

VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL TOTAL POR AGROQUÍMICOS EN LA CUENCA DEL RÍO MENDOZA

Fernández, N., V. Viciano, A. Drovandi
Proyecto OEI/DGI
Barcala y Av. España (5500) Mendoza, Argentina
Tel. (0261) 4202127 - e-mail nfernandez@irrigacion.gov.ar

RESUMEN

Según FAO, un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias destinada a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedades humanas o animales, especies indeseables de plantas o animales capaces de causar daños o interferir de cualquier otra forma con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte o mercado de los alimentos, otros productos agrícolas, madera y sus derivados o alimentos animales, o que pueden ser administrados a los animales para el control de insectos, arácnidos u otras plagas en sus organismos.

Uno de los problemas ambientales presentes en casi todas las áreas agrícolas del mundo, es el de los efectos negativos derivados del uso inadecuado de estos productos.

Sin embargo, si se intenta realizar la valoración de los problemas ambientales derivados del uso de los productos fitosanitarios, es notable la carencia de información de base disponible; probablemente esto sea así debido al elevado costo de los análisis para el monitoreo de una amplia gama de sustancias.

Por lo dicho antes, y con el propósito de lograr una visión global de la contaminación por agroquímicos en la cuenca del Río Mendoza, se diseñó una valoración indirecta. Se elaboró una escala que permitiera calificar distintas características de las sustancias, tales como ecotoxicidad, toxicidad en humanos, impacto en factores ambientales y otros aspectos ambientales del agroquímico.

Dichas características se plasmaron en una matriz cualitativa de valoración de impacto ambiental, en la que se incluyó a las sustancias en diversas clases, de acuerdo a su Impacto Ambiental Total. Ello permitió elaborar mapas del grado de contaminación por agroquímicos para cada una de las Unidades de Manejo de la cuenca.

Los resultados obtenidos permiten concluir, de manera preliminar, que si bien la agricultura intensiva practicada en el oasis del Río Mendoza utiliza un importante arsenal de agroquímicos para asegurar la cantidad y calidad de los productos cultivados, el riesgo de contaminación por agroquímicos puede calificarse como “medio” y “bajo” en la mayor parte del área, mientras que los mayores riesgos se presentan en sectores ubicados al Norte y Sur del área metropolitana de Mendoza.

La metodología presentada es factible de ser mejorada y ajustada, para constituirse en una herramienta útil para valorar la problemática ambiental relacionada con el uso de los agroquímicos a nivel de unidades o zonas, ayudando a mejorar la gestión de la contaminación por agroquímicos en los oasis bajo riego.

Palabras clave: agroquímicos – contaminación – cuenca hídrica

INTRODUCCIÓN

Producto fitosanitario es una expresión general que se utiliza para identificar a un grupo de sustancias destinadas a prevenir, atraer, repeler o controlar cualquier plaga de origen animal o vegetal durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de productos agrícolas y sus derivados. El término incluye a sustancias herbicidas, fungicidas, insecticidas y acaricidas. Sin embargo, también comprende a los productos utilizados como antiescaldantes, antídotos de herbicidas, coadyuvantes, defoliantes, desecantes, fitoreguladores e inhibidores de crecimiento, matababosas y caracoles, nematicidas y rodenticidas.

El término incluye también a aquellos fertilizantes de gran importancia en la nutrición vegetal, los que además de su incidencia en el aumento de la producción se utilizan para reponer y evitar deficiencias de nutrientes y propender al mejoramiento sanitario de las plantas (Harte, 1995)

En general se puede englobar al comportamiento ambiental de todas estas sustancias dentro de lo que se conoce como “contaminación difusa”, caracterizada por no originarse en un punto definido, sino más bien en múltiples puntos, poco identificables. Este tipo de contaminación puede provocar situaciones especialmente preocupantes en el tiempo, ya que el ambiente puede ir cargándose de contaminantes, resultando afectadas extensas zonas.

Plaguicidas

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedades humanas o animales, especies indeseables de plantas o animales capaces de causar daños o interferir de cualquier otra forma con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte o mercado de los alimentos, otros productos agrícolas, madera y sus derivados o alimentos animales, o que pueden ser administrados a los animales para el control de insectos, arácnidos u otras plagas en sus organismos.

Los plaguicidas pueden clasificarse de acuerdo a muy diversos criterios, como: (i) Concentración (Ingrediente activo, Plaguicida técnico, plaguicida formulado); (ii) Organismos que controlan (Insecticidas, Acaricidas, Bactericidas, Rodenticidas, Avicidas, etc.); (iii) Modos de acción (De Contacto, Repelentes, De Ingestión, Defoliantes, Fumigantes); (iv) Composición química (Organoclorados, Triazinas, Organofosforados, Compuestos de cobre, Piretroides, Organoazufrados, etc.); (v) Presentación de formulaciones (Sólidos, Líquidos, Gaseosos); (vi) Uso al que se destinan (Agrícola, Urbano, Pecuario, Industrial, Forestal, Doméstico).

Debido a su uso tan extendido y a la manera en que se aplican, puede afirmarse que estos compuestos se encuentran presentes en todas partes.

Problemas derivados del uso de pesticidas

Es común que cuando comienza a usarse un nuevo pesticida, los resultados obtenidos sean muy prometedores, consiguiéndose controlar a las plagas con poca cantidad de producto. Sin embargo, al cabo de un cierto tiempo suelen empezar a surgir problemas, tales como resistencia genética, alteraciones en los ecosistemas, inducción de la aparición de nuevas plagas, acumulación en la cadena trófica (bioacumulación), movilidad en el ambiente, riesgos para la salud humana, etc. (Enriquez, P. .2003)

Debido a la situación específica de la cuenca en estudio, altamente antropizada, se analizarán en mayor detalle los problemas relacionados con los riesgos para la salud humana.

Puede generalizarse diciendo que en ciertas circunstancias, el contacto con pesticidas puede producir daños al ser humano. Si la dosis del pesticida es elevada, puede llegar a producir la muerte, mientras que dosis bajas con largos períodos de contacto pueden provocar enfermedades serias, como algunos tipos de cáncer u otras enfermedades crónicas.

El número de personas que mueren por pesticidas es relativamente bajo, pero decenas de miles de personas se intoxican con ellos todos los años en el mundo, presentando síntomas de mayor o menor gravedad. En Mendoza, sólo el 10% de las intoxicaciones son provocadas por agroquímicos; en la mayoría de los casos se trata de agricultores u otras personas que trabajan en contacto con estos productos, en general poco capacitadas para su uso correcto.

Debido a que actualmente todos los seres vivos estamos expuestos diariamente al contacto e ingestión de muy bajas cantidades de plaguicidas y otros productos artificiales, algunos autores sugieren que las consecuencias para la humanidad, a largo plazo, pueden ser serias. Algunos mencionan una disminución de fertilidad, aumento de casos de cancer, malformaciones congénitas, etc. Aunque no hay evidencia de ello, tampoco hay completa seguridad que el efecto a largo plazo de este conjunto de sustancias que se están incorporando al ambiente sea totalmente inocuo.

Según el ISCAMEN (2003) durante el año 2002, el 52 % del total de intoxicaciones estuvieron representadas por intoxicaciones con agroquímicos en el medio agrícola, mientras que para las zonas urbanas dicha cifra representa el 48%. Las siguientes figuras ilustran acerca del tema.

Según la misma fuente, los departamentos que presentaron mayores casos de intoxicaciones con agroquímicos para dicho período fueron los de Guaymallén y Maipú, en los que la principales actividades agrícolas son la horticultura y la viticultura.

Efecto de los plaguicidas en la salud

La utilización de productos fitosanitarios en la agricultura representan un beneficio innegable, al garantizarse una mayor producción agrícola y haciendo que la misma sea mucho más rentable. Sin embargo, su aplicación entraña riesgos tóxicos para la salud, sea en forma accidental o por manejo inapropiado de productos (EPA, 2003).

Las vías de entrada principales de las sustancias al cuerpo humano, en orden de importancia, son (i) cutánea, (ii) inhalatoria, (iii) oral, de menor contingencia. Los tipos de toxicidad varían de acuerdo al tiempo de exposición, a la clase de pesticida, a las características del individuo, etc.

La Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes se especifican las distintas clases toxicológicas en las que pueden estar incluidos los pesticidas. Además de las categorías allí presentadas, existen otros tres grupos de plaguicidas, según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud, denominados como Grupos V, VI y VII.

El Grupo V incluye a aquellos productos que no implican un riesgo agudo cuando se usan normalmente. Tienen un DL₅₀ oral mayor o igual que 2000 mg/Kg en el caso de los sólidos y mayor o igual a 3000 mg/Kg en el caso de líquidos.

El denominado Grupo VI incluye a aquellos productos a los que no se les asigna ninguna categoría por considerarlos obsoletos o discontinuados.

Finalmente, el Grupo VII incluye a los fumigantes gaseosos o volátiles. La clasificación de la OMS no establece criterios para las concentraciones aéreas en las cuales pueda basarse la clasificación. La mayoría de estos compuestos son de muy alta toxicidad y existen recomendaciones sobre límites de exposición ocupacional en muchos países.

Tipos de toxicidad

Entre los principales tipos de toxicidad puede mencionarse a siguientes.

Toxicidad aguda

La toxicidad aguda de los productos se expresa con el valor de la DL₅₀ (Dosis Letal Media, en mg/kg de peso del animal en consideración). Es la cantidad de principio activo, que en ensayos con suficiente cantidad de animales y en aplicación única, provoca la muerte del 50% de la población objeto de ensayo. La DL₅₀ depende de varios factores y no presenta valores absolutos, sino una idea de la magnitud de la toxicidad.

Toxicidad aguda de los plaguicidas por grado de inhalación.

En casos especiales, como ocurre con las preparaciones de aerosoles o fumigantes gaseosos o volátiles (Bromuro de Metilo, fosfinas, acrilonitrilo), los valores de DL₅₀ oral y dérmica no deben emplearse como base de clasificación, siendo necesario utilizar otros criterios tales como los niveles de concentración en el aire.

Toxicidad crónica

Es la capacidad de una sustancia para producir efectos adversos de un organismo debido a exposiciones continuas durante un período prolongado de tiempo, provocando acumulación del agente tóxico en el organismo, desarrollando tumores, lesiones en órganos blanco, anemia aplásica, alteraciones del sistema nervioso central, efectos ciclotóxicos, como ocurre con las sustancias carcinogénicas, mutagénicas y teratogénicas.

Otros efectos tóxicos a largo plazo causados por los pesticidas

Existen otros efectos que se presentan a largo plazo en la población, comúnmente en los trabajadores, o bien se manifiesten en otras generaciones. Se derivan de la exposición continua a dosis bajas de una sustancia, produciendo una gran variedad de alteraciones bioquímicas, fisiológicas y morfológicas, los efectos más importantes se

producen sobre los sistemas nervioso central, ematopoyético y reproductor, aparición de tipos de cáncer, mutaciones y malformaciones congénitas.

Mutagénesis. Es la inducción de alteraciones en el material genético de un solo gen, o en el número o estructura de los cromosomas. Es decir que se producen mutaciones en el ADN, en plantas, animales o seres humanos.

Carcinogénesis. Es la inducción de un crecimiento normal, desordenado y potencialmente ilimitado de las células de un tejido u órgano.

Teratogénesis. Es la inducción de anomalías del producto en gestación que se presenta cuando una sustancia química atraviesa la membrana placentaria. Se les llama defectos congénitos y pueden presentarse de varias formas.

Efectos sobre el sistema nervioso. Los conocimientos sobre las sustancias químicas tóxicas y su acción sobre el sistema nervioso central (SNC) aún son insuficientes. Los efectos tóxicos de las sustancias químicas sobre el cerebro pueden ser estructurales, como cambios crónicos en los organelos celulares o funcionales, y alteraciones sensoriales y motoras.

Comercialización de agroquímicos en Mendoza

En la Tabla 1 se presenta la lista de los agroquímicos más comercializados en Mendoza, según estadísticas del ISCAMEN para la campaña 1999 – 2000.

Tabla 1. Agroquímicos más comercializados en Mendoza

Clasificación Química	Producto
Organofosforados	Clorpirifos
	Metil Azinfos
	Mercaptotion
	Metidation
	Dimetoato
	Metamidofos
Carbamatos	Carbofuran
	Aldicarb
	Carbaril
	Carbosulfan
	Metomil
Ditiocarbamatos	Mancozeb
	Zineb
	Dimetomorf + Mancozeb
	Propineb
	Ziram
Piretroides	Lambdacialotrina
	Permetrina
	Cipermetrina
	Beta – ciflutrina
	Fenvalerato
Otros	Azufre
	Sulfato de cobre
	Glifosato
	Polisulfuro de calcio
	Aceite mineral
	Captan + azufre
Oxicloruro de cobre	

Fuente: Miranda et al (2000)

Si se analiza el Mercado Provincial de agroquímicos de acuerdo a su uso, surge que los funguicidas representan el 63,1 %, los insecticidas 20,4 %, herbicidas 14,4%, otros el 1,8 % y los acaricidas un 0,3 %.

Si se analiza ahora la venta de agroquímicos de acuerdo a las bandas toxicológicas, y considerando la clasificación toxicológica de la OMS, el mayor volumen de agroquímicos comercializados en la Provincia de Mendoza, al año 2003, corresponden a los productos de “banda verde”, con el 85,4 %; de “banda azul” con el 4,2 %; de “banda amarilla” el 8 % y de “banda roja”, muy tóxicos y tóxicos, con el 2,4 %. Además, se afirma que el 80% del mercado está constituido por productos inorgánicos, y el 20% restante por productos orgánicos (www.iscamen.com.ar 27/11/03)

Fertilizantes

Los abonos o fertilizantes son materias primas que contienen en forma aprovechable uno o varios elementos nutritivos esenciales para el crecimiento de las plantas, sirviendo de suplemento nutritivo de las plantas de suelos agrícolas.

Una situación problemática se da ante la aplicación abusiva de fertilizantes en el suelo con el fin de aumentar el rendimiento de las cosechas. En este caso los fertilizantes pierden su acción benéfica, convirtiéndose en contaminantes del suelo y el agua.

En la actualidad, uno de los problemas ambientales que causan una creciente preocupación en muchas regiones del mundo, es el conocido como de “eutrofización”. La Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE) define a la eutrofización como “el enriquecimiento en nutrientes de las aguas, que provoca la estimulación de una serie de cambios sintomáticos, entre los que está el incremento en la producción de algas y macrófitas, el deterioro de la calidad del agua y otros cambios sintomáticos que resultan indeseables e interfieren con la utilización del agua” (UNESCO, 1992)

La eutrofización se considera generalmente como algo indeseable, ya que sus efectos pueden interferir de forma importante con los distintos usos que el hombre hace de los recursos acuáticos, como abastecimiento de agua potable, uso recreativo, riego, etc. Por ello, las aguas eutróficas están sujetas a mayores restricciones en su uso que las oligotróficas

En la Provincia de Mendoza, desde hace varios años se viene advirtiendo sobre los efectos detrimentales que, sobre la calidad de las aguas del embalse, vienen provocando diversas actividades humanas. Chambouleyron y otros (1996) señalan, en referencia al agua del embalse El Carrizal, que “se estaría produciendo un marcado proceso de eutrofización, que estaría contribuyendo al deterioro de la calidad del agua”. Una de las causas de este problema residiría en el aporte de nitratos y fosfatos, de Fuentes como la agricultura en la subcuenca superior del Río Tunuyán.

MATERIALES Y MÉTODO

De acuerdo a los objetivos planterados para el presente estudio, y para obtener una visión global de la contaminación por agroquímicos en la cuenca del Río Mendoza, se elaboró una escala que permitiera calificar a las distintas características de cada sustancia en relación a diversos factores. Los mismos fueron (i) Ecotoxicidad; (ii) Toxicidad en

humanos; (iii) Impacto en factores ambientales; y (iv) Aspectos ambientales del agroquímico.

Esas características se plasmaron en una matriz cualitativa de valoración del Impacto Ambiental con la que se categorizó a las distintas sustancias de acuerdo a su Impacto Ambiental Total (IAT) en: (i) Muy Alto, (ii) Alto, (iii) Medio, (iv) Bajo y (v) Muy Bajo.

Los resultados de la mencionada categorización permitieron elaborar mapas, en los que se puede apreciar el grado de contaminación para las distintas Unidades de Manejo determinadas hidrológicamente para esta cuenca según las categorías mencionadas. Ello se relaciona, en buena medida con la conformación de la célula de cultivo, en cada caso. Estos resultados y su expresión cartográfica pueden colaborar a jerarquizar sectores más y menos problemáticos respecto del tema en estudio. Ello a su vez colaborará a mejorar la gestión de la contaminación del agua en oasis bajo riego como el estudiado en este caso. A continuación se definen las diversas características consideradas en la evaluación ambiental de los agroquímicos:

- **Ecotoxicidad:** efecto de las sustancias químicas sobre la estructura y función de los ecosistemas.
- **Toxicidad:** capacidad de una sustancia química de causar daños en la estructura o funciones de los organismos vivos, o incluso la muerte.
- **Impacto ambiental:** en este estudio se considerará como el cambio negativo que provoca el agroquímico en cualquier los factores ambientales.
- **Resistencia:** por razones de tipo genéticas, los organismos blanco (plaga) no son afectados como se espera por el agroquímico usado en su combate, generando descendencia que se comporta como resistente al principio activo.
- **Persistencia:** resistencia química a la degradación.
- **Consumo:** se refiere a las sustancias más o menos aceptadas por el consumidor, siendo por lo tanto más o menos utilizadas.
- **Nº de aplicaciones:** cantidad de veces que se aplica el producto durante el ciclo de vida del cultivo.
- **Aspecto ambiental:** característica del agroquímico que podría traducirse en un impacto ambiental negativo.
- **Impacto Ambiental Total:** es la expresión conjunta del impacto ambiental individual de cada elemento utilizado para juzgar la categorización del agroquímico en cuanto a su peligrosidad ambiental.

A los elementos anteriores les fueron aplicadas distintas ponderaciones, según la incidencia de cada uno de ellos sobre el valor final (IAT) a obtenerse. Para el valor de Impacto Ambiental Total, los mismos se relacionan en el siguiente algoritmo:

$$IAT = \{(Ab + Av + Ac) + (Cat + Ca + Mu + Te + Noca) + (3 * Iag + 2 * Isu + Ispp) + (Re + [Pe * Apl])\} Cons$$

donde:

Ab: toxicidad en abejas

Av : toxicidad en aves

Ac: toxicidad en organismos acuáticos

(Ab + Av + Ac) = Ecotoxicidad

Cat: categoría toxicológica
 Ca: cancerogenicidad
 Mu: mutagenicidad
 Te: teratogenicidad
 Noca: efectos crónicos no cancerígenos
(Cat+ca+Mu+Te+Noca) = Toxicidad en humanos

Iag: impacto ambiental en el recurso hídrico
 Isu: impacto ambiental en el recurso suelo
 Ispp: impacto ambiental en otras especies
(Iag+Isu+Ispp) = Impacto en factores ambientales

Re: resistencia en plagas
 Pe: persistencia en el ambiente
 Apl: cantidad de aplicaciones
(Re+ (Pe*Apl)) = Aspecto ambiental del agroquímico

Cons: consumo en el mercado provincial

IAT: Impacto Ambiental Total

Las escalas empleadas para las calificaciones se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Escalas empleadas para la calificación de los elementos

Ecotoxicidad en Abejas	Virtualmente no Tóxico	0
	Ligeramente Tóxico	1
	Moderadamente Tóxico	3
	Altamente Tóxico	5
Ecotoxicidad en Aves	Prácticamente no Tóxico	1
	Ligeramente Tóxico	2
	Muy Tóxico	4
	Extremadamente Tóxico	5
Ecotoxicidad en Organismos Acuáticos	Virtualmente no Tóxico	0
	Ligeramente Tóxico	1
	Moderadamente Tóxico	2
	Muy Tóxico	4
	Extremadamente Tóxico	5
Toxicidad (Categorías)	(IV) Probablemente sin riesgo toxicológico	1
	(III) Ligeramente Tóxico	2
	(II) Moderadamente Tóxico	3
	(Ib) Altamente Tóxico	4
	(Ia) Extremadamente Tóxico	5
Cancerogenicidad	No confirmado	1
	Sospecha	3
	Certeza	5
Mutagenicidad	No confirmado	1
	Sospecha	3
	Certeza	5
Teratogenicidad	No confirmado	1
	Sospecha	3
	Certeza	5

Tabla 2 (cont.)

Efectos crónicos no cancerígenos	Si	3
	No confirmado	1
Impacto Ambiental sobre Agua	Si	5
	No confirmado	2
	No	1
Impacto Ambiental sobre Suelo	Si	5
	No confirmado	2
	No	1
Impacto Ambiental sobre otras especies	Si	5
	No confirmado	2
	No	1
Resistencia de plagas	Si	5
	No	1
Persistencia	Extrema (>120 días)	7
	Alta (60-120 días)	5
	Media (30-60 días)	3
	Ligera (15-30 días)	2
	No persistente (<15 días)	1
	S/D	1
Cantidad de aplicaciones	Alta (> 5)	3
	Media (2- 5)	2
	Baja (1)	1
Consumo	Más usado según ISCAMEN	5
	Usado en modelos de cultivos analizados	3
	Poco usado	1
Impacto Ambiental Total	>205	Muy Alto
	166 - 205	Alto
	101 - 165	Medio
	41 -100	Bajo
	15 - 40	Muy Bajo

Supuestos considerados y aclaraciones previas

Es necesario aquí mencionar los supuestos considerados en el presente estudio.

- El estudio es aplicable sólo a la Provincia de Mendoza.
- En aquellos casos en que la Persistencia resultara ser Alta, y que además sean necesarias numerosas aplicaciones del producto, la tendencia es que se presenten efectos de tipo acumulativos.
- La magnitud del IAT de un agroquímico se ve incrementada si el producto es de gran consumo en el mercado local.
- El recurso hídrico, escaso y vital para la provincia, así como el recurso suelo, principal vía de movimiento de los productos hacia el agua y el ambiente en general, fueron considerados como factores a ponderar de manera especial.
- La categoría toxicológica se refiere a la toxicidad aguda del ingrediente activo.

De manera similar, deben considerarse en este punto las siguientes aclaraciones.

Ecotoxicidad: cuando no se encontraron datos para este factor en un determinado producto, al mismo se lo consideró como “ligeramente tóxico”.

Categoría toxicológica: cuando no se encontraron datos de la Categoría correspondiente al producto, se consideró al mismo como “ligeramente tóxico”.

Cancerogenicidad, mutagenicidad, teratogenicidad y efectos crónicos no cancerígenos: cuando no se encontraron datos referidos a estos elementos, se consideró como “no confirmado”.

Impacto ambiental en agua, suelo y otras especies: cuando no se encontraron datos referidos a estos elementos, se consideró como “no confirmado”.

Resistencia a la plaga: en los casos en que no se encontraron datos para este factor, se consideró que el producto “no produce resistencia”.

Persistencia: en los casos en que no se encontraron datos para este factor, se consideró al producto como “no persistente”.

En aquellos casilleros de la Tabla 3, en los que se presentaron situaciones de excepción como las explicadas antes, los mismos se muestran en color gris.

RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL POR AGROQUÍMICOS EN LA CUENCA DEL RÍO MENDOZA

En la Tabla 3 se presenta la calificación de cada elemento para cada sustancia considerada en el análisis. En la última columna se presenta el resultado del Impacto Ambiental Total para cada sustancia.

Tabla 3. Cálculo del Impacto Ambiental Total de agroquímicos

	Ecotoxicidad			Toxicidad en humanos					Impacto en factores ambientales			Aspectos ambientales del agroquímico				Impacto Ambiental Total
	Abejas	Aves	Organismos acuáticos	Categoría toxicidad	Cancerígeno	Mutagénico	Teratogénico	Efectos crónicos no cancerígenos	Impacto agua	Impacto suelo	Impacto otras sp.	Resistencia de plagas	Persistencia	Consumo	Aplicaciones	
MÁS COMUNES	Aceite mineral o emulsionable	0	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	102
	Azinfos Metil	5	4	5	4	3	3	3	2	2	5	1	4	3	3	285
	Azufre o Azufre Mojable	0	1	0	1	1	1	1	5	5	2	1	1	3	1	126
	Benomil	1	2	5	1	3	3	3	2	2	5	5	1	2	1	142
	Caldo bordelés	1	2	1	2	1	1	1	5	5	5	1	2	3	3	183
	Captan	0	2	5	1	5	5	5	5	5	5	1	4	2	1	198
	Carbendazim	0	1	0	1	3	3	1	2	2	5	1	2	2	1	110
	Carboxin + Tiram	0	2	2	2	3	1	3	5	2	1	1	1	2	1	116
	Clorpirifos	5	4	4	3	1	1	3	5	5	5	1	1	3	3	228
	Dimetoato	5	4	1	3	3	5	5	2	2	2	1	1	3	3	237
	Endosulfan 35 - 50	3	2	5	4	3	3	3	5	5	5	5	4	2	3	230
	Fenamifos 40	5	5	5	5	3	1	3	2	2	2	1	1	2	1	148
	Glifosato	0	2	1	1	1	1	1	5	5	5	5	3	3	3	234
	Iprodione	0	2	1	1	1	1	3	1	2	5	5	3	2	1	108
	Linurón	0	2	4	2	3	1	1	5	5	5	1	1	2	1	136
	Mancozeb	3	1	5	1	3	3	3	5	2	5	1	4	3	5	291
	Metidation	3	2	5	4	3	1	3	2	2	5	1	2	3	3	237
	Miclobutanil A	0	2	2	2	1	1	1	5	2	2	1	1	2	3	92
	Oxicloruro de cobre	0	2	2	2	1	1	1	5	5	5	1	1	3	5	186
	Aldicarb	0	5	5	4	1	1	3	5	5	5	1	2	3	1	237
Cipermetrina	5	1	4	3	3	1	3	5	2	2	1	1	3	3	201	
Triadimefon	1	2	1	1	1	1	5	5	2	5	1	1	2	3	134	
MENOS COMUNES	Alaclor	0	2	2	3	1	1	1	5	5	5	1	4	1	1	66
	Atrazina	0	1	1	2	1	1	5	5	5	2	1	3	1	1	66
	Clortalonil	0	1	2	1	1	1	3	5	2	2	1	1	5	5	58
	Dicofol	0	2	4	3	5	5	5	5	5	5	1	4	1	1	104
	Fluazifop P Butil	0	2	1	1	1	1	1	2	2	5	1	3	1	1	40
	Imidacloprid	5	4	0	3	3	5	1	5	5	5	1	4	1	1	83
	Ioximil	0	2	1	4	1	1	1	5	2	5	1	1	1	1	53
	Metribuzin	1	2	1	1	1	1	1	5	5	5	1	4	1	1	60
	Oxadiazon	0	2	1	3	1	1	1	5	2	2	1	1	1	1	50
	Pendimetalin	0	2	5	2	1	1	1	5	5	5	1	3	1	1	65
	Spinosad	5	2	1	2	1	1	1	5	5	5	1	1	1	1	58
	Metolacoloro	0	2	2	2	3	1	3	5	2	5	1	1	1	1	60

Muy alto	> 750
Alto	301 - 750
Medio	141 - 330
Bajo	61 - 140
Muy bajo	25 - 60

Célula de cultivos

Como ya se mencionó, la peligrosidad ambiental de los productos agroquímicos en la cuenca considerada para este estudio (cuenca del Río Mendoza) se valoró para cada Unidad de Manejo determinada hidrológicamente. En la Tabla 4 se presenta la célula de cultivos para cada Unidad de Manejo de la cuenca.

Tabla 4. Célula de cultivos del Río Mendoza por Unidad de Manejo

CUENCA DEL RÍO MENDOZA - CELULA DE CULTIVOS (ha)							
Unidad de Manejo	sup.< 0,5 ha	Vid	Olivos y Frutales	Hortalizas	Otros	Total	
1107	Margen derecha	184,3	4029,6	167,4	1384,0	856,1	6437,0
LJ01		202,3	3623,1	542,0	798,8	741,7	5705,6
1813	Arroyo Carrizal	71,1	551,5	340,7	438,0	292,0	1622,2
1104	Compuertas	22,0	359,9	193,2	171,3	103,5	827,9
1106	1º Vistalba	16,9	235,5	196,6	178,7	92,9	703,7
1010	2º Vistalba	1,9	160,9	93,9	104,1	101,8	460,7
1003	Luján Centro	46,3	519,4	403,5	120,0	207,5	1250,4
9002	Chacras / La Falda	0,5	355,3	94,3	170,2	393,2	1013,1
Total Luján	545,3	9835,2	2031,6	3365,1	2788,7	18020,6	
1285	Lunlunta / Lima	59,3	695,7	471,4	7,2	130,0	1304,3
1008	Morales - Villanueva	44,1	306,1	377,6	48,9	60,4	793,0
9001	Gil - 2º Guiñazú	80,9	909,8	1273,1	221,8	270,5	2675,1
1025	Sobremonte	0,0	80,3	142,0	33,2	231,7	487,2
1178	Barrancas - Espino	77,6	1607,3	391,7	576,1	305,3	2880,4
1188	Céspedes	127,8	2146,5	497,0	484,4	1052,4	4180,3
9006	Mercery	74,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1118	Naciente	371,4	4326,8	1213,0	655,9	56,3	6252,0
S001		218,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MP02			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1257	Ortega	32,5	183,4	806,0	27,0	2,0	1018,5
1929	Chacras de Ortega	12,4	40,0	16,8	118,6	31,9	207,3
S002		16,3					
9004	Rodeo - Beltrán	244,3	965,8	3815,2	1979,5	89,0	6849,6
Total Maipú	1358,7	11261,6	9003,8	4152,5	2229,6	26647,6	
1056	Mathus Hoyos	92,1	737,3	679,2	613,6	1208,9	3239,1
1770	Vertientes Corralito	366,4	812,5	408,3	126,6	2735,4	4082,7
1700	Sánchez	212,7	562,0	170,8	1887,2	132,2	2752,2
Total Guaymallén	671,2	2111,8	1258,3	2627,3	4076,6	10074,0	
1070	Tajamar	52,5	309,4	58,6	108,6	557,5	1034,0
LH01		21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LH02		27,3					
LH03		19,6					
1278	Esteban	47,8	843,6	200,8	687,3	198,8	1930,5
Total Las Heras	168,2	1153,0	259,3	795,8	756,3	2964,5	
1230	Reyna	9,6	899,2	270,9	78,9	21,6	1270,5
1287	Galigniana	38,1	3127,7	1979,9	449,4	522,3	6079,4
1231	Marienhoff	47,6	1849,7	671,9	758,8	490,7	3771,1
1262	California	74,5	3267,4	44,7	662,4	89,4	4063,9
SMD1		0,6					
Total San Martín	170,4	9144,0	2967,4	1949,4	1124,1	15184,9	
S003		0,6					
1263	Jocolí	108,0	3252,2	696,0	1923,0	870,4	6740,7
1739	Barón - Paramillo	5,8	415,4	386,4	938,9	336,5	2077,2
1760	Colonia	22,7	438,7	390,0	955,1	21,7	1805,4
1271	Santa Rita	16,7	1115,0	171,9	609,7	149,4	2045,9
1275	Progreso	15,1					
1254	Natalio Estrella	12,5	1065,3	139,9	152,6	232,1	1590,0
1242	San Pedro - San Pablo	17,7	2100,6	113,3	337,2	210,1	2761,1
LV01		0,0					
LV02		1,8					
LV03		0,0					
1253	La Perfoga	4,0	739,2	42,6	200,4	58,1	1040,3
1200	Bajada de Araujo	67,0	2716,5	277,6	440,4	270,2	3704,7
1237	Gustavo Andre	43,2	2131,0	191,9	75,4	1034,7	3432,9
1268	Villanueva	25,8	2463,5	370,5	336,2	260,8	3431,0
1738	Tulumaya	73,0	1631,3	680,1	2152,0	850,2	5313,6
Total Lavalle	413,9	18068,7	3459,1	8120,9	4294,0	33942,7	
Cuenca del Río Mendoza	3327,7	51574,4	18979,6	21011,1	15269,3	106834,3	

Fuente: (Proyecto PNUD/FAO/ARG//00/008, 2003)

Mapas de Impacto Ambiental por Agroquímicos en la cuenca del Río Mendoza

De manera de sintetizar y graficar la problemática derivada del uso de los agroquímicos en la cuenca del Río Mendoza, se elaboraron mapas para el caso del mencionado río. En dichos mapas se representa, a través de diferentes tonalidades, el valor del Impacto Ambiental Total (IAT) por parcela cultivada y por Unidad de Manejo.

En la Figura 1 se presenta el mapa correspondiente al Impacto Ambiental Total (IAT) por Unidad de Manejo, para lo cual se ponderó el valor del IAT de diferentes productos agroquímicos estudiados para las células de cultivo de cada una de las Unidades de Manejo de la cuenca.

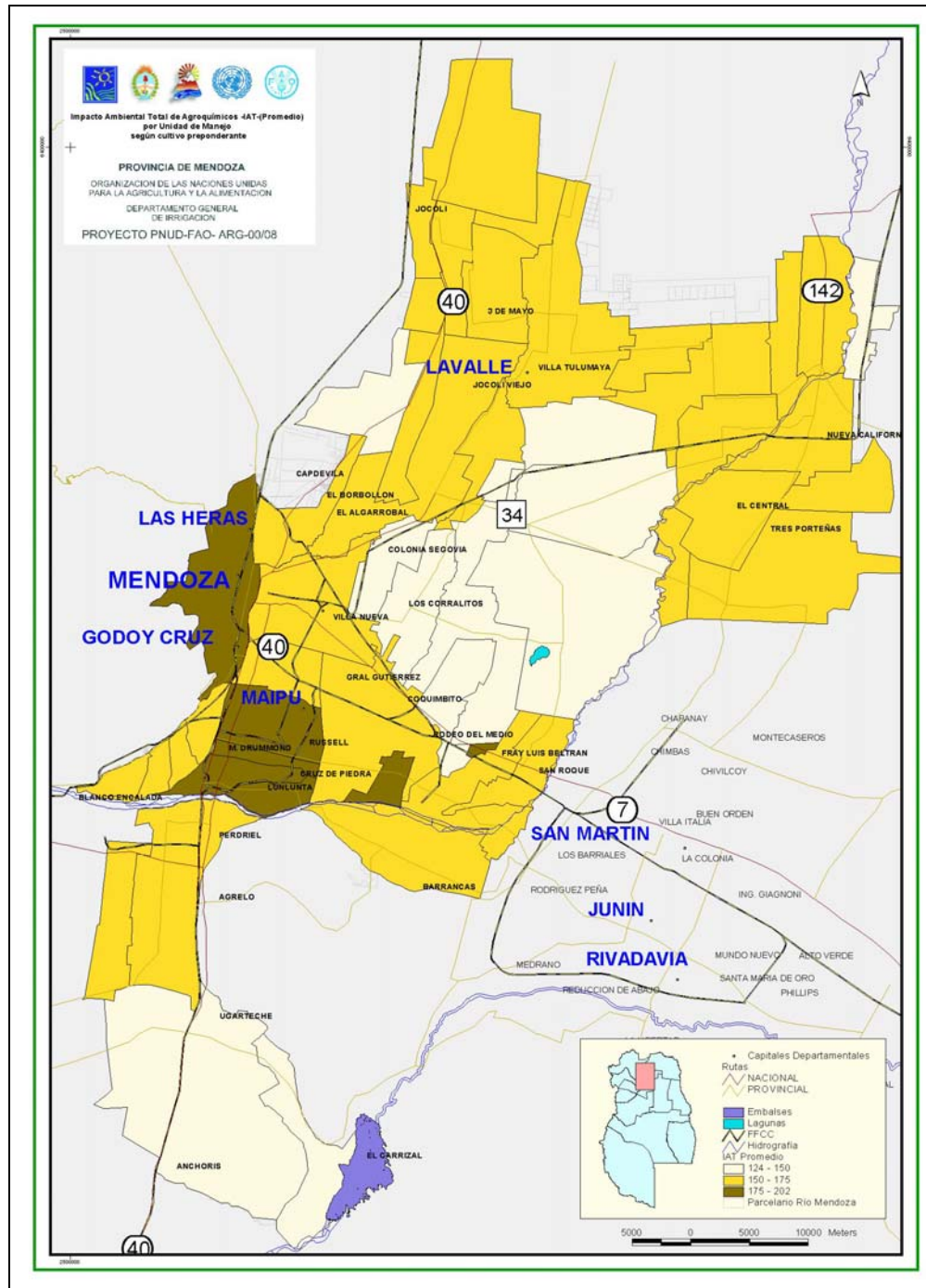


Figura 1. Impacto Ambiental Total (IAT) de agroquímicos por Unidad de Manejo Cuenca del Río Mendoza

CONCLUSIONES

Con respecto a los resultados expresados en los mapas elaborados, en el que expresa los valores a nivel de Unidades de Manejo, puede apreciarse que la mayor parte del área de la cuenca del Río Mendoza está comprendida en categorías que se pueden denominar como de “medio” y “bajo” riesgo de contaminación en relación con el uso de agroquímicos, mientras que la menor proporción del área corresponde a sectores en los que el riesgo es relativamente “alto” de acuerdo a las clases elaboradas.

De lo anterior puede concluirse, en forma preliminar, que si bien la agricultura intensiva que se practica en el oasis del Río Mendoza requiere de una importante cantidad de agroquímicos para asegurar la cantidad y la calidad de los productos allí cultivados, los resultados del presente estudio muestran que los riesgos de contaminación derivados del uso de agroquímicos sería, en la mayor parte del área de la cuenca, “medio” y “bajo”. Las áreas en que el riesgo aparece como más elevado se encuentran, en general, remitidas a sectores ubicados hacia el Norte y el Sur del área metropolitana de Mendoza.

En cuanto al desarrollo del estudio, puede destacarse el desarrollo de una metodología que, si bien deberá ser mejorada y ajustada, resulta de interés como herramienta de diagnóstico, así como para la gestión ambiental.

La problemática de los agroquímicos en zonas de cultivo intensivo, como ocurre en el oasis norte de Mendoza en general, no se debe remitir solamente a los posibles problemas de toxicidad sobre el ser humano, a pesar de ser este el tema de mayor preocupación para los trabajadores rurales y para los consumidores de productos agrícolas.

En el modelo de valoración presentado en este documento se ha ponderado la problemática derivada de los agroquímicos desde diversos puntos de vista. Si bien varios de ellos no tienen una fuerte repercusión en cuanto a la toxicidad para el ser humano, pueden de todas formas representar un impacto evidente si se considera la sustentabilidad del oasis en el mediano y largo plazo, particularmente en cuanto a la posible contaminación del agua.

Para la elaboración del Índice Ambiental Total (IAT) se debieron seleccionar elementos, elaborarse escalas para cada uno de ellos, y ponderarse elementos según criterios adoptados por los autores, con el apoyo de especialistas consultados a tal fin, particularmente de ingenieros agrónomos del Proyecto DGI/FAO.

La totalidad de los factores considerados, así como el tratamiento que de ellos se realizó, pueden ser considerados como factibles de ser mejorados. Lo dicho quiere significar que, a través del presente estudio, se desea dejar planteada una inquietud acerca del tema de la contaminación por agroquímicos en un sentido amplio. Se espera que en el futuro se puedan mejorar y profundizar tanto la metodología empleada como los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (1997) *“Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina”*. Edición 1997. Buenos Aires

Chambouleyron, J., Drovandi, A., Barbuzza, C., Dias, R., Zimmermann, M., Solanes, R., Nacif, N., Salatino, S. (1996) *“Evaluación del manejo y control de la calidad del agua de*

riego en Mendoza. Estudio de caso: dique El Carrizal". Publicado en los anales del XVI Congreso Nacional del Agua. San Martín de los Andes, Neuquén.

Enriquez, P. "Evaluación del riesgo ambiental a la liberación de pesticidas". Laboratorio de Ecotoxicología, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
en: <http://www.monografias.com/trabajos10/evaries/evaries.shtml> (27/11/03)

EPA. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos "Integrated Risk Information System" en: <http://www.epa.gov/iris/subst/index.html> (20/11/03)

EPA. Oficina de programa de pesticidas de la Agencia para la protección del medioambiente de los Estados Unidos (1998) "Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas".
En: www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/spch1.pdf a [spch21.pdf](http://www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/spch21.pdf)
(10/11/03)

Harte, J. et al (1995) "Guía de las sustancias contaminantes, el libro de los tóxicos de la A a la Z". México, Grijaldo

Miranda, N. et al "Mercado provincial de agroquímicos" (2000) Programa de uso racional de agroquímicos (PURA) ISCAMEN. Mendoza (Formato digital)

OMS en http://geocities.com/rap_al/Clasificacion.html

Proyecto PNUD/FAO/ARG//00/008. Departamento General de Irrigación (2003) "Planes Directores de Cuencas. Anexo Caracterización Ambiental de la Cuenca del Río Mendoza". Departamento General de Irrigación. Mendoza

UNESCO (Editores: Sven-Olof Ryding y Walter Rast) (1992). "El control de la eutrofización en lagos y pantanos". Ediciones Pirámide, S.A. – Madrid.