrero (411 hectáreas) y del Sauce (4045 hectáreas). De los 722 Km², 426 Km² corresponden a la cuenca del arroyo Pan de Azúcar, 112 a la del arroyo Sauce y 136 Km² a la del arroyo Potrero.



Figura 2. Laguna del Sauce y Principales Ciudades que abastece

La Laguna del Sauce forma parte del sistema de lagunas costeras, que desde su represamiento se ha convertido en un reservorio de agua dulce. La lentitud en la renovación de sus aguas y la existencia de una presa entre la laguna y el Arroyo Potrero, confiere a la misma una mayor sensibilidad ante los aportes de nutrientes y sedimentos a sus aguas. Se viene constatando desde hace varias décadas, principalmente en verano, el registro de floraciones de algas, lo cual ocasiona un severo deterioro en la calidad del agua para consumo humano. Estudios varios han indicado que el estado trófico de la Laguna corresponde a la mesotrofia² o ³eutrofia, con niveles de concentración de nutrientes entre intermedio a elevado (Rodríguez Fernández 2006), como consecuencia principalmente de las actividades agrícola-ganaderas que se vienen llevando a cabo en la cuenca. A ello se suma el creciente desarrollo de actividades humanas, desde descarga de efluentes cloacales en arroyos cercanos que luego desembocan en la laguna, así como emprendimientos asociados al desarrollo de clubes de campo para el turismo.

Durante el 2008, varios han sido los reclamos de vecinos de la laguna frente a la junta departamental de Maldonado, denunciando diferentes tipos de actividades que ponen en riesgo el estado de la laguna, como principal reservorio de agua potable para el departamento. A mediados del 2009, la intendencia de Maldonado llevó a cabo un taller para tratar la problemática que sufren tanto la Laguna del Sauce como su cuenca, para intentar buscar soluciones al proceso de eutrofización creciente que científicos vienen observando desde hace ya más de 20 años.

Causas de la Eutrofización de la Laguna del Sauce y su cuenca

Las actividades antrópicas en la zona, que comienzan a desarrollarse a fines del siglo XIX y épocas subsiguientes, podrían explicar el incremento del estado trófico del sistema de la Laguna del Sauce:

² Mesotrofia: estado trófico de un cuerpo de agua caracterizado por un nivel medio de materia orgánica y que presenta una transparencia según la profundidad de Secchi entre 3 a 6 metros.

³ Eutrofia: estado trófico de un cuerpo de agua caracterizado por un alto nivel de materia orgánica y una transparencia entre 1.5 y 3 metros de profundidad

Represamiento de la laguna, llevado a cabo en 1944, con el objetivo de incrementar el nivel de agua de la misma, que generó un aumento en el tiempo de residencia y alteró los patrones de circulación hidráulica, disminuyendo las pérdidas de biomasa algal. El aumento de nivel de agua, produjo a su vez inundaciones de una zona extensa de humedales, ocasionando la descomposición de una importante biomasa vegetal, que quedó bajo agua, aumentando de forma directa la carga interna de nutrientes; importante aporte de nutrientes desde la cuenca de drenaje debido al desarrollo urbanístico y al incremento de las actividades agrícola-ganaderas; en particular se estima que el 82% del aporte de nitrógeno es debido a la ganadería y el 14% por la agricultura (Pacheco 2009). En cuanto al fósforo, el 56% proviene de la agricultura (debido a la aplicación importante de fertilizantes y plaguicidas), en tanto que un 30% proviene de la ganadería. Varios son los monocultivos que existen en la zona, tales como el cultivo de papa y las praderas, a los que se le han sumado olivos, arándanos y últimamente alrededor de 1000 hectáreas de soja transgénica y otras tantas de maíz (RAPAL Uruguay 2009). Finalmente, las aguas residuales urbanas aportan el 4% del nitrógeno y el 14% del fósforo; la forestación con pinos realizada a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, con el objetivo de fijar las dunas entre Punta Ballena y la Barra de Maldonado y de eucaliptos más recientemente, pudo haber generado modificaciones en los balances hídricos y el ciclo de nutrientes en el sistema (Rodríguez 2006); el desarrollo de actividades de piscicultura, concentradas en el cultivo del pejerrey y bagre negro, pueden haber alterado las redes tróficas, debido a que en el caso del pejerrey, su alimentación varía según el tamaño y el ambiente. En adultos y juveniles se ha observado como parte de su dieta a moluscos, copépodos y camarón de agua dulce, así como peces. Los pejerreyes más juveniles se alimentan fundamentalmente de zooplancton. El rol trófico del bagre negro puede haber incrementado el transporte de nutrientes desde el sedimento hacia la columna de agua, debido a que es una especie omnívora con tendencia carnívora bentónica (DINARA 2003); por último, cabe destacar el vertido de efluentes crudos sin tratar de la ciudad de Pan de Azúcar sobre el principal tributario del sistema.

Estado actual de la Laguna del Sauce

El sistema Laguna del Sauce, según lo indicado por diferentes científicos, se encuentra actualmente en un estado de eutrofia a hipereutrofia, observándose un marcado aumento en la frecuencia y duración de las floraciones de microalgas (Rodríguez 2006 y Pacheco 2009). Si se observa el sistema como el principal reservorio de agua potable de todo un departamento, la generación de floraciones es todo un inconveniente, llevando a la colmatación de filtros de la planta potabilizadora y la inutilización del agua por su sabor y olor desagradables. Esto se ve especialmente agravado durante el desarrollo de las floraciones estivales de cianobacterias. Los eventos de sequías que se ha dado en los últimos años, disminuyen el aporte de los ríos al sistema y temperaturas mayores durante los meses de invierno pueden llevar a que las cianobacterias predominen a lo largo de todo el año, agravado aún más por ser especies potencialmente tóxicas, por ejemplo *Microcystis spp.*

Conclusiones

El país vive un proceso de degradación de los recursos hídricos, en gran medida vinculado a un modelo industrial de agricultura, basado en el uso masivo de agroquímicos. El país gasta millones de dólares en importar fertilizantes que terminan eutrofizando nuestros cursos y espejos de agua y otros muchos millones para importar plaguicidas que contaminan aguas superficiales y subterráneas.

Este modelo agrícola no sólo resulta en eutrofización y contaminación del agua, sino que además conlleva la desaparición constante de pequeños productores y la concentración de la tierra, impactos sobre la salud de productores y consumidores, la pérdida de biodiversidad en general y agrícola en particular y la degradación de suelos.

La agricultura orgánica como solución

Frente al modelo agroindustrial que ocupa cada vez más tierras en nuestro país dejando a su paso destrucción ambiental, existe una alternativa viable –social y ambientalmente beneficiosa- que es la agricultura orgánica.

Este tipo de agricultura no es, como muchos pueden creer, un “invento” de los países del Norte, sino que se origina en la agricultura tradicional indígena y campesina que aseguró durante siglos la alimentación de los pueblos. Es más, existen extensas áreas en África, Asia América Latina –incluyendo a nuestro país- donde se continúa haciendo ese tipo de agricultura.

En la agricultura orgánica moderna se incorporan, además, elementos resultantes del avance científico, que enriquecen el conocimiento tradicional y permiten un mejor uso de los recursos para lograr una mayor producción sin por ello resultar en impactos ambientales de importancia.

Para mostrar claramente su diferencia con el modelo agroindustrial, la agricultura ecológica u orgánica se puede definir como un sistema de producción que no usa fertilizantes químicos, plaguicidas sintéticos ni

semillas genéticamente modificadas, que minimiza la contaminación de aire, suelo y agua, y que optimiza la salud y la productividad de comunidades interdependientes de plantas, animales y personas.

En materia de control de plagas, la agricultura orgánica ha desarrollado una diversidad de técnicas naturales para su control, que vuelven obsoleto el uso de agrotóxicos. En cuanto a las técnicas de protección de suelos utilizadas en producción orgánica, las mismas previenen la erosión, la compactación, salinización y degradación de los mismos, especialmente a través de la rotación de los cultivos, siembra de abonos verdes (cultivos que una vez crecidos son incorporados al suelo) e incorporación de materiales orgánicos que aumentan la fertilidad del suelo y mejoran su estructura.

En cuanto al tema abordado en esta publicación –la contaminación y eutrofización del agua- resulta claro que el no uso de fertilizantes químicos (uno de las principales causantes de eutrofización) y de plaguicidas sintéticos (principal causa de contaminación) hacen que la adopción de la agricultura orgánica se convierta en la mejor solución para la protección de nuestros recursos hídricos.

La agricultura orgánica ofrece además una gama mucho más amplia de beneficios–soberanía alimentaria, mejor distribución y uso de la tierra, diversificación productiva, apoyo a la producción familiar, repoblación de la campaña, adaptación al cambio climático, etc.- todo lo cual hace aún más imperiosa su promoción por parte del Estado. A nivel del agro, la agricultura orgánica es el único modelo que hace posible que el Uruguay natural conviva armoniosamente con el Uruguay productivo.

Referencias

- Crump, A. (1998).- The A to Z of World Development. New Internationalist Publications Ltd., Oxford.
- Tommasino, H. (2008).- Algunas consideraciones sobre los Fertilizantes en Uruguay. Anuario 2008 – OPYPA. pp. 437-445.
- Carmona, M., Lopez Achaval, P., Gally, M. & Sautua, F. (s.f.).- Uso de mezclas de Azoxistrobina y Triazoles para el control de las enfermedades de fin de ciclo en el cultivo de Soja.
<http://agro.faua.info/files/u1/mercosoja/carmona2.pdf> [Consulta Realizada 30/10/09]
- Brady, N. y Weil, R. (1996).- Soils and chemical pollution. Chapter 18 of book The Nature and Properties of Soils. Prentiss Hall Intlal.
- Burguer, M, Alonzo, M.C., Heuhs, L. C., Laborde, A. & Scaiola, G. (1989).- Plaguicidas en medio ambiente. Criterios de riesgo. Convenio Universidad de la República/MTOP. Montevideo, Uruguay. 89 pp.
- Boroukhovitch, M. (1992). Plaguicidas y medio ambiente. En: Plaguicidas Agrícolas y su Impacto Ambiental. Serie Cuadernos. Fundación Prudencio Vázquez y Vega. Montevideo, Uruguay.
- Bruno, A. (2003).- Estimación de los efectos ambientales y socioeconómicos del uso de plaguicidas en sistemas de producción fruti-vitícolas del departamento de Canelones. Tesis de Maestría Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, UDELAR. Montevideo, Uruguay.
- Cantou, C., Roel, A, Carlomagno, M. & González Sapiensa, G. (2009).- Disipación del Herbicida Clomazone y Quinclorac en Arroz Bajo Dos Tratamientos de Riego. FPTA 226 - INIA Treinta y Tres – Cátedra de Inmunología- Facultad de Química – UDELAR.
- Hill, M. & Clérici, C. (2007).- Determinación de Residuos de Agroquímicos en Grano, Agua y Suelo en Distintos Sistemas de Producción de Arroz. Proyecto FPTA 171. Revista Arroz, N° 50.
- Chalar, G. (2006).- Dinámica de la Eutrofización a Diferentes Escalas Temporales: Embalse Salto Grande (Argentina-Uruguay). En: Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologías para gerenciamento e control. Ed. J. Galizia Tundisi, T. Matsumura Tundisi & C. Sidagis Galli (eds.). São Carlos, SP, Brasil. pp. 87-101.
- Silvério, P. (2006).- O Processo de Regulamentação do Uso de Fósforo em detergente em Pó no Brasil. En: Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologías para gerenciamento e control. J. Galizia Tundisi, T. Matsumura Tundisi & C. Sidagis Galli (eds.). São Carlos, SP, Brasil. p. 507-520.
- Arocena R, Chalar G, Fabián D, De León L, Brugnoli E, Silva M, Rodó E, Machado I, Pacheco JP, Castiglioni R & Gabito L. (2008).- Índices Físicoquímicos y Biológicos de Calidad de Agua para la Cuenca del Santa Lucia. Informe final del convenio DINAMA- Facultad de Ciencias (Sec. Limnología) Evaluación ecológica de cursos de agua y biomonitorio.
- Arocena R, Chalar G, Fabián D, De León L, Brugnoli E, Silva M, Rodó E, Machado I, Pacheco JP, Castiglioni R & Gabito L. (2008) Estado Trófico de Embalses P. Severino y Canelón Grande. Informe final del convenio DINAMA- Facultad de ciencias (Sec. Limnología) Evaluación ecológica de cursos de agua y biomonitorio.

- Arocena R & N Prat. (2006).- Efectos de la Eutrofización en el zoobentos de una laguna costera: experimentos con mesocosmos. En: Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias para gerenciamento e control. J. Galizia Tundisi, T. Matsumura Tundisi & C. Sidagis Galli (eds.). São Carlos, SP, Brasil. pp. 387-412.
- Chalar, G. (2006).- Dinámica de la Eutrofización a Diferentes Escalas Temporales: Embalse Salto Grande (Argentina-Uruguay). En: Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias para gerenciamento e control. J. Galizia Tundisi, T. Matsumura Tundisi & C. Sidagis Galli (eds.). ISBN n°: 85-87418-05-X. São Carlos, SP, Brasil. pp. 87-101.
- Rodríguez Fernández, A. (2006).- Evolución del Estado Trófico de Laguna del Sauce e Importancia de Carga Interna de Nutrientes. Tesis de Magister en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias, Maestría en Ciencias Ambientales, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 113 págs.
- Maldonado. Junta Departamental. Expedientes N° 640/04 y N° 271/08
- Pacheco, J. P. (2009).- Factores Condicionantes del Desarrollo y Persistencia de Floraciones de *Mycrocystis Aeruginosa* Kutz. y *Anabaena* spp. en Laguna del Sauce, Maldonado, (Uruguay). Presentado en: "Cianobacterias: Del Conocimiento a la Gestión". I Encuentro Uruguayo. 7 al 9 de Octubre. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Montevideo.
- RAP AL Uruguay (2009).- Preocupa Contaminación de la Laguna del Sauce. Boletín de RAP-AL Uruguay, Junio.
http://www.rapalruguay.org/agrotoxicos/Uruguay/Contaminacion_Sauce.html
 [Consulta Realizada 27/10/09]
- URUGUAY. MGAP. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (2003).- La Investigación Científica de los Recursos Pesqueros. Estación de Piscicultura Laguna del Sauce.

Anexo 1:

Agroquímicos usados en el cultivo del arroz

En el siguiente cuadro se detalla el uso de fertilizantes en arroz

Superficie fertilizada y cantidad de fertilizante utilizados (según fertilizante) Zafra 2006/2007				
Fertilizante	Superficie Fertilizada		Cantidad de fertilizante (ton)	Aplicación promedio (kg/ha)
	ha	% del Total		
NP				
Fosfato de Amonio	85.301	58,7	9.840	115
Otros NP	30.276	20,8	4.374	144
UREA				
Urea total	137.931	94,9	12.638	92
OTROS				
Nitrogenados líq.	5.465	3,8	757	138
Triples NPK	24.144	16,6	4.409	183
Cloruro de K	2.247	1,5	87	39
Otros Fertilizantes	1.430	1	200	140

Fuente: MGAP-DIEA, en base a Encuesta Arroceras.

El siguiente cuadro muestra el uso de herbicidas, insecticidas y funguicidas en arroz

Superficie con aplicación de agrotóxicos por forma de aplicación (según tipo de producto) Zafra 2006/2007				
Tipo de Producto	Superficie tratada			
	TOTAL		Aplicación pura (Mil ha)	Aplicación en malezas (Mil ha)
	Mil ha	% siembra		
HERBICIDAS				
Glifosato total	119.8	82,4	109.4	10.4
Glifosato, una aplicación	103.2	71,0	96.9	6.3
Glifosato, dos aplicaciones	16.6	11,4	12.5	4.1
Herbicidas post-siembra total	130.5	89,8	17.3	113.2
Herbicidas post-siembra, una aplicación	118.9	81,8	13.6	105.3
Herbicidas post-siembra, dos aplicaciones	11.6	8,0	3.7	7.9
INSECTICIDAS	10.6	7,3	5.4	5.2
FUNGICIDAS	93.5	64,3	56.8	36.7

Fuente: MGAP-DIEA, en base a Encuesta Arrocería.

Anexo 2

Toxicidad de los agrotóxicos usados en el cultivo de arroz

En los siguientes cuadros se detallan todos los agrotóxicos utilizados en el arroz, así como su toxicidad para diferentes seres vivos

Principio activo	Toxicidad sobre organismos acuáticos, abejas, aves y seres humanos
-------------------------	---

Funguicidas

	Organismos acuáticos	Abejas	Aves	Salud humana
Azoxystrobin	Tóxico	Ligeramente tóxico	Poco tóxico	Irrita la piel y puede causar sensibilización. Sospechoso de ser disruptor endocrino
Azoxystrobin - Ciproconazol	Moderadamente tóxico	Ligeramente tóxico	Baja	Ciproconazol Potencialmente Cancerígeno
Azoxystrobin - Difenconazol	Muy tóxico	Ligeramente tóxico	Ligeramente tóxico	Difenconazol Potencialmente Cancerígeno
Benomyl	Tóxico		Poco tóxico	Potencialmente Cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Carbendazim	Moderadamente tóxico	Ligeramente tóxico	Prácticamente no tóxico	Potencialmente cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Carbendazim + Epoxiconazol	Altamente tóxico	Prácticamente no tóxico	Prácticamente no tóxico	Ambas sustancias potencialmente cancerígenas. Posible riesgo de fecundidad y daño al niño aún no nacido

Carbendazim + Tetraconazol				Ambas sustancias potencialmente cancerígenas
Carboxin + Tiram				Tiram Potencialmente cancerígeno y disruptor endocrino
Ciproconazol + Propiconazol		No toxico		Propiconazol Posible cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Difenoconazol	Muy tóxico		Poco tóxico	Posible cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Difenoconazole + Propiconazol	Tóxico	No tóxico	No tóxico	Ambos sospechosos de ser disruptor endocrino
Edifenfos		Medianamen te tóxico		Altamente peligroso 1B Toxicidad aguda e inhibidor de la colinesterasa
Hexaconazol + Carbendazim	Moderada- mente tóxico			Hexaconazol Posible cancerígeno
Iprodione	Ligeramente tóxico		Ligeramente tóxico	Cancerígeno y sospechoso de se disruptor endocrino
Isoprotiolan	Moderada- mente tóxico			Posible cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Kasugamicina	Moderada- mente tóxico	Ligeramente tóxico		Posible cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Kreosoxim-metil Epoconazol	Muy tóxico	Ligeramente tóxico	Ligeramente tóxico	Kreosoxim-metil Sospechosa de ser disruptor endocrino Ambas sustancias cancerígenas
Kreosoxim-metil + Tebuconazol	Muy tóxico	Ligeramente tóxico	Prácticamen te no tóxico	Kreosoxim-metil Cancerígeno y Tebuconazol posible cancerígeno. Ambas sustancias sospechosas de ser disruptores endocrino

Metil tiofanato	Muy tóxico	Poco tóxico	Poco tóxico	Posible cancerígeno
Procloraz	Moderadamente tóxico	Poco tóxico	Moderadamente tóxico	Posible cancerígeno y disruptor endocrino
Procloraz + Tebuconazol	Muy tóxico			Ambos Posibles cancerígenos
Propiconazol	Ligeramente tóxico	Ligeramente tóxico		Posible cancerígeno
Tebuconazol	Muy tóxico	Ligeramente tóxico	Ligeramente tóxico	Posible cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino.
Tiabendazol	Altamente tóxico			Cancerígeno. Causa efectos adversos reproductivos y en el desarrollo, así como otros efectos adversos
Tiram + Carbendazim	Muy tóxico	Ligeramente tóxico	Ligeramente tóxico	Carbendazim Potencialmente cancerígeno Ambos sospechosos de ser disruptores endocrino
Tiram + Carbendazim + Iprodione	Muy tóxico	Ligeramente tóxico	Ligeramente tóxico	Carbendazim Potencialmente cancerígeno Iprodione Cancerígeno Las tres sustancias son sospechosos de ser disruptores endocrinos.
Tricyclazol (tiram)	Muy tóxico	No tóxico		Sospechoso de ser disruptor endocrino
Trifenil acetato de estaño + Maneb	Extremadamente tóxico		Moderadamente tóxico	Maneb Posible cancerígeno y disruptor endocrino.
Trifenil Hidróxido de Estaño	Extremadamente tóxico		Moderadamente tóxico	
Trifloxistrobin + Ciproconazol	Toxico	Prácticamente no tóxico		Ciproconazol Cancerígeno Ambos sospechosos de ser disruptores endocrino
Trifloxistrobin + Tebuconazol	Muy tóxico	Poco tóxico	Poco tóxico	Tebuconazol Posible cancerígeno. Ambos sospechosos

				de ser disruptores endocrino
--	--	--	--	------------------------------

Herbicidas

	Organismos acuáticos	Abejas	Aves	Salud humana
Bensulfuron metil				Posiblemente cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Bispiribac sodium	Prácticamente no tóxico	Virtualmente no tóxico	Prácticamente no tóxico	Irritación ojos y piel. Posible cancerígeno
Clomazone	Moderadamente tóxico	Virtualmente tóxico	Prácticamente no tóxico	Sospechoso de ser disruptor endocrino
Cyhalofop butil	Muy tóxico	Ligeramente tóxico	Prácticamente no tóxico	Posible cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
2,4-D, dimetilamina	Tóxico	Tóxico	Levemente tóxico	Posible cancerígeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Etoxisulfuron	Muy tóxico			Provoca quemaduras graves. Irrita las vías respiratorias y la piel.
Fluroxipir Meptil	Moderadamente tóxico			Irrita piel y ojos
Imazapic	Tóxico	Virtualmente no tóxico	Toxicidad reducida	Irrita ojos Sospechoso de ser disruptor endocrino
Imazapic + Imazapir	Muy tóxico	Virtualmente no tóxico	Toxicidad reducida	Irrita ojos y piel Ambos sospechoso de ser disruptor endocrino
Imazapir	Tóxico	Virtualmente no tóxico	Toxicidad reducida	Irrita ojos y piel Sospechoso de ser disruptor endocrino
Metsulfuron metil	Muy tóxico	Ligeramente tóxico	Toxicidad reducida	Sospechoso de ser disruptor endocrino
Oxadiazon	Moderadamente tóxico	Virtualmente no tóxico	Ligeramente tóxico	Cancerígeno y sospechoso de causar problemas reproductivos
Paraquat	Muy tóxico	Muy tóxico	Ligeram-	Sospechoso de ser

			ente tóxico	cancerígeno y disruptor endocrino. Provoca daños en los pulmones, corazón, riñones, sistema nervioso central, músculos y bazo. Su ingestión puede causar la muerte.
Pendimetalin	Ligeramente tóxico	Ligeramente tóxico	Prácticamente no tóxico	Potencialmente carcinogénico
Penoxsulam	Prácticamente no tóxico	Virtualmente no tóxico		Potencialmente carcinogénico y sospechoso de causar problemas reproductivos
Pirazosulfuro n-etil	Moderadamente tóxico	Ligeramente tóxico	Prácticamente no tóxico	Potencialmente carcinogénico y sospechoso de ser disruptor endocrino
Profoxidim	Moderadamente tóxico			Potencialmente carcinogénico
Propanil	Ligeramente tóxico	Virtualmente no tóxico	Moderadamente tóxico	Potencialmente carcinogénico y sospechoso de ser disruptor endocrino
Propanil + Triclopir	Ligeramente tóxico		Ligeramente tóxico	Propanil Potencialmente cancerígeno Ambos Sospechosos de ser disruptores endocrino
Quinclorac	Prácticamente no tóxico	No tóxico	Prácticamente no tóxico	Sospechoso de ser disruptor endocrino
Setoxidim	Poco tóxico	Poco tóxico		Sospechoso de ser disruptor endocrino
Triclopir	Muy tóxico			Sospechoso de ser disruptor endocrino. Irrita la piel. Los vapores pueden irritar las mucosidades, especialmente las

				oculares.
--	--	--	--	-----------

Insecticidas

	Organismos acuáticos	Abejas	Aves	Salud humana
Benfuracarb	Moderadamente tóxico			Potencialmente carcinógeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Carbofuran	Extremadamente tóxico	Muy tóxico	Extremadamente tóxico	Altamente peligroso 1b Sospechoso de ser disruptor endocrino
Etofenprox	Moderadamente tóxico	Tóxico	Ligeramente tóxico	Carcinógeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Fipronil	Muy tóxico	Muy tóxico	Muy tóxico	Potencialmente carcinógeno
Metiocarb	Muy tóxico	Muy tóxico	Muy tóxico	Altamente peligroso 1b Sospechoso de ser disruptor endocrino
Teflubenzuron	Tóxico			Potencialmente carcinógeno y sospechoso de ser disruptor endocrino
Tiametoxam	Prácticamente no tóxico	Tóxico	Levemente tóxico	Probable carcinógeno

Fuentes consultadas para anexo 2

<http://www.laguiasata.com/index.htm>
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc148.htm>
http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35816
<http://www.rap-al.org/db/index.php>
http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/Agricultura/tabaco/03=Informes/02-Publicaciones/_archivos/000003-Publicaciones_y_Estudios_Especiales/000001_Agroquimicos%20prohibidos%20o%20restringidos.pdf
<http://www.saat-ag.com/espanol/ArchivosPDF/CO/MSH/HSM%20-%20SAAT%20BOSSANOVA%20300%20EC.pdf>
http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_0012_040110.pdf
http://www.evofarms.com/hs/hs_mycin_2_sl.pdf
http://www.minambiente.gov.co/documentos/060809_res_1525.pdf
<http://www.sipcam.es/web/doc/MSDS%20Enovit%20Metil.pdf?PHPSESSID=812ec52e9e0c805a67e65bdee0ee8267>
http://www.rapaluruaguay.org/agrotóxicos/Prensa/La_lista_de_listas.pdf
<http://www.afipa.cl/afipa/magan/Mirage40EC.pdf>
<http://www.bayercropscience.com.uy/downloads/etiquetas/Fungicidas/Nativo300SC-1L-UY.pdf>
<http://www.saat-ag.com/espanol/ArchivosPDF/MSH/HSM-Ballet%20100%20SC.pdf>
http://www.rapaluruaguay.org/24D/24D_prohibicion_mundial.pdf
http://www.jedys.com.ar/data/HojaDeSeguridad_1999.pdf
http://www.jedys.com.ar/data/HojaDeSeguridad_2006.pdf
http://www.agrosoluciones.dupont.com/esp/ficha_tecnica.php?producto=40
<http://www.pesticideinfo.org/>

Sobre esta publicación



Durante gran parte de su historia, Uruguay se caracterizó por la excelente calidad de sus aguas. Los casos más notorios de degradación de los recursos hídricos estuvieron vinculados al desarrollo urbano y en particular a la contaminación industrial, concentrados especialmente en Montevideo, Canelones y en la ciudad de Paysandú.

Salvo por algunos casos puntuales de erosión, el sector agrícola no fue un actor relevante en cuanto a sus impactos sobre el agua. Sin embargo, todo cambió a partir de la llamada “Revolución Verde” que se desarrolló a partir de la segunda mitad del siglo XX y que implicó grandes cambios en la agricultura en todo el mundo.

Conocer lo que está pasando en nuestros suelos y cuerpos de agua, se hace imprescindible para avanzar hacia el cuidado de nuestros recursos naturales, promoviendo la agricultura de conservación, la agricultura sostenible.