

ALGUNAS RESPUESTAS SOBRE LOS IMPACTOS DEL USO DE PLAGUICIDAS PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN AGROECOSISTEMAS DE LA REGIÓN PAMPEANA

Palabras clave: plaguicidas, ecosistemas, concentraciones ambientales, evaluación de efectos, evaluación de riesgo.
Key words: pesticides, ecosystems, environmental concentrations, effects assessment, risk assessment.

Reflexionar sobre lo aprendido en el transcurso de las dos últimas décadas sobre las investigaciones realizadas por el equipo de trabajo respecto al destino y los efectos biológicos de plaguicidas en nuestros ecosistemas, permitió reconocer la relevancia de los logros y sus limitaciones, particularmente teniendo en cuenta la magnitud y escala del problema. Ello se relaciona con una gran variedad y tipo de compuestos (en gran parte sintéticos) que se incorporan en la estrategia del control químico de plagas, la extensión regional, la intensidad y frecuencia de uso, junto al escaso conocimiento de las concentraciones ambientales en la región y los impactos en los ecosistemas.

■ **Alicia E. Ronco**

Centro de Investigaciones del Medio Ambiente,
Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacio-
nal de La Plata- Consejo Nacional de Investiga-
ciones Científicas y Técnicas.

cima@quimica.unlp.edu.ar

Thinking on what we learned in the course of the last two decades on the research conducted by the team regarding the fate and biological effects of pesticides in our ecosystems, allowed us to recognize the relevance of the achievements and limitations, particularly given the magnitude and scale of the problem. This is related to a variety and type of compounds (largely synthetic part) which are incorporated in the strategy of chemical control of pests, the regional extension, the intensity and frequency of use, as well as with the limited knowledge of the environmental concentrations in the region and impacts on ecosystems.

■ ANTECEDENTES

Desde fines del siglo XIX, la agricultura constituye uno de los pilares fundamentales de la economía Argentina, no sólo por la exportación directa de materias primas, sino también por la amplia cantidad de empresas de agroinsumos que se han instalado en el país para sustentar la demanda del sector (Girbal-Blacha, 2001). Si bien desde los '70 se trabaja a nivel internacional para conjugar estrategias químicas

y biológicas en el manejo integrado de plagas, el control químico mediante plaguicidas sigue siendo la herramienta de control más difundida en nuestro país, al igual que en otras regiones del mundo (Satorre, 2005). Por otra parte, en las últimas décadas se consolidó tanto en otras regiones como en nuestro país un modelo intensificado de producción, tendiente hacia una agricultura continua, con incorporación de cultivos genéticamente modificados y la siembra directa (Leguizamón,

2014). Aumentó en Argentina el consumo de plaguicidas en hasta el 900% en poco más de dos décadas, acompañado de un aumento de la superficie cultivada sólo en un 120% (CASAFE, 2012).

La incorporación de plaguicidas al ambiente en esta estrategia intensificada lleva a diversos cuestionamientos, que es necesario poner en contexto y realizar evaluaciones de riesgo asociados. En un marco histórico los plaguicidas comenzaron a

ser considerados contaminantes ambientales emblemáticos, tal como se refleja en la publicación de Carson (1962) quien decía: "... Estas pulverizaciones, polvos y aerosoles son ahora aplicados universalmente en campos, jardines, bosques y casas -compuestos no selectivos que tienen el poder de matar cada insecto, los 'buenos' y los 'malos', acallar el sonido de pájaros y el salto de peces en ríos, cubrir hojas con películas letales, que permanecen en los suelos -todo esto a pesar de que el objetivo pueda ser sólo algunas pocas malezas o insectos. ¿Puede alguien creer que el bombardeo de tales venenos sobre la superficie de la tierra no va a hacer ningún daño a todas las formas de vida? No deberían ser llamados 'insecticidas' sino mas bien 'biocidas'...". Sin embargo, el término plaguicida está más ampliamente difundido que el nombre genérico biocida (que mata o destruye la vida). El término plaguicida sugiere que las plagas pueden ser distinguidas de los organismos no nocivos, que los plaguicidas no los matarán, y que las plagas son totalmente indeseables. En este contexto se define a un plaguicida como "cualquier sustancia, preparación u organismo usado para controlar o destruir plagas" (COPR, 1997).

¿Qué plaguicidas se utilizan en la actualidad? Si analizamos primeramente los aspectos relacionados con la diversidad de formulaciones y cantidades en uso, se puede verificar rápidamente en medios de información pública, como por ejemplo el SENASA (2014), que provee un listado actualizado al año 2014 con límites máximos recomendados (LMR) por ingrediente activo (i.a.) y cultivo correspondiente a un total de 3.357 registros, para alrededor de 400 i.a. Estos productos pueden aparecer bajo 79 tipos de formulaciones (ej. cebos, aerosoles, polvo de contacto, fumígeno, gránulos so-

lubles, etc.) que incluyen en su composición, además del propio plaguicida, un conjunto de aditivos. Se destaca entre estos compuestos a los surfactantes de agroquímicos (por ejemplo alquilfenoles etoxilados, polioxietilaminas), que en promedio alcanzan un 5% de la composición de los formulados, información sobre la composición específica y sus proporciones menos alcanzables, que en algunos casos puede aportar la mayor proporción de la toxicidad al formulado y sus consecuentes impactos sobre la biota (Martin, 2011; Demetrio y col., 2012, 2014; Sobrero, 2012).

Una base de datos actualizada que se ofrece a través de redes de comunicación es la del Centro Nacional de Información sobre Plaguicidas (NPIC), de la Oficina de Programas sobre Plaguicidas de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (USEPA), que contiene información con base científica sobre plaguicidas, propiedades químicas, salud humana, síntomas de intoxicación, ambiente (USEPA, 2015). La base de datos de la división Destino Ecológico y Efectos, que realiza una actualización continua sobre puntos finales de evaluación de los efectos ecotóxicos de los plaguicidas registrados anteriormente y los actuales, cuenta con datos de toxicidad de más de 800 ingredientes activos (i.a.), metabolitos y mezclas multi-ingredientes, con 21.000 registros sobre puntos finales agudos y crónicos de organismos terrestres y acuáticos, cubriendo plantas, invertebrados y vertebrados.

¿Es esta información suficiente y pertinente? ¿Se puede generalizar para distintas regiones? ¿Cuánto conocemos sobre el problema en nuestro país? Algunas respuestas a estas preguntas podrían relacionarse con una búsqueda de información en publicaciones científicas, comu-

nicaciones en congresos de la especialidad, informes técnicos; recursos humanos formados y en formación, inversiones en investigación sobre el tema.

La información sobre el consumo de plaguicidas en Argentina (CASAFE, 2012) indica para el año 2011 un total de 317 millones de L/Kg que se corresponden con 2.381,2 millones de dólares, equivalente a unos 23.900 millones pesos. Habrá que preguntarse qué porcentaje de las inversiones en consumo anual de plaguicidas utilizados en la producción basada en el control químico de plagas se corresponde con las inversiones en investigación sobre el tema en particular. Una simple estimación indica que está muy por debajo (0,001% de lo que se factura anualmente). Sin embargo, es importante destacar que se ha incrementado significativamente en la última década la cantidad de proyectos de investigación que se desarrollan tanto en el sistema académico científico como en los organismos de gestión, particularmente en aspectos relacionados con monitoreo ambiental asociado a zonas productivas.

■ ESTUDIOS REALIZADOS EN EL CIMA

Estudios a escala local y de laboratorio con organismos acuáticos.

A partir de la convocatoria a proyectos de investigación científica y tecnológica (PICT), de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, se inició en el año 2000 una serie de estudios en el lugar de trabajo y en colaboración con investigadores de otros grupos, con un enfoque multidisciplinario, basados en distintas líneas de evidencia, para el diagnóstico ambiental de plaguicidas en zonas agrícolas bonaerenses. El mismo abordó el pro-

detectable hasta 1840 µg/kg en sedimentos en estos mismos ambientes mostraron niveles de concentración preocupantes del herbicida en esos mismos ambientes.

Esta estrategia general reveló el impacto de pulsos de toxicidad aguda (efectos letales y subletales) en la biota acuática (microcrustáceos, peces, larvas de anfibios, plantas acuáticas flotantes y riparias) a escala local asociado a la práctica agrícola, luego de aplicaciones aéreas o terrestres y posterior escorrentía por lluvias, el alcance y persistencia de las mismas (Carrquiriborde y col., 2007; Sobrero y col., 2007; Ronco y col., 2008; Mugni y col., 2011) y el efecto incremental de mezclas de plaguicidas (Martin y Ronco, 2006; Ronco y col., 2008; Demetrio y col., 2012).

■ ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Las respuestas a las preguntas de investigación planteadas aportaron nuevos enfoques y estrategias, que continuaron en estudios posteriores a escala local y regional, asociados a la producción extensiva e intensiva. En la Figura 1 se esquematiza un esquema de evaluación que se ha venido utilizando en estudios posteriores que incluye nuevas líneas de evidencia en la valoración de la exposición y los efectos de plaguicidas a distinta escala de complejidad.

Por otra parte, se estudiaron patrones de sensibilidad diferencial de componentes de la comunidad a distintos plaguicidas (Ronco y col., 2008); la influencia de la contaminación preexistente en sitios contaminados sobre la sensibilidad de especies de anfibios (Ruiz de Arcaute y col., 2012); disminución de las condiciones de salud y el incremento de la frecuencia de malformaciones en poblaciones de anuros que habitan en charcas temporarias localiza-

das en agroecosistemas pampeanos (Brodeur y col., 2009, 2011, 2012; Agostini, 2013; Agostini y col., 2013), que demuestran el impacto adverso de la agricultura sobre poblaciones y comunidades.

■ ESTUDIOS A ESCALA REGIONAL

A partir del año 2004 y hasta el 2012 se realizaron siete campañas de monitoreo de calidad de aguas, sedimentos y biota en la desembocadura de los principales afluentes que vierten sus aguas en los ríos Paraná, Paraguay, Uruguay (sólo una campaña en este último) y en el cauce principal de los mismos. Estos estudios se realizaron inicialmente en el marco de convenios entre la UNLP, la Prefectura Naval Argentina-PNA-, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, junto a la Organización Panamericana de la Salud y, posteriormente, entre la UNLP y la PNA. Se cubrieron entre 23 y 42 sitios de estudio. Como producto del relevamiento se generó información de base sobre los problemas ambientales en los distintos tramos de la cuenca argentina, se identificaron sitios críticos asociados a fuentes múltiples de contaminación (OPS, SAyDS, PNA, UNLP, 2007; Ronco y col., 2011; Peluso y col., 2014) y estudiaron niveles de plaguicidas en aguas, material particulado en suspensión y sedimentos (Etchegoyen, 2014). En particular y en relación al interés del presente análisis, los resultados obtenidos muestran una distribución generalizada y una gran variabilidad en las concentraciones detectadas tanto de los plaguicidas organoclorados, organofosforados como de los piretroides a lo largo de toda la cuenca del Paraguay-Paraná, en concordancia con la expansión de zonas cultivadas que explican la presencia de plaguicidas en toda la cuenca. Los endosulfanes, cipermetrina y clorpirifos se caracterizaron

por su ubicuidad en la cuenca en todos los compartimientos ambientales estudiados y cuantitativamente los más importantes, ya que exhibieron las concentraciones más elevadas. En cuanto a su partición en los ambientes estudiados a nivel de la cuenca Paraguay-Paraná (23 sitios de muestreo), estos tres últimos plaguicidas se reparten preferencialmente en los compartimientos material en suspensión y en sedimentos, siendo para los endosulfanes del 98% en material en suspensión, 1,5% en sedimentos, 0,1% en agua total; el clorpirifos del 96% en material en suspensión, 3,9% en sedimentos y 0,1% en agua total y la cipermetrina se encontró mayoritariamente repartida entre el agua total (8,3%) y los sedimentos (92,3%). Las concentraciones máximas y medias detectadas en aguas de 0,31 y 0,20 µg/L de endosulfanes; 0,38 y 0,013 µg/L de clorpirifos; 0,25 y 0,16 µg/L de cipermetrina, respectivamente. Los niveles de concentración máximos y media en sedimentos de los mismos sitios fueron para los tres compuestos de 1,95 y 0,47 µg/kg de endosulfanes, 291,1 y 21,9 µg/kg de clorpirifos y 366,0 y 90,8 µg/kg de cipermetrina, respectivamente (Etchegoyen, 2014). Estos datos muestran la concordancia relativa en relación al uso actual de estos plaguicidas. Estudios realizados en sedimentos de fondo de los mismos sitios de muestreo, valorando composición de la matriz ambiental, contaminantes, efectos letales y subletales sobre el anfípodo *Hyalella curvispina* y estado de las comunidades bentónicas resaltan la relevancia de los sedimentos como sumidero de contaminantes en la cuenca, detectando efectos severos en los tramos medio e inferior de la cuenca, donde se desarrollan las mayores actividades productivas de la región (Peluso y col., 2014).

■ **ESTUDIOS CON ORGANISMOS TERRESTRES**

Los estudios en ecotoxicología terrestre se orientaron mayoritariamente a evaluar los efectos de plaguicidas en artrópodos, ya sea sobre plagas, o enemigos naturales, o la relación plaga-enemigo natural en colaboración con especialistas de otros grupos de investigación. Entre ellos se destacan trabajos sobre los efectos a nivel individual o poblacional sobre el crisópido predador generalista *Chrysoperla externa* a plaguicidas convencionales (cipermetrina, endosulfán, glifosato) y bioracionales (metoxifenocida y espinosad) en ensayos de exposición en condiciones controladas de laboratorio (Rimoldi, 2009; Rimoldi y col., 2008; Schneider y col., 2009). Los estudios detectaron efectos letales y subletales (fecundidad, fertilidad, desarrollo, como a nivel demográfico), siendo comparativamente más

tóxicos los plaguicidas convencionales. Por otra parte, Fogel y colaboradores (2009) estudiaron efectos de los insecticidas bioracionales teflubenzuron y clorfenapir sobre otro grupo de enemigos naturales de presencia común en cultivos hortícolas, contribuyendo con información relevante para programas de manejo integrado de plagas.

■ **RESULTADOS MÁS RECIENTES.**

La aplicación de nuevas técnicas analíticas separativas y de análisis instrumental (HPLC-MS o MS-MS, GC-MS) nos han permitido realizar perfiles más complejos de caracterización en lo que hace a diversidad química de compuestos y una mejora en los niveles de detección. Por ejemplo, la determinación de plaguicidas en aguas de la zona hortícola- florícola del cinturón del Gran La Plata, provincia de Buenos Aires, reveló un perfil de compues-

tos diferente a los encontrados en zonas de producción extensiva antes mencionada y que pueden visualizarse en la Figura 2, en un intervalo de concentraciones desde no detectable hasta los 125 ng/L. Otros relevamientos en la región demuestran la presencia de 70 compuestos, siendo los más relevantes en aguas Metsulfuron, Atrazina, Permetrina, Imzetapir, 2,4-D, Dietiltoluamida, Diazinon, Tiram, Clorpirifos, Imzamox, Epoxiconazol, Triticonazol, Malation, Carbofuran, Carbaril, Cipermetrina, Glifosato, AMPA e Imzetapir, 2,4-D, Cipermetrina, Clorpirifos, Plaguicidas Organoclorados (HCB, Aldrin, DDTs, Endosulfan), con alta frecuencia de aparición Atrazina, Metsulfuron e Imzetapir (Marino, comunicación personal).

Con referencia a la detección del herbicida glifosato y metabolito AMPA, se destaca, para unas

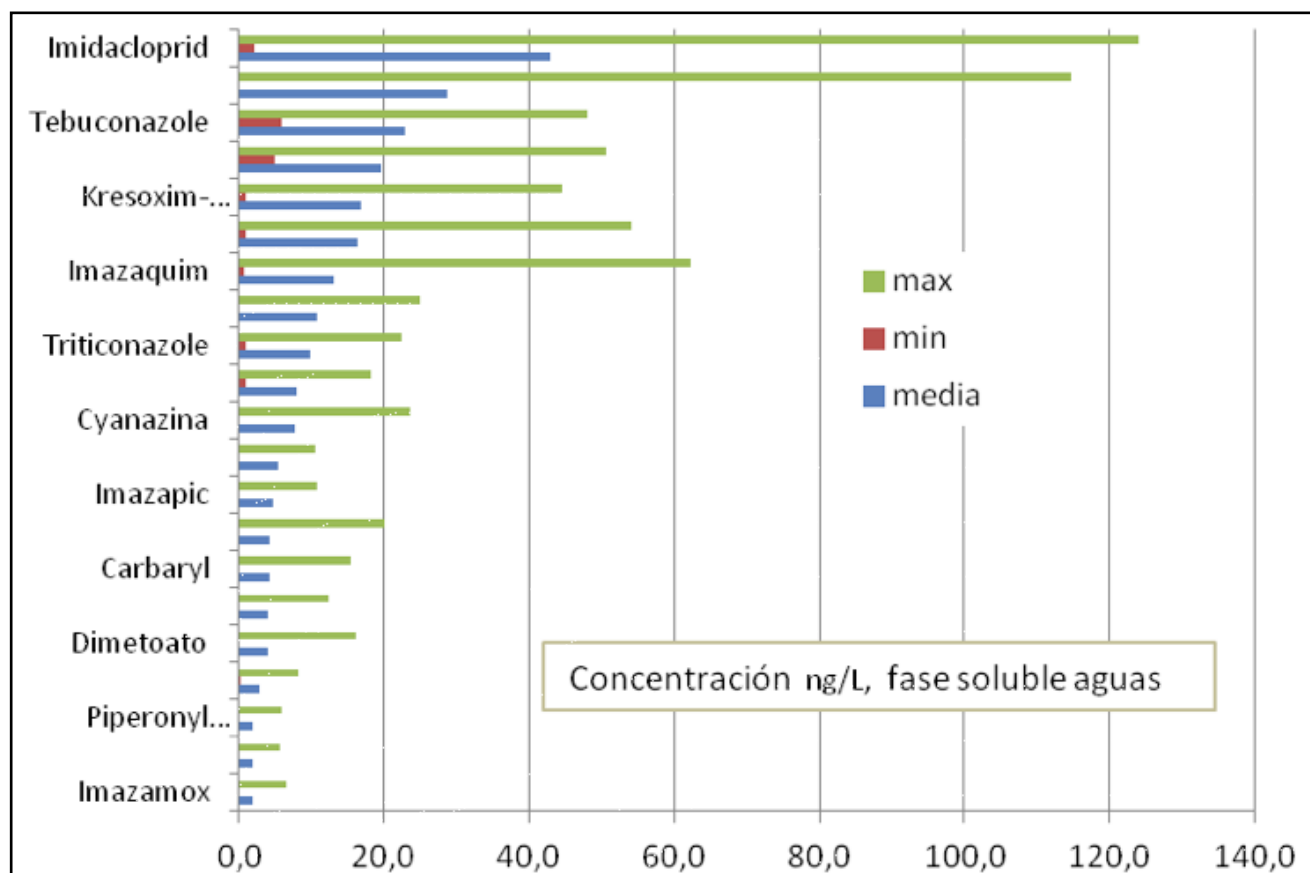


Figura 2: perfil de compuestos detectados en aguas superficiales de zona hortícola

300 muestras analizadas de aguas superficiales provenientes de la región pampeana, que el 50% de las mismas están por debajo del límite de detección, un 30 % se encuentran en concentraciones inferiores a 1 µg/L y un 20% en concentraciones entre 1 y 500 µg/L (Marino, comunicación personal, Primost, 2013). Por otra parte, el estudio del contenido de herbicidas en agua de lluvia de zonas rurales y urbanas ha sido documentado en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe, revelando que la atmósfera es un reconocido sumidero de estos compuestos, con detección en alrededor de un 80 % de los sitios estudiados y concentraciones en el intervalo desde no detectable hasta 67 µg/L (promedio 4,5 µg/L) (Alonso, 2015).

Por otra parte, la investigación de residuos de plaguicidas o metabolitos en fluidos biológicos de organismos expuestos en laboratorio permitió abrir nuevas estrategias de estudio y conocer compuestos asociados a respuestas metabólicas globales. En el estudio realizado por Carriquiriborde y colaboradores (2011) se identificó en bilis de *Odonthestes bonariensis* (pejerrey) expuestos a cipermetrina en comparación con grupo control, una respuesta característica, reconociéndose dos compuestos más representativos, el reconocido glucurónido de 4'-hidroxi-cipermetrina y el 4'-hidroxi-cipermetrina sulfato basado en HPLC-MS metabolómica.

■ EVALUACIÓN DE RIESGO DE PLAGUICIDAS

La Evaluación de Riesgo Ecológico (ERA) es un proceso que evalúa la probabilidad de que efectos ecológicos adversos puedan ocurrir como resultado de la exposición a uno o más agentes (USEPA, 1992). Es necesario relacionar escenarios

de exposición (concentraciones en el ambiente) y efectos biológicos considerados en la evaluación. El paradigma suele realizarse en un proceso escalonado, a niveles de complejidad creciente, tendiendo a cubrir el mayor posible realismo ecológico de la evaluación. Sobre la base de estudios realizados en ambientes representativos de agroecosistemas sojeros, Demetrio (2012), realizó una estimación del riesgo asociado para invertebrados de agua dulce, para tres plaguicidas (cipermetrina, clorpirifos y glifosato), en un escenario característico postaplicación, además de estimar el riesgo asociado para las mezclas binarias y la mezcla ternaria de los plaguicidas, utilizando modelos probabilísticos de estimación. Los cálculos indican, estimando el riesgo ecológico esperado promedio como el área bajo la curva de probabilidad conjunta (fracción de especies afectadas vs distribución de la concentración) de 67,0% para cipermetrina, 34,7 para clorpirifos y 0,62% para glifosato, alcanzando para la mezcla ternaria un valor del 78,52%. El estudio demuestra un elevado riesgo en escenarios post aplicación de cipermetrina o la mezcla de los plaguicidas para los invertebrados de agua dulce que habitan agroecosistemas pampeanos.

■ RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN ALIMENTOS

Muy recientemente, investigadores del CIMA acompañados de estudiantes de grado han encarado proyectos de extensión universitaria tendientes a la construcción de un espacio multidisciplinario de interacción socio-ambiental enfocado al uso de plaguicidas. Uno de los objetivos centrales está orientado a la aplicación de herramientas de análisis que provee la química ambiental, para aportar conocimiento de base necesario hacia la resolución

de conflictos ambientales derivados de ese marco. En este marco se han logrado poner a punto técnicas analíticas para la determinación de residuos de plaguicidas en alimentos (frutas y verduras), en particular realizando muestreos en el área de recepción y recupero de alimentos del Banco Alimentario de la ciudad de La Plata. Los primeros informes de análisis realizados recientemente muestran que casi un 77% de las muestras analizadas (n=47) dieron resultados positivos, siendo los endosulfanes los de mayor frecuencia de detección (43%), seguido por clorpirifos y lambdailotrina, siendo los cítricos, alimentos de hoja verde, morrón y zanahoria los que exhiben mayores cantidades relativas entre los plaguicidas analizados (Marino y Peluso, comunicación personal). Los integrantes del equipo de trabajo destacan que el consumo de frutas y verduras es una potencial fuente de exposición a plaguicidas, poniendo de manifiesto la necesidad de contar con valores máximos permitidos para algunos productos y compuestos, además de contar con un efectivo sistema de control local y regional.

■ REFLEXIONES FINALES

Se ha podido demostrar la presencia de plaguicidas en ambientes de la región, tanto a nivel local como regional, en zonas de cultivos intensivos y extensivos, en aguas, sedimentos de fondo, atmósfera, además de residuos en alimentos que consume la población.

Por otra parte se ha podido determinar a escala de laboratorio como a nivel de estudios de campo los efectos adversos en la biota nublado, acuática y terrestre, a nivel individual y poblacional y el efecto incremental de mezclas y de formulaciones.

Se han detectado impactos de insecticidas asociados a cultivos extensivos, que indican efectos agudos, letales sobre la biota acuática y riparia, de características pulsátiles, a escala local, que se extienden temporal y espacialmente luego de aplicaciones y escorrentía asociada a las lluvias posteriores.

Se han realizado evaluaciones de riesgo sobre comunidades de invertebrados por exposición a concentraciones ambientales de plaguicidas que indican un elevado riesgo asociado a los insecticidas de mayor uso a nivel extensivo (cipermetrina, clorpirifos) sobre esos componentes de la biota acuática.

Si bien se ha detectado presencia de plaguicidas en grandes cuencas de la región, no se han podido realizar evaluaciones de riesgo a dicha escala, teniendo en cuenta exposiciones prolongadas en el tiempo, a distintos niveles de organización de los componentes de la biota, siendo una de las mayores limitantes el escaso conocimiento de las concentraciones ambientales de los plaguicidas, su compartimentalización y biodisponibilidad.

Se han encontrado residuos de plaguicidas en alimentos para consumo humano con alta frecuencia de detección en frutas y verduras, en una frecuencia similar a la encontrada en otros países de América Latina, aunque superior a lo observado en la Comunidad Europea, señalando la necesidad de contar con relevamientos continuos y niveles referenciales de riesgo asociado a esa ruta de exposición en humanos.

Se registra una elevada percepción negativa de la comunidad sobre el uso de plaguicidas, lo cual indica la necesidad de un estudio exhaustivo, sistemático y minucioso de seguimiento y control, con estudios

básicos y aplicados que permitan consolidar un sistema productivo sustentable, frente a las necesidades de la comunidad y hacia un manejo permanente del ambiente y la calidad de vida.

■ AGRADECIMIENTOS:

A los estudios que realizan los investigadores, becarios, estudiantes de grado y posgrado del CIMA y equipos asociados y a los organismos de financiamiento que han permitido los logros mencionados.

■ GLOSARIO

Crisópido: Los crisópidos (Chrysopidae) son una familia de insectos del orden Neuroptera; reciben los nombres comunes de crisopas, crisopas verdes, crisopas de alas verdes, ojos dorados, león de áfidos, alas de encaje y moscas hediondas, entre otros. Los adultos son de cuerpo verde a pardo pálido, su venación alar contrasta en sus dos pares de alas transparentes y sus ojos son dorados o amarillos cobrizos. Esta familia es cosmopolita, sus miembros habitan especialmente en zonas de gran vegetación y agrícolas. Sus larvas son depredadores de otros artrópodos de cuerpo blando y son también caníbales, y unos pocos adultos son depredadores, como *Chrysopa*. La mayoría se alimenta de secreciones proteínicas.

Limnocorales: Mantenedos a flote por un sistema especialmente diseñado, los limnocorales se ubican idealmente en el ambiente de un lago, permitiendo a los investigadores aislar completamente sus muestras de agua. Se fabrican con distintos materiales plásticos, los que mejor se adaptan para ensayar cuerpos de agua dulce. Se extienden hasta el fondo del cuerpo de agua y una vez fijados al suelo se sellan para prevenir filtraciones.

Riparia: Lo relativo a la ribera, especialmente la vegetación de ribera (bosque ripario o de ribera).

■ BIBLIOGRAFÍA

Agostini MG. (2013). Estudio Ecotoxicológico de Anfibios Anuros en Agroecosistemas del Nordeste de la Región Pampeana. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Agostini MG, Kacoliris F, Demetrio P, Natale GS, Bonetto C, Ronco AE. (2013). Abnormalities in amphibian populations inhabiting agroecosystems from Northeastern of Buenos Aires province, Argentina. *Dis Aquat Org.* 104: 163–171.

Alonso L. (2015). Estudio de los niveles de concentración de herbicidas en agua de lluvia y material particulado sedimentable en aire de zonas con distinta influencia de actividad agrícola de la región Pampeana. Trabajo Final de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. 80 pp.

Brodeur JC, Vera Candioti J, Soloneski S, Larramendy ML, Ronco AE. (2012). Evidence of reduced feeding and oxidative stress in common tree frogs (*Hypsiboas pulchellus*) from an agroecosystem experiencing severe drought. *J Herpetol.* 46: 72–78.

Brodeur JC, Svartz G, Perez-Coll CS, Marino DJG, Herkovits J. (2008). Comparative susceptibility to atrazine of three developmental stages of *Rhinella arenarum* and influence on metamorphosis: Non-monotonous acceleration of the time to climax and delayed tail resorption. *Aquat Toxicol.* 91: 161–170.

- Brodeur JC, Suárez RP, Natale GS, Ronco AE, Zaccagnini ME. (2011). Reduced body condition and enzymatic alterations in frogs inhabiting intensive crop production areas. *Ecotoxicol Environ Safety* 74: 1370-1380.
- Carriquiriborde P, Díaz J, Mugni H, Bonetto C, Ronco AE. (2007). Impact of cypermethrin on stream fish populations under field use in biotec-soybean production. *Chemosphere* 68: 613-621.
- Carriquiriborde P, Marino DJ, Giachero G, Castro EA, Ronco AE. (2012). Global metabolic response in the bile of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*, Pisces) sublethally exposed to the pyrethroid cypermethrin. *Ecotoxicol Environ Safety* 76: 46-54.
- Carson R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- CASAFA. (2012). Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. En línea: www.casa-safe.org.ar.
- COPR (1997). *The Control of Pesticides Regulations (COPR)*, Gran Bretaña. *The Biocidal Products Regulations*. <http://www.hse.gov.uk/biocides/copr/>
- Demetrio PM, Bulus Rossini G, Bonetto C, Ronco A. (2012). Effects of Pesticide Formulations and Active Ingredients on the Coelenterate *Hydra attenuata* (Pallas, 1766). *Bull Environ Contam Toxicol* 88: 15-19.
- Demetrio P, Bonetto C, Ronco A (2014). The Effect of Cypermethrin, Chlorpyrifos, and Glyphosate Active Ingredients and Formulations on *Daphnia magna* (Straus). *Bull Environ Contam Toxicol* 93: 268-273.
- Demetrio PM. (2012). Estudio de efectos biológicos de plaguicidas utilizados en cultivos de soja RR y evaluación de impactos adversos en ambientes acuáticos de agroecosistemas de la región pampeana. Tesis Doctoral, La Plata, 146pp.
- Etchegoyen A. (2014). Distribución de plaguicidas en aguas y sedimentos de fondo, en los principales afluentes de la cuenca del Paraguay-Paraná. Trabajo Final de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, 84 pp.
- Fogel M, Rimoldi F, Pineda S, Schneider M, Ronco A. (2009). Side Effects of teflubenzuron and chlorfenapyr in *Eriopsis connexa* eggs (Coleoptera: Coccinellidae). *Comm Appl Biol Sci*. 74: 419-424.
- Fogel MN. (2012). Selectividad de insecticidas utilizados en cultivos hortícolas del Cinturón Hortícola Platense sobre el depredador *Eriopsis connexa*, en el marco del Manejo Integrado de Plagas". Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.
- Girbal-Blacha NM. (2002). Políticas públicas para el agro se ofrecen. *Llamar al estado peronista (1943-1955)*. *Mundo Agrario* 3: 1-17.
- Leguizamón A. (2014). Modifying Argentina: GM soy and socio-environmental change. *Geoforum* 53: 149-160.
- Marino D, Ronco A. (2005). Cypermethrin and chlorpyrifos concentration levels in surface water bodies of the Pampa Ondulada, Argentina. *Bull Environ Contam Toxicol*. 75: 820-826.
- Martin ML, Ronco AE. (2006). Effects of Mixtures of Pesticides Used in the Direct Seeding Technique on Non-Target Plant Seeds. *Bull Environ Contam Toxicol*. 77: 228-236.
- Martin ML. (2011). Impacto del uso de plaguicidas asociados al cultivo de soja transgénica sobre especies no blanco de la flora riparia y acuática. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Mugni H, Ronco A, Bonetto C. (2011). Insecticide toxicity in runoff and stream water within a soybean field (Buenos Aires, Argentina). *Ecotoxicol Environ Safety* 74: 350-354.
- OPS, SAyDS, PNA, UNLP. (2007). *Caracterización Sanitaria y Ambiental de las Aguas en Tramos Específicos de los Ríos Paraná, Paraguay. Uruguay y sus Afluentes (Tres campañas)*. Informe Técnico. Organización Panamericana de la Salud, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Prefectura Naval Argentina, Universidad Nacional de La Plata, 90 pp.
- Peluso ML, Abelando M, Apartín CD, Almada P, Ronco AE. (2013). Integrated quality assessment of bottom sediments from the Paraná basin. *Ecotoxicol Environ Safety* 98: 179-186.
- Peruzzo PJ, Porta AA, Ronco AE. (2008). Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in North pampasic region of Argentina. *Environ Pollut*. 156: 61-66.
- Primost JE. (2013). Estudio de niveles ambientales de glifosato y AMPA

- en una zona modelo de intensa actividad agrícola en los alrededores de Urdinarrain, Entre Ríos. Trabajo Final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, Argentina. 80 pp.
- Rimoldi F. (2009). Evaluación ecotoxicológica de pesticidas usados en el paquete tecnológico Soja RR, sobre el sistema *Rachiplusia nu* – *Chrysoperla externa*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.
- Rimoldi F, Schneider M, Ronco A. (2008). Susceptibility of *Chrysoperla externa* eggs (Neuroptera: Chrysopidae) to conventional and biorational insecticides. *Environ Entomol* 37: 1252-1257.
- Ronco A, Almada P, Apartin C, Marino D, Abelando M, Bernasconi C, Primost J, Santillán JM, Amoedo P, Bulus Rossini G. (2011). Monitoreo ambiental de los principales afluentes de los Ríos Paraná y Paraguay, Actas III Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Desarrollo Sustentable, UNLP, La Plata, 7 pp.
- Ronco A, Carriquiriborde P, Natale GS, Martín ML, Mugni H, Bonetto C. (2008). Integrated approach for the assessment of biotech soybean pesticides impact on low order stream ecosystems of the Pampasic Region. En: *Ecosystem Ecology Research*, Nova Publishers. ISBN 978-1-604561-83-8, p. 209-239.
- Ruiz de Arcaute C, Salgado Costa C, Demetrio PM, Natale GS, Ronco AE. (2012). Influence of existing site contamination on sensitivity of *Rhinella fernandae* (Anura, Bufonidae) tadpoles to Lorsban®48E formulation of chlorpyrifos. *Ecotoxicology* 21: 2338-2348.
- Satorre EH. (2005). Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy* 15: 24-31.
- Schneider M, Sánchez N, Pineda S, Chi H, Ronco A. (2009). Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological approach. *Chemosphere* 76: 1451-1455.
- SENASA (2014). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=524&io=2956>.
- Sobrero C, Martín ML, Ronco A (2007). Efecto del herbicida Roundup® Max sobre especies de plantas acuáticas no blanco. *Hidrobiologica* 17: 1-10.
- Sobrero MC (2010). Estudio de la fitotoxicidad de metales pesados y del herbicida glifosato en ambientes acuáticos. Bioensayos con plantas vasculares como organismo diagnóstico. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- USEPA (1992). Framework for Ecological Risk Assessment, Risk Assessment Forum, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460.
- USEPA (2015). Environmental Protection Agency, National Pesticide Information Center. Data bases for Chemical Information, <http://npic.orst.edu/ingred/cheminfo.html>