

## **RIESGO AMBIENTAL POR EL USO DE FITOSANITARIOS EN CULTIVOS ANUALES DE LA CUENCA DEL ARROYO LUDUEÑA, SANTA FE**

Sergio Montico, Néstor Di Leo, Beatriz Bonel y Julio Denoia

Manejo de Tierras. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario  
CC 14 S2125ZAA Zavalla. Santa Fe. Argentina  
e-mail: smontico@unr.edu.ar

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue evaluar el riesgo ambiental ocasionado por la aplicación de fitosanitarios en cultivos anuales en una cuenca rural del sur de Santa Fe. En cuatro unidades de paisaje se seleccionaron seis tipos de usos anuales agrícolas. En cada combinación se evaluó el riesgo ambiental por la aplicación de fitosanitarios a través de un índice de integración. Se determinaron las pautas de gestión de los fitosanitarios relacionadas con el tipo de principio activo, dosis y tecnología de aplicación. El índice consideró información de clima, de suelo y del sitio de aplicación. Las unidades de paisaje con mejores condiciones naturales poseen bajo riesgo por el uso de fitosanitarios para todas las secuencias de cultivos anuales. Respecto a los indicadores que conforman el índice, el de presencia del principio activo fue el más elevado en todas las unidades de paisaje, siendo el de aire el de menor riesgo, en general. El de agua superficial fue bajo para los seis usos en las mejores unidades paisajísticas y alto en las de peores características naturales, el de agua subterránea no mostró una asociación clara entre tipos de usos y unidades de paisaje. El índice de integración utilizado fue útil para discriminar los riesgos ambientales derivados de la aplicación de fitosanitarios en cultivos agrícolas anuales en distintos sectores de la cuenca.

**Palabras clave:** riesgo ambiental, fitosanitarios, cultivos anuales, cuenca rural.

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the environmental risk caused by the application of pesticides products in annual crops in a rural basin in the south of Santa Fe. In four landscape units six types of annual agricultural uses were selected. In each combination the environmental risk was evaluated by the application of pesticides products through an index of integration. The pesticides management guidelines related to the type of active principle, dosage and application technology were determined. The index considered weather, soil and application site information. Landscape units with better natural conditions have low risk due to the use of pesticides products for all sequences of annual crops. Regarding the indicators that make up the index, the presence of the active ingredient was the highest in all landscape units, with air being the lowest risk in general. The one of superficial water was low for the six uses in the best landscape units and high in those of worse natural characteristics, the one of underground water did not show a clear association between types of uses and units of landscape. The index of integration used was useful to discriminate the environmental risks derived from the application of pesticides products in annual agricultural crops in different sectors of the basin.

**Keywords:** environmental risk, pesticides, annual crops, rural basin.

## INTRODUCCIÓN

La evolución del uso de los pesticidas en la región pampeana argentina estuvo fuertemente relacionada con el surgimiento de tecnologías novedosas como la transgénesis y la siembra directa, ambas asociadas a un modelo de uso de las tierras derivado de la primigenia Revolución Verde. Aquellas introdujeron importantes cambios en otros componentes tecnológicos, y en los naturales, como suelos y biodiversidad, y también en aspectos vinculados a cuestiones culturales y empresariales (Castoldi et al., 2007).

Cumplir los objetivos de manejo de adversidades para los cultivos sin degradar el medio ambiente es un desafío importante en el uso sostenible de la tierra (Birkhofer et al., 2015).

Los efectos asociados a la aplicación de pesticidas en los cultivos extensivos no son suficientemente monitoreados y existen dudas, intereses y demandas sociales que exigen una mayor claridad respecto a los tipos, momento y estrategias de su uso. Para lograr un mejor conocimiento sobre cómo estas prácticas agronómicas pueden afectar a los distintos componentes ambientales se recurre a indicadores, los que permiten evaluarlas a través de diferentes dimensiones (Montico et al., 2013).

Los indicadores son herramientas valiosas, dado que sintetizan la información y contribuyen a que los responsables de las decisiones de intervención en el territorio comprendan la complejidad de los sistemas de producción agropecuarios (Trevisan et al., 2009).

En la actualidad, en el sur de Santa Fe, la agricultura es la principal actividad productiva, donde el doble cultivo trigo-soja y la soja de segunda siembra, ocupan el 88% de la superficie agrícola.

En este escenario, el herbicida más aplicado es una Glicina (glifosato), en menor medida los Bipiridilos, y los insecticidas Piretrinas y Piretroides. Asimismo los Triazoles y Estrobirulinas, son los más utilizados como funguicidas, y en menor proporción, los Carbamatos. Aunque la superficie dedicada al cultivo de maíz es aproximadamente del 10%, en este cultivo se aplican importantes cantidades de Atrazina y Acetoclor (Montico y Di Leo, 2015). Los desarrollos tecnológicos, las presiones del mercado de granos y el de tierras, y últimamente, los conflictos en los periurbanos por el uso de fitosanitarios, se conjugan e impactan de diferentes

formas en los diversos ambientes del territorio pampeano. Existe una creciente preocupación social sobre la cantidad y calidad de los pesticidas utilizados en los sistemas agroproductivos extensivos, sustentada en cuestiones de salud, obtención de alimentos sanos y cuidado del ambiente. Los indicadores utilizados para predecir el impacto y riesgo ambiental de estos productos químicos son herramientas que deberían incorporarse siempre a las decisiones sobre la organización del uso del espacio agropecuario. Se pretende que sea sencillos para su utilización, efectivos y fáciles de comunicar.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el riesgo ambiental ocasionado por la aplicación de fitosanitarios en cultivos anuales en una cuenca rural del sur de Santa Fe.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la cuenca del arroyo Ludueña (70.000 ha) en el sureste de la provincia de Santa Fe, Argentina, y que se ubica entre los paralelos 32° 45' y 33° 08' S y los meridianos 61° 04' y 60° 39' O. El clima es subhúmedo mesotermal, con una temperatura media anual de 17 °C y con un monto de precipitaciones totales promedio de 1.110 mm.

Bonel et al. (2005) identificaron y georreferenciaron en la cuenca cuatro unidades de paisaje (UP) a escala 1:50.000 (Fig. 1), cuyas características principales se describen a continuación.

### Unidad de paisaje N°1 (UPI)

Abarca posiciones de relieve correspondientes a lomas extensas y ligeramente onduladas, con pendientes menores al 1% (0.5-1.0 %). El escurrimiento es moderado a bueno y el drenaje es bueno. No existe peligro de anegamiento o inundación y la napa freática, por su profundidad, no influye en las propiedades edáficas. En las áreas con mayor pendiente existe ligero peligro de erosión. La capacidad de uso corresponde a I-2. Los suelos son Argiudoles típicos de la Serie Peyrano (Py) y Consociación Serie Peyrano fase suavemente ondulada (Py8). La UPI está atravesada por áreas inclinadas hacia los cauces situados al pie de la loma constituyendo áreas cóncavas, cuyos suelos corresponden a las Consociaciones Serie Peyrano moderadamente engrosada (Py2x) y Serie Peyrano bien drenada y engrosada (Py20), la clasificación

por capacidad de uso corresponde a Iie y Iiw , respectivamente.

**Unidad de paisaje N°2 (UPII)**

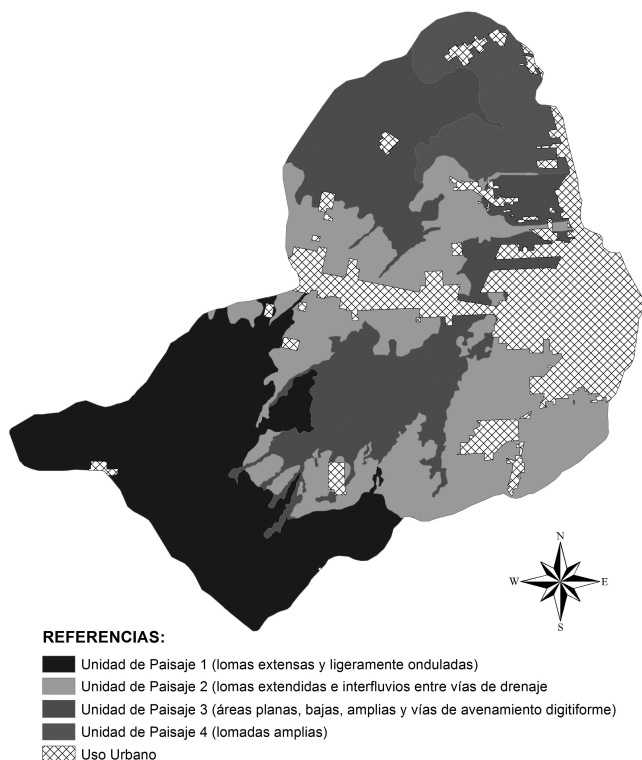
Abarca lomas extendidas. Algunos sectores corresponden a interfluvios entre vías de drenaje. Están presentes numerosos microrrelieves dando un aspecto “cribado”. La permeabilidad de suelo es lenta y el perfil edáfico tiene características hidromórficas y son afectados por alcalinidad sódica, siendo el escurrimiento lento. Las posiciones más altas están ocupadas por suelos de la Serie Roldán (Rd) y en menor medida por la Serie Monte Flores (MF). Las microdepresiones están ocupadas por suelos de la Serie Gelly (Ge), Monte Flores (MF) y Zavalla (Za), con Capacidad de Uso: Iiw-s y Iiw. El área está atravesada por sectores cóncavos con pendientes menores al 1 %, de lenta permeabilidad, anegables y de escurrimiento lento. Estos sectores también están afectados por alcalinidad sódica. Los suelos presentes corresponden a las Series MF y Rd (fases erosionada y engrosada) y Ge, con capacidad de uso: IVw-s. La clasificación taxonómica de las series corresponde a Natralbol típico (Ge), Argialbol típico (MF) y Natracualf típico (Za). Los suelos de la UP2 abarcan las consociaciones Rd8, Rd12, Rd15y Rd11.

**Unidad de paisaje N°3 (UPIII)**

Abarca posiciones en el paisaje correspondiente a áreas planas, bajas, amplias y vías de avenamiento digitiforme, de permeabilidad lenta a muy lenta y drenaje impedido a pobre. Los gradientes de pendientes son menores a 0,5 % y el escurrimiento es lento. Los suelos presentan alcalinidad sódica y sales, y son Consociaciones de las Series Rd, Ge, Za, Manantiales (Ma), Za y MF, con capacidades de uso que comprenden las clases VIw-s y VIIw-s. Taxonómicamente corresponden a Argiudoles vérticos (Rd), Argiudol ácuico (Ma), Argialboles típicos (MF), Natralboles típicos (Ge) y Natracualfes típicos (Za), y están presentes en las Consociaciones Rd10, Za2 y Za3.

**Unidad de paisaje N°4 (UPIV)**

Abarca posiciones de paisaje correspondiente a amplias lomadas, con pendientes de 0,5 %, escurrimiento lento a moderado y drenaje moderado a bueno. La napa freática se encuentra entre 5 y 15 metros de profundidad. El suelo representativo es un Argiudol vértico que corresponde a la Serie Roldán, cuya capacidad de uso es I-2.



**Figura 1: Mapa de Unidades de Paisaje en la cuenca del arroyo Ludueña.**

Las superficies de las UP son: UPI: 21.432,3 ha; UPII: 20.324,1 ha; UPIII: 19.036,6 ha; UPIV: 6.096,5 ha. Desde el enfoque agroproductivo las UPIII y UPII son las de menor aptitud relativa, siendo la UPI la que mejores condiciones presentan para sustentar la producción agrícola y ganadera extensiva. También desde la perspectiva ambiental, y tal como lo indicaron Montico et al. (2006) cuando estudiaron estos ambientes, las UPIII y UPII son más vulnerables, principalmente a eventos hidrológicos extremos, debido a sus características topográficas y a los tipos de suelo que poseen. En estas últimas se establecen relaciones geoquímicas sistémicas uni y bidireccionales muy marcadas.

Para evaluar el riesgo ambiental por el uso de fitosanitarios se evaluaron seis usos anuales de la tierra con cultivos agrícolas (UACA) representativos de la cuenca en las cuatro UP: Barbecho-Maíz (B-MAÍZ); Barbecho-Soja (B-SOJA); Cultivo de Cobertura-Maíz (CC-MAÍZ); Cultivo de Cobertura-Soja (CC-SOJA); Trigo-Maíz (TRIGO-MAÍZ); Trigo-Soja (TRIGO-SOJA).

Se estableció la gestión del uso de los fitosanitarios en los UACA para el control de las adversidades (maleza, insectos hongos), específicamente, herbicidas, insecticidas y funguicidas: principios activos, dosis, cantidad y oportunidad de las aplicaciones. Para definir los modos más representativos de uso de estos productos de síntesis química, se recurrió a información proporcionada por informantes clave, organismos oficiales, publicaciones técnicas y trabajos experimentales, e investigaciones regionales en sistemas productivos.

Los herbicidas comprendieron a los derivados del ácido clorofenoxiacético, fosfonatos, bipiridílicos, glufosinato, triazinas, imidazolinonas y sulfonilureas; los insecticidas a los carbamatos y piretrinas; los funguicidas a los triazoles y estrobirulinas.

Con la información relevada se calculó el Índice de Riesgo Ambiental v0.5 -IIRAmb- (Grenón et al., 2015), en los seis UACA y en cada UP. Este índice, basado en el Ipest (Girardin, et al., 1999) contempla información de base del principio activo del plaguicida (vida media, DL50 mamíferos, DL50 abejas, Koc, Kh, Ka, IDA y toxicidad acuática), del clima (recarga acuífero, dirección dominante del viento), del suelo (profundidad, densidad, capacidad de campo, materia orgánica, pH, granulometría); del sitio de aplicación

(pendiente, profundidad de la napa freática, distancia a agua superficial) y de la tecnología de aplicación (dosis y cobertura del cultivo). La integración de esta información se realiza mediante índices que valoran los riesgos de impacto en aguas subterráneas GUS (Gustafson, 1989) y FAT (Rao et al., 1985), los riesgos ecotoxicológicos RIPEST (Ferraro, 2005) y los módulos de riesgo para aire, agua (superficial y subterránea) y presencia del principio activos. Además, como una medida de valoración total del riesgo, se calcula el impacto global -Ipest Global- (Werf y Zimmer, 1998).

En cada UP se determinaron los datos-insumos para el IIAmb v5.0: serie de suelos (textura, tenor de materia orgánica y pH), profundidad media de la napa, recarga anual de agua subterránea y distancia a aguas superficiales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se indican los valores del Ipest Global para cada UACA en las cuatro UP. La secuencia trigo-maíz en un año posee el menor riesgo en todas las UP, y al efectuar el barbecho y luego sembrar maíz, en las UPII y UPIII, alcanza los valores más altos. Sembrar soja luego de trigo en lugar de maíz, incrementa el riesgo en toda la cuenca, ello podría estar vinculado a la mayor utilización de funguicidas en soja, dado que sus principios activos poseen alto impacto ambiental. El barbecho como antecesor de maíz mejora el índice frente al cultivo de cobertura en las UPI y UPIV, sin embargo la secuencia cultivo de cobertura-soja posee los menores índices en UPI, UPIII y UPIV cuando se lo compara con el antecesor barbecho.

**Tabla 1. Ipest Global de los usos agrícolas anuales en las UP de la cuenca y rangos de valoración de riesgo ambiental.**

	UPI	UPII	UPIII	UPIV
B-SOJA	2,29	3,22	3,51	2,42
CC-MAÍZ	2,86	3,53	3,59	2,89
CC-SOJA	2,12	3,27	3,29	2,33
B-MAÍZ	2,12	3,84	3,76	2,59
TRIGO-MAÍZ	1,86	3,21	3,26	1,88
TRIGO-SOJA	2,24	3,51	3,56	2,29

B: barbecho; CC: cultivos de cobertura

Valor Ípest Global: (0-1) extremadamente bajo, (1-2) muy bajo, (2-3) bajo, (3-5) moderado, (5-8) alto y (8-10) muy alto.

De acuerdo a la escala de valoración propuesta por el IIAmb, las UPI y UPIV poseen bajo riesgo por el uso de fitosanitarios para todas las secuencias de cultivos anuales, resultando moderado para la UPII y UPIII

(Figura 2). Esta condición estaría vinculada principalmente a las características paisajísticas hidrológicas y edáficas, las que contribuirían a su mayor vulnerabilidad ambiental (Montico y Di Leo, 2015).

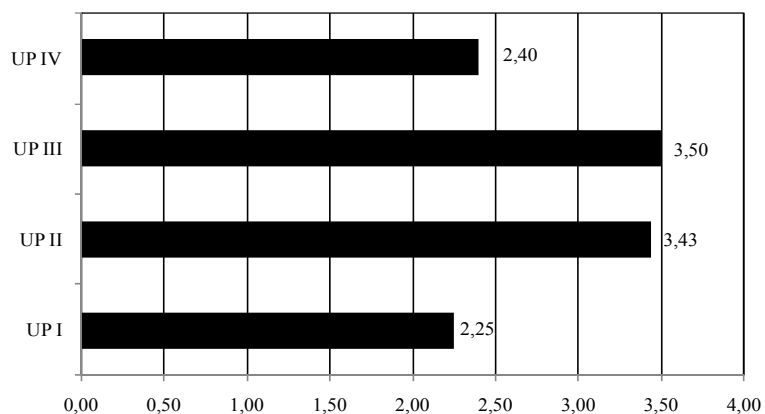
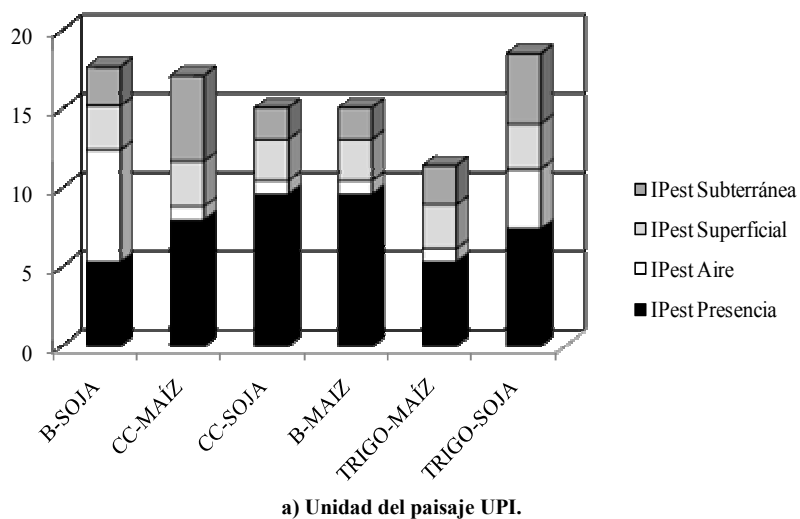


Figura 2: Valores promedio de Ipest Global de los seis usos agrícolas anuales en las UP.

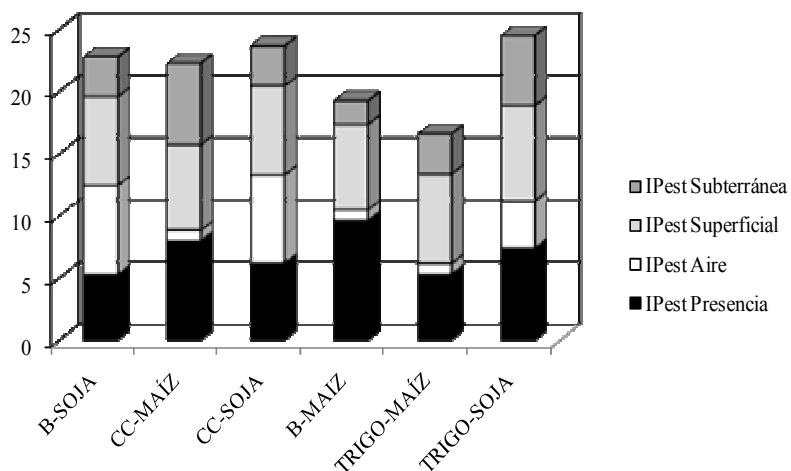
En la Figura 3 (a, b, c y d) se indican en cada UP, los Ipest para los módulos de riesgo en Agua (Superficial y Subterránea), Aire y Presencia del principio activo de los fitosanitarios aplicados en los usos evaluados.

El Ipest Presencia (unidades tóxicas) fue el más elevado en todas las UP, siendo el de Aire el de menor riesgo en general. El Ipest Superficial fue bajo para los seis UACA en UPI y UPIV y alto en UPII y UPIII, y el Ipest Subterránea no mostró una asociación clara entre tipos de usos y UP. Otros autores hallaron diferencias entre los módulos cuando investigaron diferentes cultivos, ambientes y fitosanitarios (Grenón et al., 2015; Montico y Di Leo, 2015).

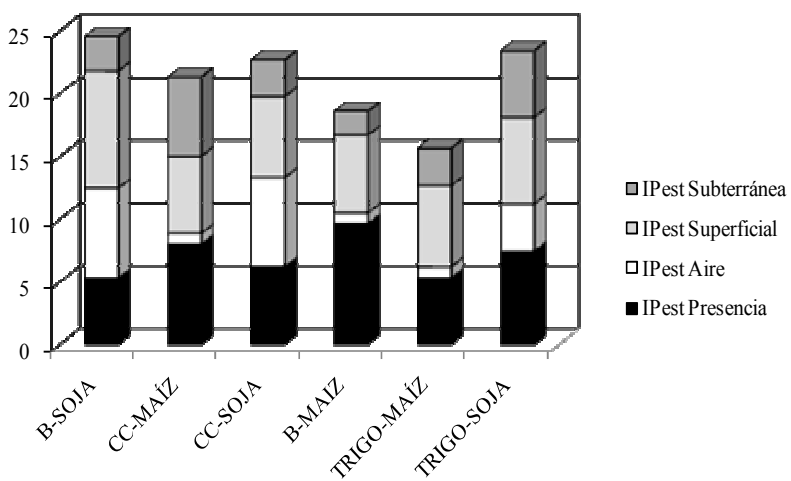
El Ipest Presencia (unidades tóxicas) fue el más elevado en todas las UP, siendo el de Aire el de



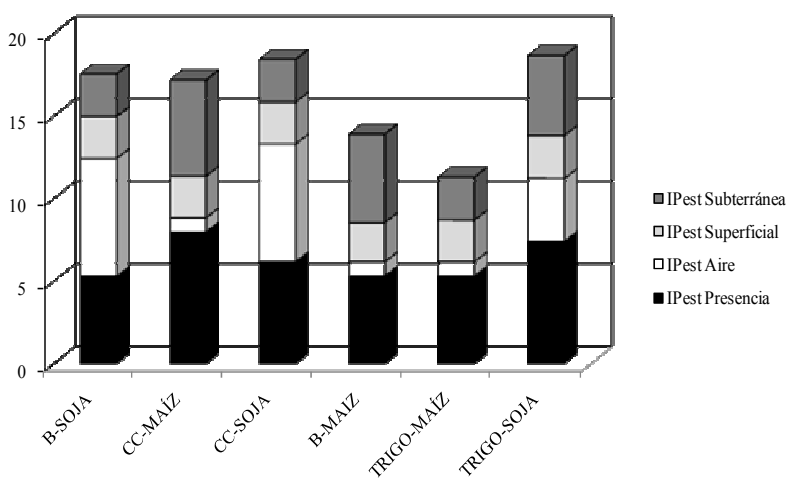
a) Unidad del paisaje UPI.



b) Unidad del paisaje UPII.



c) Unidad del paisaje UPIII.



d) Unidad del paisaje UPIV.

Figura 3 (a, b, c y d): Valores de IPest para de los módulos de Riesgo (Agua, Aire) y Presencia de los principios activos de los usos anuales en las UP de la cuenca.

En la Tabla 2 se presentan para los cuatro tipos de Ipest discriminados (Agua Superficial, Agua Subterránea, Aire y Presencia) las combinaciones de UACA y UP que tuvieron riesgo ambiental moderado, alto y muy alto (no se consideraron los bajos, muy bajos y extremadamente bajos).

El Ipest Presencia tuvo una frecuencia relativa de 0,73 para riesgo alto y 0,27 para muy alto. En la secuencia barbecho-maíz el riesgo fue muy alto en todas las UP, y no se registró riesgo moderado. En el caso del Ipest Aire, hubo una frecuencia relativa de 0,72 de alto riesgo y 0,28 de riesgo moderado (siempre en trigo-soja); no se registró riesgo muy alto. Respecto al agua, en Ipest Superficial la

frecuencia relativa de riesgo alto resultó 0,92 y de 0,08 para muy alto, sólo en UPII y UPIII, dado que en UPI y UPIV no se registró riesgo; y en Ipest Subterránea la frecuencia relativa de riesgo alto fue de 0,55 y 0,45 para moderado (siempre en trigo-soja), no registrándose riesgo muy alto.

Respecto a las UP, las frecuencia relativa de riesgo fueron: UPI, moderado (0,2), alto (0,6) y muy alto (0,10); UPII: moderado (0,2), alto (0,65) y muy alto (0,15); UPIII: moderado (0,06), alto (0,81) y muy alto (0,13); UPIV: moderado (0,16), alto (0,75) y muy alto (0,09). Esto indica que la frecuencia de alto riesgo es la mayor de las tres evaluadas (muy alto, alto y moderado) en todas las UP y para los cuatro módulos.

**Tabla 2. Riesgos ambientales de las combinaciones entre los usos agrícolas anuales en cada UP y los módulos Ipest de aire, agua y presencia.**

		Ipest Presencia			Ipest Aire			Ipest Superficial			Ipest Subterránea		
		Muy alto	Alto	Moderado	Muy alto	Alto	Moderado	Muy alto	Alto	Moderado	Muy alto	Alto	Moderado
UPI	B-SOJA		X			X							
	CC-MAÍZ		X									X	
	CC-SOJA		X			X							
	B-MAÍZ	X											
	TRIGO-MAÍZ												
	TRIGO-SOJA		X				X						X
UPII	B-SOJA		X			X			X				X
	CC-MAÍZ		X						X			X	
	CC-SOJA	X				X			X				X
	B-MAÍZ	X							X				
	TRIGO-MAÍZ		X			X							X
	TRIGO-SOJA	X					X		X			X	
UPIII	B-SOJA		X			X		X					
	CC-MAÍZ		X			X			X				
	CC-SOJA		X			X			X				
	B-MAÍZ	X							X				
	TRIGO-MAÍZ		X						X				
	TRIGO-SOJA		X				X		X			X	
UPIV	B-SOJA		X			X							
	CC-MAÍZ		X									X	
	CC-SOJA		X			X							
	B-MAÍZ	X										X	
	TRIGO-MAÍZ		X										
	TRIGO-SOJA		X				X						X

Schaaf (2016) cuando evaluó los fitosanitarios utilizados en los cultivos más representativos en la región agrícola del centro de Santa Fe, observó que el 78,1% eran de mediana, alta y muy alta toxicidad. Dado que en la cuenca del arroyo Ludueña los principios activos utilizados coinciden con estos, cuando se aplican en paisajes donde se produce la recarga de la cuenca, el agua subterránea se encuentra cercana a la superficie y los suelos son de baja aptitud productiva, se incrementaría la frecuencia de riesgo ambiental para los módulos Ipest (aire y agua) tanto como lo más altos valores de Ipest Global. En la misma región, Arregui et al. (2013) recurrieron a tres indicadores (GUS, Ipest e Índice relativo de Plaguicidas) encontrando diferencias entre

riesgos de impacto ambiental en cultivos anuales, mostrando la relación entre los atributos naturales de una región agro-productiva, también de Santa Fe, y la tecnología de control de adversidades.

El índice de riesgo ambiental aplicado en las UP y en usos agrícolas anuales, representa una base decisional para la construcción de módulos rotacionales que se orienten a racionalizar la utilización de fitosanitarios en la cuenca, evitando recurrir a las misma tecnología de control de adversidades en ambientes diferentes. Asimismo, brinda también referencias para el análisis de productos alternativos para el control de plagas y la óptima formulación de prácticas agronómicas

relacionadas con la secuencia de cultivos en los sistemas de producción (Oerke y Dehne, 2004).

El reconocimiento de la vulnerabilidad ambiental del territorio de una cuenca (Montico, 2013) puede explicar las diferentes interacciones entre los usos de la tierra y los fitosanitarios de modo de detectar impactos indeseados, mitigarlos y también evitarlos.

Tal como sugiere Schaaf (2016), estos abordajes pueden contribuir a la definición de planes de ordenamiento territorial, y con ello, establecer directrices que optimicen la relación sociedad-ambiente.

## CONCLUSIÓN

El índice de integración utilizado fue útil para discriminar los riesgos ambientales derivados de la aplicación de fitosanitarios en cultivos agrícolas anuales en sectores de la cuenca con diferentes atributos naturales. Las unidades de paisaje que poseen mejores condiciones topográficas, hídricas y edáficas son menos impactadas por los fitosanitarios, situación que debería considerarse en la planificación del uso de la tierra en toda la cuenca.

La identificación de los efectos de los fitosanitarios utilizados contribuye al diseño de protocolos de control de adversidades que contemplen principios activos de bajo impacto, y en íntima relación con las características locales donde se apliquen.

## REFERENCIAS

- Arregui, M.C.; Grenón, D.A.; Sánchez, D.E. y Ghione, J. 2013. Evaluación del riesgo de impacto ambiental de plaguicidas en cultivos anuales del centro de Santa Fe. *FAVE Secc. Ciencias Agrarias* 12(1): 13-20.
- Birkhofer, K.; Diehl, E.; Andersson, J.; Ekroos, J.; Früh-Müller, A.; Machnikowski, F.; Mader, V.L.; Nilsson, L.; Sasaki, K.; Rundlöf, M.; Wolters, V. y Smith, H. G. 2015. Ecosystem services current challenges and opportunities for ecological research. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2:1-12.
- Bonel, B. A.; Montico, S.; Di Leo, N. C.; Denoia, J. A. y Vilche, M. S. 2005. Análisis energético de las unidades de tierra en una cuenca rural. *FAVE, Secc. Ciencias Agrarias*. 4, 37-47.
- Castoldi N., Finizio A. y Bechini, L. 2007. Agroecological indicators of field-farming system sustainability. II. Nutrients and pesticides. *Italian Journal Agrometeorology*, 12, 6–23.
- Ferraro, D.O. 2005. La sustentabilidad agrícola en la Pampa Interior (Argentina): desarrollo y evaluación de indicadores de impacto ambiental del uso de pesticidas y labranzas usando lógica difusa. Tesis Doctoral, Escuela para Graduados "Alberto Soriano", Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 171 pp.
- Girardin, P.; Bockstaller C. y Van der Werf, H. 1999. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. *J. Sust. Agric.*, 13:5-21.
- Grenón, D.; Arregui, M. C.; Galán, E. y Sánchez, D. E. 2015. Integración de índices de riesgo ambiental para diseñar estrategias de manejo fitosanitario de menor impacto. *Actas Congreso Provincial de Ingenieros Agrónomos de Santa Fe*. Rosario, Argentina.
- Gustafson, D.I. 1989. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environ. Toxicology Chemical.*, 8: 339-357.
- Montico, S.; Bonel, B. A.; Di Leo, N. C. y Denoia, J. A. 2006. Flujos de energía en sistemas agrícolas de una cuenca de la región centro de Argentina. *Cuadernos del CURIHAM*. 12, 7-14
- Montico, S. 2013. Vulnerabilidad de unidades de paisaje en una cuenca de Santa Fe, Argentina. *Revista del CURIHAM*, (19):15-24.
- Montico, S.; Bonel, B.; Di Leo, N. y Denoia, J. 2013. La aplicación del método GEO en la cuenca del arroyo Ludueña, Santa Fe. *Actas VIII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales*. Buenos Aires. Argentina.
- Montico, S. y Di Leo, N. 2015. Riesgo ambiental por pesticidas en una cuenca del sur de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Revista Internacional Contaminación Ambiental*, 31 (2) 165-172.
- Oerke, E. C. y Dehne, H. E. 2004. Safeguarding production losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*, 23: 275-285.
- Rao, P.S.C.; Hornsby, A.G. y Jessup, R.E. 1985. Indices for ranking the potential for pesticide contamination of groundwater. *Soil and Crop Science Society of Florida*, 44:1-8.



Schaaf, A. A. 2016. Valoración de impacto ambiental por uso de pesticidas en la región agrícola del centro de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (7), 6:1237-124.

Trevisan, M.; Di Guardo, A. y Balderacchi, M. 2009. An environmental indicator to drive sustainable pest management practices. *Environmental Modelling & Software*, 24: 994-1002.

Werf, H. van der y Zimmer, C. 1998. An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system. *Chemosphere*, 36 (10): 2225-2249.

*Artículo recibido el 02/2018 y aprobado para su publicación el 04/2018.*