ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/356542393

Impacto de los plaguicidas en los alimentos, el ambiente y la salud en Argentina. Revisión bibliográfica y propuestas superadoras

Technical Report · November 2021

CITATIONS
0

1 author:

Horacio Beldomenico
Universidad Nacional del Litoral
38 PUBLICATIONS **669** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Horacio Beldomenico on 26 November 2021.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

INFORME

Impacto de los plaguicidas en los alimentos, el ambiente y la salud en Argentina

Revisión bibliográfica y propuestas superadoras

Autor:

HORACIO R. BELDOMENICO[1]

[1]Ex Profesor de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL) y Director del Programa de Investigación y Análisis de Residuos y Contaminantes Químicos (PRINARC-FIQ-UNL). Docente-Investigador Categoría I-CONEAU.

Ciudad de Rafaela
Provincia de Santa Fe
5 noviembre de 2021

Impacto de los plaguicidas en los alimentos, el ambiente y la salud en Argentina

Revisión bibliográfica y propuestas superadoras

Horacio R. Beldomenico[1]

[1]Ex Profesor de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL) y Director del Programa de Investigación y Análisis de Residuos y Contaminantes Químicos (PRINARC-FIQ-UNL). Docente-Investigador Categoría I-CONEAU.

MOTIVOS DEL INFORME

Este informe se propone complementar los contenidos vertidos por el autor, con motivo de una reunión de consulta concretada con la Mesa de Trabajo sobre Fitosanitarios de la Cámara de Diputados de la Provincia de Santa Fe. La misma contó con la participación de la presidenta y vicepresidente de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dra. Erica Hynes y Carlos Del Frade respectivamente, y otros integrantes de dicho cuerpo legislativo. Cabe aclarar que también he estado motivado por un pedido de mi amigo el Dr. Enrique Marchiaro, experto en el derecho de Municipalidades y Comunas, quien recabó mi opinión con motivo de haber transcurrido una década desde la presentación del informe sobre la toxicidad del glifosato de la Universidad Nacional del Litoral (UNL, 2010), comisión ad-hoc que tuve el honor de coordinar, en la que 21 expertos de esa casa de estudios, emitieron una opinión sobre la compleja temática, a requerimiento de la justicia santafesina, que a posteriori emitió el primer fallo aplicando el principio precautorio sobre este tema en nuestra provincia y en el país.

En realidad, es notable que luego de transcurridos diez años, siga siendo el uso de agroquímicos, en particular el glifosato y el resto de plaguicidas que se utilizan profusamente en la agricultura desarrollada en nuestro país, un tema que continúa preocupando a nuestra sociedad. Ello habla por si solo de la complejidad del mismo, pero también evidencia la dificultad que tenemos también como sociedad para planificar en conjunto y concretar las acciones que requiere una solución consistente del problema. Por ello con la misma convicción y empeño, con que me desenvolví trabajando en esta problemática durante más de cuarenta años en la Universidad Nacional del Litoral, preparé la revisión bibliográfica y el conjunto de opiniones que conforman este informe, que por supuesto son de estricto carácter personal.

El mismo tiene el propósito de facilitar el acceso a la copiosa información existente y de contribuir a que se puedan tomar las mejores decisiones, porque sin duda de ellas depende en gran medida la prosperidad económica de nuestro país, pero también el bienestar de nuestra comunidad, con el respeto de todos sus derechos, el pleno goce de buena salud, alimentación sana y el disfrute de nuestro gran hogar compartido que es el ambiente. Esto es muy deseable concretarlo plenamente y rápidamente para nuestros contemporáneos, pero también sabemos que esta en juego la herencia que les dejaremos a nuestras generaciones futuras.

INDICE

Item	Título	Pág.
	MOTIVOS DEL INFORME	1
	INDICE	2
	SIGLAS Y ABREVIATURAS	3
1.	RESUMEN EJECUTIVO	5
2.	INTRODUCCION	8
3.	OCURRENCIA Y EFECTOS EN EL AMBIENTE	14
3.1.	AGUAS, SEDIMENTOS, SUELOS Y AIRE	14
3.1.1.	Aguas superficiales y sedimentos	14
3.1.2.	Aguas subterráneas	16
3.1.3.	Suelos y aire	17
3.1.4.	Agua de lluvia	18
3.2.	BIOTA	19
3.2.1.	Invertebrados	19
3.2.2.	Peces	20
3.2.3.	Anfibios	21
3.2.4.	Reptiles y vertebrados terrestres	22
3.3.	ALIMENTOS Y AGUA POTABLE	23
3.3.1.	Sobre la complejidad del análisis químico de residuos	23
3.3.2.	Alimentos	23
3.3.3.	Agua potable	28
4.	EFECTOS EN LA SALUD HUMANA	30
4.1.	Estudios de exposiciones ocupacionales	31
4.2.	Estudios epidemiológicos y de exposición ambiental poblacional	32
4.3.	Efectos y toxicidad de algunos plaguicidas seleccionados	33
4.4.	Biomonitoreo. Análisis químico de biofluidos	36
4.5.	Sobre los registros de intoxicaciones y de morbimortalidad por plaguicidas	38
4.5.1.	Registros de intoxicaciones	38
4.5.2.	Registros de anomalías congénitas	40
4.6.	Sobre la carcinogenicidad de los plaguicidas	43
4.6.1.	Sobre la clasificación de carcinógenos	43
4.6.2.	Sobre las controversias en la reclasificación del glifosato	44
5.	DESTINO Y DISTRIBUCION DE PLAGUICIDAS. ZONAS DE RESGUARDO	46
5.1.	Sobre el destino de las moléculas una vez liberadas	46
5.2.	Efectos en la salud por la cercanía de los cultivos	49
5.3.	Problemas de salud por la cercanía de cultivos en Argentina	51
5.4.	Algunos estudios que evidencian efectos por la cercanía de cultivos	53
5.5.	Consideraciones sobre distancias de amortiguamiento	54
6.	ANALISIS DE RIESGO Y LA GESTION DE PLAGUICIDAS	55
6.1.	El análisis de riesgo: estrategia utilizada en países desarrollados	55
6.2.	La creciente tendencia crítica mundial a la Agricultura de Base Química	57
6.3.	Análisis de riesgo en Argentina	60
6.4.	Clasificación de la peligrosidad de plaguicidas	62
6.5.	La gestión de agroquímicos en Argentina	64
7.	ALTERNATIVAS. AGRICULTURA DE BASE AGROECOLÓGICA	65
7.1	Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	65
7.2	Creciente conciencia internacional sobre reducción del uso de plaguicidas	67
7.3	Agroecología: Ciencia revalorizada en la actualidad	69
8.	REFLEXIONES GENERALES, RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS SUPERADORAS	72
8.1.	Reflexiones generales	72
8.2.	Recomendaciones y propuestas superadoras	73
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	AGRADECIMIENTOS	103

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AAPRESID:	Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Argentina).
ALS:	Enzima acetolactato sintetasa.
AR:	Análisis de riesgo.
AMPA:	Acido amino metil fosfónico, metabolito del glifosato
ARfD:	Dosis de Referencia de Toxicidad Aguda (mg/kg peso corporal).
ASSAL:	Agencia Santafesina de Seguridad Alimentaria.
CENATOXA:	Centro de Asesoramiento Toxicológico Analítico. Actualmente Laboratorio de Asesoramiento Toxicológico Analítico.
CGM:	Cultivo de evento Genéticamente Modificado.
CIAAT:	Centro de Información, Asesoramiento y Asistencia Toxicológica.
CONICET:	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
COP:	Compuesto Orgánico Persistente.
ECHA	Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas.
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.
ENNyS:	Encuesta Nacional de Nutrición y Salud.
ENRESS:	Ente Regulador de Servicios Sanitarios (Provincia de Santa Fe) .
EPP/PPE:	Equipo de Protección Personal/Personal Protection Equipment.
ER:	Evaluación de riesgo.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FIQ:	Facultad de Ingeniería Química.
GBH	Glyposate Based Herbicides. Herbicidas a base de glifosato.
i.a.:	Ingrediente activo.
IARC:	International Agency for Research on Cancer. Agencia Internacional de Investigación del Cáncer.
IDA/ADI:	Ingesta Diaria Admisible/Acceptable Daily Intake (mg/kg peso corporal).
IDTMN:	Ingesta Diaria Teórica Máxima Nacional.
INTA:	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
INTI:	Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
IPCC:	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
ISAAA:	International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications.
IVM:	Manejo Integrado de Vectores.
JMPR	Reunión Conjunta FAO/OMS para la Gestión de Plaguicidas.
LC/LOQ:	Límite de cuantificación. Indistintamente se usan siglas en inglés: LOQ.
LD/LOD:	Límite de detección. Indistintamente se usan las siglas en inglés: LOD.
LMR:	Límite Máximo de Residuos.
LUCC:	Land-use/cover change. Cambio de la cobertura por uso de la tierra.
MAyDSN:	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Argentina).
Mha:	Millones de hectáreas.
MIP:	Manejo Integrado de Plagas.
MP_{10}:	Material Particulado de 10 micrones.
OCDE/OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
OGM/GMO:	Organismo Genéticamente Modificado / Genetically Modified Organism.
OIT/ILO:	Organización Internacional del Trabajo.
OMS/WHO	Organización Mundial de la Salud / World Health Organization.
PAP/HHP	Plaguicidas Altamente Peligrosos / Highly Hazardous Pesticides.
PIA/HIC	Países de ingresos altos (anteriormente países desarrollados).
PIB/LIC	Países de Ingresos Bajos (anteriormente países en vías de desarrollo).
PIBM/LMIC	Países de Ingresos Bajos y Medianos.
PIEC:	Planilla de Investigación Epidemiológica Complementaria.
PNPCIA:	Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones de Agroquímicos
PNUMA/UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
PPP:	Plant Protection Products / Productos fitosanitarios.
PS II:	Fotosistema II.
RENAC-Ar:	Registro Nacional de Anomalías Congénitas de Argentina.
RSA:	Red de Seguridad Alimentaria (CONICET-Argentina).

RTA:	Red de Toxicología Argentina.
SAICM:	Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional.
SGA/GHS:	Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos.
SPM:	Suspended Particulated Matter. Material particulado en suspensión.
UNL:	Universidad Nacional del Litoral.
US-EPA:	US-Environmental Protection Agency/ Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

Identificación de compuestos:

ATZ:	Atrazina
CLD:	Clordano.
DDE:	Diclorodifenildicloroetileno.
DDT:	Diclorodifeniltricloroetano.
DLD:	Dieldrin
END:	Endrin
GLY:	Glifosato
HCB:	Hexaclorobenceno.
HCE:	Epóxido de heptacloro.
HCH:	Hexaclorociclohexano.
OCs:	Plaguicidas organoclorados.
OPs:	Plaguicidas organofosforados.
p-p´-DDD:	Isómero p-p´de diclorodifenildicloroetano.
p-p´-DDE:	Isómero p-p´de diclorodifenildicloroetileno.
p-p´-DDT:	Isómero p-p´de diclorodifeniltricloroetano.
α-HCH:	Isómero alfa-hexaclorociclohexano.
β-HCH:	Isómero beta-hexaclorociclohexano.
γ-HCH:	Isómero gamma-hexaclorociclohexano (gammexane o lindano).

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe constituye una revisión de los estudios más recientes sobre los efectos de los plaguicidas utilizados en la agricultura argentina, sobre los ecosistemas naturales, aguas subterráneas y superficiales, sedimentos, suelos, aire y biota, como así también en los alimentos que se producen y consumen en el país. También se han incluido en la revisión estudios sobre la toxicidad y peligrosidad de herbicidas y otros plaguicidas de amplio uso en Argentina, en base a experimentación en modelos animales y los efectos en humanos, refiriendo a estudios epidemiológicos de exposiciones ocupacionales y de la población en general. Se ha prestado especial atención a los estudios realizados en el territorio argentino, especialmente los de la región central, aunque también se han considerado relevantes algunos otros estudios recientes de la literatura universal. Se ha revisado el conocimiento existente sobre los efectos en la población de zonas circundantes a los cultivos OGM.

El informe en general reúne un conjunto de sólidas evidencias respecto a los efectos negativos verificados en Argentina sobre los ecosistemas y la biodiversidad, como así también la incidencia de factores ambientales en afecciones en la salud de la población expuesta y no expuesta directamente. Se ha constatado la presencia prácticamente ubicua del herbicida glifosato en aguas superficiales, subterráneas y de lluvia, en sedimentos, y distintos componentes de la biota, en mieles y alimentos diversos que se consumen masivamente en Argentina. Del mismo modo se ha constatado con alta frecuencia, la ocurrencia de otros plaguicidas de gran peligrosidad como clorpirifós en una gran variedad de alimentos incluidos los destinados a niños de corta edad, otros piretroides (cipermetrina, deltametrina), organofosforados (pirimifós-metilo, dimetoato), herbicidas como 2,4-D, atrazina, metolaclor junto a otro centenar de activos que son informados en los resultados de numerosos estudios en alimentos y ambientes. También se constató la tendencia verificada en muchos trabajos, respecto de la co-ocurrencia simultánea de varios plaguicidas (2 a 11 activos) en la misma muestra, tanto ambientales como de alimentos, cereales, vegetales, piensos y alimentos infantiles. En general la gran mayoría de los autores incluidos en la revisión concluyen recomendando la necesidad de tomar medidas de control y corrección de las situaciones observadas. Se describen también trabajos respecto a los registros de intoxicaciones, de morbimortalidad por plaguicidas, carcinogenicidad y anomalías congénitas. Se efectúa también una revisión sobre las controversias actuales respecto a la clasificación de carcinógenos y en particular la reclasificación del herbicida glifosato.

También dado el interés que existe en la definición de zonas de resguardo se describen numerosos trabajos que aportan sobre el destino de las moléculas una vez liberadas, los efectos en la salud por la cercanía de los cultivos, las que son complementadas con referencias existentes sobre los problemas de salud por la cercanía de cultivos en Argentina. Se fundamenta así la necesidad de hacer más restrictivas las regulaciones en el caso de las interfases urbano-rurales y los establecimientos educativos, planteándose límites de amortiguamiento, que al menos respeten una distancia de 1000 metros sin que se apliquen plaguicidas sintéticos.

Asimismo, con el sentido de ir elaborando interpretaciones y recabar elementos que puedan contribuir a la solucion de los problemas suscitados, se efectúan comentarios sobre el análisis de riesgo como una de las estrategias utilizadas en otros países, y de incipiente utilización en nuestro país. También analizando nuestra situación, se informa sobre las deficiencias en los sistemas de control en curso, y la legislación vigente en el país, siendo uno de los más notables el caso de aguas. Del mismo modo se constata que de los más de 430 plaguicidas autorizados en Argentina menos del 30% son controlados. Muchos de ellos, han sido discontinuados en muchos países del mundo por razones toxicológicas. Ligado a esto, se describe las referencias mas actuales sobre el tema de la clasificación de los plaguicidas, aspecto relevante dado que en nuestro país se continúa considerando solo la toxicidad aguda (DL_{50}) como factor principal de la

peligrosidad de los mismos, desconociéndose otros efectos importantes que tienen que ver con la exposición crónica, prolongada en el tiempo, ya considerada en otros ámbitos.

Se mencionan también las principales expresiones detectadas en nuestro país y también internacionales, provenientes de organizaciones de gran reconocimiento mundial como las Naciones Unidas, OMS, FAO, de la Unión Europea y otras instituciones, respecto a la creciente tendencia crítica mundial a la agricultura preponderante, basada en OGMs y químicos. Al mismo tiempo se revisan las propuestas alternativas provenientes de dichos ámbitos, basadas en modelos agroecológicos, que representan una tendencia en auge global, dado las necesidades de avanzar hacia estrategias mucho mas armoniosas con la naturaleza y respetuosas del ambiente y la salud humana.

Como resultado de la revisión de la literatura científica de mayor prestigio internacional, como así también, de las numerosas expresiones que la sociedad ha efectuado mediante sus variados representantes: funcionarios públicos, jueces, organizaciones socio-ambientales, etc., se desprenden conclusiones que se pueden sintetizar de la siguiente forma: a) No hay aún en nuestro país una adecuada conciencia respecto a que no existen “plaguicidas inocuos”, afirmación que encabezó el anterior informe UNL de 2010. b) La gestión del riesgo químico presenta grandes deficiencias en el país. c) Se han sumado gran número de evidencias en el mejor nivel científico actual, sobre el impacto en la salud y el ambiente que ha producido y continúa produciendo en el país la agricultura que se ha venido aplicando desde 1996. d) El aporte de la Ciencia argentina para estos fines, canalizado por la UNL y otras Universidades Nacionales, el CONICET, el INTA y otros importantes centros, ha sido de gran relevancia, siendo reconocido en posición muy destacada en los ámbitos científicos internacionales. e) Las conclusiones generalizadas en la mayoría de los estudios de científicos revisados, especialmente los argentinos, recomiendan tomar medidas que protejan el ambiente y la salud de las personas, relacionándose esto directamente con realizar importantes cambios en la agricultura y la reducción del uso de plaguicidas. f) Existe una tendencia mundial crítica hacia el modelo de agricultura imperante en la actualidad, basada en el uso indiscriminado de OGMs y agroquímicos, y consensos importantes de organismos internacionales de gran peso global, que estan planificando y concretando acciones de modificación de la agricultura hacia modelos más sustentables, con la drástica reducción o eliminación del uso de plaguicidas. f) Se está revalorizando e impulsando a nivel global como solución alternativa las propuestas provenientes desde las ciencias agroecológicas. g) Como consecuencia, en Argentina es necesario asumir estos desafíos y generar perentorios planes de reconversión de la agricultura hacia modelos agroecológicos más sustentables, liberados de la dependencia de agroquímicos. h) En la transición hacia ese modelo más sustentable, nuestro país debe modificar sustancialmente su sistema de gestión de agroquímicos, con medidas que aseguren el cumplimiento de una práctica más racional de la agricultura y efectúe un seguimiento del impacto que provoca en el ambiente y la salud, mediante sistemas perfeccionados de vigilancia epidemiológica y ambiental, respaldados en conocimientos científicos genuinos y registros de salud y agronómicos mas abarcativos y consistentes. I) Para contribuir a la concreción en el más breve tiempo de estas metas, se requieren modificaciones en la legislación existente y probablemente la creación de estructuras administrativas que puedan asegurar el equilibrio entre las tensiones de la sociedad, motivadas por los derechos y las necesidades de la producción, de la salud y del medioambiente. Del mismo modo se debe apelar a las medidas precautorias cuando las situaciones lo requieran. En función de las observaciones y resultados de la revisión, se comparten en el capítulo final de este informe, un conjunto de recomendaciones que pueden ser de utilidad para la toma de decisiones futuras (ver ítem 8.2, página 73).

A modo de síntesis, estas **recomendaciones** enfatizan sobre: La insistencia de que los plaguicidas no son sustancias inocuas sino sustancias peligrosas y se deben gestionar en consecuencia (**8.2:**

1). El reclamo de mejoras sustanciales en los registros de salud, la vigilancia epidemiológica, los biomonitoreos humanos y los sistemas de alerta e intervención (**8.2: 2 y 3**). El incremento de los estudios y monitoreos ambientales. El desarrollo de evaluación de riesgo ambiental, vigilancia ambiental, zonas de protección para los ambientes de mayor riesgo (**8.2: 4**). La implementación con mayor eficacia y completitud, de la estrategia de análisis de riesgos en el país, recurriendo a expertos e instituciones independientes que aseguren la calidad científica e imparcialidad de los estudios (**8.2: 5**). El mejoramiento del estado general de la comunicación de los resultados y la evaluación de riesgos (**8.2: 6**). La revisión del sistema de registro de plaguicidas en Argentina, para ampliar el alcance de los criterios de caracterización y clasificación de activos, incluyendo además de la toxicidad aguda y la letalidad por inhalación, otros factores físico-químicos y toxicológicos de importancia, como su elevada persistencia en agua y suelos, bioacumulación, toxicidad para polinizadores, carcinogenicidad, perturbación endócrina y alteración en la reproducción, daños genéticos intergeneracionales, efectos neurotóxicos en niños y mujer embarazada (**8.2: 7**). La regulación del sistema de evaluación y autorización de productos asegurando la participación de expertos independientes (**8.2: 8**). El mejoramiento de la información contenida en los rótulos y marbetes que acompañan las formulaciones autorizadas, promoviendo el principio de la transparencia respecto a la información intercambiada o disponible para la aprobación de agroquímicos (**8.2: 9 y 10**). La revisión del conjunto de límites permitidos y tolerancias existentes sobre plaguicidas en la Argentina para agua potable, alimentos de consumo humano, animal y para protección de la vida silvestre (**8.2: 11**). El mejoramiento sustancial del sistema de registros relacionados con las actividades de la agricultura y la armonización de la información existente sobre calidad de suelos (**8.2: 12 y 13**). El establecimiento en forma perentoria de zonas de resguardo o protección, desautorizando el uso de todo tipo de agroquímicos sintéticos en todas las interfases urbano-rurales, escuelas y ámbitos educativos rurales, contemplando una distancia mínima de 1000 metros en todos los tipos de aplicaciones. Dada la importancia que tiene esta temática, facilitar las condiciones de asesoramiento técnico y de ayuda desde los municipios y comunas, para concretar eficazmente en estas zonas, prácticas agronómicas más sustentables orientadas en la Agroecología y medidas complementarias como cortinas arbóreas y otras (**8.2: 14, 15 y 16**). El refuerzo en todo el país de la intervención del Estado para proteger a los aplicadores de plaguicidas y trabajadores rurales, siguiendo con rigor las recomendaciones internacionales para la práctica segura, uso equipos de protección, e inspecciones, y adecuación de todos los manejos operacionales colaterales inherentes a la aplicación de plaguicidas (**8.2: 17 y 18**). La dedicación de mayor atención a la educación de los actores y el gran público; la mejora de los rótulos nutricionales (**8.2: 19 y 20**). La evaluación de la conveniencia de la creación de un organismo administrativo con suficiente independencia sectorial, para la gestión de agroquímicos, sustancias peligrosas y todos los aspectos relacionados con la gestión del riesgo químico en el país (**8.2: 21**). Finalmente se recomienda continuar fortaleciendo nuestro sistema de Ciencia y Técnica en su agenda sobre los problemas de degradación de los recursos naturales y la salud asociados a la agricultura y la explotación forestal (**8.2: 22**) y la promoción del cambio paradigmático en ciernes, hacia formas de agricultura mas sustentables como las derivadas de las ciencias agroecológicas (**8.2: 23**). Aspectos todos que se propone sean contemplados en la nueva legislación provincial y las legislaciones que correspondan del país (**8.2: 24**).

2. INTRODUCCION

Desde 1996 Argentina ha introducido en su agricultura los cultivos basados en eventos modificados genéticamente (OGMs). El Servicio Internacional sobre Aplicaciones Agro-Biotecnológicas (ISAAA) informa que en 2019 se computaron 190,4 millones de ha (Mha) en todo el mundo, cultivadas con eventos transgénicos. Alrededor del 50% de esas hectáreas correspondieron a soja, el 31-33% a maíz, el 12-13% a algodón y el 5% a canola. El 1% restante de la superficie sembrada con OGMs en el mundo, correspondió a variedades transgénicas de alfalfa, remolacha azucarera, caña de azúcar, papaya, cártamo, papa, berenjena, calabacín amarillo, manzana, piña/ananá, clavel, y rosa (PQBio, 2021).

Los países que en 2019 sembraron cultivos transgénicos fueron solo 29 y, al menos otros 42 países, por más que no sembraron transgénicos, importaron y consumieron cultivos transgénicos y sus derivados. De esos 29 países que siembran transgénicos, solo 11 son los que ocupan más de un millón de hectáreas y explican así el 98% del total mundial de superficie sembrada con transgénicos. Los otros 18 países se reparten el resto de las superficies, todos con menos de 1 millón de hectáreas (Tabla 1).

11 países con > 1 mill. ha sembradas	**Otros 18 países con < 1 mill. ha sembradas (2% del total mundial)**	
Millones de ha sembradas en 2019		
Estados Unidos: 71,5	**LA y Caribe**	**Asia**
Brasil: 52,8	México,	Vietnam
Argentina: 24	Colombia	Myanmar (Birmania)
Canadá: 12,5	Costa Rica	Indonesia
India: 11,9	Honduras	Bangladesh
Paraguay: 4,1	Chile	Filipinas
China: 3,2		
Sudáfrica: 2,7	**Europa**	**Africa**
Pakistán: 2,5	Portugal	Nigeria
Bolivia: 1,4	España	Etiopía
Uruguay: 1,2		Malawi
TOTAL: 187,8	**Oceania**	Sudán
98%	Australia	eSwatini
de las 190,4 mill ha sembradas en 2019		

Tabla 1: 29 paises que sembraron CGMs en el 2019 en el mundo. Fuente: ISAAA 2019 (PQBio, 2021)

Llamativamente Argentina con sus 24 Mha sembradas en ese año, ocupa un privilegiado 3er lugar en el ranking, y conjuntamente con Estados Unidos (71,5 Mha) y Brasil (52,8 Mha), solo tres países, explican casi el 80 % del total mundial. Argentina se distingue en el mundo porque posee la mayor producción mundial de granos per cápita (2,5 toneladas por habitante) (APP-Banco Mundial, 2016), y tener un 100% de adhesión a variedades transgénicas en tres importantes cultivos (soja, maíz, algodón). Se ha destacado por la acelerada y masiva adopción de este modelo desde sus inicios (Fig. 1).

Teniendo en cuenta que a 2020 a nivel global, hay 194 países soberanos reconocidos por la ONU con su propio gobierno y completa independencia, podemos concluir que la situación que tiene Argentina respecto a su agricultura es absolutamente especial y muy diferenciada del resto del mundo. Hay que remarcar entonces que la posición privilegiada en lo económico-productivo que ello implica, también conlleva a una situación sumamente especial y exclusiva, respecto a lo que ocurra en nuestro territorio y con nuestro ambiente y nuestra población, por la aplicación de este modelo con elevado uso de OGMs y extraordinarias cargas anuales de agroquímicos, que

estamos reproduciendo desde hace 25 años. Por ello los argentinos somos los más indicados en nuestro territorio para generar conocimientos genuinos originados en esta propia realidad, para consecuentemente evaluar y tomar las decisiones que amerite el conocimiento profundo de esta situación.

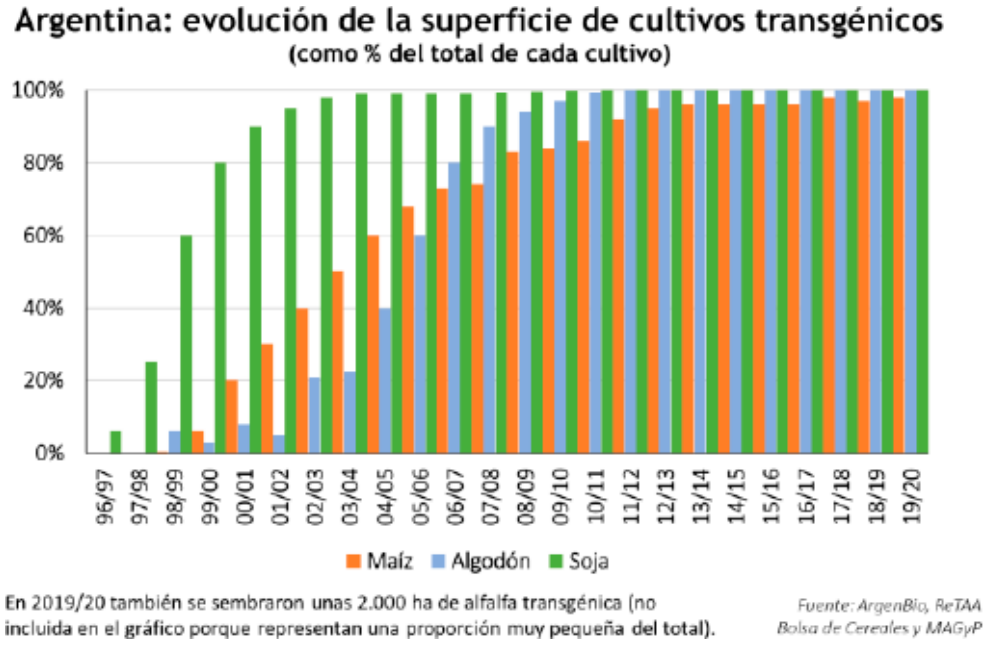


Fig 1: Evolución de la superficie de cultivos transgénicos en Argentina. FuenteISAAA 2019 (PQBio, 2021)

Los principales méritos que sus promotores atribuyen a los cultivos transgénicos son “la disminución del uso de insecticidas, el reemplazo de herbicidas por otros de menor toxicidad, el uso de la siembra directa que resultó en una menor erosión del suelo, menos emisiones de gas invernadero y una reducción en el uso de combustibles. También suman a los méritos el aumento de la productividad de los cultivos (podemos producir más en menos tierra), permitiendo preservar hábitats naturales y usar el agua y el suelo más eficientemente. Los agricultores, por su parte, se beneficiaron a través de la simplificación en el manejo, el aumento en los rendimientos y la disminución de los costos de producción. También computan como beneficio que más allá del productor, la adopción de estos cultivos impacta positivamente en la economía del país como un todo, por las consecuencias sociales y económicas de la actividad y los incrementos en las exportaciones. Hoy en Argentina prácticamente todos los productores de soja, maíz y algodón usan variedades transgénicas, esto quiere decir que tanto los grandes, como los medianos y pequeños productores, pueden percibir los beneficios que brindan las tecnologías. Por otra parte, también nos beneficiamos los consumidores, porque las tecnologías de resistencia a insectos en maíz mejoran la calidad del grano y reducen los niveles de micotoxinas que podrían ser peligrosas para nuestra salud y la de los animales” (PQBio, 2021).

En primer lugar, lo que sin duda se cumple a rajatabla es que resulta un próspero agronegocio, con resultados de gran significación económica (Tabla 2). Sin embargo, esta cuantiosa renta agropecuaria argentina está lejos de ser un beneficio para todos sus habitantes. Los costos considerados para calcular estas ganancias no tienen en cuenta las externalidades y la pérdida de valor del patrimonio argentino en término de daños a la salud, al ambiente, degradación del suelo, deforestación, contribuciones a los fenómenos climáticos que han modificado el mapa de inundaciones y sequías (APP-Banco Mundial, 2016), entre otras de índole social y de afectación de derechos humanos. Tampoco importan mucho en estos balances la exigua proporción que se destina para evaluar, controlar y prevenir el impacto que produce en la naturaleza y la población, la aplicación de este sistema productivo. Observemos que el Estado puede

considerarse un socio muy interesado del agronegocio, con un alto porcentaje (27,4%) de la renta agropecuaria, cuestión que podría explicar, aunque no justificar, su laxitud normativa y prolongada ausencia, en las cuestiones del adecuado manejo y control de los impactos negativos del modelo. Estas cuestiones, que siguen siendo controversiales en el país, forman parte del balance riesgo-beneficio con que juzgar la insostenibilidad de este sistema.

CULTIVO	MILLONES DE U$D	*SOJA, Distribución de beneficios:*
Soja	118.355,91	*Productores: 65,9%*
Maíz	5.510,50	*Estado: 27,4%*
Algodón	3.102,86	*Semillas: 3,7%*
TOTAL	**126.969,27**	*Glifosato: 3,0 %*

Tabla 2: Detalle de los beneficios acumulados en el período 1996-2016, las 2 primeras décadas de cultivos transgénicos en Argentina (Trigo, 2016)

Entonces como decimos, en las promociones no se menciona la otra cara de la moneda, que son todas las consecuencias negativas que tiene este modelo de agricultura industrial, que opacan y contradicen la mayoría de sus invocadas virtudes. A pesar de su uso generalizado, los plaguicidas químicos no han logrado reducir las pérdidas de cosechas en los últimos 40 años (Oerke, 2006). Al mismo tiempo ha producido un impacto hasta niveles alarmantes en el ambiente, la biodiversidad y la salud de las personas, que ya está evidenciado con total consistencia en el país. Del mismo modo los efectos negativos sobre la conservación del suelo, su balance de nutrientes y su edafología, asociados a la masiva práctica de monocultivos, y a las deficiencias mostradas en el manejo del suelo, con escaso uso de las rotaciones, cultivos de servicio, manejo integrado de plagas, y otras buenas prácticas, se contrapesan con los beneficios que efectivamente aporta la siembra directa. Asimismo, el modelo ha provocado modificaciones en el territorio con la expansión de las fronteras agrícolas, como así también ha producido efectos negativos sociales y laborales en la vida rural del país. Sin contar la potencial contribución, aún no suficientemente evaluada, de este modelo a los impactantes efectos provocados por los fenómenos climáticos en nuestro país. Solo para darnos una idea de escala económica de alguno de estos aspectos y sabiendo que están infravalorados, pues es prácticamente imposible poner un valor real monetario a este deterioro, un estudio del Banco Mundial ha estimado que en Argentina el costo para la sociedad anual debido la degradación del suelo es del 3,56% del PBI y el de la deforestación del 0,74% del PBI (AAP-Banco Mundial, 2016). La pérdida total de los servicios ecosistémicos debido al uso de la tierra o cambio de cobertura del suelo (LUCC) entre 2001 y 2009 se ha estimado en alrededor de U$D 70 mil millones (Bouza et al., 2016).

Tampoco es aceptable afirmar que se ha reducido el uso de plaguicidas. Por empezar no se conoce a ciencia cierta en el país desde hace varios años la cantidad que se vende y se utiliza de agroquímicos pues es una información que se retacea como información pública (Fig. 2). Por ello se calcula por extrapolaciones, que la cantidad de plaguicidas utilizadas ha ido creciendo año tras año hasta alcanzar una carga total actual que se estima supera los 500 millones de L/kg.

El paquete tecnológico que se aplica desde 1996, expandió el uso de los novedosos eventos transgénicos resistentes a glifosato, luego complementados o sustituidos por eventos resistentes a otros herbicidas. Este cambio paradigmático en el modelo de la agricultura en el país implicó utilizar sustancias químicas mayoritariamente sintéticas, como coadyuvantes tecnológicos. Estos rebasaron las funciones terapéuticas clásicas que los fitosanitarios poseían en la agricultura convencional previa, para convertirse en agentes de preparación de suelos, reemplazando la energía mecánica usada hasta entonces por la energía química. La siembra directa redujo notablemente la intervención mecánica de los suelos. Por ello el glifosato se tornó indispensable para el laboreo previo, en emergencia, en barbechos y otras prácticas agrícolas.

Para ello se utilizan grandes cantidades del compuesto como nunca antes se había visto. Por ello la comercialización de este herbicida ocupa gran parte del mercado de plaguicidas (Fig. 2).

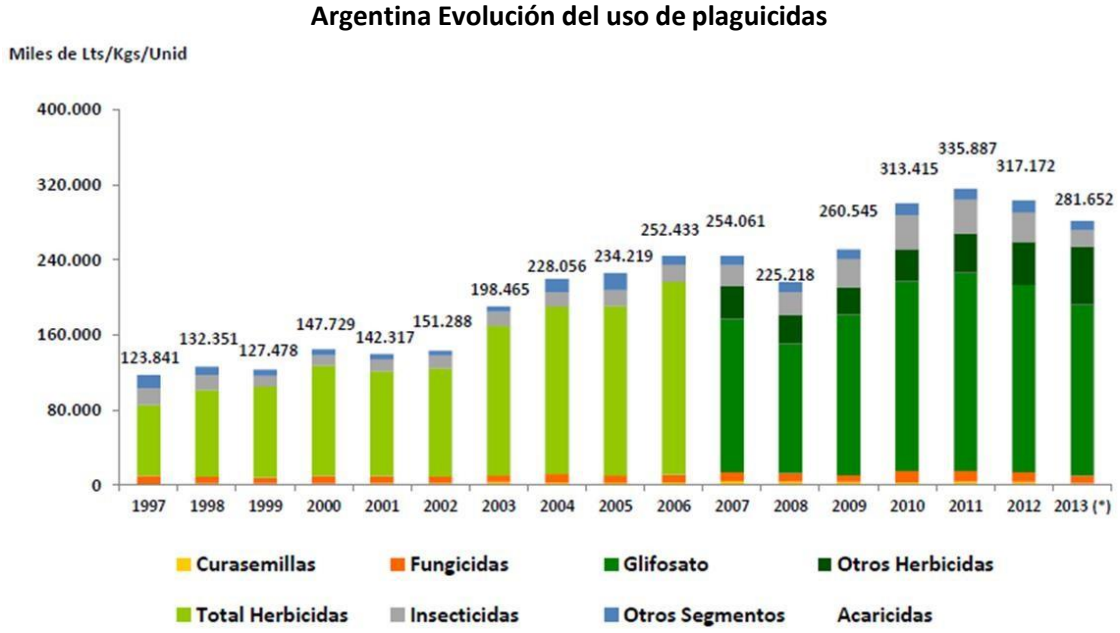


Figura 2: Evolución del uso de plaguicidas en Argentina
(Fuente: Kleffmann Group/Pampas Group Argentina, 2014)

Así resulta que este modelo es altamente dependiente de los insumos químicos, la mayoría sintéticos: herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes, al que algunos autores se refieren como Agricultura Basada en Químicos (ABQ) (Bernasconi y col., 2021). Su componente principal, el glifosato, se promovió en los orígenes afirmando que era inocuo, que eliminaría el problema de la resistencia de las malezas y que produciría una reducción paulatina del uso de plaguicidas. Ninguna de estas promesas se pudo concretar en realidad. Las malezas resistentes proliferaron con los años, por supuesto haciéndose no solo resistentes al glifosato sino a todos los herbicidas existentes. A nivel mundial actualmente hay 522 casos de resistencias, con un promedio de 12 casos nuevos anuales desde 1980. Los grupos con más biotipos resistentes son los inhibidores ALS y PSII, y el glifosato (EPSP) es el tercero en mayor crecimiento. A la hora de mirar los cultivos, las mayores resistencias están en trigo (81), luego maíz (63), arroz (52) y soja (50). Cultivos con fuerte presencia en Argentina (Beckie, 2021).

La creciente pérdida de eficacia del glifosato, por la aparición con el tiempo de numerosas malezas resistentes, conduce al aumento de su dosificación, lo que explica el aumento de las cargas verificado con los años sin aumento proporcional de la tierra cultivada. Al mismo tiempo se hace necesario la aparición en el mercado de otras variedades de OGMs resistentes a otros herbicidas como glufosinato, 2,4-D, dicamba, etc., algunos de vieja data, siendo todos más tóxicos que el glifosato (Wilkerson, 2015). Si sumamos que este último compuesto ha sido recalificado por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) como probable carcinógeno humano (IARC, 2015), no resulta consistente la afirmación de los promotores del modelo, respecto a que se ha disminuido el uso de plaguicidas y los que se usan son menos tóxicos. Más aún cuando en nuestro país siguen estando autorizados un buen número de plaguicidas peligrosos, discontinuados en otros lugares del mundo o que presentan compromiso en las evaluaciones de riesgo dietario agudo y crónico (Maggioni y col., 2017 y 2018; Souza Cazadinho, 2019). También es de mencionar que la carga de un amplio espectro de plaguicidas, ninguno de los cuales es inocuo por naturaleza, además de su excesivo volumen, en nuestro país se aplica en la zona más fértil y productiva de la pampa húmeda. Es decir que solo un territorio

muy confinado y sus habitantes, sufren las peores consecuencias de semejante carga de sustancias xenobióticas (Lavayén y col., 2020).

Cabe agregar concomitantemente, que las prácticas que se efectúan en la Argentina no se desarrollan de la misma manera en países desarrollados como EEUU y Europa. Estados Unidos que tiene la mayor superficie del mundo con cultivos transgénicos, utiliza en proporción mucho menos glifosato que Argentina. Se puede estimar según datos bibliográficos (Benbrook, 2016) que Estados Unidos en el período 1996-2016 para los cultivos HT (tolerantes a glifosato) soja, maíz y algodón, cargó aproximadamente 1300 millones de kg; en los mismos 20 años se puede estimar que como mínimo Argentina holgadamente duplicó esa carga total, con el agravante de que en Estados Unidos se trata un orden de cuatro veces más hectáreas que en Argentina. En el cálculo probablemente subvaluado de Benbrook para Argentina calcula en el año 2014, una carga total anual de 4,45 kg/ha. Sin embargo, más recientemente la EPA ha informado datos generales de que en ese país se utilizan en agricultura 280 millones de libras cargadas sobre 298 millones de acres de las cuales el 84% corresponde a soja, maíz y algodón. Esos datos equivalen a cargas de 127 mill de kg sobre 120 mill de hectáreas esto equivale a utilizar por año en total 1 kg/ha (EPA, 2019). Si nosotros computamos que en ese año 2019, nuestro país sembró 24 mill hectáreas y como dato más bajo estimable se utilizó 200 millones de kg de glifosato, obtenemos una relación total anual de 8,3 kg/ha. O sea que la carga total anual que utilizamos en Argentina es totalmente distinta y muy superior en casi un orden a la que se utiliza en país mayor consumidor de ese herbicida del mundo que es Estados Unidos. Hay autores que estiman que nuestro país alcanza una carga anual de 15 kg/ha de glifosato (Marino, 2016).

Hay que tener en cuenta que cuando la US-EPA autoriza el uso de glifosato, se preocupa de aclarar que es seguro cuando se respeta lo que declaran los marbetes. Del mismo modo registran la frecuencia de aplicaciones que está en promedio de 2 veces por año. Esto es importante, porque en ese país los rótulos tienen el carácter de declaración jurada, y las contravenciones que se haga de lo allí declarado respecto al uso, sirve para cargar las pruebas en los litigios judiciales. Toda esa situación del valor que se da al rótulo es menor en nuestro país, las acciones judiciales por mal uso son menos frecuentes, y el seguimiento realista de los volúmenes cargados en Argentina está fuera de control.

Cabe aclarar que lo mismo ocurre en Europa. Cuando el Instituto Federal de Evaluación de Riesgos de Alemania (BfR), actuaba representando a Alemania como país informante (“Rapporteur”) en los procesos de aprobación de glifosato, advertía que sus conclusiones se referían a las aplicaciones siguiendo las normas vigentes en ese país, y que no se responsabilizan cuando la aplicación se efectúa en formas que no las respeten, o sea el mal uso. Actualmente Alemania ha sido reemplazado desde 2019, como país “rapporteur”, por cuatro países (Francia, Hungría, Holanda y Suecia) que actúan cada uno con voto independiente, en el proceso de re-autorización del glifosato en la Unión Europea, proceso que culminará en diciembre de 2022. Para este proceso ha habido no solo este cambio de significación, sino también la inclusión de otras normativas europeas que exigen la transparencia en las actuaciones del denominado Grupo de Evaluación de Glifosato (AGG), por lo que se ha producido una apertura en la información pública sobre el progreso de la evaluación. En este sitio es posible encontrar documentación sobre que las cargas totales propuestas por los registrantes que no sobrepasan los 2 kg/ha anuales (AGG, 2021).

Esto nos debe llamar a reflexión de que en Argentina se debe revisar profundamente los usos que se le dan al glifosato y los volúmenes extraordinariamente elevados que se utilizan. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), opinando sobre políticas agrícolas de Argentina, declara que el uso de plaguicidas en nuestro país es considerablemente mayor al de los países de esa organización (OCDE, 2019). Con la ausencia de fuentes confiables

(por lo menos oficiales y públicas) sobre volúmenes, dosis, superficies tratadas, etc. datos del "registro agronómico" que es muy insuficiente en Argentina (las recetas agronómicas no se registran sistemáticamente, las aplicaciones, etc.) es difícil emitir opiniones fundadas sobre lo que realmente está ocurriendo. Forma parte de las incertidumbres típicas con que se maneja toda esta temática en el país, que como se ve no ocurre en los países desarrollados, que han adoptado los criterios de la transparencia como mandatorios. Haciendo alguna hipótesis sobre las razones del elevado uso, puede deberse a que se debe combatir malezas resistentes que demandan dosis cada vez más elevadas, que se utilizan para varios momentos en el ciclo de cultivo, preemergencia, barbecho, y en algunos casos como el algodón previamente a la cosecha para facilitar la recolección. Como mal uso quizá es probable que en algunos casos se apliquen sin respetar la receta agronómica, que se repitan dosis ante eventos climáticos como lluvias, que se ha generalizado el uso en forma preventiva, entre otras razones que seguramente los expertos agrícolas del país saben explicar.

Si bien la siembra directa es una práctica sustentable pues reduce el problema grave de la erosión de suelos, cuando no se acompaña del conjunto de prácticas sustentables como la conservación de suelos, la rotación de cultivos, el manejo integrado de plagas, la reducción del uso de agentes químicos, entre otras, el modelo contribuye a las deformaciones del monocultivo, la pérdida de nutrientes del suelo, y el desequilibrio en la agrobiodiversidad. Es así que muchos autores se refieren a este modelo como agricultura extractiva (Sarandón, 2020).

Tampoco es aceptable que se compute como virtud del modelo, que se preservan los hábitats naturales cuando se ha demostrado que se han diezmado miles de hectáreas de bosques nativos ampliando la frontera agrícola (Viglizzo y col., 2010), contribuyendo con ello a agravar las condiciones climáticas del país. Del mismo modo no se puede afirmar que se preservan los hábitats cuando lo que más se ha estudiado y constatado en las últimas décadas es el gran impacto en los ecosistemas naturales y la biodiversidad por los millones de toneladas descargadas de agentes químicos sintéticos, en territorios confinados de nuestro país (RSA-GAHA-CONICET, 2018; Cabaleiro y otros, 2021; Pengue, 2021; otros numerosos estudios de investigadores argentinos citados posteriormente en este texto). Y también podemos seguir con el importante impacto en la salud de la población especialmente niños y trabajadores rurales (DPN-UNICEF-ONU, 2010; DPPBA, 2015; ONU, 2016; Butinof y col, 2017b; Duarte y col., 2021; SAP, 2021; otros numerosos estudios de investigadores argentinos citados posteriormente), los cambios en la organización y composición rural (ONU, 2018) con la eliminación de miles de pequeños productores, entre otras varias externalidades que no son tenidas en cuenta por los promotores de este modelo.

Como decimos es posible visualizar cada vez con mayor claridad, las evidencias del gran impacto que ha producido y continúa produciendo, sobre las poblaciones y los recursos naturales en nuestro país. Estas evidencias se han ido sumando a ritmo acelerado en los últimos diez años y han ido ganando un sustento técnico-científico de gran transcendencia, mediante su documentación en medios científicos de primer nivel internacional. Quizá ejemplifica la importancia, la ocupación y preocupación brindada por la ciencia argentina, los datos informados por un estudio bibliométrico reciente que posiciona a nuestro país, en forma atípica, entre los países del mundo de mayor producción científica relacionada al uso y efectos del glifosato en las prácticas agrotécnicas contemporáneas globales (Klingelhöfer y col, 2021).

Pero lo más notable es que estas evidencias, que ya no se pueden soslayar en nuestro país, respecto a las inconveniencias e insostenibilidad de la agricultura industrial, tiene su correlato concordante consolidado a nivel internacional. Hay esfuerzos muy marcados por parte de organismos internacionales de gran predicamento como las Naciones Unidas, la FAO, la OMS, como así también expresiones de países y conglomerados de países como la Unión Europea

entre otros, que abogan enfáticamente por la reducción global del uso de agroquímicos y proponen el desarrollo de sistemas productivos más armónicos con la naturaleza y el ser humano (ONU, 2017a,b; EC, 2020 y 2021; FAO-OMS, 2021a,b; IPES-Food, 2016).

Se sabe que el uso actual de plaguicidas en la agricultura es un tema controversial en nuestro país y también a nivel internacional, agudizado a partir del uso de las nuevas tecnologías basadas en los transgénicos y los agroquímicos asociados. Para aportar a la mejora de los conocimientos y la toma de decisiones en esta temática, importa profundizar aspectos como el impacto en el medio ambiente y en la salud humana, la caracterización de toxicidad y peligrosidad de los compuestos, la epidemiología, el análisis de riesgos, la gestión de agroquímicos, los marcos legales nacionales e internacionales involucrados, la potencial contravención de derechos básicos de los ciudadanos, el rol de las empresas del sector, la credibilidad de la producción científica, las medidas de prevención, control y precaución que resultan necesarias, las estrategias alternativas para transformar los sistemas productivos actuales hacia modelos más sustentables, que no dependan exclusivamente del uso de sustancias químicas, como aquellas basadas en la ciencias agroecológicas. Muchos de estos aspectos han sido tenidos en cuenta en el desarrollo de la presente revisión.

El propósito de este informe es contribuir a mejorar la comprensión y la justa interpretación de la realidad que existe en la Argentina sobre estos temas, mediante la consulta bibliográfica de los aportes científicos más recientes nacionales, como así también los de mayor interés producidos por la comunidad científica internacional. Se priorizó la revisión de trabajos recientes que han sido publicados en la literatura internacional evaluada por pares y rastreable por los buscadores científicos que utiliza nuestro sistema de Ciencia y Tecnología y las bases de datos accesibles en internet (PubMed, ScienceDirect, y otras). Como segundo criterio se ha brindado especial atención a las publicaciones de autores argentinos y también de la región central del país, por su vinculación directa con las zonas de mayor actividad agrícola. Es decir se ha prestado especial atención a los trabajos que en gran cantidad han producido investigadores de la Universidad Nacional del Litoral, de Entre Ríos, de Córdoba y CONICET e INTA regionales. También se han consultado los numerosos trabajos producidos por otras universidades del país como por ejemplo las Universidades de La Plata, de Mar del Plata, del Comahue, de Buenos Aires, y los centros del CONICET e INTA vinculados a estas regiones como los EAA de Balcarce, Pergamino, Anguil (La Pampa), Castelar entre otros. También se han considerado un buen número de aportes provenientes de otros investigadores, profesionales, instituciones, funcionarios públicos, organizaciones socio-ambientales del país como así también, los estudios seleccionados por su importancia para la temática, provenientes de la literatura científica internacional.

3. OCURRENCIA Y EFECTOS EN EL AMBIENTE

AGUAS, SEDIMENTOS, SUELOS Y AIRE

Aguas superficiales y sedimentos

Los resultados obtenidos para todas las cuencas estudiadas en Argentina muestran la presencia de plaguicidas residuales en aguas superficiales según las diferentes actividades agrícolas desarrolladas. Se han encontrado múltiples residuos en cursos de la Provincia de Buenos Aires: niveles de atrazina con valores de hasta 12,43 µg/L, clorpirifós 2,5 µg/L, endosulfán 0,9 µg/L, glifosato (GLY) y AMPA 700 µg/L (Peluso y col., 2019). Otros autores en cuatro subcuencas de la misma provincia, habían informado atrazina, tebuconazol y dietiltoluamida con concentraciones máximas de 1,4, 0,035 y 0,701 µg/L respectivamente (De Gerónimo y col., 2014).

Las importantes cuencas de los Ríos Paraguay-Paraná y afluentes mostraron una distribución generalizada de concentraciones en aguas y sedimentos con niveles totales de 0,004 a 6,62 µg/L y de 0,16 a 221,3 µg/kg peso seco (ps), respectivamente. Endosulfán, cipermetrina y clorpirifós fueron compuestos ubicuos en ambos compartimentos ambientales y cuantitativamente los más relevantes. Todas las concentraciones detectadas en el agua superaron las pautas recomendadas para la protección de la biota acuática. La partición indicó una mayor afinidad por los sedimentos (Etchegoyen y col., 2017).

También en las aguas superficiales cercanas a zonas donde se hace horticultura, como la periurbana de La Plata (Buenos Aires), a lo largo del arroyo Carnaval, se analizaron 36 plaguicidas e informaron en los sedimentos de fondo, una carga total, como la suma de herbicidas, insecticidas y fungicidas, con valores de dos campañas de 1080/2329, 3715/88 y 367/5 µg/kg ps, respectivamente. Al mismo tiempo se ensayó la toxicidad empleando un anfípodo nativo *Hyalella curvispina*. Se observaron efectos letales y subletales en ambas campañas de muestreo, concluyendo que las prácticas hortícolas en dicha región tienen un impacto en los cursos de agua cercanos y pueden potencialmente poner en peligro la fauna bentónica (Mac Loughlin y col., 2017).

El caso de glifosato y su principal metabolito ácido aminometilsulfónico (AMPA), ha sido aún estudiado con mayor intensidad en los territorios de la pampa húmeda, caracterizada por la fuerte carga agrícola de cultivos transgénicos como soja y maíz. Un abarcativo monitoreo sobre el Río Paraná y sus afluentes comprobó que glifosato y AMPA se concentran en los sedimentos (medianas de 742 and 521 µg/kg); se hallaron valores máximos de 3000 y 5000 µg/kg en Luján, respectivamente. También los resultados fueron significativos en los tramos del Paraná que comprenden a las provincias de Santa Fe y Entre Ríos, habiéndose determinado hasta 3294 µg/kg de glifosato y 7220 µg/kg para AMPA en la cuenca del río Gualeguay (Entre Ríos). La carga de glifosato aumentó sobre todo a partir de la zona centro de la provincia de Santa Fe, con concentraciones muy elevadas en afluentes como el arroyo Saladillo. El estudio también detectó fuerte carga de ambos compuestos en canales y arroyos del sureste de la provincia de Buenos Aires. Buena parte de la incorporación del herbicida a las aguas surge del escurrido de las lluvias que caen sobre los campos productivos. El glifosato es poco afín a permanecer en el agua por su elevada solubilidad, por eso se detectó muy poco en el centro del río (concentraciones promedio de 0,6 µg/L en un 15% de las muestras de agua que resultaron positivas). Ocurriendo que se adsorbe y acumula en el sedimento de fondo. Esto constituye un material en tránsito que luego se aloja en las playas (Ronco y col., 2016). Estos resultados son consistentes con un trabajo anterior del mismo grupo, que había estudiado el destino ambiental del glifosato y AMPA en aguas superficiales y suelos de cuencas agrícolas de Argentina. Varios sitios (n=16) y 44 arroyos de las cuencas agrícolas fueron muestreados tres veces durante 2012. En suelos cultivados, se detectó glifosato en concentraciones entre 35 y 1502 µg/kg, mientras que la concentración de AMPA osciló entre 299 y 2256 µg/kg. En el agua superficial estudiada, la presencia de glifosato y AMPA se detectó en aproximadamente 15% y 12% de las muestras analizadas, respectivamente. En el material particulado en suspensión, se encontró glifosato en el 67%, mientras que AMPA estuvo presente en el 20% de las muestras. En los sedimentos de arroyos, glifosato y AMPA también se detectaron en 66% y 88,5% de las muestras, respectivamente. Este estudio demostró que ambos compuestos están presentes en suelos sometidos a actividad agrícola. También se encontró que en muestras de arroyos, su presencia es relativamente más frecuente en materia particulada en suspensión y sedimentos que en el agua (Aparicio y col., 2013).

En la misma provincia Caprile y col (2017) detectaron glifosato y AMPA en 45 muestras de aguas superficiales y subterráneas de los alrededores de la ciudad de Pergamino. Las aguas superficiales mostraron concentraciones máximas de 258 µg/L y 5865 µg/L para glifosato y

AMPA con frecuencias del 54% y 69%, respectivamente (Caprile y col., 2017). También en aguas influenciadas por la horticultura periurbana de La Plata, Mac Loughlin y col. (2020) completando sus observaciones anteriores, detectaron glifosato y AMPA en 67% de las muestras de fracción soluble (máximos 17,0 GLY y 4,5 AMPA µg/L) y el 83% de las muestras de material partículado (máx. 35620 GLY y 19586 AMPA µg/kg) del arroyo Carnaval estudiado. Estos valores fueron hasta 100 veces superiores a curso de agua similar en USA (Battaglin et al., 2014). La presencia importante del herbicida encontrada en las fracciones solubles, movieron a los autores a remarcar que el análisis de aquellos compuestos en fase soluble siempre debe tenerse en cuenta al estudiar las masas de agua superficiales no solamente los sedimentos. También al encontrarse inesperadamente que la horticultura también es fuente de contaminación con glifosato, sugieren que cada situación particular debe considerarse como un escenario único, independientemente del tipo de práctica agronómica Mac Loughlin y col. (2020).

Por otro lado, en cursos superficiales de todo el territorio de Entre Ríos, Sasal y col. (2017) evaluando glifosato y AMPA en 301 puntos y 703 muestras, con hallazgos en una elevada frecuencia, en muchos casos verificaron concentraciones elevadas. Aproximadamente un 30% de las muestras mostraron valores positivos entre 0,1 – 240 µg/L. En el primer período de muestreo (15-08 al 15/09/2012) un 4,7% de los puntos superó 240 µg/L. Se verificaron algunos casos de concentraciones muy elevadas 73 y 105 mg/L, atribuidos a contaminación puntual por depósito de envases vacíos de glifosato (Sasal y col., 2017). Estudios similares en Córdoba, monitoreando la cuenca del Río Suquía, que atraviesa la gran ciudad capital y áreas de agricultura intensiva y extensiva, encontraron que el 35% de las muestras analizadas contenía glifosato, AMPA o ambos compuestos. Los niveles en sedimentos y material particulado fueron 12 y 20 veces superiores que los hallados en el agua. Concluyeron los autores que los organismos acuáticos que habitan áreas tanto dentro como fuera de las áreas agrícolas están amenazados por las concentraciones de glifosato en el agua (Bonansea y col., 2017).

Aguas subterráneas

Respecto a aguas subterráneas resulta interesante el estudio de Demonte y col. (2018) que estudiaron el agua de pozo de 40 tambos ubicados los Departamentos Castellanos y Las Colonias (Santa Fe). Sus resultados revelaron la presencia de glifosato y el AMPA en 15% y 53% de las muestras analizadas, con concentraciones que oscilan entre 0,6–11,3 µg/L y 0,2–6,5 µg/L, respectivamente. Estos químicos, también se verificaron en el 33% y el 61% de las muestras de aguas de tanques de reservorio, para bebida del ganado vacuno. En estos tanques, además se encontró glufosinato en el 52% de las muestras. Este aumento en las concentraciones de la misma agua, es debido a la contaminación del ámbito rural al que el agua fue expuesta superficialmente en el bebedero. Por otro lado, en el mencionado trabajo de la zona de Pergamino (Buenos Aires), Caprile y col. (2017) detectaron en aguas subterráneas glifosato en el 32 % (max 1 µg/L) y AMPA en el 36 % (máx. 6 µg/L) de las 45 muestras que analizaron.

Un dato importante de Argentina es que solo el 30 % de la población rural accede a sistemas de agua potable y solo el 2% accede a cloacas. Por lo tanto, las fuentes son la extracción de napas donde el agua no es de alta salinidad y en su defecto, la recolección de agua de lluvia en aljibes, pozos y presas. A su vez el 50% del abastecimiento de agua a capitales de provincias, ciudades y aglomerados se realiza a partir de aguas subterráneas (Rodrígues Capítulo, 2019). Para visualizar la importancia de la protección de estas aguas, consideremos que ellas representan más del 97% de las reservas de agua sobre la superficie de la tierra, mientras que las aguas superficiales representan menos del 3%. Poseen una facilidad de contaminación de media a baja, pues los acuíferos en general poseen filtros biológicos, químicos y físicos. Esto no sucede con las aguas superficiales que se contaminan rápidamente, no poseen filtros (UNAL, 2011). Por lo tanto,

detectar valores de plaguicidas en los acuíferos, cualesquiera sean sus concentraciones, constituyen una fuerte alarma de amenaza a su integridad por impacto ambiental.

Suelos y aire

El suelo es destinatario de una buena parte del plaguicida que no alcanza su objetivo, por ejemplo, la aplicación de un herbicida en las condiciones de máxima optimización no supera el 65% (AAPRESID, 2018). Esto quiere decir que en condiciones reales cabe esperar que la mitad o más del producto aplicado no alcanza el objetivo y se dispersa en el aire o se deposita en el suelo en el mismo momento de la aplicación. Una vez liberados al medio ambiente, el destino de cada compuesto es variable, ya que la dinámica de los plaguicidas depende principalmente de sus propiedades fisicoquímicas y de las condiciones climáticas, así como de las propiedades del suelo (Azcarate y col., 2015; Okada y col., 2016).

Se ha demostrado que la ocurrencia de glifosato y AMPA en suelos, aguas superficiales y sedimentos, en zonas agrícolas de la Provincia de Buenos Aires, fue casi ubicua en las matrices sólidas (83 e 100%), con concentraciones máximas entre las más altas reportadas en el mundo (suelo: 8105 y 38939; sedimento: 3294 y 7219; materia particulada en suspensión (SPM): 584 y 475 mg/kg de glifosato y AMPA respectivamente). Se observó una menor frecuencia de detección en aguas superficiales (27-55%), con concentraciones máximas en agua total de 1,80 y 1,90 mg/L de GLY y AMPA. Los autores concluyen que, según las prácticas actuales, las tasas de aplicación son más altas que las tasas de disipación, y que ambos compuestos deben considerarse contaminantes “pseudo-persistentes”. Recomiendan revisar los procedimientos de manejo, programas de monitoreo y riesgo ecológico para el suelo y los sedimentos (Primost y col., 2017).

Más recientemente se enriquecieron las observaciones del comportamiento del glifosato en suelos, mediante un estudio sobre erosión eólica también en este caso en la Provincia de Bs.As. Se determinó que los caminos sin pavimentar dentro y fuera de los campos agrícolas, son una importante fuente de emisión de material particulado (PM_{10} - 10 micrones) a la atmósfera. Una hectárea de camino sin pavimentar emite la misma cantidad de PM_{10} que 409 ha de suelos agrícolas. La emisión real de PM_{10} fue de 11,5 g/ha año en suelos agrícolas y 4711,4 g/ha año en caminos sin pavimentar. El contenido de glifosato en el PM_{10} varió de 59 a 359 µg/kg en suelos agrícolas, de 382 a 454 µg/kg en caminos sin pavimentar dentro de campos agrícolas y de 39 a 639 µg/kg en caminos sin pavimentar fuera de los campos agrícolas. El contenido de AMPA en el PM_{10} fue más elevado debido a su mayor persistencia, varió de 387 a 7228 µg/kg en suelos agrícolas, de 900 a 4138 µg/kg en caminos sin pavimentar dentro de campos agrícolas y de 98 a 500 µg/kg en caminos sin pavimentar fuera de campos agrícolas. Luego de importantes observaciones los autores advierten que las concentraciones de glifosato y AMPA en PM_{10} fueron más altas que en el suelo, lo que es un riesgo adicional que debe ser considerado cuando se evalúa el efecto del material emitido por suelos agrícolas y caminos sin pavimentar sobre la salud humana (Ramirez-Haberkon y col., 2021).

Otro estudio reciente muy interesante ha demostrado la contaminación de los suelos de agricultura de base agroecológica (ABA) por efecto de lotes vecinos cultivados usando agricultura de base química (ABQ), empleando eventos transgénicos. Se hallaron recurrentemente, repitiendo el perfil en ambos suelos, herbicidas como 2,4-D, atrazina, acetoclor, glifosato, metsulfuron-metilo, los metabolitos desethyl-atrazine, AMPA y los fungicidas epoxiconazole y tebuconazole. También los suelos presentaron co-ocurrencia de varios plaguicidas, hasta 6 en ABQ y 5 en ABA (Bernasconi y col., 2021). Ambos hallazgos se verificaron también en suelos de Europa donde existe un mayor desarrollo relativo de los cultivos orgánicos (Silva y col., 2019). Esto mostró nuevamente la ubicuidad de estos

compuestos tanto en sistemas ABA como ABQ (Primost y col. 2017; Soracco y col. 2018). Las concentraciones en los suelos para glifosato y AMPA en los lotes ABQ alcanzaron valores de 1268,92 y 2919,17 µg/kg ps respectivamente, niveles capaces de causar efectos letales y subletales en organismos como colémbolos, oligoquetos y en la biota microbiana, lo que tiene implicaciones directas sobre la estructura y la función del ecosistema edáfico (Bernasconi y col., 2021).

Agua de lluvia

Ha llamado mucho la atención de los expertos también los hallazgos observados sobre la presencia de plaguicidas y más específicamente glifosato en agua de lluvia. Un estudio específico sobre el transporte de glifosato, mediante un experimento en microparcelas permitió evaluar la retención, lixiviación y escorrentía de glifosato bajo simulación de lluvia. Se determinó que el 88,1% del glifosato aplicado se retuvo en la capa superficial del suelo (0-9 cm). La lixiviación de glifosato fue insignificante en comparación con su escorrentía (3,9%) y la deriva de la pulverización (6,9%). Por lo tanto, el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas sería menor en comparación con el de las aguas superficiales y el agua de lluvia.
Además, en condiciones de campo, se detectaron glifosato y AMPA en el 52% de las muestras de agua de lluvia y se detectó glifosato hasta 1 m en ambos perfiles de suelo. Aunque la aplicación experimental se realizó con mochila de mano en condiciones de poco viento para minimizar la dispersión aérea del glifosato, la deriva de la aspersión fue la principal fuente de transporte del glifosato fuera del sitio, degradando la calidad del aire y el agua de lluvia para el consumo humano. El equilibrio entre la deriva de la pulverización, la escorrentía y la absorción del suelo de glifosato, cuando se pulverizó cerca de la superficie del suelo (equipo de mano), demostró la importancia de la deriva de la pulverización en los estudios de balance de masas durante los experimentos de escorrentía y lixiviación con glifosato (Lupi y col., 2019).

Otro trabajo del mismo grupo investigó la presencia en la atmósfera de glifosato y atrazina (ATZ), a través de la lluvia, como el principal fenómeno climático asociado con la deposición húmeda, tanto mediante el análisis de las relaciones fuente-receptor con el suelo, como con las influencias climáticas que pueden condicionar ese transporte y mediante la estimación de la deposición anual en la superficie de la pampa argentina. Se recolectaron muestras (n=112) de agua de lluvia, a lo largo de cada precipitación en áreas urbanas de la pampa con diferentes grados de uso de la tierra y con una producción extensiva de cultivos. También se muestrearon suelos subterráneos (n=58) de los sitios periurbanos relevantes. Los herbicidas se detectaron en el 80% de las muestras de lluvia en concentraciones medias a máximas de 1,24 a 67,3 µg/L (GLY) y 0,22 a 26,9 µg/L(ATZ), mientras que el ácido aminometilfosfónico (AMPA) se detectó en un 34% de las muestras (0,75 a 7,91 µg/L). En suelos, el glifosato se registró con mayor frecuencia (41%; 102-323 µg/kg) seguido de ATZ (32%; 7-66 µg/kg) y luego AMPA (22%; 223-732 µg/kg). Las concentraciones máximas de GLY cuantificadas en el agua de lluvia excedieron los niveles informados en otros países (EE. UU. Y Canadá). Luego efectuar interesantes observaciones sobre la configuraciones espaciales que mostró el fenómeno con ambos plaguicidas, los autores afirman que la deposición anual estimada de glifosato por lluvia, indicó que más de una fuente de un herbicida puede conducir a su presencia en la atmósfera y señala la relevancia de la contribución de la lluvia a los niveles superficiales de un contaminante (Alonso y col., 2018).

Otro estudio consistió en determinar la contribución de la deposición húmeda como fuente de compuestos organoclorados en la ciudad de Buenos Aires y conurbano bonaerense. Las muestras de lluvia fueron colectadas a lo largo del año 2015-2016 en 8 sitios de muestreo. Las mayores concentraciones de contaminantes se encontraron a fines del verano en la zona de Liniers (24,8 µg/L) seguida por Mataderos (1,85 µg/L). El impacto de la agricultura y la propia zona urbana/industrial en la deposición húmeda alerta sobre el ingreso de contaminantes al

acuífero en zonas urbanas, en especial por las pérdidas en las redes de desagües pluviales (Shimabukuro y col., 2018).

También en una publicación reciente, investigadores de la UNL informaron sobre sus interesantes estudios sobre el agua de lluvia y su influencia por la carga de plaguicidas en tres arroyos en la región de La Pampa, Argentina. Las concentraciones de plaguicidas en los arroyos presentaron un aumento generalizado inmediatamente después del evento de lluvia. Los resultados obtenidos muestran la relevancia de evaluar la influencia de las lluvias y las etapas fenológicas de los cultivos en la dinámica de las aguas superficiales y en la escorrentía de plaguicidas y nutrientes para el monitoreo ambiental (Andrade y col., 2021a)

Hemos ido viendo con frecuencia en las últimas dos décadas, la sucesión de estudios originados por la movilización de ciudadanos. Quizá para ejemplificar podemos citar un estudio de mayo del corriente año 2021, que determinó niveles de numerosos plaguicidas hallados en agua de lluvia tomada en el centro de la ciudad bonaerense de Lobos, al mismo tiempo que se verificaron hallazgos de glifosato, 2,4-D, atrazina y otros plaguicidas en aguas subterráneas y superficiales y en suelos de esa localidad (Maidana, 2021).

La detección de glifosato y AMPA en muestras de agua de lluvia y aire también han sido recurrentes en el mundo. Tomamos como ejemplo un primer informe realizado en Estados Unidos. Muestras de lluvia y partículas de aire integradas, simultáneas y semanales se recolectaron durante dos temporadas de cultivo en áreas agrícolas en Mississippi y Iowa. También se recogió lluvia en Indiana en una fase preliminar del estudio. La frecuencia de detección de glifosato osciló entre el 60 y el 100% tanto en el aire como en la lluvia. Las concentraciones del glifosato oscilaron entre <0,01 y 9,1 ng/m3 y entre <0,1 y 2,5 mg/L en muestras de aire y lluvia, respectivamente. La frecuencia de detección y las concentraciones medias y máximas de glifosato en el aire fueron similares o mayores a las de los otros herbicidas de alto uso observados en la cuenca del río Mississippi, mientras que su concentración en lluvia fue mayor que la de los otros herbicidas. No establecieron qué porcentaje del glifosato aplicado se introduce en el aire, pero se estimó que hasta el 0,7% de la aplicación se elimina del aire por lluvia. El glifosato se elimina eficazmente del aire; se estima que un promedio del 97% del glifosato en el aire se elimina con una precipitación semanal de 30 mm (Chang y col., 2011).

BIOTA

El uso de plaguicidas produce sin dudas efectos nocivos sobre las especies no objetivo y especies benéficas. Así se alteran los ecosistemas acuáticos, las poblaciones y acción de insectos y artrópodos que brindan servicios y funciones ecológicas como el control biológico de plagas y la polinización. Se calcula que, de unas 100 especies cultivadas, que aportan el 90% de los alimentos mundiales, el 71% son polinizadas por abejas (UNEP, 2010). Asimismo se modifica la constitución orgánica y la vida de los suelos, alterando la acción de oligoquetos y microorganismos responsables del reciclaje de nutrientes y mantenimiento de las propiedades estructurales del suelo (Wołejko y col., 2020; Evans y col., 2018; Sharma y col., 2018; Pelosi y col., 2014; Benamú y col., 2010). En síntesis, ha sido recurrentemente reportado que se afecta la biodiversidad de los ecosistemas (Trudeau y col., 2020; Iturburu y col., 2019; Van Bruggen y col., 2018; Benton y col., 2003). Para visualizar mejor estos fenómenos describiremos algunos de los estudios más recientes efectuados por investigadores de nuestro país principalmente.

Invertebrados

La Dra. Ana María Gagneten y sus colaboradores, investigadores con sede en Santa Fe (UNL-CONICET), han producido numerosas publicaciones de alto nivel científico abordando estudios

en la biota regional. En un trabajo muy reciente comprobaron sinergismo entre glifosato y cipermetrina, dos compuestos que pueden convivir en los cursos de agua. Analizaron así la interacción entre formulaciones de los dos compuestos en forma aislada y combinada, sobre cladocera *Ceriodaphnia dubia* (Richard 1894) por medio de un ensayo de toxicidad aguda, en un ensamblaje de zooplancton, mediante un experimento de mesocosmos (30 L). Se obtuvo la CL_{50} de 24 h de ambos plaguicidas aislados y su mezcla equitóxica. La toxicidad aguda de la mezcla fue 3 y 4 veces mayor que la toxicidad aislada del glifosato y la cipermetrina respectivamente (Andrade y col., 2021b). En otro trabajo evaluaron experimentalmente los efectos de la formulación de glifosato en la composición del plancton mediante el uso de diferentes parámetros comunitarios a través de un experimento de mesocosmos (600 L durante 7 días) con 2 concentraciones de glifosato y un control. Se observó una disminución significativa en la densidad de cladocera y un aumento significativo en las densidades de rotíferos, clorofíceas y euglenofíceas. Además, la diversidad del tamaño del zooplancton y la uniformidad de las microalgas disminuyeron. Las diferentes tolerancias y competitividad dentro de los componentes del plancton hacen que la estructura de esta comunidad sea un buen indicador de perturbación ambiental (Polla y col., 2021). Fueron estudiados otros efectos de la contaminación directa y difusa por plaguicidas sobre el zooplancton a distintas escalas de análisis (Andrade, 2021c). Abordaron estudios de los efectos de un antifúngico ecológico sobre *Daphnia magna* (Reno y col., 2021); efectos de diversas formulaciones de glifosato en la dinámica poblacional de especies de cladóceros (Reno y col., 2018); cambios en el comportamiento del zooplancton provocado por una mezcla de plaguicidas (Andrade y col., 2018); o aportando registros de plaguicidas en los sistemas acuáticos de la provincia de Santa Fe y sus efectos sobre la biota a diferentes escalas de análisis (Gagneten y col. 2017). Una reseña de trabajos de estos autores sobre diversidad de zooplancton y su valor como bioindicador se puede encontrar en Gagneten y col., (2021)

En un trabajo muy reciente se informó sobre los efectos negativos del insecticida clorpirifós sobre camarones de agua dulce (*Macrobrachium borellii*) (Ríos y col., 2021). Otros autores también han verificado efectos adversos del clorpirifós a concentraciones bajas ambientalmente relevantes, sobre macrófitas acuáticas (*Potamogeton pusillus*) (Bertrand y col., 2017). Por otro lado, se estudiaron los efectos del glifosato en medio acuático evaluando el impacto de dos formulaciones de base glifosato (GBH) sobre fitoplancton (*Limnoperna fortunei)* (De Stefano y col., 2018) y en un reciente estudio verificaron comportamientos diferentes de distintos formulados (GBH) sobre el sistema microbiano acuático, concluyendo que no se puede hablar de único “efecto glifosato” (Sabio y García y col., 2021).

Peces

Otros investigadores se han dedicado a estudiar genotoxicidad en peces de la región litoral como el sábalo (*Prochilodus Lineatus*) expuestos a cipermetrina (Davico y col. 2018; Loteste y col., 2013; Poletta y col., 2013) y de otros compuestos en otras especies de peces, por ejemplo imidacloprid en *Australoheros facetus* pez de la Cuenca del Plata (Iturburu y col., 2018), o cipermetrina en pez cebra (Paravani y col., 2018 y 2019). En todos los casos pudieron constatar distintos niveles de estrés oxidativo y otras perturbaciones ligadas a daño en ADN y genotoxicidad. Estudiando peces, investigadores de otras regiones del país han aportado evidencias de los efectos de la exposición del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) a algunos plaguicidas específicos por ejemplo clorpirifós solo o mixturado con endosulfán y lambda-cihalotrina (López Aca y col., 2018) o la respuesta metabólica de la misma especie expuesta a dosis sub-letales de cipermetrina (Carriquiriborde y col., 2012). También Bonansea y col. (2016) estudiaron la bioconcentración y biotransformación de cipermetrina y clorpirifós en una especie de pez nativa (*Jenynsia multidentata*).

En general sobre el impacto de los plaguicidas en los ecosistemas de agua dulce, Iturburu y col. (2019), aportaron una evaluación de riesgo ambiental, abarcativa de la región central argentina, estableciendo mapas de riesgo para una vasta región agrícola que comprende las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y Córdoba, que resultan muy útiles para el diseño futuro de los planes de protección y cuidado de la biodiversidad. Otra investigación en Buenos Aires, sobre la ocurrencia de pesticidas en tejido de peces del arroyo Pergamino, registraron 17 agroquímicos: 12 insecticidas (7 organofosforados y 5 piretroides), tres fungicidas y dos herbicidas (Brodeur y col 2017). Los peces contenían varias moléculas de pesticidas simultáneamente, el 58% de los individuos contenían más de un pesticida y el 11% presentaba cuatro pesticidas o más. En el caso de los organofosforados, las concentraciones alcanzaron valores de 5673 µg/kg para diclorvos, 908 µg/kg para clorpirifos-metilo, 339 µg/kg pirimifos-metilo y fenitrotion 2152 µg/kg.

Anfibios

Sobre el impacto de los agroquímicos en la salud ambiental y la biodiversidad de los ecosistemas de las provincias del Centro-Este de Argentina (Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba), sobresalen por su alta calidad científica, los trabajos del grupo de científicos de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) encabezados por el Dr. Rafael Lajmanovich. En una vasta producción de más de 140 publicaciones en revistas internacionales de mayor impacto, han aportado sólidas evidencias del impacto que sobre la biota acuática se observa en esta región caracterizada por elevado uso de agroquímicos. Entre sus resultados más destacados, se encuentran los primeros datos sobre la presencia de residuos de plaguicidas con potencial actividad estrogénica, en grasa y vísceras de animales silvestres de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos (Lajmanovich y col. 2005). De igual forma, otros residuos de agroquímicos han sido hallados por estos investigadores en lagunas rurales de Entre Ríos (Peltzer y col. 2008).

En uno de sus trabajos mas recientes evaluaron los efectos de los herbicidas a base de glifosato (GBH) y glufosinato de amonio (GABH) y las partículas microplásticas de polietileno (PEMP) en *Scinax squalirostris*. Los renacuajos fueron expuestos a concentraciones nominales de ambos herbicidas (de 1,56 a 100 mg L-1) y PEMP (60 mg L-1), ya sea solo o en combinación, y la toxicidad se evaluó a las 48 h. La concentración mediana letal (LC_{50}) fue 43,53 mg L-1 para GBH, 38,56 mg L-1 para GBH + PEMP, 7,69 para GABH y 6,25 mg L-1para GABH + PEMP. En general, la mezcla de herbicidas con PEMP aumentó el efecto observado en los tratamientos individuales. La termoquímica de las interacciones entre los herbicidas y el polietileno (PE), analizada mediante la teoría funcional de la densidad (DFT), reveló interacciones espontáneas entre los herbicidas y el PE, que condujeron a la formación de enlaces en la interfase herbicida-PE, significamente más fuerte para glufosinato que para glifosato. Estas interacciones pueden conducir a un aumento de la toxicidad cuando los contaminantes están juntos, lo que significa un riesgo ambiental potencial de estas combinaciones, especialmente en el caso de glufosinato (Lajmanovich y col., 2022).

En otro trabajo reciente evaluaron los efectos de la exposición al herbicida Dicamba (DIC) en renacuajos de dos especies de anfibios, *Scinax nasicus* y *Elachistocleis bicolor*. Evaluaron la mortalidad y los efectos subletales bioquímicos utilizando varios biomarcadores. Se verificaron alteraciones bioquímicas que indicaron lesiones en hígado y la función celular, inhibición de acetilcolinesterasa (AChE) y aumento de hormona tiroidea (T4). Verificaron también una elevada biotoxicidad de la formulación comercial en los dos anfibios después de exposición a corto plazo, difiriendo con el nivel de toxicidad informado en el rotulo del producto comercializado (Attademo y col., 2021). En otro estudio sobre la toxicidad de herbicidas a base de glifosato (GBH) y arsenito (As III) como tóxicos individuales y en mezcla (50:50 v/v, GBH-As III), examinaron los niveles de actividad enzimática y los niveles de hormonas tiroideas en

renacuajos de *Rhinella arenarum,* durante la fase aguda (48 h) y ensayos crónicos (22 días). Los resultados demostraron una fuerte toxicidad sinérgica de la mezcla GBH-As (III), alterando negativamente los sistemas antioxidantes y los niveles de hormona tiroidea, con consecuencias sobre la proliferación de glóbulos rojos y el daño del ADN en renacuajos tratados (Lajmanovich y col., 2019a). Estos hallazgos resultan de mucho interés para las regiones centro y norte del país, que cuentan con niveles de arsénico elevados en los acuíferos. Del mismo modo estos autores en sus últimos trabajos, estudiaron los efectos del insecticida clorpirifós sobre sapo común y renacuajos (*Rhinella arenarum*) (Lajmanovich y col., 2018; Attademo y col., 2017). Continuaron aportando estudios sobre los efectos de otros plaguicidas como el insecticida pyriproxyfen (Dragón®) sobre renacuajos (*Odontophrynus americanus*) (Lajmanovich y col. 2019b); dimetoato (Martinuzzi y col., 2019) y formulados conteniendo clorpirifos, glifosato y 2,4-D sobre el anfibio: sapo común (Lajmanovich y col., 2015); los compuestos individuales y las mezclas de formulados conteniendo glifosato, metil-metsulfuron, bispiribac-sodio y picloram sobre renacuajos (*Rhinella arenarum*) (Lajmanovich y col. 2013 y 2011). En todos los casos detectaron notables efectos adversos para las especies expuestas a los distintos plaguicidas.

Cabe destacar que estos autores en sus estudios en la misma región centro-este argentina, describieron malformaciones en la fauna silvestre, efectos teratológicos que entre otros factores podrían tener una fuerte asociación con el uso intensivo de agroquímicos que caracteriza la región. Lograron así recopilar y caracterizar el primer catálogo de malformaciones relacionadas con sitios agrícolas para Sudamérica (Peltzer y col. 2011). También en áreas peri-rurales del norte de Entre Ríos, Sánchez y col. (2014) reportaron las primeras evidencias del país, sobre el efecto de las derivas agrícolas sobre órganos blanco (testículos) indicativos de disrupción endocrina. Una reseña de los estudios de este grupo se puede consultar en reciente publicación de UNL (Lajamanovich y col., 2021)

Asimismo, sobre anfibios se destacan trabajos desarrollados por otros investigadores en el país detectando múltiples efectos adversos. Bach y col., (2018) estudiaron los efectos del glifosato y sus formulaciones comerciales sobre la histología del hígado de renacuajos de una especie de rana neotropical (*Leptodactylus latrans*) (amphibia: Anura). Del mismo modo Salgado Costa y col. (2018) hallaron gran sensibilidad de los renacuajos de otra especie local (*Ceratophrys ornata*) al clorpirifós, para variables ecotoxicológicas convencionales y otras noveles bioacústicas. También en rana común se estudiaron efectos del diazinón y de herbicidas de base fluorocloridona (Pérez Coll y col., 2014; Nikoloff y col., 2014) y en sapos sudamericanos los efectos de endosulfan bajo exposición subletal (Svartz y col., 2015). Del mismo modo Brodeur y col. (2014) demostraron sinergismo entre glifosato y cipermetrinas durante exposición aguda de renacuajos *Rhinella arenarum.*

Reptiles y vertebrados terrestres

El caimán sudamericano *Caiman latirostris* (Yacaré overo, Yacaré ñato, Caimán de hocico ancho, Yacaré de hocico negro) es una especie superior en la cadena trófica, de amplio período de vida, muy susceptible a los factores ambientales, que se ha utilizado eficientemente como marcador biológico de contaminación ambiental. En la región litoral argentina los estudios son relevantes. Odetti y col. (2020) han evaluado la genotoxicidad, el daño oxidativo y la modulación de las defensas antioxidantes en sangre periférica de *Caiman latirostris* después de exposición embrionaria a formulaciones de glifosato (GLY), cipermetrina (CYP) y clorpirifós (CPF) y sus mezclas. Este estudio demostró que el uso de formulaciones de plaguicidas en concentraciones utilizadas a campo, genera efectos genéticos deletéreos en esta especie, por lo que la exposición a los mismos podría amenazar su supervivencia y estado de salud (Odetti y col., 2020). En estudios anteriores de los mismos autores habían comprobado la genotoxicidad de formulaciones de glifosato en la misma especie (Poletta y col., 2008, 2009 y 2011; Larriera y col.,

2008), habiendo estimado finalmente que producen daño en el ADN de los embriones independientemente de la etapa de desarrollo en que ocurre la exposición, lo que implica un riesgo importante para la especie durante todo su período de desarrollo, cuando la aplicación de plaguicidas es máxima (Burella y col., 2017). Por otro lado, este mismo modelo animal fue objeto de estudios en muestras de campo evaluando los efectos en la reproducción producida por residuos de compuestos organoclorados utilizados como agroquímicos durante mucho tiempo en nuestro país (Stoker col., 2013 y 2011).

En búsqueda de otras especies naturales posibles centinelas que co-habitan en zonas agrícolas de fuerte carga de agroquímicos, investigadores de Buenos Aires verificaron una disminución de la respuesta linfocitaria a la fitohemaglutinina (PHA) en individuos de armadillo (*C. villosus)*, expuestos a formulaciones de glifosato (Roundup) (Luaces y col., 2020).

ALIMENTOS Y AGUA POTABLE

Sobre la complejidad del análisis químico de residuos.

Al respecto cabe consignar que sigue siendo muy escasa la producción de información del contenido de todos los plaguicidas autorizados en los alimentos a nivel nacional. Los controles del conjunto de residuos de plaguicidas se realizan en laboratorios especializados y se utilizan métodos que han sido adoptados internacionalmente, generalmente basados en la determinación de base cromatográfica-espectrométrica de masa (GC-MS/MS y LC-MS/MS) en sus distintas variantes. Su característica principal es que se pueden detectar y cuantificar con gran sensibilidad, exactitud y con bajos límites de detección en simultáneo, una gran cantidad de compuestos (de 50 a 400 en un solo ensayo) (Fernández-Alba, 2004; Anastassiades y col., 2003). A estos métodos se los denomina “mutiresiduo” (MRM) precisamente por esta característica. Cabe aclarar que hay algunos compuestos que no pueden ser incluidos en esta modalidad debido a sus propiedades fisico-químicas. A estos compuestos se los debe analizar por separado aplicando métodos individuales. Es el caso de los ditiocarbamatos, algunos plaguicidas a base de estaño y los herbicidas glifosato y glufosinato entre otros.

Es por ello que a las dificultades normales que requiere conformar laboratorios avanzados, con instrumentos de alto costo, para realizar controles “multiresiduo”, se agrega las dificultades adicionales de medir individualmente el glifosato y los ditiocarbamatos que se encuentran entre los de mayor uso. Vale la pena recordar que recién en 2003 en nuestro país, un laboratorio privado incorporo el primer equipo de HPLC-MS/MS necesario para efectuar el control de nitrofuranos en mieles de exportación. Es probablemente este atraso tecnológico que vivió el país durante la década del 90 y principios del siglo XX, una de las causas, aunque no la única, por la que escasean aún hoy, los estudios y los controles abarcativos que incluyan todos los plaguicidas que se usan incluido el glifosato. Cabe aclarar que esta tendencia se ha ido modificando desde 2010, explicando en parte también la aparición recién en la última década de los muchos estudios que se observan en el país.

Alimentos

Investigadores de Santa Fe, de la UNL, han realizado importantes estudios sobre distintos alimentos de origen vegetal, cereales, hortalizas, mieles, alimentos infantiles, forrajes para animales y otros. Por ejemplo precisamente en el caso de glifosato llama la atención que junto a su metabolito AMPA se lo detecta frecuentemente en muestras de cereales, de cerveza, de productos de algodón entre otros. Un caso de gran importancia son los monitoreos en las mieles que presentan una elevada frecuencia de positivos. Demonte y col. (2021) detectaron glifosato en el 94% de 75 muestras de miel de apiarios de los departamentos centrales de la Provincia de

Santa Fe. Los valores cuantificados (57%) tuvieron un promedio de 22,4 µg/kg y rango de 5 a 119 µg/kg. Un 37% de las muestras positivas fue menor al LOQ (5 µg/kg). En solo un 7% de las muestras se determinó AMPA con un promedio de 6,5 µg/kg. No se detectó glufosinato. Un 8% de las muestras superaron el LMR de 50 µg/kg de la UE. Los mismos autores en otro estudio analizaron 28 muestras comerciales de miel envasada. Y en este caso se obtuvo un 89 % de valores positivos con un 75% de muestras cuantificadas que promediaron 36,5 µg/kg con un rango de 5 a 104 µg/kg. Aquí se detectó trazas de AMPA en un 4% de las muestras y no se detectó glufosinato. Un 14 % de las muestras superó el LMR de 50 µg/kg (Demonte y col., 2021). El hecho de encontrar concentraciones que superan los valores límites permitidos por países importadores, por ejemplo Alemania (50 µg/kg), ha impactado fuertemente en años recientes el comercio internacional de mieles argentinas, bastando mencionar las restricciones impuestas por dicho país a nuestras exportaciones. Aún también se ha reportado preocupación por apicultores orgánicos por encontrar en sus mieles residuos de glifosato (RSA-CONICET, 2018). Un aspecto llamativo de la ocurrencia de glifosato en alimentos, además de algunos picos máximos que observan, es su alta frecuencia de aparición, aunque en niveles bajos de concentración. Esto amerita hacer especiales consideraciones al momento de evaluar el riesgo real que representa para la salud su prácticamente permanente consumo dietario.

Sin embargo, es de tanta importancia como la presencia de glifosato, la de los numerosos plaguicidas que se usan y se sabe existen como residuos en prácticamente todos los alimentos que consumimos en Argentina. Es muy frecuente encontrar en el análisis de frutas y verduras residuos de plaguicidas. Por ejemplo en casos puntuales, un número reducido de muestras de frutillas mostró la presencia de azoxistrobina (n=5; 3-72 µg/kg), carbendazim (n=5; 2-92 µg/kg), piraclostrobin (n=4; 9-92 µg/kg), clorpirifós (n=3; 37-47 µg/kg), imidacloprid (n=2; <LC-4 µg/kg), metiltiofanato (n=1; 2 µg/kg). Una muestra de tomate en cajón de mercado presentó la presencia simultánea de: azoxistrobina (100 µg/kg), difenoconazole (50 µg/kg), imidacloprid (20 µg/kg), flubendiamida (20 µg/kg), piraclostrobin (10 µg/kg), carbendazim (4 µg/kg). Similarmente una muestra extraída de cajón de manzana de mercado mostró también la presencia simultánea de: carbarilo (10 µg/kg), carbendazim (3 µg/kg), cloratraniliprole (30 µg/kg), clorpirifós (10 µg/kg), imazalil (10 µg/kg), tiabendazole (20 µg/kg) (La Barba y col., 2017).

Repetti y col. (2019 y 2021) efectuaron un estudio sobre muestras de alimento infantil de base cereal, abarcando un total de 18 muestras (8 alimentos para bebés de 6 o 8 meses, 2 para bebés de 1 año, 7 para infantes, 1 de arroz orgánico) todos comercializados en Argentina. El contenido cereal principalmente se basó en avena, arroz, trigo, maíz, incluyéndose una muestra de arroz orgánico no comercial. El espectro de compuestos analizados abarcó 323 plaguicidas, 55 micotoxinas y 11 alcaloides pirrolizidínicos, que fueron determinados mediante sistema de cromatografía-espectrometría de masa de alta resolución (HPLC-Q-Orbitrap; UHPLC-MS/MS y GC-MS/MS). Los hallazgos mostraron la presencia simultánea de 1 a 6 residuos de plaguicidas en todas las muestras analizadas, en concentraciones que variaron desde el límite de cuantificación (LOQ) hasta 80 µg/kg. Se cuantificaron 18 plaguicidas: lambdacihalothrina, deltametrina, cipermetrina, pirimifos-metil, clorpirifos, tebuconazole, metiocarb, monocrotofos, ciproconazole, azoxistrobin, acetamiprid, trifloxistrobin, tiacloprid, metsulfuron-metil, metolaclor, imidacloprid, dietofencarb, carbendazim. Los plaguicidas más frecuentemente detectados fueron clorpirifós y pirimifós metilo, insecticidas muy utilizados en el país. También se verificó una alta frecuencia de aparición de micotoxinas en todas las muestras. Entre las micotoxinas tradicionales para las cuales existen límites máximos establecidos, zearalenona estuvo presente en el 50% de todos los alimentos base cereal analizados (LOQ-0,9 µg kg-1), y se encontraron fumonisinas en una muestra a base de maíz y en una de base mixta de cereales (2-37 µg kg-1). Algunos compuestos emergentes, como alcaloides del ergot y eniantinas se identificaron en muestras de avena y de mezclas avena-arroz (0,4-5,0

µg kg-1). Finalmente, la muestra de arroz orgánico analizada no contenía residuos de plaguicidas y micotoxinas (Repetti y col., 2019 y 2021)

Por su parte Michlig y col. (2017) empleando técnicas UHPLC-MS/MS (TQ-S y Q-LIT; ESI ±) y GCMS/MS (QqQ; EI), que les permitió estudiar unos 486 compuestos entre pesticidas, micotoxinas y alcaloides (420 plag+55 mic+11 PAs), analizaron alimentos utilizados en las dietas de ganado lechero en la cuenca central santafesina (Departamento Castellanos). Los diferentes tipos de muestras de alimentos que constituyen las dietas concentradas utilizadas en el área de estudio (pasturas de alfalfa y cebada, maíz, trigo, soja, varios tipos de ensilajes y expellers, semillas de algodón, gluten, burlanda, alimentos balanceados comerciales y otros), agregaron complejidad al estudio totalizando 54 muestras. Se detectaron en las muestras 50 plaguicidas (12%) del total de 420. Estas detecciones se verificaron en el 72% de las muestras analizadas (5-500 µg/kg) siendo el 62% de los mismos insecticidas, el 20% herbicidas y el 18% fungicidas. De esas familias, los compuestos de mayor ocurrencia fueron clorpirifos (98%, 11-167 µg/kg), metolacloro (60%, 5-15 µg/kg) y difenilamina (33%, 20-63 µg/kg). La multicontaminación (múltiples plaguicidas en una misma muestra) fue muy frecuente, variaron desde 5 hasta 11 plaguicidas en una misma muestra para la gran mayoría de los tipos de muestras analizadas. Los hallazgos fueron relevantes ya que la contaminación múltiple en muestras individuales fue frecuente y, en algunos casos, con niveles considerables, demostrando que se necesita más investigación y controles en esta área. Recomendaron mejoras en los sistemas de monitoreo y prácticas de manejo a nivel de los tambos para proteger la salud animal y humana y para asegurar que este importante problema de seguridad alimentaria no afecte la calidad de la leche (Michlig, 2018; Michlig y col., 2017; Repetti y col., 2021).

En el mismo centro en relación al estudio anterior sobre piensos de animales lecheros relevaron la concentración de plaguicidas presentes en 40 muestras de leche de tambo en dos estaciones, verano e invierno, detectando 23 plaguicidas diferentes. Los resultados obtenidos mediante la determinación por medio de UHPLC-MS/MS y GC-MS/MS mostraron principalmente la presencia en invierno de: acetamiprid, clorpirifós (n=11; 0,5 -2,5 µg/L; LMR=20 µg/L), cletodim, diazinon (n=13; 0,4 -1,4 µg/L; LMR=20 µg/L), fention, fipronil, piraclostrobin, pirimifos-metilo, cipermetrina, DDD-p,p', DDE-o,p', DDE-p,p', DDT-o,p', endosulfan-SO4, heptacloro, lambdacihalotrina (n=15; 1,2-25 µg/L), metoxicloro, mirex. En verano se repitió un perfil similar con detecciones de: atrazina, azoxistrobina, bendiocarb, carbendazim, metalaxil, endosulfan-SO4 (n=40; 0,2-3,6; LMR=4), heptacloro, lambdacihalotrina (Michlig, 2018).

Al mismo tiempo cobró interés de este grupo saber si es posible reducir el contenido de plaguicidas mediante el procesamiento de alimentos domiciliario. Para ello se experimentaron varias prácticas domésticas como el lavado y el pelado respecto al contenido de residuos de plaguicidas de frutas y verduras. Se estudiaron muestras de tomates y manzanas comercializadas en los mercados de Santa Fe. El análisis multiresiduo previo permitió detectar la presencia de 6 plaguicidas en los tomates y otros 6 plaguicidas en las manzanas. Estas muestras conteniendo residuos en las condiciones de consumo de la población, fueron utilizadas para evaluar el efecto de distintos procesamientos: lavado con agua de canilla, lavado con soluciones al 2 % y 5 % de ácido acético (ácidas) y bicarbonato de sodio (alcalinas), así como el pelado (remoción completa de la piel). Los niveles de concentración de los plaguicidas se determinaron mediante cromatografía líquida−espectrometría de masa (UHPLC−MS/MS). Se calcularon los factores de procesamiento (PF) como la relación existente entre la concentración hallada después y antes del procesamiento. En ambos casos el pelado fue mucho más efectivo que los lavados. En tomates se obtuvo PFs 0,03; ≤ 0,23; 0,02; 0,26; 0,35; 0,09 para remover azoxystrobin, carbendazim, difenoconazole, flubendiamide, imidacloprid y pyraclostrobin, respectivamente. En manzanas, valores de PF ≤ 0,12; 0,08; 0,01; 0,04; 0,05; 0,09 para carbarilo, carbendazim, clorantraniliprole, clorpirifós, imazalil y tiabendazol, respectivamente. El lavado

de los alimentos con agua mostró baja eficacia en la remoción de plaguicidas (La Barba et al., 2017; Maggioni y col. 2021). Estos resultados confirman la dificultad de la remoción de plaguicidas antes de su consumo, y que el lavado con agua que es el más frecuente es prácticamente inútil para este propósito, sobre todo para eliminar los plaguicidas sistémicos. Si bien pelar y cocinar puede reducir en algunos casos el contenido de residuos de plaguicidas, en otros puede aumentar esos niveles (Keikotlhaile y col., 2010).

Otros autores en el país han reportado datos de la presencia de residuos de plaguicidas en vegetales. En este caso analizaron un total de 135 frutas y verduras entre las más consumidas en busca de 35 plaguicidas. Los resultados se evaluaron de acuerdo con los límites máximos de residuos (LMR) para cada producto y plaguicida de acuerdo con la normativa nacional. Se detectaron plaguicidas en el 65% del total de muestras, en el 44% de las muestras positivas en los LMR o por debajo de ellos, y en un 56% por encima de los LMR. Las naranjas tenían la concentración más alta de pesticidas detectada, pero las zanahorias tenían la mayor frecuencia de incumplimiento entre los productos de la muestra. Se detectaron cinco plaguicidas con frecuencias superiores al 10%, siendo el clorpirifós el de mayor aparición (25,9%). En otros países, el porcentaje de muestras por encima del LMR es mucho menor. Se recomienda urgentemente la implementación de programas diseñados para facilitar la concientización, la capacitación y el control más eficiente (Mac Loughlin y col., 2018).

Sin embargo esta recurrente presencia de residuos que se detectan en estudios puntuales efectuados desde los centros científicos del país, en realidad no hacen más que alimentar una recurrente incerteza respecto a la inocuidad de los alimentos respecto a la presencia de plaguicidas, siendo que el verdadero conocimiento de lo que sucede, es responsabilidad de los organismos de control como SENASA, que son los encargados de efectuar la inspección y control analítico de los productos que se consumen en el país. Este organismo y otros del área de salud, efectúan estos análisis desde hace mucho tiempo. Es decir, no es ninguna novedad saber que se encuentran plaguicidas en los alimentos que consumimos. Lo que debe estar muy bien establecido es el estricto seguimiento de estos residuos mediante controles continuos y abarcativos del mercado interno, para poder mantenerlos en niveles que pueden considerarse aceptables o actuar para corregir o prevenir las situaciones de riesgo que se detecten, al mismo tiempo, para que mediante este mismo sistema se propenda a la disminución del uso de plaguicidas por todos los medios posibles.

Como dijimos, en el país se efectúan controles de plaguicidas en alimentos por parte del SENASA desde la década del 70. En aquella época durante varias décadas se controlaron estrictamente los plaguicidas organoclorados (OCs) en los cárnicos de exportación argentinos, principalmente con destino a EU y EEUU, habiéndose llegado a efectuar el análisis de la totalidad de las reses faenadas por ejemplo para este último mercado (Beldomenico y col., 1988). Es decir los mercados de exportación más exigentes requerían embarques libres de estos plaguicidas, por lo que los productos que se detectaban con positivos eran desviados hacia otros mercados o destinados al mercado interno. Cabe recordar que para esa época de gran incidencia de OCs, se encontraban en situación de riesgo los niños, ya que se encontraban en gran proporción compuestos organoclorados en leches maternizadas, en productos lácteos (postres y yogures), tal como fueran reportados por investigadores en Buenos Aires (Ridolfi et al. 2002, Villaamil Lepori, et al. 2003, 2006) o en leche materna (Lenardón y col., 2000).

Más o menos ese estilo de priorizar el comercio exterior para los controles priva hasta nuestros días. Aquellos controles de los 80 y 90 derivaron en el actual Plan Nacional de Control de Residuos e Higiene en Alimentos (CREHA). En su versión animal funciona desde 2000 (con antecedentes como mencionamos desde 1981) (SENASA, 2021a) y recoge un listado importante de los residuos y contaminantes de mayor relevancia para ese tipo de productos, sin que sean

los plaguicidas en la actualidad los de mayor importancia. Distinto es el caso del Plan CREHA vegetal ya que estos productos son los que más se tratan con plaguicidas sintéticos. Este plan funciona en su versión dedicada a controlar el mercado interno, desde hace muy pocos años (desde 2012) (SENASA, 2021b). En síntesis también aquí los controles sobre productos vegetales funcionaron y funcionan bien para los productos de exportación (limón, pera, manzana entre otros) no así para los productos de consumo interno. Son muy pocos los mercados en el país que cuentan con estructura de laboratorio y logística para efectuar controles de los productos de comercialización diaria en las grandes urbes. Es decir, los productos que se consumen en las ciudades en su mayoría no se controlan, salvo algunas excepciones que aplican desde los últimos años algunos controles de diagnóstico, como por ejemplo para citar uno, el de la Agencia Santafesina de Seguridad Almentaria (ASSAL) en la provincia de Santa Fe.

Consultando los últimos informes de resultados del "plan CREHA Vegetal", correspondientes a datos recogidos en 2020, a los que se accede en el sitio web del organismo (SENASA, 2021b), se constata que se informa el número de muestras analizadas, casos conformes y no conformes. No constan los valores de concentración hallados para cada ítem analizado. En este informe el control abarcó productos fruti-hortícolas clasificados en 12 grupos y los activos en 6 paquetes diferentes en los que se incluyen: productos prohibidos para cada matriz vegetal, posibles desvíos de usos (DU) y productos autorizados para las especies incluidas. En este informe no se detallan los plaguicidas que conformaron los grupos, pero de informes anteriores se puede deducir que en total se tienen bajo control unos 120 compuestos (SENASA, 2021b). Esta forma de presentar la información resulta sumamente críptica e incompleta a los fines de orientar evaluaciones de riesgo o de dimensionar su verdadero impacto por parte de terceros imparciales o ciudadanos en general. A su manera incumple con uno de los preceptos importantes del "análisis de riesgo" que es encaminar una buena comunicación entre todos los actores del sistema alimentario incluyendo los consumidores (RSA-CONICET, 2021).

Las deficiencias del sistema de control de residuos de plaguicidas para el consumo interno en nuestro país, ha generado muchas reconvenciones para el mencionado principal organismo involucrado SENASA. En la provincia de Santa Fe, ha tenido un fallo desfavorable por parte de un juzgado de la ciudad de Rosario, que lo obligó a efectuar los controles para esa ciudad en mejor modo (Zarate, 2018). Un poco más tempranamente entre otros informes críticos, un informe de la Auditoría General de la Nación, cuestiona básicamente la gestión que realizaba el SENASA en términos de autorizar y controlar los agroquímicos, y evidencia los vacíos existentes al funcionar las diferentes áreas gubernamentales que debiesen trabajar en conjunto (AGN, 2012a y 2012b).

Una consecuencia de esta falta de transparencia en la comunicación del organismo responsable es por ejemplo que los datos oficiales más detallados, que han tomado estado público, son los que publican organizaciones no gubernamentales, mediante requerimientos individuales a ese organismo a veces por vía judicial, que ha permitido conocer cifras por ejemplo de los niveles y frecuencias de aparición de plaguicidas en frutas y hortalizas en nuestro país que se presentan como preocupantes (Cabaleiro, 2018 y 2021; Tierra Viva, 2021).

A modo de síntesis se ha comprobado que existen algunos plaguicidas que son recurrentes en su aparición en los alimentos, como es el caso del clorpirifós, la atrazina, el pirimifós-metilo, glifosato, algunos piretroides, el 2,4-D y luego otro centenar de plaguicidas que aparecen recurrentemente en frutas, verduras, cereales y otros alimentos. También es notable la situación muy habitual de que los compuestos no se presentan solos sino en grupos de 2 hasta 11 compuestos simultáneamente en un mismo alimento (Repetti y col., 2019, Michlig, 2018, Repetti y col., 2021). En resumen, los controles de SENASA abarcan unos 120 principios activos de los más de 430 que cuentan con algún LMR establecido en la Resolución 934/10 y

complementarias de SENASA (SENASA, 2010). Los resultados no son bien comunicados y se puede afirmar que los controles no existen en gran parte del mercado interno, estando gran parte de la población desprotegida, en cuanto los riesgos potenciales para la salud que implica la exposición dietaria a residuos de plaguicidas, sobre todo los grupos más vulnerables como la población de corta edad y las mujeres embarazadas.

Agua potable

El agua potable se define por el Código Alimentario Argentino (Art 982 - Res Conj SPRyRS y SAGPyA Nº 68/2007 y Nº 196/2007) como: "Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener substancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios". El agua de consumo humano, si bien no está dado considerarlo como un alimento propiamente dicho, está estrechamente vinculado a ese concepto como una necesidad básica de la salud y del buen estado nutricional humano. La calidad respecto a su composición físico-química y especialmente en el tema que nos ocupa respecto al contenido de trazas de plaguicidas, tiene en nuestro país varias fuentes de regulaciones establecidas, destacándose tres: a) el mencionado Código Alimentario Argentino b) la ley 24051 de Residuos Peligrosos (SyCD, 1992) los niveles guía elaborados por la ex Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación en años anteriores (SIPH, 2021). A esta esfera de alcance nacional se suman las legislaciones provinciales que prácticamente en su totalidad, tienen establecidas legislaciones propias respecto a calidad de aguas, no siempre incluyendo los ítems que estamos considerando. En la provincia de Santa Fe sobre este particular rige la Ley 11220 (Santa Fe, 1994).

En la Tabla 3, se resumen algunas tolerancias vigentes en el país. Lo que primero llama la atención es lo incompleto y desactualizado que resulta la lista de ítems considerados en la legislación argentina. El listado del Código Alimentario Argentino (CAA) ha sido propagado hacia otras normas provinciales que lo han adoptado prácticamente sin modificaciones. Plantea niveles de concentración máxima exigibles para un listado de plaguicidas organoclorados (OCs) y organofosforados (OPs) que están prohibidos en nuestro país desde hace varias décadas, y que en el caso de los OCs son considerados contaminantes ambientales e integran el listado de COPs del Convenio de Estocolmo. Las únicas excepciones de este listado son el herbicida fenoxiacético 2,4-D y el insecticida OP malatión que están permitidos en Argentina. A la luz del vasto conjunto de sustancias que se utilizan en la Argentina, y que se han encontrado en muestras de aguas, suelos y otras ambientales según se ha venido detallando en ítems anteriores, este listado resulta completamente desactualizado y refleja sin dudas una verdadera omisión de responsabilidades del Estado respecto a las medidas de control necesarias para asegurar la inocuidad del agua que consume la población.

		CAA	Ley 11220	Ley 24051	US EPA
		Argentina	Santa Fe	Residuos peligrosos	NPDWR
Principio Activo	**Matriz**	**LMR (µg/L)**	**LMR (µg/L)**	**Nivel Guía (µg/L)**	**Nivel Guía (µg/L)**
2,4 D	Agua	100	100	100	70
Aldrin + Dieldrin	Agua	0,03	0,03	ALD 0,03/DLD 0,03	
Clordano	Agua	0,3	0,3	0,3	2
DDT (Total + Isómeros)	Agua	1	1	1	
Heptacloro + HCE	Agua	0,1	0,1	HC 0,1/HCE 0,1	HC 0,4/HCE 0,2
Hexaclorobenceno	Agua	0,01	0,01	0,01	1
Lindano	Agua	3	3	3	0,2
Malatión	Agua	35	35	190	
Metil Paratión	Agua	7	7	7	
Metoxicloro	Agua	30	30	30	40
Paratión	Agua	35	35	50	
Pentaclorofenol	Agua	10	10	10	1
Aldicarb	Agua			3	
Atrazina	Agua			3	3
Bendiocarb	Agua			40	
HCH - alfa	Agua			0,131	
HCH - beta	Agua			0,232	
Bromoxinil	Agua			5	
Carbaril	Agua			90	
Carbofurano	Agua			40	40
Cianazina	Agua			10	
Clorpirifos	Agua			90	
Diazinon	Agua			20	
no-3-cloropropano (DBCP)	Agua			0,2	0,2
Dicamba	Agua			120	
Diclofop-metil	Agua			9	
Dimetoato	Agua			20	
Diquat	Agua			70	20
Diuron	Agua			160	
Endosulfan	Agua			138	
Endrin	Agua			0,2	2
Forato	Agua			2	
Glifosato	Agua			280	700
Isoforone	Agua			5	
Metil-azinfos	Agua			20	
Metolaclor	Agua			50	
Metribuzina	Agua			80	
Organoclorados totales	Agua			10	
oclorados (no plaguicidas)	Agua			1	
Paraquat	Agua			10	
Plaguicidas totales	Agua			100	
Simazine	Agua			10	4
2,4,5,-T	Agua			280	
Temefos	Agua			280	
Terbufos	Agua			1	
Toxafeno	Agua			5	3
TP 2,4,5-	Agua			10	50
Trialato	Agua			230	
Dalapon	Agua				200
Dinoseb	Agua				7
Ethylene dibromide	Agua				0,05
Picloram	Agua				500

Tabla 3: valores comparados de límites en agua potable de Argentina

En algunas provincias como es el caso de Santa Fe, el Ente Regulador interviniente ENRESS, además de los ítems adoptados por Ley 11.220, similares a los establecidos por el CAA, en la Res. 779/05 dispone realizar controles para atrazina, glifosato y endosulfán indicando valores guía de OMS de 2, 900 y 20 µg/l respectivamente. Sin embargo en los informes técnicos periódicos de la Gerencia de Control de Calidad (GCC) incluyen otros activos como clorpirifós (<1 µg/l), cipermetrina (<1 µg/l) y permetrina (<20 µg/l) con los límites de cuantificación (LC) del método analítico entre paréntesis. En los últimos años este perfil de control en la Provincia de Santa Fe según los reportes mensuales accesibles en el sitio de ENRESS ha arrojado valores menores a los LCs en todos los casos informados.

Ante el anacronismo que significa este perfil tan bajo de atención a este punto dentro del complejo tema de asegurar la inocuidad del agua de consumo, conviene traer como referencia la estrategia de otros países sobre este particular. En especial es llamativo a nivel mundial la posición de la Unión Europea que ha dejado de fijar límites específicos para cada compuesto en particular y ha legislado un solo valor como límite universal para cada plaguicida individual cualquiera sea su peligrosidad de 0,1 µg/L y con la tolerancia máxima de que la suma de todos los plaguicidas presentes no superen el límite total de 0,5 µg/L. Esta decisión es muy importante de resaltar pues lleva implícita muchas de las consideraciones que se hacen en este texto respecto a la necesidad de tomar medidas precautorias para dar prioridad absoluta a la salud de las personas y el ambiente por sobre todas las otras consideraciones posibles. En la UE se observa que han jerarquizado sin concesiones, garantizar que el agua no contenga plaguicidas como condición básica para preservar la salud de la población. Este principio es el que de alguna

manera se terminará imponiendo para el resto de los alimentos, según las tendencias que estamos observando y refiriendo en este texto.

Obviamente si los controles no consideran aplicar métodos que holgadamente puedan detectar concentraciones menores a dicho límite de 0,1 µg/L y se poseen tolerancias tan elevadas como las vigentes actualmente en nuestro país por ejemplo según la Ley 24.051 para glifosato (280 µg/L), dicamba (120 µg/L), 2,4-D (100 µg/L), clorpirifós (90 µg/L), y así siguiendo para aquellos pocos compuestos que tienen algún límite fijado, normalmente muy superiores al límite europeo, no se podrá detectar las concentraciones a que realmente estamos expuestos y evaluar exactamente el riesgo toxicológico a que está sometida la población. Sabemos además que hay otra gran cantidad de compuestos para los que no existen límites establecidos.

El panorama del agua potable, habida cuenta de la contaminación detectada en los ambientes de Argentina, se ha tornado una prioridad importante tanto desde el punto de vista de la actualización normativa como del perentorio mejoramiento de los sistemas de control vigentes.

4. EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

Como se ha mencionado en los ítems anteriores, los plaguicidas una vez descargados en el ambiente mediante la aplicación agrotécnica correspondiente, pueden por diversas vías llegar a los seres humanos, constituyendo materia de preocupación para la salud pública (EU Study, 2021). Puede decirse que la exposición aguda humana ha sido más estudiada (Boedeker y col. 2020) mientras que la exposición crónica, es decir prolongada en el tiempo y sus efectos en latencia, son mucho menos conocidos. Existen consolidadas evidencias de que producen alteraciones muy variadas como genotóxicas, mutagénicas, teratogénicas, inmunitarias y otras, que pueden expresarse como asociación con cáncer (Burns y col., 2021; Bremm Pluth y col., 2019; Alavanja y col., 2013; Alavanja y col. 2012), disrupción endócrina (Warner y col., 2020; Vandenberg y col., 2020; Kahn y col., 2020), malformaciones congénitas (Kalliora y col., 2018), problemas de fertilidad y reproducción (de Araújo-Ramos y col., 2021), déficit neurológicos y neurocognitivos (Hertz-Picciotto y col. 2018; Mackenzie Ross y col., 2013), problemas respiratorios y alérgicos (Tarmure y col., 2020; Junqueira Buralli y col., 2020), alteraciones del sistema inmune (Lee y col., 2020) entre otras patologías.

La investigación directa de estas numerosas anomalías en humanos es marcadamente dificultosa y en muchos casos se efectúan estudios epidemiológicos de cohortes específicas o estudios de caso-control. Por ello también la ciencia actual recurre a la experimentación con modelos animales y a otros ensayos de laboratorio para ampliar y profundizar el conocimiento existente (Ingaramo y col., 2020).

En Argentina Villamil y col. (2013) revisaron la situación general del país respecto al uso de agroquímicos. Abarcaron los principales aspectos sobre la exposición del ambiente, los alimentos y la salud humana. En la recopilación sobre exposición en población humana detallaron los estudios más relevantes a esa época sobre exposición ocupacional (Mañas et al. 2009a; Simoniello et al. 2008, 2010a, 2010b; Astiz et al. 2011), exposición ambiental de población humana detallando biomonitoreos de fluidos humanos (Der Parsehian ,2008; Della Ceca y col., 2012; Muñoz-de-Toro y col., 2006a; Álvarez y col. 2006; Álvarez y col., 2009a,b; Lucero y col., 2008; Pechen de D'Angelo y col.,1998; Lenardón y col., 2000; Bulgaroni y col.,2012; Ridolfi y col., 2006, 2007; Rodríguez Girault y col.,2012). Referenciaron un número de estudios en el país que trataron sobre los posibles efectos adversos de los agroquímicos por exposiciones crónicas en poblaciones expuestas ambientalmente (Souza y col., 2004, 2005; Magnarelli y col., 2009; Cecchi y col., 2012; Guiñazú y col., 2012; Magnarelli y Guiñazú, 2012, Ridano y col., 2012; Bulgaroni y col., 2013; Vera y col., 2012) y algunos estudios in vitro e in vivo

sobre evaluación de la peligrosidad sobre la salud humana de algunos plaguicidas (Ventura y col., 2012; Martini y col., 2012; Mañas y col., 2009b; Martos y col., 2005). La revisión es muy completa y refleja acabadamente la situación nacional sobre exposición a agroquímicos a la fecha de su publicación. Al mismo tiempo es posible observar en la revisión, una gran preeminencia de estudios en humanos referidas a los plaguicidas organoclorados. Con toda razón justificada por el impacto que han producido y siguen produciendo, pero de alguna manera refleja un muy estrecho abordaje sobre los restantes numerosos plaguicidas que se utilizaron en las últimas décadas y se siguen utilizando actualmente. Esto probablemente se ha debido a que como ya mencionamos, recién hacia final de la primera década de este siglo se fueron incorporando en el país capacidades analíticas que permitieron abordar un espectro mayor de todos los plaguicidas que se utilizan. Por ello recién en esta última década han ido apareciendo estudios más abarcativos de sustancias y que reflejan mejor la situación real que se viene seguramente viviendo desde mucho tiempo atrás, y cuyas evidencias con mayor completitud se van verificando en la actualidad.

Estudios de exposiciones ocupacionales

En nuestro país, Butinof y col. (2017a), efectuaron estudios en la población de agroaplicadores de cultivos extensivos (ACE) de la Provincia de Córdoba. En un estudio transversal, en ACE (n=47) seleccionados aleatoriamente de una muestra de n=2000, y sujetos no expuestos controles (n=52), relevaron variables sociodemográficas, condicionantes de exposición y de salud percibida, mediante cuestionario autoadministrado y evaluaron indicadores biológicos de genotoxicidad (micronúcleos, aberraciones cromosómicas y ensayo cometa) y la actividad de butirilcolinesterasa. El 40% de los ACE tiene una antigüedad mayor de 10 años y casi el 50% reside a menos de 500 m de campos asperjados. Reportan bajas tasas de uso de equipo de protección personal durante la mezcla, aplicación o reparación de equipos. Verificaron que los síntomas generales, cardiorrespiratorios y dermatológicos fueron mayores entre los ACE ($p < 0,05$), así como los indicadores de daño genotóxico ($p < 0,001$). La actividad butirilcolinesterasa se asoció negativamente a niveles de exposición a plaguicidas. Concluyeron así que los ACE presentan un importante impacto negativo en la salud vinculado a la exposición a plaguicidas y que el uso de las escalas de exposición asociadas al uso de biomarcadores resultan útiles para la vigilancia de la salud (Butinof y col., 2017a). En un trabajo anterior los mismos autores en la misma área de estudio habían descrito mediante encuestas (n=880), alta prevalencia de sintomatología ocasional o frecuente: 47,4% síntomas irritativos, 35,5% cansancio, 40,4% cefalea y 27,6% ansiedad o depresión (Butinof y col., 2015; Díaz, 2015).

Por su parte otro grupo en la misma Provincia de Córdoba, realizó un monitoreo citogenético de trabajadores rurales expuestos a plaguicidas (glifosato, cipermetrina y atrazina). Encontraron mayor frecuencia de aberraciones cromosómicas en los trabajadores rurales en comparación con el grupo testigo, lo cual pone de manifiesto el riesgo que representa la exposición a plaguicidas para la salud de esta población (Mañas y col., 2009a). En un estudio más reciente los mismos autores demostraron que la exposición ocupacional a pesticidas aumenta los valores de aberraciones cromosómicas (CA), micronúcleos (MN) y biomarcadores de fragmentación del ADN, todos indicadores de daño al material genético. Estas evidencias sugieren que la exposición crónica a plaguicidas es un riesgo potencial para la salud de los trabajadores (Aiassa y col., 2019).

Por su lado los trabajos de investigadores de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) continuando los estudios informados en 2008 (Simoniello y col., 2008), comprobaron en trabajadores frutihortícolas de Santa Fe, Argentina, expuestos a plaguicidas, modificaciones en el balance oxidativo junto con daño al ADN (Simoniello y col., 2010a y 2010b). El estudio categorizó trabajadores con exposición directa (n=45), exposición indirecta (n=50) y controles (n=50) mediante biomarcadores de exposición y efecto: colinesterasa (ChE), acetilcolinesterasa

(AChE), catalasa (CAT), peroxidación de lípidos (TBARS), Indice de Daño Ensayo Cometa (IDEC) e Indice de Daño Ensayo Reparación (IDER). Los resultados indicaron: a) inhibición significativa de AChE ($p<0,001$) en expuestos directos (25%) e indirectos (15%); b) aumento en los niveles de TBARS ($p < 0.001$) en los directos (51%); c) reducción de CAT significativa ($p < 0.01$) tanto en aplicadores (61%) como en no aplicadores (43%) y d) aumento de IDEC (83% y 98%) e IDER ($p<0.001$) en ambos grupos. Estos resultados mostraron modificaciones en la peroxidación de lípidos, el sistema de defensa antioxidante y el daño del ADN en los linfocitos de los trabajadores expuestos (Simoniello y col., 2010a y 2010b). En otros trabajos continuaron demostrando el impacto de la exposicion a plaguicidas en personas ocupacionalmente expuestas a esos dos mecanismos tóxicos (Porcel de Peralta y col., 2011, Carballo y col., 2012). Asimismo, estos autores encontraron que ambos biomarcadores se encontraron incrementados en pacientes de zonas rurales, con Lupus Eritematoso Sistémico (LHS), una enfermedad autoinmune influenciada por varios genes, por hormonas y por agentes ambientales, con prevalencia en mujeres. Los resultados hallados sugieren que la exposición a plaguicidas exacerba los mecanismos desencadenantes de esta enfermedad autoinmune (Simoniello y col., 2017).

Autores relacionados de la misma Universidad, evaluaron el daño oxidativo generado por la exposición ambiental a mezclas de agroquímicos en personas que residen en una zona agrícola (localidad de Santo Domingo-Santa Fe) y se contrastaron dichos resultados con personas sanas de zona urbana (ciudad de Santa Fe) no expuestas a plaguicidas. Se analizaron marcadores biológicos similares (CAT, SOD, TBARS) y se integraron los resultados con las variables obtenidas en las entrevistas realizadas. En los resultados obtenidos se observó un incremento significativo para TBARS y SOD al comparar el grupo de personas expuestas ambientalmente a plaguicidas con el grupo control. Se encontró una regresión lineal significativa entre TBARS y CAT, y entre SOD y TBARS. En cuanto a las muestras de agua de lluvia provenientes de Santo Domingo se encontró que contenían atrazina. Teniendo en cuenta el período de aplicación de plaguicidas, se hallaron diferencias significativas en los tres biomarcadores. Este trabajo, utilizando marcadores de estrés oxidativo ha sido pionero en la región Centro de Santa Fe y permitió vincular desbalances en el estado oxidativo con factores que podrían incidir en la salud (Odetti y col., 2016).

Estudios epidemiológicos y de exposición ambiental poblacional en Argentina

Un estudio epidemiológico publicado muy recientemente por investigadores de Universidades de tres provincias de la Región Centro de Argentina (RC) (Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos) analiza y estima la tendencia de la mortalidad por cáncer en el período 1992-2016, para esta región caracterizada por su alta actividad agropecuaria (Duarte y col., 2021). Se afirma que la Región Central presenta tasas altas, tanto provinciales como departamentales, de mortalidad por cáncer, que se encuentran por encima de los valores a nivel nacional en todos los períodos estudiados. Esta situación ya había sido observada en la década del 80 (Matos y col., 1990) y aún hoy no se ha modificado. Se hallaron marcadas diferencias de la mortalidad entre las provincias, entre los departamentos y entre sexos. También se visualiza una concentración de la mortalidad en ambos sexos en el sureste de Córdoba que, en el transcurso de los quinquenios, parece moverse hacia la frontera norte entre Santa Fe y Entre Ríos, lo que es llamativamente coincidente con el corrimiento de la frontera de cultivos que ocurrió en los últimos años (Viglizzo y col., 2010). Los autores afirman que el abordaje de esta problemática compleja muestra los primeros avances de integración regional en materia de estudios epidemiológicos. Se sabe que el cáncer es producto de una interrelación compleja de factores demográficos, genéticos, hormonales, inmunológicos y ambientales, que podrían justificar una distribución heterogénea en diferentes territorios (Duarte y col., 2021).

Por su parte Butinof y col. (2017b) continuaron sus estudios con un trabajo de mayor alcance territorial y no referido exclusivamente a exposiciones ocupacionales, se abocaron a describir la distribución espacial de la exposición a plaguicidas en Argentina y su asociación con indicadores de carga de cáncer, desarrollando índices de exposición global y validándolos con biomarcadores de efecto en sujetos laboralmente expuestos. Construyeron así dos índices globales de exposición a plaguicidas (IEP) y de impacto ambiental total (IIAT), y estudiaron sus distribuciones espaciales. Mediante un estudio ecológico a nivel nacional se estimó la asociación con las tasas de mortalidad de cáncer total, mama y próstata, usando los departamentos como nivel de desagregación (n=564). Dos índices de exposición, construidos con información (individual) de agroaplicadores de Córdoba, se validaron mediante biomarcadores (actividad de butirilcolinesterasa y genotoxicidad). Como resultados obtuvieron que el área pampeana agrupa un IEP mayor al promedio nacional y los IIAT superiores, correspondientes al 2,4-D y clorpirifós. El aumento en ambos índices de exposición se asoció a incrementos en las tasas de mortalidad por cáncer a nivel departamental (Butinof y col. 2017b).

Otros autores en la provincia de Córdoba efectuaron estudios sobre el daño genético en pobladores de Marcos Juárez expuestos a plaguicidas (Peralta y col. 2011), continuando luego con la evaluación de la genotoxicidad y carcinogenicidad de plaguicidas en niños de esa provincia (Bernardi y col., 2015). Encontraron diferencia significativa entre los expuestos a menos de 500 metros de zonas agrícolas, con respecto al grupo de niños no expuestos. El daño genotóxico en los residentes hasta aproximadamente 1000 m de los sitios de aspersión terrestre no muestra diferencias significativas, mientras que a más de 1500 m de la fuente de exposición ese daño disminuye. El 40% de los individuos expuestos sufren algún tipo de afección persistente, que se podría asociar a la exposición crónica a plaguicidas. Concluyeron que existe una exposición a sustancias genotóxicas en un grupo de niños con relación al otro y remarcaron la relevancia del ensayo de micronúcleos en la mucosa bucal, biomonitoreo genético y la vigilancia en salud pública, dado que se detecta un nivel de daño que todavía es reversible (Bernardi y col., 2015).

En un trabajo de reciente publicación, este grupo de autores continuó con sus estudios de evaluación del daño genotóxico en este caso por exposición respiratoria ambiental, a mezclas de plaguicidas, en habitantes de la misma ciudad de Marcos Juárez (Provincia de Córdoba), que está rodeada de zonas de fuerte actividad agrícola. Evaluaron en este caso también el patrón de distribución espacial urbano. Los resultados revelan que el seguimiento de poblaciones humanas mediante el análisis de marcadores citogenéticos permitió detectar daños directos en el hombre provocados por sustancias contaminantes. Los habitantes que vivían en zonas dentro de los 500 metros del límite urbano-rural mostraron diferencias significativas con respecto a los que habitan a distancias mayores, presentando efectos incrementados en los biomarcadores estudiados. También remarcan la utilidad de utilizar biomarcadores de respuesta rápida aunque marcan la desventaja de este tipo de estudios por su incapacidad de estimar el grado de exposición (Mañas y col., 2021).

Efectos y toxicidad de algunos plaguicidas seleccionados

En forma más particularizada, se han estudiado efectos en la salud de plaguicidas especificados, incluyéndose por ejemplo compuestos organoclorados, organofosforados, glifosato, clorpirifós, atrazina, 2,4 D entre muchos otros, constatándose una significante contribución a la literatura científica internacional, por parte de los investigadores de nuestra región y de nuestro país. Un número especial de la revista científica “Endocrinología Molecular y Celular” (“Molecular and Cellular Endocrinology”) con el título general de: “Efectos en la salud de los agroquímicos como perturbadores endócrinos (EDCs)” contó como editores principales a los Dres. Enrique H. Luque y Mónica Muñoz-de-Toro, investigadores del Instituto de Salud y Ambiente del Litoral (ISAL-UNL-CONICET). Este número especial incluye 11 revisiones escritas por expertos sobresalientes a

nivel mundial en esta temática, con estudios de laboratorio y de campo que informan que la exposición a agroquímicos en concentraciones ambientalmente relevantes, afecta el funcionamiento de células, órganos y sistemas a través de cambios a nivel molecular, celular y tisular. Además, los datos epidemiológicos han mostrado asociaciones entre la exposición a agroquímicos y el aumento de la incidencia de tumores hormono-dependientes, deterioro del resultado reproductivo y obesidad (Luque y Muñoz-de-Toro, 2020).

Para mencionar algunos hallazgos relevantes Ingaramo y col. (2020) resumen los efectos en los tejidos reproductivos femeninos afectando la fertilidad, por la exposición al glifosato y herbicidas a base de glifosato (GBH) en dosis bajas, relevantes para el medio ambiente. Estos autores destacan las limitaciones de los ensayos in vitro y las ventajas de utilizar diferentes modelos animales, para demostrar que los efectos en el tracto reproductivo de la hembra puede estar relacionado con los mecanismos de acción de un EDC (Ingaramo y col., 2020). Este mismo grupo en años anteriores había informado importantes hallazgos relativos a que los GBH, inducen modificaciones epigenéticas en ratas hembras adultas después de la exposición en el útero y la lactancia. Sus resultados contribuyeron a dilucidar los fallos de implantación inducidos por estos herbicidas (Lorenz y col., 2019). Anteriormente habían constatado estos fallos, pero sorprendentemente, detectaron también, siempre en estudios con ratas, anomalías congénitas (fetos unidos y extremidades anormalmente desarrolladas) en la segunda generación, descendencia F2, de ratas expuestas en la dosis más alta. Concluyeron que la exposición perinatal a dosis bajas de GBH (menores al NOAEL 1000 mg/kg pc/día) afectó el desempeño reproductivo femenino e indujo retraso del crecimiento fetal y anomalías congénitas estructurales en la descendencia F2 (Milesi y col., 2018). Estas anomalías reproductivas y transgeneracionales ya habían sido observadas en otro estudio previo del grupo (Ingaramo y col., 2016). Cabe mencionar que hallazgos similares en otros modelos fueron corroboradas por otras comunicaciones internacionales (Kubsad y col., 2019; Chelsea y col., 2019). En una revisión muy reciente Milesi y col., (2021) aportaron una pormenorizada revisión del estado del arte sobre estos efectos multigeneracionales y los mecanismos epigenéticos involucrados con las exposiciones a GBHs. También una reseña sobre el efecto del glifosato y sus formulados comerciales sobre el desarrollo de órganos reproductores y la fertilidad, se puede consultar en una publicación reciente de UNL (Luque y col., 2021).

Otros estudios evaluaron mediante ensayos in vitro e in vivo los efectos genotóxicos de las formulaciones de glifosato. Mañas et al. (2009b) evaluaron la genotoxicidad del AMPA mediante ensayo cometa en células Hep-2 (2,5-7,5 mM), aberraciones cromosómicas en linfocitos humanos (1,8 mM) y ensayo de micronúcleos en ratones (0 a 400 mg/kg) hallando que el AMPA resulta genotóxico en las condiciones ensayadas.

Respecto al uso e impacto integral que produce en Argentina el uso de ciertos plaguicidas, muy recientemente se han producido informes muy valiosos sobre el clorpirifós (CITAAC-MAyDSN, 2020) y la atrazina (RSA-CONICET-MAyDSN, 2021). En los mismos se ha reportado una cuidadosa recopilación del estado del arte respecto a los efectos verificados en el ambiente y la salud humana. En el caso de clorpirifós, el estudio fue efectuado por investigadores de la Universidad del Comahue (CITAAC-UNComahue-CONICET) a solicitud del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. El clorpirifós es un insecticida organofosforado no sistémico de amplio espectro de vasta aplicación en nuestro país. Es uno de los que se encuentra con mayor frecuencia en nuestros alimentos y ambientes como se ha expresado en ítems anteriores, habiendo sido incluso encontrado en leches y alimentos para bebé. Se aclara en el informe que los riesgos para la mayoría de los organismos en estudio son inaceptables. Los macroinvertebrados acuáticos, junto con algunos peces, son los más sensibles a sus efectos crónicos. Es un insecticida que ha sido desautorizado en numerosos países del mundo por su alta peligrosidad para la salud humana, en particular por sus efectos nocivos sobre el desarrollo

neurológico de los niños. Recomiendan que se deberia restringir o desautorizar el uso de este compuesto en nuestro país. Asimismo también concluyen recomendando: i) velar por el derecho a la alimentación adecuada y segura; ii) promover una agricultura que no utilice agroquímicos; iii) promover las inversiones en producción agroecológica y en el uso de bioplaguicidas; iv) considerar la lactancia materna como primer alimento en los seres humanos, poniendo de manifiesto el impacto que tiene la exposición ambiental a plaguicidas en las personas gestantes y lactantes, siendo la protección de estos grupos vulnerables una prioridad en las políticas de Estado. Finalmente afirman que un alimento expuesto a plaguicidas no es seguro como comestible (CITAAC-MAyDSN, 2020). Cabe aclarar que respecto a este activo, en el momento que se presenta este texto, el SENASA en resolución muy reciente (Res. 414 del 06/08/2021) ha establecido la prohibición de la comercialización y uso en Argentina del clorpirifós-etilo y del clorpirifos-metilo (SENASA, 2021).

Por su parte el informe sobre el uso e impacto del herbicida atrazina, fue presentado en Marzo de 2021 y fue realizado por un grupo de investigadores de la mencionada Red de Seguridad Alimentaria del CONICET, coordinados por la Dra. Ana María Gagneten de UNL-CONICET, a solicitud del MAyDSN (RSA-CONICET-MAyDSN, 2021). En el mismo se pormenorizan los severos efectos que está produciendo el extendido uso de este herbicida en Argentina, con riesgos significativos para los ecosistemas y la salud. Afirman que es un compuesto lixiviable, que pone en riesgo el agua subterránea y que puede considerarse como contaminante pseudo-persistente en aguas epicontinentales porque dada la persistencia de la molécula, la frecuencia y los volúmenes anuales de uso, se excede la capacidad natural de depuración del ambiente. Afirman que "…los estudios nacionales e internacionales relevados demuestran que la ATZ y sus metabolitos son capaces de inducir efectos adversos sobre la biota. Los organismos productores son los más sensibles de acuerdo al modo de acción específico de la molécula (herbicida), pero también se ha probado que la ATZ es capaz de inducir efectos a nivel subletal a través de otros modos de acción sobre organismos no blanco de muchas especies de invertebrados y afectando el desarrollo, crecimiento y reproducción de los vertebrados a concentraciones inferiores al nivel guía nacional establecido para la protección de la biota acuática (3 µg L-1). Si bien todos los autores coinciden en la actualidad en que la ATZ induce la diversidad de efectos tóxicos mencionados sobre vegetales y animales, existe controversia respecto a si las concentraciones que producen tales efectos son o no encontradas en forma habitual en el ambiente. Sin embargo, la USEPA, de acuerdo a la versión borrador de la Evaluación de Riesgo Ecológico (ERA) que ha realizado, considera que existe evidencia suficiente para demostrar, bajo las condiciones de uso en E.E.U.U., una alta probabilidad de que los niveles de exposición ambientales sobrepasen a los niveles de efecto, tanto en el medio acuático como en el terrestre". El informe aporta un buen número de recomendaciones, siendo algunas de ellas: revisar la clasificación toxicológica de la ATZ en Argentina, establecer estrictas pautas de manejo, incrementar las determinaciones a nivel nacional, incrementar los estudios epidemiológicos y de monitoreo de ATZ en zonas rurales, urbanas y periurbanas, realizar evaluación de riesgo ecológico y de salud humana de ATZ de acuerdo a los usos y naturaleza propia de Argentina, ampliar las franjas de no aplicación de ATZ y otros plaguicidas o zonas de protección en áreas periurbanas, cuerpos de agua, clubes, escuelas rurales, entre otros muchos aspectos. Este informe que está disponible en el Ministerio que lo ha producido (MAyDSN), es necesario sea tenido en cuenta en las decisiones a tomar con prontitud sobre agroquímicos en Argentina (RSA-CONICET-MAyDSN, 2021).

Cabe recordar que este activo es un perturbador endócrino que fue prohibido en Europa desde 2003 por su compromiso con la contaminación de aguas subterráneas. También cabe aclarar la prolongada controversia que ha generado en EE.UU. su autorización y uso, siendo un caso mostrado en la literatura como ejemplificativo de la acción de la industria, interfiriendo y

descalificando los aportes científicos que han evidenciado su alta peligrosidad y los riesgos para el ambiente y la salud que representan (Goldberg y Vandenberg, 2019).

Biomonitoreo. Análisis químico de biofluidos

El biomonitoreo, además del estudio de biomarcadores de comportamiento ya mencionado, comprende el análisis químico de biofluidos humanos (orina, leche materna, sangre, tejidos), para determinar las concentraciones existentes, tanto de los compuestos madre como de sus metabolitos, utilizados también aquí como biomarcadores específicos. Es un campo de la química analítica de plaguicidas que está en pleno desarrollo dado la complejidad que presentan, tanto las matrices como los analitos, ya que los productos de la transformación metabólica son muy diversos y se genera un gran universo de moléculas que se encuentran presentes en los fluidos humanos. Los insecticidas tienen vidas medias biológicas cortas y se excretan principalmente en la orina dentro de las 24 h siguientes a su entrada en el cuerpo humano por lo tanto, la concentración urinaria de sus metabolitos dependen en gran medida del tiempo transcurrido entre la exposición y la recogida de muestras. También, considerando las fluctuaciones en el día en la concentración urinaria, una muestra recolectada al azar puede causar una clasificación errónea de exposición a largo plazo (Klimowska y col., 2020). Estas complejidades pueden explicar en parte, la escasez de estudios y controles que se verifica globalmente. Sin embargo, el dosaje en fluidos humanos es esencial no solo para diagnóstico de intoxicaciones, de contaminación y para estudios de los efectos en salud, sino que son muy importantes a los fines del control epidemiológico de las poblaciones.

Por ejemplo, en una revisión reciente Li y col. (2018) reportan que se determinaron las concentraciones de nueve metabolitos de insecticidas organofosforados y piretroides, así como dos fenoxi herbicidas, en 322 muestras de orina recolectadas de ocho países durante 2006-2014. Los plaguicidas objetivo se encontraron en todas partes, lo que indica una exposición generalizada de los seres humanos a los plaguicidas en estos países. Las concentraciones más altas de 11 pesticidas se encontraron en la orina recolectada de Vietnam (mediana: 28,9 µg/L), seguida en orden decreciente por las muestras de India (14,2 µg/L), China (13,6 µg/L), Corea (12,5 µg/L), Grecia (12,3 µg/L), Arabia Saudita (11,3 µg/L), EE.UU. (7,9 µg/L) y Japón (7,1 µg/L). Los compuestos organofosforados representaron del 62 al 77% de las concentraciones urinarias totales de plaguicidas. El para-nitrofenol (metabolito del paratión y el metil paratión) y el 3,5,6-tricloro-2-piridinol (metabolito de clorpirifós y clorpirifós metilo) fueron los principales metabolitos, especialmente en India (72%), China (69%) y Grecia (66%). Se examinaron las diferencias en las concentraciones urinarias de plaguicidas entre géneros (masculino frente a femenino), grupos de edad (categorizados como ≤20, 21-49 y ≥50 años) y ciudades (Guangzhou, Shanghai y Qiqihar). Sobre la base de las concentraciones medidas en orina, se estimaron las ingestas diarias totales (ID) de plaguicidas. Se encontró que las ID de clorpirifós eran más altas para las poblaciones de Vietnam, Grecia, India, China y Corea (≥9,6 µg/día) que las estimadas para los otros países (<5 µg/día). Las ID de paratión (≥9,6 µg/día) en poblaciones de China, India y Corea fueron superiores a las estimadas para los demás países (5,7–9,3 µg/día). Los autores comunican que este estudio es el primero que establece niveles de referencia de exposición a una variedad de plaguicidas en varios países asiáticos (Li y col., 2018).

Por otro lado, Fernández y col. (2019) se abocaron a evaluar la exposición a plaguicidas en la orina de madres lactantes españolas (n=116). Analizaron seis metabolitos inespecíficos (dialquil fosfatos) y 20 metabolitos específicos de plaguicidas organofosforados (OP), herbicidas y piretroides. Los biomarcadores detectados con mayor frecuencia fueron fosfato de dietilo, p-nitrofenol, 3,5,6-tricloro-2-piridinol y ácido 3-fenoxibenzoico, cuyas medias geométricas fueron 1,9 µg/L, 0,8 µg/L, 1,5 µg/L y 1,4 µg/L, respectivamente. Los metabolitos de herbicidas fueron los biomarcadores detectados con menor frecuencia, variando entre 0% (ácido 2,4,5-

triclorofenoxiacético) y 22% (ácido 2,4-diclorofenoxiacético). Los análisis de regresión múltiple mostraron que la cercanía a una actividad agrícola, el lugar de residencia y la presencia de jardín/plantas en el hogar fueron algunos de los contribuyentes más importantes a los niveles urinarios de metabolitos de plaguicidas. En contexto de evaluación de riesgos obtuvieron la ingesta diaria estimada (IDE), el cociente de riesgo (HQ) y el índice de riesgo (IH). Los IDE más altos se obtuvieron para clorpirifos (0,40 - 1,14 µg/kg pc/día) y deltametrina (0,34 - 4,73 µg/kg pc/día). El HQ calculado para clorpirifos, dimetoato, paratión y deltametrina osciló entre 0,01 y 0,47, y el HI para los OP varió entre 0,09 y 0,33. Concluyeron que aparentemente existían bajos riesgos para la salud debido a la exposición a estos plaguicidas en este grupo de mujeres españolas lactantes (Fernández y col., 2019). Más allá de la relatividad que posee la interpretación toxicológica a la luz de las incertidumbres existentes en este campo del conocimiento, según se viene comentando, podría observarse que en el país europeo, perteneciente a un región que se considera cuenta con alta vigilancia respecto al uso y control de plaguicidas, los niveles hallados son sensiblemente más bajos que en los países asiáticos y aunque también que los de Japón y USA, países desarrollados, pero que en este último caso posee un elevado uso de agroquímicos.

Específicamente para glifosato en una revisión global reciente Gillezeau y col. (2019), se resumió información de varios países sobre concentraciones en humanos. Reportaron niveles urinarios provenientes de 8 estudios en 423 sujetos expuestos ocupacional y para ocupacionalmente y otros 14 estudios que reportaron niveles de glifosato en varios biofluídos en 3298 sujetos de la población general. Los niveles urinarios promedio en sujetos expuestos ocupacionalmente variaron de 0,26 a 73,5 µg/L; los niveles urinarios de exposición ambiental oscilaron entre 0,16 y 7,6 µg/L. Solo dos estudios midieron las tendencias temporales en la exposición, y ambos muestran un aumento en las proporciones de individuos con niveles detectables de glifosato en la orina a lo largo del tiempo. Los estudios remarcan un mayor impacto en los niños, que exhibieron niveles más altos de glifosato en biofluídos que los adultos expuestos en forma simultánea. Esto remarca la gran vulnerabilidad de este sector. Son múltiples las posibles razones para explicar dichas diferencias: mayor ingesta relativa (menor peso corporal) de determinados alimentos y agua contaminados, diferencias en el metabolismo y la eliminación, y/o diferencias en patrones de comportamiento y actividad. El estudio recomienda la necesidad de aumentar el biomonitoreo de la exposición poblacional al glifosato para poder proteger su salud en forma perentoria (Guillezeau y col., 2019).

Der Parsehian informó en 2008 la presencia de numerosos plaguicidas organoclorados (OCs) (actuales COPs) en leche materna, encontró en muestras de leche de puérperas del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá que el 91,5 % de las 248 muestras estudiadas tenía residuos de por lo menos un plaguicida. Los más frecuentes encontrados fueron p-p´-DDE: 86.7 % (0,5-200,4 ng/ml), HCB: 26.6 % (0,5-12,2 ng/ml); epóxido de heptacloro: 25.4 % (0,6-12,5 ng/ml); β-HCH: 23.0 % (1,3-15,6 ng/ml); clordano 15.7 % (0,9-4,5 ng/ml) (Der Parsehian, 2008). En nuestro país, esta ocurrencia se volvió a verificar en leche de madres de la zona de Buenos Aires, La Plata y alrededores, encontrando DDT (7,7-510 ng/g lípido), HCH (5,8-197 ng/g lípido) y clordanos (1,3-124 ng/g lípido). El estudio corrboró que la composición de OCs en leche materna se acumula preferentemente en las formas metabolizadas: DDE: 90±17 % del total de DDTs, epóxido de heptacloro (50±18 %), clordano (34±13 %) y de los isómeros más persistentes, como el β-HCH (67±25 %), de todos los hexaclorociclohexanos (HCH) (Della Ceca y col., 2012). Lo impactante es que se sigue encontrando en leche materna concentraciones significativas de estos compuestos. El INTI presentó un informe sobre sus análisis de leches maternas, mostrando preocupación por los resultados altos obtenidos en algunos de ellos (INTI, 2013).

En 2021 investigadores de la UBA, informaron las evaluaciones de algunos compuestos organoclorados, especialmente interesados en los carcinogénicos: lindano (Grupo 1 IARC-

asociado a linfoma No-Hodgkin NHL), DDT y aldrin (Grupo 2A IARC). Aldrin y Dieldrin asociados con el cáncer de mama y el DDT que tiene una conexión positiva con los cánceres de hígado, testículos y NHL. A pesar de que su uso y producción están prohibidos desde hace muchos años y forman parte de los COPs legislados en el Convenio de Estocolmo, todavía se pueden encontrar en la población general, que está crónicamente expuesta a estos compuestos a través de la contaminación ambiental y la dieta. Analizaron 681 muestras de sangre que fueron derivadas al CENATOXA durante 2005 a 2019. Los compuestos investigados incluyeron: aldrin, dieldrin, lindano (γ-HCH), DDT y metabolitos (op´-DDT, pp´-DDT, op´-DDE, pp´-DDE, op´-DDD, pp´-DDD). Se detectó lindano en un 4% de las muestras, mayoritariamente en la población pediátrica (83%). Aldrin y dieldrin aparecieron con frecuencias del 26% y 10 % respectivamente, aunque en estos casos los adultos fueron la principal población afectada (89% y 69% respectivamente). DDT y sus isómeros también aparecieron recurrentemente: op´-DDT (20%), pp´-DDT (4%), op´-DDE (8%), pp´-DDE (22%), op´-DDD (4%), pp´-DDD (11%). La mayoría de las muestras positivas de metabolitos pp´-DDE y DDD se observaron en las muestras pediátricas. Los autores indican que los resultados demuestran una clara reducción de la exposición, explicable por el prolongado tiempo transcurrido desde su prohibición, sin embargo llaman la atención sobre que la exposición a lindano verificada en los niños podría resultar en efectos nocivos, debido a su mayor vulnerabilidad y la toxicidad del compuesto. Recomiendan continuar evaluando la exposición crónica a estos carcinógenos en Argentina (Stroia y col., 2021).

Si bien desciende la incidencia de estos compuestos, sigue resultando impactante que no desaparecen aún en sangre. Este mismo centro en 2006 con el mismo fin de evaluar la exposición ambiental de la población general, midió también OCs en muestras de sangre de 100 voluntarios sanos (35 mujeres y 65 varones, de edades comprendidas entre 18 y 82 años) del área metropolitana de la ciudad de Buenos Aires. El ΣDDT fue el que apareció con mayor frecuencia (71 %) y correspondió a su metabolito pp'-DDE el 69 %. Le siguen en importancia el HCB (70 %), ΣHCH (57 %), heptacloro y su epóxido (49 %), aldrin–dieldrin (19 %), clordano (11 %), lindano (10 %), endosulfán (8 %), mirex (6 %) y endrin (3 %). El rango de concentraciones estuvo comprendido entre no detectable y 9.8 ng/ml. A su vez estos valores fueron más bajos que los reportados en un trabajo similar realizado décadas atrás (Álvarez y col., 2006).

Cabe recordar también sobre la persistencia y bioacumulación de estos compuestos los hallazgos en altas concentraciones y frecuencias, de DDE, HCH y otros organoclorados, en muestras de tejido graso peritumoral, extraído de mujeres con diversos tipos de tumores mamarios de mujeres de la Provincia de Santa Fe (Muñoz-de-Toro y col., 2006 a y b).

Sobre los registros de intoxicaciones y de morbimortalidad por plaguicidas en Argentina

Registros de intoxicaciones

La vigilancia es una herramienta fundamental con que cuenta la salud pública para cuantificar si existen riesgos, saber que grupos de población están afectados y de qué modo están siendo afectados. Nuestro país cuenta con herramientas completas para abordar esta problemática ya que las investigaciones por plaguicidas son Enfermedades de notificación obligatoria (ENO) incluidas en el Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud (SNVS). Son publicables en el Boletín Integrado de Vigilancia Epidemiológica (Dirección Nacional de Epidemiología y Vigilancia de la Salud, Ministerio de la Salud de la Nación). En 2010 surge el Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones de Agroquímicos (PNPCIA), a partir de identificar que en los Centros de Información, Asesoramiento y Asistencia Toxicológico (CIAAT), las intoxicaciones por plaguicidas eran el principal motivo de consulta, se conviene la generación trimestral de Boletines Informativos (aun no disponibles en sitios públicos). En 2014 a instancias del trabajo conjunto de la Red de Toxicología Argentina (RTA) y el Area de Vigilancia de la salud del

Ministerio de Salud (AVSMS) se establece la normativa y tutorial para la vigilancia clínica y laboratorial de intoxicaciones, que agrega como herramienta para la vigilancia una planilla específica complementaria: Planilla de Investigación Epidemiológica Complementaria (PIEC), que incluye solo los inhibidores de colinesterasas (plaguicidas carbamatos y organofosforados) en la vigilancia laboratorial de intoxicaciones y la exposición a organoclorados (Butinof, 2021).

Analizando la información que existe en Argentina (de acceso público) siguiendo las intoxicaciones agudas mediante los Boletines Integrados de Vigilancia Epidemiológica, se observa que la información que comienza en 2009 ha ido variando (Tabla 4): en la serie de 2009 a 2012 se informa discriminando entre plaguicidas de uso agrícola, de uso doméstico y "sin especificar". Siendo esta última la que ha implicado el mayor volumen de reportes de intoxicación. Entre los años 2012 y 2017 se discriminaron los datos entre casos notificados y casos confirmados. Y para los 3 últimos años el boletín anual que es el que se consultó para este análisis solamente ha incluido los eventos "priorizados" por lo que no se cuenta con la información de intoxicación por plaguicidas. Se nota que el número de casos reportados no parece seguir un patrón ni entre regiones del país, ni tampoco en el tiempo, los números de intoxicaciones notificadas son muy variadas a lo largo de los años lo que hace presuponer que hay un problema de subregistro de las intoxicaciones por plaguicidas en nuestro país y que hay poco acceso a la información al respecto. Por otro lado en la Tabla 5 se muestran datos seleccionados del 1er y 3er informe (2000 y 2002 de los CIAATs (Centros de Información, Asesoramiento y Atención Toxicológica) publicados por García y cols. Como se observa hubo un crecimiento de consultas y se involucran a personas de corta edad 0-14 años (Butinof, 2021).

INTOXICACIONES AGUDAS: BOLETINES INTEGRADOS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA

Año	Total país (casos)	Confirmados	Modos de registro
2009	2074		Discriminado por intoxicaciones con plaguicidas de uso agrícola, uso doméstico, o "sin especificar"
2010	1082		
2011	679		
2012	626	388	Discriminado por casos notificados y confirmados
2013	1150	453	
2014	1232	428	
2015	1427	483	
2016	1788	343	
2017	1156	289	
2018	s/d		Solo eventos priorizados: no incluyen intoxicaciones por plaguicidas
2019	s/d		
2020	s/d		

Tabla 4: Total de casos registrados en los Boletines Integrados de Epidemiológica (Butinof, 2021)

CENTROS DE INFORMACION, ASESORAMIENTO Y ATENCIÓN TOXICOLÓGICA (CIAATs)

Conceptos	CIAATs 2000 (1° informe)	CIAATs 2002 (3° informe)
Origen de consultas: desde el hogar	34%	64%
Edad de las personas por las que se consulta: 0-14	34%	64%
Intoxicaciones no intencionales	34%	64%
Plaguicidas de uso doméstico	34%	64%

Tabla 5: Resultados seleccionados del 1° y 3° Informe (CIAATs) publicado por García y col. (Butinof, 2021)

También analizando los datos publicados por la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, Accidentabilidad por Sector en el rubro "Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca", se observa un bajo número de casos reportados en los últimos años. Estos datos parecieran no concordar con el informe publicado en 2014, por la misma institución sobre "Empleo, protección social y condiciones de trabajo de asalariados agrarios" (SRT, 2014), que abarcó un gran número de entrevistados (n=4866), 47,9% de los cuales estuvieron en contacto con sustancias químicas, declarando el 28,2 % que el trabajo que realiza afecta su salud, y el 6,4% haber tenido una enfermedad relativa al trabajo. Los primeros datos son resultados distintos a los esperados según lo expuesto en el Boletín Integrado de Vigilancias Epidemiológicas (Butinof, 2021). El estudio de 2014 es coincidente con lo reportado por la bibliografía de nuestro país (ver ítem 4.1.).

Registros de anomalías congénitas

En Argentina, en la bibliografía de acceso público es posible consultar estudios sobre anomalías congénitas, generados a instancias del Ministerio de Salud. Uno de ellos abarcó el período 1980-2010 y fue organizado en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), por un conjunto de toxicólogos convocados bajo la denominación de Grupo de Epidemiología de Primavera 2012 (GEP), año en que el grupo trabajó en el estudio (FBCB-GEP, 2012). Los otros fueron desarrollados en el marco de las actividades del Registro Nacional de Anomalías Congénitas (RENAC-Ar).

El estudio FBCB-GEP (2012) fue ecológico descriptivo de tipo mixto, incluyendo un componente espacial y un componente temporal. Se emplearon jurisdicciones y departamentos como unidades de análisis. Para la descripción de la magnitud de la mortalidad en el país, por jurisdicción y por departamentos se calcularon tasas por 1.000 nacidos vivos trianuales para las jurisdicciones y quinquenales para los departamentos, tanto para el total de las malformaciones congénitas como para algunas seleccionadas. Para la descripción de la tendencia de la mortalidad en el país y sus jurisdicciones se calcularon tasas por 1.000 nacidos vivos anuales para el período 1980-2010. Se emplearon las cifras oficiales de nacidos vivos y defunciones de menores de un año de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), Ministerio de Salud de la Nación, para el período 1980-2010, con algunos criterios de selección especificados. El trabajo concluyó que en Argentina se registraron 2,58 muertes por todas las anomalías congénitas en menores de un año, con una distribución desigual, especialmente entre departamentos y con respecto a las anomalías congénitas seleccionadas (estadísticamente significativo). En general la tendencia de la mortalidad fue al descenso, especialmente a partir de 1997, aunque a partir de 2005 se observa una estabilidad (no estadísticamente significativa). Sin embargo, es llamativa la heterogénea y desigual distribución entre departamentos y circunscripciones, que pueden ser indicativas de aumento de riesgos debido a las características de las mismas y que en el promedio general se pueden perder de vista.

Particularmente resulta de interés observar, que en el mapa (Fig. 3), la zona central de Santa Fe es la que más datos acumula, departamentos Castellanos, Las Colonias y la Capital. Si bien este trabajo en lo que respecta a la Provincia de Santa Fe no fue continuado sin mediar razones, a pesar de que se cuenta con la información a nuestros días, si ha motivado la continuidad de investigaciones en el ámbito de la UNL, en la que se desarrollan actualmente proyectos de investigación y tesis doctorales relacionadas con este tema (Scagnetti, 2021). Se sabe que el tema de la mortalidad infantil es complejo porque se entrecruzan los problemas congénitos con el acceso a efectores de salud con la complejidad adecuada para atender el caso.

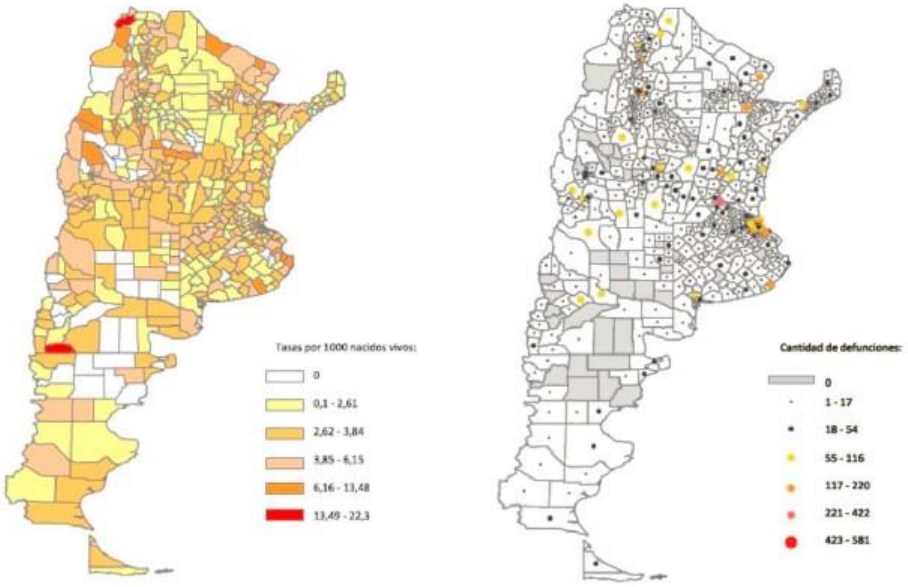
El estudio de FBCB-UNL concluye recomendando los siguiente: 1. La continuidad de la vigilancia de la mortalidad, especialmente por las anomalías congénitas seleccionadas y para los departamentos que registraron incrementos en las tasas o tasas por encima de la media de ambos quinquenios. 2. Realizar un análisis georeferenciado de las defunciones individuales, para identificar posibles agrupamientos de muertes en zonas específicas dentro de los departamentos y entre departamentos (áreas limítrofes) (FBCB-UNL, 2012).

Por otro lado la Red Nacional de Anomalías Congénitas de Argentina (RENAC-Ar) que actúa en el país desde 2009, en su reporte 2020, informa que las anomalías congénitas (AC) son desde hace bastante la 2da causa de mortalidad infantil, y dan lugar a unas 1600 defunciones infantiles por año, el 28% del total (Barbero y col., 2020). Si bien se observa que esto puede deberse a la paradoja epidemiológica, por la cual la morbimortalidad infantil por causas agudas e infecciosas estaría descendiendo y las causas por AC podrían permanecer estables o aumentar aunque no tan dramáticamente como el incremento de la proporción entre unas y otras. En el mismo

reporte se informa que del total de 263.761 nacimientos examinados, 4.469 recién nacidos presentaron anomalías congénitas estructurales mayores, lo que representa una prevalencia 1,69 por cada 100 nacimientos (IC 95%: 1,65-1,75) (Barbero y col, 2020). Las anomalías específicas más frecuentes son: fisuras labiopalatinas, gastrosquisis, hidrocefalia, talipes equinovarus, espina bífida, polidactilia postaxial, malformación anorrectal, hernia diafragmática, quistes renales y atresia de esófago (Groisman y col., 2018). Según la OMS, la Anomalía Congénita es una anomalía estructural o funcional de órganos, sistemas o partes del cuerpo que ocurre durante la vida intrauterina y es causado por factores genéticos o ambientales (por ejemplo, exposición a sustancias tóxicas, deficiencias de micronutrientes o enfermedades maternas), o ambas (WHO/CDC/ICBDSR, 2014). Se contempla así en su propia definición la potencial influencia de los factores ambientales.

Groisman y col. (2018) sobre algunas patologías recurrentes destaca por ejemplo que la prevalencia de gastrosquisis observada en Argentina fue mayor a la de los registros de países más desarrollados (ICBDSR, 2018). El factor de riesgo conocido más importante que ha sido informado para gastrosquisis es la edad materna joven (Castilla y col., 2008). Esta prevalencia más alta en Argentina puede deberse a una diferencia en la estructura de edad materna en nuestra población, o a otros factores de riesgo de menor contribución. En forma consistente con la literatura, en datos RENAC la prevalencia de gastrosquisis fue mayor en mujeres jóvenes (Groisman y col., 2018). Por otro lado, existe bibliografía que vincula esta anomalía con exposición a plaguicidas (Melov y col., 2018; Souther y col., 2017; Shaw y col., 2014; Waller y col., 2010), que podrían sumarse a los otros factores de riesgo mencionados. Las fisuras labiopalatinas de fuerte prevalencia en Argentina también cuentan como factor de riesgo, residir o tener una ocupación que exponga a las madres a pesticidas (Martinez Urbina, 2017). En general otras malformaciones congénitas han sido relacionadas a causas ambientales (Brent, 2004) y más específicamente con la exposición a plaguicidas (Kalliora y col., 2018; Engel y col. 2000; Lin y col., 1994). También las hipospadias se relacionan con los perturbadores endócrinos entre los que se cuentan numerosos plaguicidas (Botta y col., 2014).

Mortalidad por el Total de Anomalías Congénitas (Q00-Q99) en Menores de 1 Año. Tasas por 1.000 Nacidos Vivos y Defunciones. Argentina, por Departamentos, Quinquenio 2006-2010.



Fuente: Grupo de Epidemiología de Primavera (GEP) 2012, Cátedras de Epidemiología General y Nutriciona, Nutrición en Salud Pública y Gestión de Políticas de Salud, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB), Universidad Nacional del Litoral (UNL), con base en datos de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS), Ministerio de Salud de la Nación, Argentina, Febrero de 2013.

Fig. 3: Mapas de mortalidad por anomalías congénitas (Q00-Q99) en menores de 1 año. Extraído de: FBCB-GEP, (2012)

Es importante aclarar que ambos informes difieren en las formas de obtener la información, el RENAC se basa en registros hospitalarios y para el estudio FBCB-GEP se utilizaron los datos del certificado de defunción, considerando edad y causa. En ambos casos puede haber errores de registro o subregistros, porque depende de la meticulosidad puesta por los médicos que los confeccionaron. Sin embargo, hay que considerar que se trata también de un subregistro ya que la información parte fundamentalmente de lo que registran los hospitales públicos (el RENAC cubre el 39% de los nacimientos), son muy pocas las instituciones privadas que participan. En el caso particular de los trabajadores rurales, muchos tienen obra social, y por ende, cuando sus hijos tienen AC van al sector privado, no al público, y no son registrados.

En síntesis, es importante remarcar que sigue habiendo grandes problemas en los registros, siguen sin ser abarcativos, con marcado subregistro, dependen de la buena voluntad de los médicos al tomar los datos, y en la mayoría de los casos adolecen de información que permita perfeccionar la vigilancia epidemiológica de exposiciones específicas, como la de agroquímicos o contaminantes ambientales. No obstante, se han verificado algunos cambios y mejoras por ejemplo en la continuidad de los informes de RENAC, como así también del Instituto Nacional del Cáncer, y en algunos procedimientos, como el diseño de tarjetas muy completas que recaban información del dúo madre-recién nacido, aunque aún se puede dificultar su continuidad o seguimiento ante cambios en las administraciones, y resulta difícil el acceso a los datos por parte de los expertos y el público.

También esta falta de completitud y rigurosidad de los registros a nivel oficial, puede explicar y brindar mayor consistencia a los datos provenientes de los estudios a campo efectuados por varias instituciones y médicos que han relevado situaciones en regiones agrícolas seleccionadas, en la que verificaron una mayor prevalencia de anomalías congénitas (ver ítem 5.3) (Avila-Vázquez y col., 2010; Avila-Vázquez y col. 2018, 2016, 2017; Verzeñassi, 2016b, 2019 a y b). Por su lado autores argentinos también aportaron conocimientos para dilucidar los efectos teratogénicos del glifosato en estudios embriológicos (Paganelli y col., 2010), y vincular a este compuesto y otros plaguicidas a los efectos de salud y malformaciones verificadas en el país y sudamérica (López y col., 2012).

Los defectos del nacimiento significan más del 21% de la mortalidad de menores de 5 años en Latinoamérica y el Caribe. Un reciente llamado sobre la importancia de la investigación, la prevención y la vigilancia de los defectos de nacimiento han sido convenidos en el marco de la Conferencia Internacional sobre defectos de nacimiento y discapacidades en el mundo en desarrollo (ICBD), recomendado las acciones prioritarias entre los que se da importancia a los efectos ambientales. Recomiendan maximizar la salud de las mujeres y las adolescentes no solo durante el embarazo, sino también en el período crítico previo a la concepción, centrándose en la exposición a sustancias teratogénicas, la prevención primaria, detección y tratamiento de infecciones, asegurando una nutrición óptima, inmunización y control de vectores, aumentando el acceso a la planificación familiar y la anticoncepción, y reduciendo la exposición ambiental y la contaminación (Zarante y col., 2019).

Las consideraciones sobre salud efectuadas en este capítulo, mueven a remarcar los importantes efectos que sufren cuando son expuestos a plaguicidas, los sectores de población más vulnerables, que son los niños y las embarazadas. Estas corren mayor riesgo de sufrir abortos espontáneos y partos prematuros, y sus bebés, de sufrir malformaciones congénitas (Weselak y col., 2008; Sanborn y col., 2007). Se ha verificado la exposición prenatal con diversos compuestos mediante análisis de meconio (Ostrea y col., 2006). Los plaguicidas neurotóxicos pueden atravesar la barrera placentaria y afectar al sistema nervioso en desarrollo del feto, mientras que otros productos químicos tóxicos pueden incidir negativamente en su sistema

inmunitario aún por desarrollar (Kohler y col., 2013). Del mismo modo, se ha asociado esta exposición de las embarazadas con un aumento del riesgo de leucemia infantil, y otros tipos de cáncer, autismo, problemas respiratorios, autismo, anomalías del desarrollo intelectual (Roberts y col., 2012; AAP-CEH, 2012; Eyhorn y col, 2015). La exposición puede transmitirse desde cualquiera de los progenitores. El período más crítico para la exposición en el caso del padre es tres meses antes de la concepción, mientras que cuando más peligrosa resulta la exposición de la madre es a partir del mes previo a la concepción y durante el primer trimestre del embarazo. Hay que considerar que los órganos de los niños están en desarrollo, las dosis por peso corporal resultan mayores por su menor tamaño, y su sistema enzimático no tiene plena actividad para detoxificar los plaguicidas. Por ello la Academia Nacional de Ciencias de EEUU sostiene que los niños son más susceptibles que los adultos a la exposición de plaguicidas y que el 50% de su exposición de toda la vida, ocurre durante los primeros cinco años de vida (NRC-NAS, 1993). También como se ha visto los plaguicidas pueden llegar al bebé desde la leche de la madre y también con los alimentos infantiles y sucedáneos de la leche y el agua (ONU, 2017a). Sobre este tema la Sociedad Argentina de Pediatría ha emitido un reciente informe sobre los efectos de los plaguicidas en la salud de los niños, donde exponen claramente su elevada preocupación sobre el problema (SAP, 2021).

Sobre la carcinogenicidad de los plaguicidas

Sobre la clasificación de carcinógenos

Cuando se aborda la literatura más específica sobre las anomalías en la salud humana que se atribuyen a exposiciones de plaguicidas, se observa la existencia de un gran número de trabajos de investigación que particularizan las patologías y los distintos plaguicidas aislados o evaluados en grupos reducidos.

Es así que por ejemplo en los estudios sobre carcinogenicidad abundan las investigaciones con asociaciones de distintos plaguicidas a distintas formas de cáncer, tanto por exposiciones ocupacionales como ambientales. Se los ha ligado a leucemias (Karalexi y col., 2021; Foucault y col., 2021), cáncer de tiroides (Alsen y col., 2021), de mama (Engel y col., 2017), de próstata (Pardo y col., 2020; Koutros y col., 2012; Cockburn y col. 2011), colorectal (Matich y col., 2021) de pulmón (Bonner y col., 2017) y otros cánceres (páncreas, ovario, hígado, etc.) (Bassil y col., 2007). Ha sido también asociados con una mayor incidencia en distintos sub-tipos de linfomas No-Hodkin (NHL) en exposiciones ocupacionales (Leon y col., 2019; Alavanja 2014; Schinasi y León, 2014). Las asociaciones con NHL han motivado principalmente la reclasificación del glifosato en la categoría 2A “probable carcinógeno en humanos”, por parte de la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (International Agency for Research on Cancer - IARC-) en 2015 (Guyton y col, 2015; IARC, 2015). Cabe aclarar que el IARC es el centro de investigaciones sobre el cáncer más reconocido en el mundo, se trata de un órgano intergubernamental que forma parte de la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas.

La IARC utiliza un procedimiento de evaluación de carcinogenicidad propio (IARC, 2019) y que ha ido evolucionando, publicando hasta la actualidad 129 monografías (IARC, 2021). En las mismas constan evaluaciones de unos 50 agentes que son usados como plaguicidas. Han clasificado dos de esas sustancias en la categoría **1** (*Carcinogénicos en humanos*): lindano y pentaclorofenol. Otros 8 plaguicidas fueron clasificados en la categoría 2A (*Probablemente carcinogénico en humanos*): captafol, dibromuro de etileno, glifosato, malatión, diazinon, DDT, aldrin, dieldrin. Ubicaron otros 15 ítems en la categoría 2B (*Posiblemente carcinogénico en humanos*): herbicidas clorofenóxiacidos, hexaclorociclohexanos, hexaclorobenceno (HCB); clordecona (kepona), clorotalonil, tetraclorvinfós, mirex, metronidazole, paratión, clordano,

diclorvos, heptacloro, toxafeno (canfenos policlorados), carbazol, 2,4-D. Finalmente los otros 25 compuestos fueron ubicados en la categoría **3** (*No clasificable por su carcinogenicidad en humanos*): cloropropham, dicofol, aldicarb, zineb, simazine, hidracida maleica, maneb, captan, tiram, ziram, ferbam, dietilditiocarbamato sódico, monuron, trifluralin, atrazina, picloram, fluometuron, metilparatión, permetrina, deltametrina, clordimeform, carbarilo, endrin, metoxicloro, bromuro de metilo (IARC, 2021). Resulta improcedente descalificar o ignorar la opinión de este organismo, más aún con razones pueriles como las que se expresan a menudo por parte de comunicadores interesados ("…el mate, la carne son carcinogénicos…"), dado que sin duda es una de las autoridades de más sólido prestigio y reconocimiento del mundo en esta temática y sus conclusiones están profundamente comprometidas con la protección de la salud.

Sobre las controversias en la reclasificación del glifosato

La reclasificación del herbicida glifosato llevada a cabo por IARC en 2015, ha sido motivo de grandes discusiones, originando una "feroz" controversia, tal como ha sido referida en la bibliografía (Caiati y col., 2020). Este organismo ha recibido una gran tensión opositora por parte de sectores ligados a las compañías fabricantes de agroquímicos. Su reclasificación del glifosato ha sido poco considerada y literalmente contradicha, en sendas disposiciones posteriores de muchos entes reguladores de distintos países, entre otros EFSA y ECHA de la Unión Europea (EFSA, 2015; Tarazona y col., 2017), EPA de Estados Unidos (US-EPA, 2017) y el JMPR de FAO-OMS (JMPR, 2016). Las discusiones científicas en torno a este tema continúan hasta nuestros días (Benbrook, 2019 y 2020; Klingelhöfer y col., 2021; Van den Brink, 2020; Sang y col., 2021; Paskalev, 2020; Arcuri y col., 2019; Boobis y col., 2016). Lejos de generar alguna modificación a su monografía original, los científicos de IARC, consolidan su posición, efectuando un gran despliegue científico defendiendo su trabajo (Portier, 2020; Portier y col., 2016, 2017, 2018; Guyton y col., 2018; Infante y col., 2018; De Sesso y col., 2017; Loomis y col., 2017; NASEM, 2017; Smith y col., 2016; IARC, 2019).

Esta controversia que en verdad tiene carácter inédito en la historia de la ciencia por su repercusión, implicancias y actualidad, merece algunas consideraciones adicionales. En primera instancia se ha atribuido esta divergencia tan pronunciada y significativa en las conclusiones de ambas fuentes a que la IARC no contaba con toda la información que sí contaban los entes reguladores. Esto significa que éstos últimos, incluían en su valoración la información confidencial que es aportada por las empresas registrantes. Esto consiste una gran cantidad de estudios toxicológicos y a campo, realizados siguiendo los requisitos protocolados para registro, es decir realizados con BPA y medidos con Buenas Practicas de Laboratorio (BPL), en laboratorios acreditados (ISO 17025 o similar) y cumpliendo una pormenorizada cantidad de exigencias operatorias que, si son aprobados, los hace confiables para el ente regulador. Esta información es considerada confidencial, como secreto industrial propiedad privada de las empresas registrantes. A su vez, IARC si bien ha considerado alguno de esos estudios, basa mayoritariamente su evaluación utilizando lo publicado en la literatura universal, regida por el sistema de revisión por pares, habitual en actividad científica contemporánea. Esto ayudaría a explicar porqué IARC no pudo compartir el convincente "peso de la evidencia", apoyado en un gran número de estudios aportados por las empresas, que aceptaron los entes reguladores.

Más allá de que hay razones más de fondo en este debate, hay varias cuestiones a remarcar sobre dicha situación: a) Se considera con suficiente fundamentación científica toda la información producida cumpliendo los protocolos de calidad, aunque se trate de conocimiento no evaluado rigurosamente por pares de la comunidad científica abierta, ni comprobado mediante ensayos independientes reproducibles por otros científicos, que son reglas básicas de la práctica científica de valor. b) Al ser el conocimiento secreto reniega de la transparencia y credibilidad que brinda la crítica y la valoración de la comunidad científica universal. c) El hecho

de que el conocimiento supuestamente de mayor calidad y de mayor relevancia para la toma de decisiones, lo produce y administra quien lo puede pagar, provoca un desbalance en favor del poderoso y resulta regresivo respecto a los conceptos más avanzados de la universalidad de la ciencia, como bien de la humanidad. d) nos conduce a reflexionar sobre la integridad de los derechos de la sociedad ante las potenciales arbitrariedades del poder sin control democrático o de orden público (Matteucci, 2019; Bozzini, 2020).

Hay una fuerte presunción de que esta forma de efectuar los estudios y las aprobaciones, corre el riesgo de ser anti-científica. Es procedente plantearse la duda respecto a la viabilidad del concepto de confidencialidad, cuando el conocimiento que se protege u oculta es de importancia decisiva para la vida, el ambiente y bienestar de las personas, tema que los expertos en cuestiones jurídicas deberían profundizar. Por otro lado, hay autores que muestran gran preocupación por los desvíos ya comprobados en la actividad científica contemporánea, en el sentido de que organizaciones o individuos utilizan los métodos científicos para fabricar dudas u ocultar efectos dañinos de productos o acciones, mediante la manipulación de la ciencia (Goldberg y col., 2019; McGarity y col., 2008)

Pero en realidad además del tipo y número de estudios accesibles, hay un debate de fondo sobre cómo son los procedimientos de base toxicológica, que se utilizan para evaluar la carcinogenicidad de compuestos químicos. Los reguladores argumentan que su sistema de evaluación privilegia el enfoque hacia el peso de la evidencia (WoE) de las investigaciones científicas, y da prioridad al riesgo efectivo, que es posible dimensionar, respecto al impacto que produce cada plaguicida en la población. Por otro lado, IARC ha desarrollado un nuevo protocolo de evaluación que consta en el Preámbulo de sus Monografías (Samet y col., 2020), en el que se analiza la carcinogenicidad en base a las evidencias en humanos, en animales y los aspectos mecanicistas del modo de acción y los efectos del carcinógeno. Ambos enfoques convivieron muchos años hasta que hace poco tiempo, en la esfera de IARC, se comienza a reflexionar con puntos de vista más actualizados, la toxicidad y la peligrosidad que presentan las sustancias químicas.

Sin embargo, algunas veces la interpretación que hacen ambas tendencias sobre algún resultado reportado en estudios de la bibliografía (por ejemplo sobre glifosato), se diferencian por cuestiones técnicas muy finas, que parecieran ser detalles menores ante la dimensión de lo que se evalúa, por ejemplo por la forma en que se aplica un test estadístico de comparación entre los casos y los controles (Tarazona y col., 2017). Realmente resulta poco comprometido no tener ningún tipo consideración por aquellos resultados que, estando bien concebidos, denotan algún grado de efectos, más aún cuando se manifiestan en repetidos estudios científicos. Es controvertido calificar una gran cantidad de estudios efectuados por investigadores e instituciones de alta calificación científica, como no válidos por supuestas deficiencias en la factura técnica o interpretativa, exigiendo protocolos o criterios que cuentan con consensos parciales o sesgados.

Esta realidad de que los países no tienen todos la misma capacidad de hacer sus propias evaluaciones de riesgo, generalmente por las complicaciones técnicas e inversiones económicas que implican, condicionan enormemente el funcionamiento de los reguladores y sistemas de control, sobre todo cuando son obligados a definir sus criterios y modos de acción solo basados en riesgos. Evidentemente esto plantea una brecha importante entre los países en desarrollo y los centrales, que producen mayoritariamente el conocimiento, y los bienes en este caso las sustancias químicas y las tecnologías que luego se distribuyen con grandes lucros al mundo (Klingelhöfer y col., 2021).

Por eso esa suerte de dependencia demasiado rigidizada hacia esos aparatos productivos de gran poder global, puede ser relativizado en la medida que podamos tener conocimientos producidos localmente. Más aún cuando estos cumplen los principios básicos para publicación de los resultados de la investigación actual, como ser que sean realizados por recursos humanos y centros de investigación de alta calidad y sus informes sean evaluados por pares para poder ser publicados en revistas de alto impacto internacional. Es un tema complejo que requiere consensos que aún no se han alcanzado en la ciencia actual, respecto a la validez del conocimiento producido y su forma de interpretación respecto a la peligrosidad y los riesgos que presentan las sustancias químicas para los humanos. Todos ellos pueden dar algún tipo de información y que, tratándose de daños potenciales a la salud y el ambiente, no pueden ser considerados con criterios arbitrarios y acomodaticios, para cubrir otras necesidades que no son expresamente las de preservar la salud humana y también del ambiente.

Cabe agregar que, en el marco de la actual reevaluación europea del glifosato, que finalizará en diciembre de 2022, dos destacados científicos de la Medical University de Viena, evaluando la calidad científica de los numerosos estudios sobre genotoxicidad, han calificado como confiables a solo 2 de 53 estudios aportados por la industria, encontrando defectos importantes en la consistencia científica de los datos y las conclusiones a que arriban (Nersesyan y Knasmueller, 2021). Por otro lado el informe de la relatora de ONU Hilal Elver (ONU, 2017a), sobre esta compleja temática que vive la ciencia cotemporánea afirma lo siguiente: “Si bien las investigaciones científicas confirman los efectos adversos de los plaguicidas, resulta sumamente difícil demostrar la existencia de un vínculo definitivo entre la exposición a los plaguicidas y la aparición de enfermedades y trastornos en el ser humano o de daños en los ecosistemas. Esta dificultad se ha visto exacerbada por una negación sistemática (alimentada por la agroindustria y la industria de los plaguicidas) de la magnitud de los daños provocados por estas sustancias químicas, y las tácticas agresivas y poco éticas empleadas en el ámbito de la mercadotecnia se siguen sin cuestionar” (ONU, 2017a).

En realidad, es importante replantearse lo que realmente representa, en términos de riesgo para la salud, el estar expuestos por la dieta con que nos alimentamos, el agua que bebemos, el aire que respiramos diariamente, prácticamente de por vida, a las bajas concentraciones de residuos de plaguicidas. Los fluidos y órganos humanos contienen trazas de esos compuestos probablemente también de por vida, sin que hayamos alcanzado suficiente coocimiento respecto a su inocuidad. Se conoce muy poco sobre sus efectos a largo plazo y sobre las interacciones que pueden ocurrir cuando estan presentes simultáneamente muchos de estos compuestos en el organismo, dado que pueden potenciar o sinergizar sus efectos tóxicos. Este tema es realmente el talon de Aquiles de la estrategia de combatir las plagas con biocidas sintéticos, y que motoriza la necesidad de su reemplazo por otras opciones que no sean tan masivamente comprometedoras con la salud de toda la población y afecten tanto el medioambiente.

Nota del autor: en el apartado siguiente (Items 5.2 y 5.3) se agregan más consideraciones sobre el impacto de los agroquímicos en la salud humana que resultan complementarios de los aquí vertidos.

5. DESTINO Y DISTRIBUCION DE PLAGUICIDAS. ZONAS DE RESGUARDO

Sobre el destino de las moléculas una vez liberadas

El “destino ambiental” proporciona una indicación de lo que le sucede a un plaguicida una vez que ingresa al medio ambiente, así como los niveles de exposición probables para organismos no objetivo. Según las características del plaguicida y el ambiente que lo recepta, se verificará

un determinado comportamiento de las moléculas en el suelo, el agua y el aire, podrá ser absorbido por plantas o animales, ser degradado o transformado químicamente, podrá bioacumularse en organismos y finalmente llegar al hombre por medio del alimento y el agua que consume o el aire que respira entre otras vías de exposición.

Cabe recordar que la eficiencia de la aplicación, por ejemplo de un herbicida, en las condiciones de máxima optimización no supera el 65% (AAPRESID, 2018). Esto quiere decir que en condiciones reales cabe esperar que la mitad o más del producto aplicado no alcance el objetivo y se disperse en el aire o se deposite en el suelo en el mismo momento de la aplicación. No obstante esa gran cantidad de plaguicida remanente en el suelo puede ser movilizado posteriormente tanto por el agua mediante escorrentía o lixiviación como por la erosión eólica que moviliza las partículas de suelo con destinos inciertos y lejanos del punto de aplicación.

Este proceso de dispersión por el viento, puede traer consecuencias potencialmente graves, no solo para la salud de las poblaciones cercanas sino daños económicos, especialmente cuando existen zonas manejadas con producción orgánica o similar o existen cultivos sensibles (Baker y col., 2014; Bernasconi y col., 2021) o también produciendo daños considerables en la flora nativa (Olszyk y col., 2009).

Lucadamo y col. (2018) estudiaron el proceso de deriva de glifosato detectando en un área de estudio de 22 km^2, comprobando rastros del herbicida hasta una distancia media de 2,5 km de donde fue aplicado. No sería la vía preferencial de este fenómeno la vaporización del glifosato, dado que su presión de vapor es baja, además el estudio no se trataba de aplicación aérea que se sabe favorece más la dispersión. Los autores atribuyeron los resultados a dos factores de mayor contribución. En primer lugar a la falta de setos y árboles de cobertura bordeando el área de estudio, dado que estos pueden reducir eficazmente los procesos de deriva según su altura, grosor y porosidad (Otto et al. 2015). En segundo lugar y significativamente mostrado en las cuantificaciones, la velocidad y dirección de los vientos explicaron las diferencias observadas en los distintos sectores del lote (Lucadamo y col 2018).

El propio material particulado de por sí se considera un contaminante ambiental relevante pues provoca alteraciones en la bioquímica de los ecosistemas, en la dinámica de los nutrientes, entre otras alteraciones (IPCC, 2001), estando también asociado a problemas de salud como enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Calderón-Garcidueñas y col., 2014; Guo y col., 2012; Morman y col., 2013). En Argentina se ha estudiado la emisión de partículas de hasta 10 micrones (MP_{10}) de suelos agrícolas, y en menor grado la de los suelos rurales no pavimentados (Panebianco y col., 2016; Avecilla y col., 2018), aunque se sabe que estos últimos son fuentes importantes de estas partículas (Kavouras y col., 2016; Katra, 2019; Liu y col., 2019; Yulevitch y col., 2020).

Ha sido relevante por ello ahondar el conocimiento de las concentraciones de agroquímicos que pueden transportar estas partículas. En el caso de glifosato cuenta que es una molécula muy polar que se adsorbe fuertemente en el suelo y que allí es degradado microbiológicamente a su metabolito principal ácido aminometilfosfónico (AMPA). Este metabolito es más estable que la propia molécula original, por ello persiste mayor tiempo en el suelo encontrándoselo en mayores cantidades. Autores argentinos encontraron glifosato y AMPA en sedimentos transportado por vientos desde suelos agrícolas. Sus concentraciones aumentaron a medida que disminuía el tamaño de las partículas transportadas. Hallaron los dos compuestos en MP_{10} hasta un año después de la última aplicación de glifosato (Aparicio y col., 2018; Mendez y col., 2017; Ramirez-Haberkon y col., 2020). Fue medido este herbicida a 400 m del suelo objetivo como consecuencia de la deriva (Córdova y col., 2020). Finalmente, Ramírez-Haberkon y col., (2021) en estudio citado anteriormente, comprobaron que los suelos no agrícolas de las inmediaciones

rurales son fuente importante de transporte y contaminación con glifosato. Asombrosamente mostraron que una hectárea de camino sin pavimentar emite la misma cantidad de PM_{10} que 409 ha de suelos agrícolas. Mostraron que la cantidad de MP_{10} movilizado por la erosión por unidad de área en caminos no pavimentados dentro de campos agrícolas era 956 veces mayor que en suelos agrícolas. En caminos sin pavimentar fuera de los campos agrícolas, la cantidad de glifosato transportado por el MP_{10} fue 497 veces mayor que en los suelos de agricultura. Mientras que la cantidad de AMPA trasportada por el PM_{10} emitido por carreteras dentro de los campos agrícolas era 381 veces mayor que el emitido por el suelo agrícola, mientras que el de los caminos sin pavimentar fuera del campo fue 27 veces mayor. En concentraciones, el contenido de glifosato en el PM_{10} varió de 59 a 359 µg/kg en suelos agrícolas, de 382 a 454 µg/kg en caminos sin pavimentar dentro de campos agrícolas y de 39 a 639 µg/kg en caminos sin pavimentar fuera de los campos agrícolas. Mientras que el contenido de AMPA en el PM_{10} varió de 387 a 7228 µg/kg en suelos agrícolas, de 900 a 4138 µg/kg en caminos sin pavimentar dentro de campos agrícolas y de 98 a 500 µg/kg en caminos sin pavimentar fuera de campos agrícolas (Ramirez-Haberkon, y col. 2021). Cabe aclarar que esas partículas se movilizan con el viento durante un tiempo prolongado y que lógicamente impactan con seguridad en las inmediaciones de los cultivos y zonas pobladas cercanas.

Continuando con esta descripción, se constata que se han hecho numerosos estudios intentando conocer el flujo y destino de vertido en cada campo asperjado. Esto ha movido a numerosas propuestas de establecer zonas de protección, de resguardo, de seguridad o zonas "buffer" según las varias denominaciones. Se han evaluado y publicado resultados variando distancias desde 0,05 a 10 km. Como venimos observando en las descripciones anteriores, está claro que la fijación de distancias es sumamente compleja dado una gran cantidad de factores que intervienen en el comportamiento de las moléculas de agroquímicos que son liberadas en cada aplicación. La denominada deriva al momento de la aplicación no es en absoluto el único fenómeno que cuenta para evaluar el movimiento ambiental de los plaguicidas. Algunos de estos factores son: a) las propiedades físico-químicas de los p.a. y las formulaciones que se emplean. Entre estas cuentan la persistencia, solubilidad en agua, las constantes relacionadas con la volatilidad (presión de vapor, la constante de la Ley de Henry), el coeficiente de partición octanol-agua (Kow), la adsorción en suelo entre otras (Kd, Koc). b) Las condiciones agronómicas de la aplicación: composición del caldo o mezclas a aplicar, cantidad por ha, tipo de pulverización, precisión que brinde el equipamiento disponible, cumplimiento de la Buenas Prácticas de aplicación de plaguicidas, etc. c) Las condiciones climáticas al momento concreto de efectuar la aplicación: temperatura, humedad ambiente, velocidad y dirección de los vientos, entre otras. d) Los fenómenos posteriores de la deriva primaria que se produce en el momento de la aplicación, es decir lo que ocurre luego en términos de movimiento de las moléculas por acción del agua (precipitación, inundaciones, riego) o por la acción eólica (dispersión de material particulado). e) En último término y dado que se intenta preservar la salud de las personas que viven en las cercanías y proteger el ambiente circundante, se tiene que considerar la toxicidad o peligrosidad inherente de cada compuesto, tanto para la exposición aguda como crónica, considerando todas las características toxicológicas propias de cada compuesto, incluyendo por ejemplo la carcinogenicidad, la perturbación endócrina, la neurotoxicidad, la afectación del sistema inmune, entre otras varias características que afectan la salud humana y el impacto que producen en la biota, el agua, los suelos, el aire, la vegetación circundante. En caso de conocerse cuenta también la toxicidad de los inertes o coadyuvantes que forman parte de la formulación que se aplica. Se tiene probado que cuanto más próximas están las viviendas de las zonas de cultivo especialmente aquellos que usan OGMs como soja, maíz, algunos frutales y otros, se muestran mayores evidencias de exposición a los distintos plaguicidas aplicados y concomitantemente se verifican mayores impactos en la salud de las personas y de los ambientes involucrados.

Atender este último punto relacionado con los efectos en la salud de las poblaciones rurales o urbanas cercanas a los cultivos, conduce a relevar los conocimientos existentes respecto a las medidas de prevención, entre las que se encuentra la adopción de zonas de resguardo. Sobre este particular aportan las constataciones de las distancias que alcanzan las gotas asperjadas, mediante distintos experimentos de campo, en los que se miden directamente las concentraciones encontradas en sitios alejados del punto de aplicación. Sin embargo resultan de mayor interés o más relevantes para aquel propósito de la prevención, los estudios que evalúan los efectos en salud observados por poblaciones expuestas en las cercanías de los cultivos. En el ítem 5.2 se efectúa un resumen de algunos trabajos muy significativos sobre este tema.

Efectos en la salud por la cercanía de los cultivos

Está bien demostrado que vivir cerca de tierras con cultivos transgénicos tratados químicamente, genera niveles muy superiores de exposición. Se ha visto tanto estudiando los interiores de las viviendas cercanas, como los parámetros biológicos (orina y otros) de los niños y familiares en dichas viviendas (Ward y col., 2006; Lu y col., 2000).

Ward y col. (2006) en un estudio en campos de maíz y soja de Iowa (EEUU) concluyeron que la exposición a los herbicidas comunes utilizados en la zona estudiada, que incluyeron a los más comunes que también se usan en Argentina (2,4 D, dicamba, metolaclor, trifluralina, atrazina, bentazon, etc.) es consistentemente mucho mayor en las personas que viven a distancias menores de 750 metros de los cultivos agrícolas. Remarcando en el caso del herbicida fenoxiacético 2,4 D, el elevado nivel de frecuencias (95% de los hogares), y concentraciones (85,2 – 126000 ng/g) halladas. Estos autores consideraron de gran importancia para la evaluación de riesgo, hacer estudios a distancias mayores de 750 m.

Otro ejemplo lo brindan Lu y col. (2000), en donde la exposición de los niños a pesticidas organofosforados (OP) en una comunidad agrícola en el centro del estado de Washington (EEUU), es siete veces más alta que la población de referencia, cuando los padres trabajan con pesticidas agrícolas, o cuando viven cerca de tierras de cultivo tratadas con pesticidas.

Rull y col. (2009) concluyeron en un abarcativo estudio realizado en California EEUU, que la exposición ambiental a las aplicaciones de varias familias de plaguicidas agrícolas, pueden contribuir al riesgo de leucemia linfoblástica aguda infantil dentro de media milla (804,5 m). Por ejemplo los organofosforados (clorpirifós, dimetoato), los piretroides (cipermetrina, lambda-cihalotrina), los fenoles clorados (2,4 D), las triazinas (atrazina), y glifosato, dicamba, entre otros.

Por otra parte, una investigación en el estado de Washington (Coronado y col., 2011), demuestra (tomando como muestra 100 trabajadores agrícolas y 100 adultos y niños no trabajadores agrícolas), la estrecha relación de la proximidad residencial a tierras de cultivo, con la mayor concentración de metabolitos urinarios de OP. En comparación con los hogares de los no trabajadores agrícolas, los hogares de trabajadores agrícolas tenían niveles más altos de azinfos metilo (643 ng/g frente a 121 ng/g) y fosmet (153 ng/g frente a 50 ng/g). En general, estos autores observaron una reducción del 20% de estos parámetros, por aumento de milla (≈ 1600 m) de distancia desde las tierras de cultivo.

Gunier y col. (2017a) mediante estudios extendidos en el tiempo de madres expuestas durante el embarazo, determinaron que el uso de plaguicidas agrícolas potencialmente neurotóxicos (organofosforados como el clorpirifós, carbamatos, piretroides, neonicotinoides y fungicidas de Mn) dentro de 1 km de las residencias donde cursaron el embarazo, produce un desarrollo

neurológico más pobre en sus niños. Estos autores en el mismo centro de investigación de la Universidad de California, Berkeley, mediante numerosos trabajos, han efectuado un importante aporte para la comprensión de la etiología de las enfermedades relacionadas con el ambiente, realizando un estudio que comprende el seguimiento desde 1999 hasta nuestros días, de madres expuestas a plaguicidas durante el embarazo y el consiguiente desarrollo de sus hijos. Han observado asociaciones entre niveles más altos de biomarcadores de exposición a pesticidas y peor salud y desarrollo. Específicamente, concentraciones más altas de metabolitos urinarios de plaguicidas organofosforados (OP) en la orina materna durante el embarazo se asociaron con una duración gestacional más corta (Eskenazi y col., 2004), mayores probabilidades de reflejos neonatales anormales (Young y col., 2005), trastorno generalizado del desarrollo y un desarrollo mental más deficiente a los 2 años de edad (Eskenazi y col., 2007), menor atención y comportamientos hiperactivos a los 5 años (Marks y col., 2010), y menor Cociente Inteligencia (CI) a los 7 años (Bouchard y col., 2011). Actualmente están examinando en cohortes de estudio continuo, los resultados del desarrollo neurológico en edades más avanzadas. También han informado que los niveles de metabolitos de OP tanto prenatales como infantiles se asociaron con más síntomas relacionados con el asma, y niveles más altos de metabolitos de plaguicidas OP en la orina de niños entre el nacimiento y los 5 años de edad se asociaron con una función pulmonar reducida a los 7 años de edad (Raanan y col., 2015 y 2016). Cabe mencionar que la institución considera necesario establecer márgenes de seguridad superiores a los 400 metros, para brindar protección a la salud sobre todo de niños y mujeres embarazadas a los múltiples efectos que observan (Gunier y col., 2017b).

Se observó también correlación entre un mayor uso del fumigante bromuro de metilo en un radio de 5 a 8 km de las residencias maternas durante el embarazo y un menor peso al nacer en sus hijos (Gemmill y col., 2013). También reportaron que los puntajes más bajos del Cociente de Inteligencia de Escala Completa (FSIQ) en niños de 7 años de edad se asociaron con: (i) mayor uso de OP y otros insecticidas dentro de 1 km de la residencia materna durante el embarazo (Gunier y col., 2017a), (ii) mayor uso de los fumigantes bromuro de metilo y cloropicrina en un radio de 8 km de residencias de niños desde el nacimiento hasta los 7 años de edad (Gunier y col., 2017c), y (iii) mayor uso agrícola de ciertas mezclas de plaguicidas neurotóxicos (Coker y col., 2017). Encontraron también que la disminución en FSIQ asociada con el mayor uso de insecticidas OP y carbamatos, dentro de 1 km de las residencias de la madre durante el embarazo, persistió en los niños a los 10,5 años de edad (Rowe y col., 2016).

Otros varios estudios epidemiológicos realizados en California han encontrado que un mayor uso de pesticidas agrícolas en zonas cercanas a las viviendas, se asoció con peores resultados de salud de los niños. Por ejemplo, los hijos de madres que vivían a menos de 0,5 km de territorios con un mayor uso agrícola de los pesticidas organoclorados dicofol y endosulfán, durante el embarazo tenían mayores probabilidades de desarrollar autismo (Roberts y col., 2007). Mientras que, en otro estudio, se observaron mayores probabilidades de autismo entre los niños cuyas madres vivían durante el embarazo, a 1,5 km de cualquier uso agrícola de plaguicidas OP o piretroides (Shelton y col., 2014).

Otros estudios que evaluaron el riesgo de defectos congénitos relacionados con el uso de pesticidas agrícolas han encontrado resultados mixtos, con asociaciones positivas observadas entre el uso de 2 carbamatos (benomyl y metomyl) dentro de 1 km de las residencias durante el embarazo y defectos del tubo neural en los niños (Rull y col. 2006). Finalmente, los estudios sobre el cáncer infantil han observado asociaciones entre la leucemia y el uso agrícola, de metam sodio y dicofol en un radio de 0,8 km de la residencia materna durante el embarazo (Reynolds y col., 2005).

Siguiendo con estudios verificados en el estado de California, se menciona que ha habido solo unas pocas investigaciones que han evaluado la relación de las aplicaciones de plaguicidas en comunidades agrícolas y concentraciones de plaguicidas medidas en el aire exterior o en el polvo doméstico. Estos estudios han encontrado correlaciones para algunos plaguicidas, pero la fuerza de la correlación varía según el plaguicida y la distancia en un rango bastante amplio, es decir, de 4 a 8 km (Harnly y col., 2005; van Wesenbeeck y col., 2016, California Department 2015, 2016, 2017; Wolford y col., 2014).

Por ejemplo, muestras de aire exterior de viviendas ubicadas a más de 0,25 km de huertos frutales tenían concentraciones significativamente más bajas de 2 plaguicidas OP (clorpirifós y azinfos-metilo) que las muestras de hogares dentro de 0,25 km de huertos (Gibbs y col. 2017). Un modelo de dispersión de aire desarrollado para el fumigante 1,3-dicloropropeno coincidió bien con los datos de monitoreo del aire disponibles y estimó una reducción de 10 veces en las concentraciones en el aire localizado a 0,4 km del sitio de aplicación, a favor del viento, y una reducción adicional de 10 veces de las concentraciones en el aire localizado desde 0,4 km a 1 km del sitio de aplicación (van Wesenbeeck y col., 2016). Un estudio reciente que utilizó datos publicados sobre concentraciones de plaguicidas en el polvo encontró que las concentraciones promedio eran 64% más bajas en las casas ubicadas a 0,25 km en comparación con 0,02 km de los campos tratados (Deziel y col., 2017).

Hay que considerar también que la estimación de la exposición humana a partir de solo la exposición residencial podría estar subvaluada, ya que no considera la exposición acumulada del individuo en múltiples entornos, como guarderías, escuelas o el trabajo. Todas las estimaciones además, como se ha mencionado anteriormente, pueden mejorarse considerando las condiciones meteorológicas locales, las características físicas del plaguicida (por ejemplo, persistencia, volatilidad, etc.) y el método de aplicación del plaguicida (por ejemplo, aéreo o terrestre con menor o mayor precisión). Por lo tanto, identificar la zona de amortiguamiento correcta o la distancia de los campos tratados que sería suficiente para proteger la salud pública es complejo. Dadas las diferentes propiedades físicas de los plaguicidas, es poco probable que una sola distancia sea adecuada para abordar los riesgos para la salud de toda exposición a plaguicidas, incluidos los menos estudiados (Cimino y col., 2017; Myers y col., 2016). Las evaluaciones pueden diferir según las mezclas de plaguicidas que se apliquen porque, según el perfil de los compuestos pueden aumentar los efectos sobre la salud (Comer y col., 2017). Por lo tanto, adoptar márgenes holgados, que respeten el amplio espectro de posibilidades y las incertidumbres aún existentes, será recomendable para las tomas de decisiones sobre el metraje de las zonas de resguardo.

Problemas de salud por la cercanía de cultivos en Argentina

En Argentina, los estudios científicos citados anteriormente, que detectaron plaguicidas en numerosas muestras y matrices en distintos escenarios, evidencian con creciente validez el estatus preocupante de la situación. Pero también cabe mencionar como un hecho de gran importancia, los procesos experimentados por la sociedad que, en forma espontánea y objetiva, por sufrir los efectos en carne propia por parte de muchos ciudadanos, fue generando distintas modalidades para compenetrarse del problema que está vivenciando. Fueron expresando mediante distintas formas colectivas, los resultados de sus averiguaciones médicas y toxicológicas, como así también, adoptando formas de comunicación social de la situación de contaminación de sus territorios y su población, en diversas zonas agrícolas del país. Un buen ejemplo de esto lo constituyen los movimientos colectivos como “Paren de fumigar” o “NO nos fumiguen” que si bien son los más representativos, no son los únicos (Tubio, 2019).

Cabe reflexionar al respecto, que no hay hecho más revelador de la ausencia del Estado, que visualizar algunas movilizaciones de vecinos efectuando encuestas, recopilando en las farmacias del barrio la cantidad de remedios oncológicos que se venden, o levantando registros de la cantidad de enfermos de cáncer que se observan en el barrio. Estas movilizaciones en muchos casos culminaron con acciones judiciales, que ayudaron no sólo a visibilizar el problema por parte de las autoridades y el resto de la sociedad, sino también a introducir algunos cambios y mejoras en la situación. Por ejemplo, en el establecimiento de zonas de resguardo y otras medidas precautorias mediante normativas comunales o municipales (Cortese, 2020; Bassi, 2020; Gonzalez, 2020; Peralta, 2009).

También ha sido relevante, que este conjunto primario de expresiones de la sociedad, fuera correspondido por profesionales de la salud, médicos y de otras especialidades, que aportaron sus conocimientos y sus capacidades desde distintos ámbitos, hospitales públicos y universidades, contribuyendo a la profundización de los conocimientos y experiencia sobre esta compleja temática y el planteamiento urgente de sus soluciones, casi siempre sin el consenso de los responsables de garantizar la salud pública en el país.

Además de los miembros de las comunidades afectadas y los valiosos aportes desde los profesionales de la salud, también sin duda en Argentina se han comprometido en la fuerte tensión existente respecto al uso de plaguicidas y su efecto en la salud, otros actores de la sociedad, como las asociaciones de productores, gremios, instituciones educativas y de ciencia, organizaciones no gubernamentales del ambiente y los derechos humanos, y algunos tomadores de decisión política sensibilizados (defensores del pueblo, legisladores, concejales, funcionarios judiciales, etc.). Por ello es posible contar con un gran número de expresiones públicas, documentos con información, artículos periodísticos, actuaciones de defensorías del pueblo, y numerosos fallos judiciales que han contribuido a mejorar la situación en algunos casos, pero que abogan profusamente por cambios profundos y urgentes en la gestión de los agroquímicos en el país y la adopción de medidas precautorias, durante la transición hasta que ellos se concreten, o el tiempo que fuera necesario para proteger en todo momento el medioambiente y la salud de la población.

Entre los importantes aportes efectuados en este marco, se destacan por ejemplo los del Dr. Damián Verseñazzi de la Universidad Nacional de Rosario y su trabajo precursor realizando campamentos epidemiológicos, que evidenciaron las anomalías en la salud de pobladores de numerosos pueblos del territorio rural santafesino, y su trascendente trabajo de investigación epidemiológica y difusión de la problemática en el país. En los “Campamentos Sanitarios” realizados (al año 2017) en 36 localidades de 4 provincias de Argentina, entrevistaron domiciliariamente a más de 105.490 personas (lo que equivale a un 65,3% del total de habitantes de esas localidades). Los datos son analizados por el Instituto de Salud Socioambiental de la Facultad de Cs. Médicas de la UNR, pudiéndose evidenciar un cambio en los perfiles epidemiológicos de localidades que han quedado rodeadas por los territorios de producción agroindustrial a base de GMOs y químicos sintéticos (Verzeñassi, 2016a). Entre las principales enfermedades que se han identificado en franco incremento desde la instalación de este modelo de producción se encuentran: trastornos endócrinos (principalmente hipotiroidismo), abortos espontáneos, malformaciones congénitas, leucemias, linfomas y cánceres de diferentes tipos (con llamativo incremento en personas jóvenes). Según estos estudios en el año 2012, mientras en la Argentina la incidencia anual de cáncer fue de 212/100000 habitantes, en las localidades donde se realizaron campamentos sanitarios después de ese año, la incidencia anual promedio fue de 397,4/100000 habitantes. Cabe aclarar que los Campamentos Sanitarios son un dispositivo de evaluación final de estudiantes de Medicina de la UNR, que consisten en visitar durante cinco días localidades de alrededor 10000 habitantes, y entre otras actividades, realizar

un relevamiento epidemiológico de esas localidades, con una metodología de "barrido" domiciliario (Verzeñassi, 2016b; 2019a; 2019b).

Otros profesionales de la salud también mostraron tempranamente efectos de los agroquímicos. Médicos sensibilizados en 2010 produjeron el "Primer Informe de Médicos de Pueblos Fumigados con Agroquímicos" (Avila-Vazquez y Nota, 2010), y especialmente contribuciones posteriores publicadas por el Dr. Medardo Avila-Vazquez, estudiando las anormales tasas de abortos espontáneos, anomalías congénitas y trastornos reproductivos en localidades rurales de la Provincias de Córdoba (Avila-Vazquez y col. 2018; 2016; 2017).

Del mismo modo mediando la intervención del Defensor del Pueblo se produjeron informes que también resultan importantes. Tal es el caso del informe denominado "Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires. Mapa de situación e incidencia sobre la salud" realizado por el Defensor del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires, junto a profesionales especialistas de la Universidad Nacional de La Plata, que describe aumentos de enfermedades graves en las regiones de gran utilización de plaguicidas. También aporta datos obtenidos en suelos y aire colectados en la Provincia de Buenos Aires en invierno (Junio 2012) y verano (Octubre 2012, febrero-Abril 2013) junto con datos de leche materna de donantes de Saladillo (agrícola-urbano) y Florencio Varela (urbano) (DPPBA, 2015). El otro caso corresponde a un informe realizado por el Defensor del Pueblo de la Nación y ONU-UNICEF, denominado "Atlas de Riesgo Ambiental de la Niñez en la República Argentina", en el que se advierte que la situación ambiental en Argentina pone en riesgo la calidad de vida en la infancia. El documento señala que unos 5 millones de niños sufren las consecuencias de la actividad industrial y 2 millones el impacto de los agroquímicos (DPN-UNICEF-ONU).

Algunos estudios que evidencian efectos por la cercanía de cultivos

Recientemente investigadores de Rosario (Santa Fe) (Di Leo y col., 2021) presentaron en una jornada de las Universidades de la Región Centro, un estudio que se llevó a cabo en la localidad de Murphy, que se ubica en el departamento General López, provincia de Santa Fe (33º 38' 38'' lat. S; 61º 51' 25'' long. O). Se evaluó la distribución espacial de especies de líquenes, que sirven para calcular el Índice de Pureza Atmosférica (IPA), para verificar asociaciones direccionales con contaminación atmosférica, dado que se trata de una localidad de la zona núcleo argentina, rodeada por intensa actividad agrícola. Se encontró presencia de estroncio, plomo, molibdeno y zinc en zona agrícola, lo que es esperable ya que son elementos indicadores de agroquímicos. Llamó la atención de los autores que el conjunto de estos mismos metales se encuentra con fuerte presencia en zona urbana, indicando contaminantes provenientes de los cultivos cercanos (Fig. 4). Preliminarmente estimaron que la distribución del Indice de Pureza Atmosférica (IPA) mostró la existencia de una dependencia espacial moderada en los datos puntuales relevados. Esto indica que la confección de cartografía que sirva para correlacionar luego con otras variables debe ser procesada mediante técnicas geoestadísticas adecuadas (Di Leo y col., 2021)

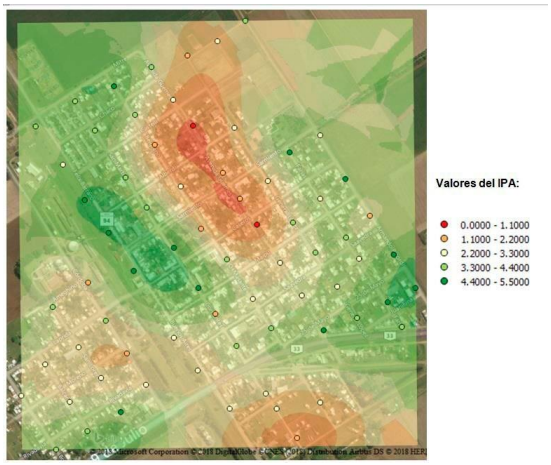


Figura 4: Distribución espacial de parámetros de contaminación (IPA) en Murphy (Santa Fe) (Di Leo y col. 2021)

Otros trabajos que han cuantificado la modificación de algunos parámetros indicadores en zonas cercanas a cultivos han sido descriptos anteriormente. Tal es el caso de Demonte y col. (2018) que estudiando aguas de tambos de los Departamentos Castellanos y Las Colonias de la Provincia de Santa Fe, verificaron diferencias entre el agua subterránea en el momento de extracción y luego de estar depositadas en los bebederos. Se determinó la presencia de glifosato y AMPA en 15% y 53% del total de muestras extraídas de los grifos, con concentraciones que variaron entre 0,6–11,3 µg/L y 0,2–6,5 µg/L respectivamente. Mientras que en los reservorios abiertos al ambiente exterior del establecimiento agrícola, mostraron niveles superiores de glifosato y AMPA en 33% y 61% de los casos analizados, con valores entre 0,6–21,2 µg/L y 0,2–4,2 µg/L respectivamente. También en este último caso se detectó trazas gufosinato (<0,1 µg/L) en el 52% de las muestras del bebedero, habiéndose cuantificado en una muestra 0,1 µg/L (Demonte y col., 2018).

Consideraciones sobre distancias de amortiguamiento

De las numerosas referencias y descripciones efectuadas más arriba, basada en la literatura publicada en nuestro país e internacionalmente, se desprende que hay evidencias de que la exposición puede ser sensiblemente disminuida extendiendo la zona de cultivos respecto a las urbanas, y que en nuestro país se ha alcanzado un momento crítico de riesgo, en el que se ha tornado urgente la toma de medidas precautorias. La determinación precisa del búfer o zona de resguardo no es una cosa sencilla en términos de considerar todas las variables en juego. Además de tener en cuenta los potenciales efectos de cada plaguicida, tal como se conocen al día de hoy, puede haber puntos finales de salud más sensibles que aún no se han estudiado y que requerirían un búfer distinto, aún mayor para proteger la salud pública. Pero en todos los casos las políticas para proteger la salud pública, y sobre todo a los niños, están justificadas dada la sólida evidencia de que la exposición a plaguicidas puede aumentar los riesgos para la salud de los sectores de población más vulnerables: mujeres embarazadas, neonatos, infancia y niñez en todos sus períodos. De acuerdo a la información consultada y descripta en este texto, con más otra gran cantidad de información científica existente en la literatura cuyas bases de datos y fuentes más prestigiosas también se mencionan en la bibliografía del presente informe, **se considera que partir de una mínima distancia de 1000 metros se puede comenzar a contar con un nivel razonablemente aceptable de protección.**

Además de requerir una zona amortiguadora, se deben tomar políticas para establecer otras medidas de protección para reducir la exposición, especialmente como se dijo, de las mujeres embarazadas y de los niños. Estas pasan especialmente por diseñar paisajes protectivos mediante la disposición de barreras arbóreas que actúan como atenuadoras de los efectos de

transporte por acción del viento. Del mismo modo se requiere tener una especial atención en el manejo del territorio involucrado, la zonificación para nuevos desarrollos residenciales, el manejo de medidas protectivas de los cursos de agua, los acuíferos subterráneos y disponer adecuados sistemas canalización, drenaje y desagote de aguas de las precipitaciones para evitar inundaciones en las zonas rurales que además del daño económico son altamente perjudiciales desde el punto de vista ambiental.

Se debe contemplar una conversión gradual hacia otras formas de agricultura que no requieran el uso de plaguicidas sintéticos, en los territorios comprendidos en las zonas de resguardo periurbanas, como así también en los campos en cercanía de escuelas. Se debe tener en cuenta que la estrategia ideal para proteger la población en general y sobre todo a los grupos más vulnerables, es la eliminación o la reducción generalizada del uso de plaguicidas agrícolas. Para ello ayudarán en el interín prácticas más sustentables que comprendan manejo conservativo del suelo, la rotación de cultivos, el uso de cultivos de cobertura y consociados, el manejo integrado de plagas, entre otras buenas prácticas sustentables. Pero sin duda la estrategia principal que se debe promover y estimular desde el Estado, es una agricultura basada en la ciencia de la agroecología y relacionadas, que plantean principios mucho más armónicos con la naturaleza y la vida. Estos pasos se han tornado vitales y son la mejor respuesta posible a los dilemas planteados, por los que se están poniendo en juego ni más ni menos, que la salud de la población actual, la de las generaciones futuras, y la integridad de nuestro hogar grande que es el ambiente donde vivimos.

6. EL ANALISIS DE RIESGO Y LA GESTIÓN DE PLAGUICIDAS

Resulta de interés hacer una mirada de los sistemas que se utilizan para gestionar el uso de plaguicidas. Esto comprende los procedimientos empleados para el registro y la autorización de los productos, los modelos para la caracterización y clasificación de los ingredientes activos (i.a.) y de los formulados, la evaluación de los riesgos por exposición humana y ambiental a los residuos de los plaguicidas, las medidas de inspección y vigilancia de distintos tipos, las formas de educar e informar a la población sobre los peligros y los riesgos, y el conjunto de normativas en vigor, para posibilitar el uso de los agroquímicos con márgenes de seguridad aceptables, hasta tanto se pueda concretar la eliminación o minimización de su uso.

El análisis de riesgo: estrategia utilizada en países desarrollados

Comenzaremos por referirnos al sistema que utiliza la Unión Europea, comunidad de países donde se presta especial atención a esta temática. Entraremos en tema describiendo uno de los producidos comunicacionales importantes del mismo. Se trata de los informes anuales que según la legislación de la Unión Europea (artículo 32, Reglamento CE N° 396/2005), son proporcionados por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority –EFSA-). Informe que examina los niveles de residuos de plaguicidas en los alimentos en el mercado europeo, basado en datos de las actividades oficiales de control nacional llevadas a cabo por los Estados miembros de la UE, Islandia y Noruega. El mismo incluye un subconjunto de datos del programa de control coordinado por la UE, que utiliza una estrategia de muestreo aleatorio (EFSA, 2021). La versión más reciente con los resultados de 2019, reporta que el 96,1% de las 96.302 muestras analizadas cayeron dentro de los límites legales o sea los Límites Máximos de Residuos (LMR) (92.577 muestras). De éstas, 54.517 muestras (56,6%) no contenían residuos cuantificables (resultados por debajo del LC para todos pesticidas analizados) mientras que el 39,5% de las muestras analizadas contenían residuos cuantificados que no superaban los límites legales (38.065 muestras). Para este año un 3,9% de las muestras (3.720) superaron los LMRs. Se analizaron en total 799 plaguicidas y en promedio unos 233 por cada muestra. **Esto significa que el 43,4 % de los alimentos que consumen en Europa contienen plaguicidas**. Los

resultados del programa coordinado están disponibles en el sitio web de la EFSA en forma de gráficas y gráficos interactivos, para facilitar la comprensión de los datos a las personas no especializadas y al público en general (EFSA, 2021).

Es interesante observar los valores que se informan respecto a las determinaciones de **glifosato** sobre 13.336 muestras de alimentos incluidos los procesados. Entre ellas se analizaron 165 muestras de alimentos infantiles y 1028 muestras de origen animal incluida la miel. Como resultados muestran que en el 97% de las muestras no se cuantificó glifosato. En 2,7% (364 muestras) el glifosato se cuantificó en valores menores al LMR. En 12 muestras (0,1%) los residuos excedieron el LMR. Los alimentos infantiles no tuvieron detecciones y la mayor frecuencia se encontró en semillas de lino. El glifosato en miel y otros productos de apicultura fueron analizados en 249 muestras, obteniéndose valores <LC en 232 (93,2%), entre >LC<LMR en 15 (6%) y >LMR en 2 muestras (0,8%). Estos datos sobre glifosato expresan una situación completamente distinta de sustancial menor contaminación a la que se observa en Argentina. En los análisis de **otros plaguicidas** en mieles y productos de apicultura de las 1301 muestras analizadas 1024 (78,7%) se encontraron libres de residuos cuantificables y se detectaron excesos de los LMR en 12 muestras (0,9%). Los plaguicidas que concernieron a estos productos fueron neonicotinoides (tiacloprid, acetamiprid) y otros agentes usados en apicultura (amitraz, cumafos). Finalmente el informe detalla que la frecuencia de aparición de muestras conteniendo **múltiples residuos** (es decir conteniendo más de un plaguicida en concentración cuantificable) fue mayor en los alimentos no procesados (28%) comparados a los productos procesados (16,8%). Se reportaron múltiples plaguicidas en 25.584 muestras (27% vs 29% en 2019). Para finalizar nuestra visita a este informe con abundante información, las muestras procedentes de **Argentina** determinadas en este sistema arrojó el siguiente resultado: total 382 muestras analizadas: 211 <LC; 144 entre LC y LMR; 27 >LMR. Informaron excesos de antraquinona en 8 muestras de infusión mate (EFSA, 2021)

Otra parte importante del informe de EFSA, es la evaluación del riesgo dietario, comparando los resultados de los análisis, con los parámetros de referencia para la toxicidad crónica (%IDA) y aguda (%ARfD), siguiendo normativas reconocidas internacionalmente para esta evaluación. Respaldado en todas estas actividades, el informe afirma que es poco probable que los productos alimenticios analizados en 2019 planteen un problema para la salud de los consumidores, aunque proponen recomendaciones para aumentar la eficacia de los sistemas de control europeos, garantizando así un alto nivel de protección de los consumidores.

Este informe es el producto de un sistema muy completo de control que abarca más de 300 laboratorios oficialmente habilitados con la guía de 4 laboratorios de Referencia (EURL). El sistema contempla un sistema de alerta rápida (Rapid Alert System for Food and Feed -RASFF-) que permite tomar acción inmediata ante la detección de riesgos insostenibles para la salud de la población. Cabe mencionar como ejemplo reciente el caso de la alerta sobre fipronil en 2017 que concluyó con el decomisado y la destrucción de millones de huevos y toneladas de pollos de consumo en más de 17 países europeos, por haberse constatado la presencia de ese compuesto peligroso, no autorizado para su uso en criaderos de aves (CNTA, 2017).

Como se desprende de la lectura del informe de la UE mencionado, podemos generalizar que el sistema de controles, apoyados por estrategias basadas en los principios y pautas del denominado “análisis de riesgos”, es el que se observa sustenta el uso planificado de los agroquímicos en ese continente y es la estrategia recomendada por los organismos internacionales competentes: FAO-OMS y JMPR entre otros. El análisis de riesgos requiere entonces el cumplimiento de sus tres grandes dimensiones la **“evaluación del riesgo**”, la “**gestión del riesgo**”, y la “**comunicación del riesgo**”. Como podemos inferir, este sistema demanda cuantioso esfuerzo económico en los países desarrollados. Abarca no solo agencias

específicas como la EFSA en la UE o la EPA en EEUU, sino el mantenimiento de infraestructuras de laboratorios, de actividad científica y regulatoria de una considerable escala. A partir de su cumplimiento estricto, estos países comunican a sus sociedades que tienen "bajo control" los riesgos que presentan los cuantiosos peligros derivados del uso de sustancias tóxicas en la agricultura. Es decir pueden informar a la sociedad, como hace la EFSA con el soporte técnico y logístico mencionado, que se consume un 43,4 % de los alimentos en EU con plaguicidas y que "solo" un 3,9 % excedió los límites, y que mediando la evaluación de riesgos, concluyen que es una situación de bajo riesgo para la salud. El sistema aporta información continua que conduce a medidas correctivas y de control más ajustadas a los hechos. De esta forma también al medir año a año los residuos que se observan en las cosechas y su comparación con los respectivos LMRs, verifican también que se cumplan las condiciones legisladas para el registro y uso de los plaguicidas, especialmente que se cumplimenten las legislaciones sobre Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) vigentes, sobre cuyo adecuado cumplimiento en realidad se apoya todo el sistema. Hay que considerar que el LMR, el parámetro administrativo básico del sistema, se adopta a partir de estudios realizados bajo la constatación de que se utilizan las BPA legisladas en todos sus alcances.

Estas formas de gestión en los países desarrollados, los ha conducido a realidades que no son comparables con nuestro caso. Podría decirse que el perfeccionamiento de los sistemas de gestión en esa misma dirección, sería una meta intermedia deseable para los países que, como el nuestro, no efectúan controles eficientes de residuos, y donde el análisis de riesgos es una actividad incipiente, la Buena Práctica Agrícola se aplica poco o no se aplica, no se evalúa suficientemente el impacto en salud y en el ambiente originados por la agricultura. O sea que habría que hacer muchos esfuerzos para lograr encausar un uso razonable de los agentes químicos, al menos con consecuencias manejables como las que se informan en otros países más desarrollados.

La creciente tendencia crítica mundial a la Agricultura de Base Química

Sin embargo Europa, que cuenta con estos sistemas de control y prevención bien consolidados, y cuyos resultados se presentan como auspiciosos, lejos de ser un dechado de virtudes, cuenta con severos cuestionamientos por parte de su sociedad, y tensiones internas de consideración. Por ejemplo, la autorización del glifosato bajo la legislación de la UE efectuada por la Comisión Europea (CE) en 2017 sigue siendo muy controvertida (EC, 2017). En su resolución del 24 de octubre de 2017, el Parlamento Europeo declaró que la decisión de la Comisión de reautorizar el glifosato "no garantiza un alto nivel de protección de la salud humana y animal y el medio ambiente, no aplica el principio de precaución, y supera las competencias de ejecución previstas en el Reglamento (EC) nº 1107/2009" (European Parliament, 2017). Cabe aclarar que el Reglamento mencionado es el que utiliza la Unión para el registro y autorización de los fitosanitarios (Plant Protection Products –PPP-) que en su concepción y articulado contempla la aplicación del principio precautorio como mandatorio. A posteriori la Corte de Justicia de la Unión Europea (CJEU) en el caso C-616/17, Blaise y otros, ECLI:EU:C:2019:800, por las que se juzgó un acto vandálico por parte de activistas sobre un negocio que comercializaba glifosato, consideró que "no hay motivos para cuestionar la validez del Reglamento (CE) n° 1107/2009 sobre la comercialización de productos fitosanitarios (incluido el glifosato) a la luz del principio de precaución". Sin embargo dada la complejidad científica y técnica en torno a la aplicación de este principio, la revisión judicial por parte del CJUE solo se limitó a la evaluación de si las disposiciones del Reglamento n° 1107/2009 están viciadas por un error manifiesto de apreciación. En realidad, se cuestionó si la CE cumplió con su deber de actuar con diligencia, y tener en cuenta toda la información científica disponible, dado que en su Reglamento de aplicación n° 2017/2324, de 12 de diciembre de 2017, no se hace referencia a la controversia científica sobre el posible efecto cancerígeno del glifosato. Concretamente va dejando abierta

la discusión de fondo sobre el particular (Donati, 2020). Al punto que como una consecuencia el Parlamento Europeo con el fin de garantizar mejor la transparencia y la independencia del procedimiento de autorización de plaguicidas y otros productos (aditivos, aromas, enzimas y OGMs) que entran en la cadena alimentaria, adoptó un nuevo reglamento el 17 de abril de 2019 (EP, 2019). Para 2020, la mayoría de los datos presentados por la industria a la EFSA, como parte de la solicitud de autorización de una sustancia o producto, estarán disponibles. Esta publicación debe realizarse sin demora tan pronto como se considere admisible o válida una solicitud de autorización de comercialización para que el público pueda verificar estas evaluaciones. Además, la EFSA establecerá y gestionará una base de datos que contenga todos los estudios encargados o realizados por parte de los operadores comerciales para respaldar su solicitud. En circunstancias excepcionales de controversias graves o resultados contradictorios, la Comisión podrá solicitar a la EFSA que encargue estudios científicos, distintos de los proporcionados por la industria, con el objetivo de verificar la evidencia científica utilizada en su proceso de evaluación de riesgos (EP, 2019).

Así y todo observamos que toda la EU efectúa muchos aprestos para reducir drásticamente el uso de plaguicidas en su territorio. Tiene legislaciones en vigencia como el "Pacto Verde" (Green Deal) que se propone ambiciosas metas de transformar sus modos de producción hacia formas más sustentables y reducir el uso en un 50% el uso de agroquímicos para 2030, y adoptar formas de agricultura alternativas más sustentables como aquellas basadas en los principios de la agroecología (EC, 2021 y 2020). Muy recientemente el Parlamento, el Consejo y la Comisión europeas se comprometieron en impulsar estas reformas catalogadas como un "cambio real de cómo se practica la agricultura en Europa", asignando un presupuesto de €270-billones (US$318-billones) para alcanzar mejoras en el impacto que se produce en el clima y los ecosistemas en el período 2023–27. Más allá de que esto genuinamente pueda materializar o no el cambio profundo que se necesita, es una acción de compromiso significativo (Candel y col., 2021).

Los problemas en los sistemas de aprobación y uso de plaguicidas más avanzados del mundo no se observan solo en Europa. En Estados Unidos esta función del Estado se encuentra en manos de la denominada Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency –EPA-), una Agencia que fuera creada en 1970 para resolver tensiones entre las áreas productivas, de salud y ambientales en ese país. Tiene acción independiente con sede en Washington, DC, oficinas regionales para cada una de las diez regiones de la agencia y 27 laboratorios. Contaba en 2018 con 13.758 empleados, de los cuales más de la mitad son ingenieros, científicos y especialistas en protección ambiental; otros empleados incluyen tecnólogos legales, de asuntos públicos, financieros y de información. Esta institución maneja un presupuesto cuantioso, lo que muestra a su manera la atención que brinda ese Estado a esta cuestión. Es por todo este despliegue que es una de las entidades regulatorias y técnicas de la temática más reconocidas del mundo, más allá de los aciertos y defectos de su funcionamiento, pues no está exento de críticas.

Para ejemplificar sobre observaciones al sistema de aprobación de fitosanitarios (PPPs) a cargo de la EPA, podemos citar los comentarios recientes de Cardona y col., (2020), que afirmaron que el procedimiento puede pasar por alto el riesgo de cáncer de mama por exposición a plaguicidas, si los efectos sobre la glándula mamaria no se evalúan en los estudios de toxicología necesarios para el registro. Utilizando los documentos de registro de la EPA de EEUU, identificaron plaguicidas que causan tumores mamarios o alteran el desarrollo, y evaluaron cómo se consideraron esos hallazgos en la evaluación de riesgos. De 28 pesticidas que produjeron tumores mamarios, la evaluación de riesgos de la EPA reconoce esos tumores en nueve y descarta los casos restantes. Para cinco pesticidas que alteran el desarrollo de las glándulas mamarias, no se evalúan las implicaciones para la lactancia y el riesgo de cáncer. Muchos de los

pesticidas con actividad mamaria, activan vías relacionadas con la alteración endocrina: alteran la síntesis de esteroides en las células H295R, activan los receptores nucleares o afectan las enzimas metabolizadoras de xenobióticos. Pautas más claras basadas en la biología del cáncer de mama fortalecerían la evaluación de los efectos de las glándulas mamarias, incluidas las medidas histológicas y hormonales sensibles. Recomiendan que se deben reevaluar los riesgos potenciales de cáncer de varios plaguicidas comunes, que incluyen: malatión, triclopir, atrazina, óxido de propileno y butilcarbamato de 3-yodo-2-propinilo (IPBC). Identificaron 35 pesticidas que afectan la glándula mamaria y causan tumores mamarios u otros efectos de las glándulas mamarias. Veinticuatro de estos pesticidas todavía están en uso en EEUU. Por ejemplo, se usa IPBC, un antifúngico en cosmética y el malatión se utiliza en tratamientos contra los piojos y usos de jardín entre otros. Atrazina, dicloropropeno, paraquat dicloruro, clorpirifos y triclopir son algunos de los más utilizados pesticidas en los EE. UU. (Cardona y Rudel, 2020) y también en nuestro país. Por otro lado se sabe de las controversias que existen aún dentro del mismo organismo que prácticamente ha liberado al glifosato de producir algún efecto negativo en la salud humana en reciente informe, pero por otro lado en un informe biológico, producto de otro grupo de trabajo interno, reconoce que ese herbicida pone en peligro a 1.676 especies, y que modifica el hábitat de 759 especies en peligro, o el 96% de las especies en peligro para las que el hábitat resulta crítico (EPA, 2019).

Por otro lado, no solo es la Unión Europea la que aboga por cambios sustanciales en la producción global de alimentos hacia formas verdaderamente sustentables, que son las que no utilizan agroquímicos, o los utilizan con elevadas restricciones, sino que los propios organismos de las Naciones Unidas han volcado mucho esfuerzo en esa dirección en los últimos años (FAO, 2021; Naciones Unidas, 2012, SAICM, 2021).

Una referencia obligada respecto a este análisis crítico de la utilización de plaguicidas como fuente potencial de compromiso con los derechos de la ciudadanía, es el Informe de la Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación, del Consejo de Derechos Humanos, de la Asamblea General de Naciones Unidas, en su 34º período de sesiones, (febrero-marzo de 2017), en el marco del Tema 3 de la agenda: “Promoción y protección de todos los derechos humanos, civiles, políticos, económicos, sociales y culturales, incluido el derecho al desarrollo”. (ONU, 2017a). En este informe de la Relatora Especial Sra. Hilal Elver, fue nutrido por información aportada desde los numerosos países que respondieron a la consulta previa realizada por el organismo durante el año 2016, y entre los que se cuenta el informe remitido por Argentina, aportado por un conjunto de organizaciones socio-ambientales de nuestro país (ONU, 2016). El informe cuenta con aportes del Relator Especial sobre sustancias tóxicas y derechos humanos del mismo organismo, que a su vez produjo un informe especial sobre las implicaciones para los derechos humanos de la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos (ONU, 2017b). Al decir de sus palabras introductorias: “El informe ofrece una visión más clara del uso mundial que se da a los plaguicidas en la agricultura y de sus efectos sobre los derechos humanos; se describen las consecuencias negativas que las prácticas en materia de plaguicidas han tenido para la salud humana, el medio ambiente y la sociedad, que no se señalan ni vigilan suficientemente por estar limitado el interés, mayoritariamente, a la “seguridad alimentaria”; y se examinan los regímenes relativos al medio ambiente y los derechos humanos para determinar si las normas que los constituyen son suficientes para proteger a los trabajadores rurales, los consumidores y los grupos vulnerables, así como los recursos naturales necesarios para apoyar sistemas alimentarios sostenibles”. En coincidencia con muchos de los comentarios aquí vertidos, el informe señala que: “La evolución tecnológica en la fabricación de plaguicidas, entre otras innovaciones en materia de agricultura, ha contribuido sin duda a que la producción agrícola haya logrado mantenerse al nivel de los incrementos sin precedentes en la demanda de alimentos. Sin embargo, ello se ha logrado a costa de la salud humana y el medio ambiente, y al mismo tiempo el aumento de la producción de alimentos no ha logrado eliminar

el hambre en todo el mundo. La dependencia de plaguicidas peligrosos es una solución a corto plazo que menoscaba el derecho a una alimentación adecuada y el derecho a la salud de las generaciones presentes y futuras". El informe aborda los tópicos de mayor interés sobre este tema como son: las repercusiones negativas del uso de plaguicidas en los derechos humanos: salud humana e impacto medioambiental. La estructura jurídica. Los desafíos que plantea el actual régimen de plaguicidas. Alternativas al uso extensivo de plaguicidas: la agroecología. Tanto las observaciones que efectúa sobre la situación global respecto al uso de plaguicidas, como sus conclusiones y recomendaciones, por ejemplo sobre la necesidad de implementar un programa de reducción de uso de agrotóxicos y de reconversión en la producción agroalimentaria hacia la agroecología entre otras, se ajustan perfectamente a la situación que se vive en Argentina, resultando de insoslayable consideración por parte de los administradores y decisores en esta materia (ONU, 2017a).

Análisis de riesgo en Argentina

En Argentina las componentes del análisis de riesgos (AR) no se materializan o se aprovechan en su potencialidad para la gestión. A pesar de que hace tantos años que nuestros organismos de control están cercanos a los sistemas vigentes en otros países, y que se aplican grandes cantidades de plaguicidas con escasos controles, no se ha podido utilizar plenamente como herramienta de gestión de los riesgos existentes. Se puede mencionar que existen intenciones de que esta estrategia prospere en Argentina tal como se ha planteado en la Red de Seguridad Alimentaria del CONICET (RSA-CONICET, 2021), que además de haberla definido conceptualmente aboga por su desarrollo. Hay que contar con que este foro de reciente actuación en el país, puede contribuir muy eficazmente en una de las tres esferas del AR que es la Evaluación del Riesgo, aspecto que se apoya en el conocimiento científico existente.

Mientras tanto ha habido algunos aportes de significación en el campo de la evaluación de riesgo dietario, por ejemplo los estudios de Maggioni y col. (2017 y 2018), y la realización de capacitación en Argentina, propagada en incipientes actividades a Latinoamérica (Maggioni y col., 2019). Entiendo que es propicio para este informe, hacer una breve descripción de estos trabajos, realizados en el PRINARC-FIQ-UNL, que han sido pioneros para la evaluación de riesgos en Argentina y Latinoamérica. Siempre es importante remarcar también que estas herramientas son útiles para mantener bajo un control aceptable la situación de uso de plaguicidas y puede llegar a mejorar la gestión, sobre todo en países como Argentina y el resto de los países latinoamericanos. Sin embargo debe considerarse también que constituyen un estadio organizacional intermedio necesario mientras se desarrollan y consolidan otras formas productivas más sustentables basadas en el no uso de agroquímicos.

En estos estudios recientes que mencionamos, se encaminó una evaluación de riesgos dietario considerando por primera vez la información disponible en Argentina, siguiendo normativas internacionales de aplicación (FAO-OMS, 2009). Para evaluar el riesgo dietario crónico para residuos de plaguicidas, se calculó la Ingesta Diaria Teórica Máxima Nacional (IDTMN) para 308 plaguicidas utilizando los LMR de varias regulaciones argentinas y los datos de consumo de alimentos de la población argentina obtenidos de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS). Además, para cada uno de los compuestos con una IDTMN> 65% de la Ingesta Diaria Admisible (IDA), se realizó un análisis probabilístico para cuantificar la probabilidad de que la misma sea excedida. Se estimó así que 27, 22, 10 y 6 ingredientes activos (i.a.) excedían el 100% de la IDA para los diferentes grupos de población evaluados: niños de 6 a 23 meses, niños de 2 a 5 años, mujeres embarazadas, y mujeres de 10 a 49 años, respectivamente. Algunos de los compuestos evaluados como carbofuran, diazinón, diclorvos, dimetoato, oxidemeton metil y bromuro de metilo, superaron el 100% de la IDA en los cuatro grupos etarios evaluados. El estudio también permitió identificar un grupo de 24 alimentos (de un total de 145 evaluados de

la dieta nacional), que resultaron ser los que más contribuyeron a la ingesta de los plaguicidas desde el punto de vista crónico, entre los cuales se pueden mencionar acelga, cebolla, espinaca, lechuga, maíz, papa, tomate, zanahoria, zapallito, zapallo, banana, durazno, mandarina, manzana, naranja, pera, uva de mesa, arroz, azúcar, harina de trigo, carne bovina, grasa bovina, huevo y leche. Este estudio resulta muy importante para poder identificar y jerarquizar plaguicidas y alimentos que deben ser considerados con prioridad en futuros programas de monitoreo y control de residuos de plaguicidas en alimentos a nivel nacional (Maggioni y col., 2017).

En una segunda etapa del trabajo, se evaluó la exposición dietaria aguda aplicando tanto métodos determinísticos como estocásticos. De esta manera se evaluó en el grupo de niños de 2 a 5 años de edad 28 i.a. y 75 alimentos, mientras que en el grupo de mujeres de 10 a 49 años se evaluaron 9 i.a. y 59 alimentos. En ambos métodos (determinístico y probabilístico), el riesgo se estimó comparando la exposición dietaria a corto plazo obtenida, con los valores de dosis de referencia aguda (ARfD) para cada combinación de plaguicida-alimento evaluada. En total se estudiaron 443 y 128 combinaciones plaguicida-alimento en los grupos de niños y mujeres, respectivamente. En general, hubo una tendencia a disminuir los valores de la exposición expresada en términos del % ARfD en ambos grupos cuando se aplicó el método estocástico. Así, el número total de casos en los que se registraron excesos del umbral toxicológico agudo disminuyó en el grupo de niños de 173 (39,1%) a 121 (27,3%) y en el de mujeres de 40 (31,3%) a 30 (23,2%), usando el método determinístico y estocástico respectivamente. Asimismo, se identificaron 12 alimentos que aportaron en mayor grado al riesgo agudo (ciruela, durazno, frutilla, leche, manzana, melón, papa, pepino, pera, tomate, uva y zapallo). Este estudio, que, si bien resulta conservador, ha posibilitado identificar un importante número de casos en los cuales se ha superado el % ARfD. Estos resultados constituyen una primera etapa de primordial importancia para mejorar el conocimiento sobre el riesgo potencial que podrían representar los plaguicidas autorizados en nuestro país desde el punto de vista de la exposición dietaria aguda o a corto plazo. También sienta una base metodológica funcional para su implementación en el país (Maggioni y col., 2018).

Complementando la descripción, es importante resaltar que este trabajo detectó que entre los compuestos de mayor riesgo se encuentran 23 insecticidas, 10 de los cuales están prohibidos en EU y tienen prohibiciones o restricciones en Argentina (bromuro metilo, forato, carbofuran, metamidofós, azinfós metilo, diazinon, dicofol, disulfoton, terbufos y endosulfan). Pero asimismo presentan riesgo elevado otros 8 plaguicidas que están prohibidos en Europa, pero que están permitidos en nuestro país (amitraz, azocyclotin, fipronil, carbarilo, cyhexatin, oxidemeton-metilo, diclorvos, piridafention). Solo 5 de los insecticidas están en uso autorizado tanto en EU como en Argentina (fenamifos, fosmet, pirimifós-metilo, dimetoato, spinosad). Del mismo modo los fungicidas de mayor riesgo que detectó el estudio fueron 11, todos permitidos en Argentina, pero 6 de los cuales están prohibidos en Europa (bitertanol, carbendazim, ferbam, procimidona, propineb, tiram). El resto de los fungicidas autorizados tanto en EU como Argentina fueron: captan, clorotalonil, ditiocarbamatos, procloraz, ziram. Finalmente se detectó mayor riesgo para 5 herbicidas en uso en Argentina: linuron, MSMA, paraquat dicloruro, 2,4-D, hidrazida maleica, estando los 3 primeros prohibidos en Europa (Maggioni y col. 2017). Sobre este amplio espectro de plaguicidas que se utilizan en Argentina, se observa una recurrente mora en ser sometidos a revisión y actualización de autorizaciones, sobre la base de los avances científicos. Muchas ya deberían haber sido caducadas, siguiendo los criterios más avanzados vigentes en el mundo y las evidencias de la ciencia.

Clasificación de la peligrosidad de plaguicidas

Los parámetros y criterios toxicológicos individuales utilizados para clasificar plaguicidas, en su gran mayoría no consideran adecuadamente varios aspectos importantes respecto a su toxicidad: a) todas las características toxicológicas de cada compuesto, por ejemplo efectos como carcinogenicidad, disrupción endócrina, genotoxicidad, neurotoxicidad, etc.; b) los efectos a muy largo plazo (décadas) de exposiciones crónicas de bajas concentraciones de compuestos simples y de mezclas de muchos compuestos; c) los efectos acumulativos o sinérgicos que se pueden producir cuando las sustancias comparten un mismo medio biológico o ecosistema, es decir no actúan como si estuvieran solas sino que modifican su comportamiento tóxico muchas veces aumentando su peligrosidad; d) que muchos compuestos no se comportan toxicológicamente con respuestas de dosis-señal proporcionales a la concentración de exposición (monotónicas), sino que tienen comportamientos de variados tipos, de tal forma que muchos compuestos a muy bajas concentraciones incrementan sus efectos tóxicos (Luque y Muñoz de Toro, 2020). e) la actualización acelerada según la evolución en el conocimiento sobre la toxicidad de cada compuesto (si bien hay actualizaciones periódicas a veces lleva muchos años –décadas- detectar e implementar los cambios por parte de los organismos reguladores).

Por ello resultan tan importantes las formas de clasificar la peligrosidad en base a la toxicidad de los productos fitosanitarios. Argentina cuenta actualmente la Res. SENASA 302/2012 por la que, modificando una resolución anterior (Nº 350/99), establece el sistema de autorización y clasificación, actualizando el "Manual de procedimientos, criterios y alcances para el Registro de Productos Fitosanitarios en la República Argentina" (SENASA, 2012). En este caso se adopta la actualización efectuada en 2009 por la OMS (WHO, 2009; Mazzarella, 2016) que clasifica a los compuestos según su toxicidad aguda. Utiliza para ello escalas en base a la Dosis Letal 50 (DL_{50}) obtenida en ensayos de laboratorio sobre varias especies y considerando varias vías de ingreso (dermal, ingestión, etc.). De aquí se derivan luego la clasificación Ia, Ib, II, III y IV con peligrosidad decreciente y que se visualizan mejor a través de los colores ya conocidos que varían del rojo el amarillo y el verde para los clase IV, considerados menos tóxicos. También esta normativa adopta como agregado los valores establecidos por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de USA) para los casos de irritación cutánea/dermal, ocular y sensibilización cutánea. Esta modificación vigente hasta la actualidad, considera dosis más exigentes para determinar las clases toxicológicas, lo que hace que algunos de los formulados de agrotóxicos hayan cambiado a una categoría toxicológica más restrictiva. El caso más notorio es el del glifosato, que pasó de Clase IV (la menor clasificación toxicológica) a Clase III, por la incorporación de la toxicidad dermal y ocular de la EPA. No obstante, esta nueva clasificación continúa omitiendo la consideración de los efectos sub-crónicos y crónicos, con lo que se continúa evaluando erróneamente la toxicidad real de los principios activos y sus formulaciones (SENASA, 2012).

Cabe aclarar también que sobre este tema de la clasificación, hay actuaciones relevantes de distintos actores de la sociedad, reclamando la vigencia de otros criterios más respetuosos de la salud y el ambiente. Uno de las más relevantes, es la Resolución N° 147/10 del Defensor del Pueblo de la Nación (DPN, 2010b) que a partir de la actuación N° 1680/10 y otras varias mencionadas en la resolución, recomienda al Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, que "…impulse las medidas necesarias para modificar la metodología utilizada en la clasificación de toxicidad de los productos agroquímicos, de manera tal que: 1) Abarque al conjunto de todos los daños a la salud que el producto pueda ocasionar (letal y subletal, agudo y crónico). 2) Hasta tanto se realice la revisión de la clasificación, los agroquímicos aprobados que no tengan evaluado el grado de su toxicidad en las dosis subletales y crónicas, sean clasificados como "I.a: sumamente peligrosos, muy tóxicos", e identificados con banda roja. 3) Los formulados de los agroquímicos sean clasificados con la toxicidad mayor que puede corresponder a la del componente más tóxico o al formulado considerado integralmente. 4) Los

estudios sobre los que se basan las clasificaciones de los agroquímicos, deben ser realizados por entidades de acreditada y reconocida independencia de criterio" (DPN, 2010). En los considerandos de esta importante resolución, se deja constancia de las motivaciones del pedido, surgidas de un fuerte reclamo de ciudadanos y organizaciones sociales, como así también por las actuaciones, consultas y estudios orientados por la Defensoría, en medios científicos nacionales e internacionales, que le permitieron afirmar que la metodología de clasificación basada en la DL_{50} no tiene en cuenta i) si la sustancia analizada tiene efectos letales tardíos, postergados en el tiempo; ii) efectos acumulativos después de exposiciones repetidas a lo largo de varios años, o iii) afectaciones a la salud que disminuyen la calidad de vida" (DPN, 2010).

Siguiendo entonces con este tema es importante hacer referencia a otras formas de clasificar los plaguicidas que se están impulsando en el mundo. Tal es el caso de los conceptos y principios sostenidos en el máximo nivel internacional por organismos de las Naciones Unidas y las actuales discusiones sobre los PAPs "Plaguicidas Altamente Peligrosos" (Highly Hazardous Pesticides-HHP) como una nueva categoría normativa internacional. Esta nueva categoría surge a partir de dos acuerdos de las Naciones Unidas: el "Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel Internacional", SAICM por sus siglas en inglés (SAICM, 2006) y su conexión con el "Código de Conducta sobre la Gestión de Plaguicidas" promovido por la FAO (FAO-OMS, 2013). En ambos acuerdos internacionales participan representantes de gobierno, de instituciones de la ONU, de la industria de plaguicidas y otros grupos de interés público, identificados como "partes interesadas", aunque con posiciones diversas y encontradas. Así este marco estratégico consensuado en Naciones Unidas, y del que forma parte Argentina, consta de tres textos básicos: la Declaración de Dubái sobre la Gestión Internacional de los Productos Químicos, la Estrategia de Política General y el Plan de Acción Mundial (Bejarano González, 2017). Si bien el mandato del SAICM expiró en 2020, mucho antes de que alcancen el objetivo de minimizar los impactos de los productos químicos en la salud y el medio ambiente, a lo largo de su ciclo de vida, ha sentado principios básicos que han modificado y mejorado las concepciones existentes sobre la producción y el uso de productos químicos (SAICM, 2020)

La definición de PAP del nuevo Código de Conducta sobre Manejo de Plaguicidas (adoptado por la FAO y la OMS en 2013) (FAO-OMS, 2013) y de las Guías sobre Plaguicidas Altamente Peligrosos, adoptadas en 2016 (FAO-OMS, 2016a) es la siguiente: "Plaguicidas altamente peligrosos significan plaguicidas conocidos por presentar niveles particularmente altos de peligro agudo o crónico para la salud o el medio ambiente, conforme a los sistemas de clasificación aceptados a nivel internacional, como los de la OMS o del Sistema Globalmente Armonizado (SGA/GHS), o por estar incluidos en acuerdos o convenios jurídicamente vinculantes. En forma adicional, los plaguicidas que aparecen como causantes de daño grave o irreversible a la salud humana o al medio ambiente, en las condiciones de uso de un país, pueden ser considerados y tratados como altamente peligrosos." (FAO-OMS, 2016a)

Esto significa un gran avance respecto a la clasificación vigente, por cuanto permite introducir nuevos riesgos, además de la letalidad aguda. En forma concomitante la Red Internacional de Acción en Plaguicidas (PAN), que participa de las deliberaciones de este acuerdo internacional, ha propuesto una serie de criterios adicionales a los ya contemplados en la normativa, para definir a los plaguicidas altamente peligrosos: que la toxicidad sea fatal o irreversible si es inhalado, si es un perturbador endócrino, que sea muy bioacumulable, muy persistente en agua, en suelo y sedimentos, muy tóxico en organismos acuáticos y muy tóxico en abejas. Habiendo sido recomendado en el marco de los acuerdos sobre PAP, la confección de una lista con los plaguicidas involucrados, PAN ha elaborado una lista internacional que se actualiza periódicamente (PAN, 2017).

En un trabajo reciente Souza Cazadinho (2019) ha revisado la situación de 433 productos aprobados para su uso a esa fecha en Argentina, respecto a esta nueva escala clasificatoria. Obtuvo como conclusión que 126 (29%) están incluidos en la lista PAN. Analizando esta lista de los 299 compuestos allí incluidos, 126 (42%) se comercializan en Argentina. De estos productos 123 se utilizan en actividades agrarias intensivas y extensivas, también como domisanitarios, jardín y campañas sanitarias. Estos productos se expenden bajo diferentes nombres comerciales en los cuales varía la concentración del ingrediente activo, la forma de presentación y la empresa fabricante. De estos 123 PAPs comercializados en Argentina 52 (41,4%) son insecticidas o acaricidas, 10 (8,1%) solo se usan como acaricidas, 27 (21,9%) se utilizan como herbicidas, 20 (16,2%) como fungicidas, 5 (4%) como biocidas, 2 (1,6%) como reguladores de crecimiento de vegetales, 2 (1,6 %) como nematicidas, 3 (2,4%) como rodenticidas y 3 (2,4%) como cura semillas. Los tres restantes para completar los 126 mencionados anteriormente poseen uso industrial (Souza Cazadinho, 2019).

La gestión de agroquímicos en Argentina

Los problemas y la ineficacia del sistema de gestión de agroquímicos que se aplica en el país, como ya hemos puntualizado en ítems anteriores, no son nuevos aunque si recurrentes. Diversas acciones han querido aportar soluciones sin haberlo logrado. Un ejemplo fue la creación de la Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos (CNIA), mediante el Decreto presidencial 21/2009, que tenía el objetivo "investigar, prevenir, y brindar asistencia y tratamiento a las personas expuestas al uso de productos químicos y sustancias agroquímicas y con el propósito de promover la salud pública y la integridad del ambiente en todo el territorio nacional". Las soluciones o aportes provenientes del accionar de esta Comisión, han sido prácticamente inexistentes, y quedaría discontinuada, sin haber presentado una organización institucional, ni contar con una afectación presupuestaria (AGN, 2016). Más recientemente como se ha mencionado anteriormente, se ha conformado auspiciosamente la Red de Seguridad Alimentaria del CONICET (RSA-CONICET, 2021), que puede contribuir significativamente en este tema. Hay autores que proponen la creación de una entidad federal independiente para la gestión de agroquímicos, que equilibre las tensiones entre salud, ambiente y producción como ocurrió en Estados Unidos (Jäger, 2016).

Cabe agregar que en el marco de ineficiencia regulatoria, no hay una Ley de Agroquímicos a nivel nacional y existe un poco armonizado abanico de legislaciones provinciales, municipales y comunales que regulan sobre este tema. Recientemente, creado por Resolución Conjunta No. 1/2018 de los Ministerios de Agroindustria y de Ambiente y Desarrollo Sustentable el "Grupo de Trabajo Interministerial sobre Buenas Prácticas en materia de Aplicaciones de Fitosanitarios" emitió un informe final sobre los objetivos que lo reunió: "a) Elaborar los principios que deben regir las políticas públicas nacionales de sus respectivas competencias, sobre las aplicaciones de fitosanitarios en la agricultura y la alimentación, con especial atención sobre las aplicaciones en zonas de amortiguamiento o "buffer" adyacentes a áreas que requieren especial protección. b) Formular recomendaciones respecto de cómo mejorar la adopción de las buenas prácticas de aplicación de fitosanitarios. c) Formular recomendaciones sobre cómo fortalecer los sistemas de control y monitoreo de las actividades de aplicación de fitosanitarios" (GTI, 2018).

Lo que sí es importante resaltar es que se trata de una muy prolongada postergación de las soluciones requeridas y demandadas. Las tensiones que existen a nivel de la sociedad entre las necesidades de preservación de derechos humanos, derechos a la salud, a la alimentación, y del ambiente, encontrados con la necesidad de producir bienes y recursos económicos vitales para el país, no parecen estar reflejadas en los niveles de decisión más altos. O más bien parecen estar resueltas en esos niveles en forma sesgada en favor de la producción. Por ello la larga historia de reclamos desatendidos que caracteriza esta situación del país. Hay demandas

recurrentes al Poder Judicial y en otras esferas gubernamentales reclamando por los cambios y mejoras requeridas. Recientemente se ha presentado un recurso de Amparo ambiental ante la Excma. Suprema Corte de Justicia de la Nación, reclamando medidas precautorias y la urgente adopción de soluciones al daño ambiental y a las personas que origina el modelo de agricultura imperante (Cabaleiro y otros, 2021).

Este estado de cosas no solo genera tensiones internas, sino que también es visualizado críticamente desde el exterior. Para ejemplificar esto basta recordar la opinión de las Naciones Unidas por medio de su Consejo Económico y Social, Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, que emitió con fecha del 1/11/2018 sus "Observaciones finales sobre el cuarto informe periódico de la Argentina E/C.12/ARG/CO/4" (ONU, 2018). En el párrafo N° 45 se refiere a la ausencia de reconocimiento y protección constitucional del derecho a la alimentación, pero en los párrafos 59 y 60 trata explícitamente el tema de uso de plaguicidas de la siguiente forma: "59. El Comité está muy preocupado por el aumento en el uso de pesticidas y herbicidas, que incluyen glifosato, a pesar de los graves impactos adversos a la salud y al medio ambiente de muchos de ellos, en especial del glifosato, señalado como probablemente carcinógeno por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) de la Organización Mundial de la Salud (art. 12)". "60. El Comité recomienda al Estado parte que adopte un marco regulatorio que incluya la aplicación del principio de precaución en cuanto al uso de pesticidas y herbicidas dañinos, en particular los que incluyen glifosato, para prevenir los impactos negativos en la salud por su uso y en la degradación del medio ambiente. El Comité remite el Estado parte a su observación general núm. 14 (2000), sobre el derecho al disfrute del más alto nivel posible de salud" (ONU, 2018).

Como reflexión a partir de lo expuesto en este ítem, se puede concluir que la gestión del riesgo químico (por uso de plaguicidas que es nuestro caso) resulta marcadamente inapropiada e insuficiente para mantener bajo control aceptable la situación generada por la agricultura de la forma en que se practica en Argentina. Se hace necesario orientar modificaciones importantes en la organización del sistema y la realización de importantes inversiones para asegurar la debida protección de la sociedad y el ambiente, con más acelerar la transición hacia modos de producción más sustentables en el país que no utilicen plaguicidas.

7. ALTERNATIVAS. AGRICULTURA DE BASE AGROECOLÓGICA

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Las **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** constituyen un conjunto de útiles herramientas, que proponen una manera adecuada de producir y procesar los productos agropecuarios, para que cumplan con los requerimientos necesarios para una producción sana, segura y amigable con el ambiente (RedBPA, 2021). Las mismas alientan en forma organizada (mediante guías específicas, resoluciones oficiales y foros de la producción) una serie de prácticas que son sustentables. El laboreo mínimo del suelo (siembra directa) que reduce sustentablemente la erosión, el manejo integrado de plagas, la rotación de cultivos, el uso de cultivos de cobertura y cultivos asociados, el equilibrio de nutrientes del suelo y su manejo conservacionista, el uso de bioinsumos, etc.. Incluye también con mucha atención las guías para la aplicación de plaguicidas, que consiste en detallar procedimientos seguros al momento de la aplicación de los formulados, velando sobre todo por la protección de los aplicadores y trabajadores, como así también formas de minimizar el impacto ambiental con los derrames, los envases vacíos etc. (GTI, 2018). Como resultado de estas prácticas se persigue lograr un manejo sustentable de la producción, que debería producir un impacto reducido en la salud y el ambiente, y alcanzar como uno de sus aspectos virtuosos más importantes una reducción sustancial en el uso de plaguicidas.

En los sistemas productivos de otros países forma parte conceptual del modelo agrario de base química preponderante, junto con el análisis de riesgos y las pautas regulatorias bien establecidas (LMRs, registro, etc.) y fiscalizadas. En nuestro país, en el que estos conceptos no rigen adecuadamente, las BPA han devenido en una promesa recurrente, que se plantea como prácticamente la única alternativa de viabilizar más sosteniblemente el agresivo modelo de monocultivos basado en OGMs y agroquímicos (GTI, 2018). Es una meta que pareciera inalcanzable, no termina nunca de implementarse a pleno, desde hace más de 20 años se la invoca como solución aunque con insuficientes resultados respecto a los impactos en el ambiente y la salud, a juzgar por las evidencias del deterioro al que se arribado en nuestros días. Las BPA no han sido asimiladas y adoptadas completamente por los productores, ni por el resto de actores involucrados en las cadenas agropecuarias del país en forma consciente y masiva, con la sola excepción de la siembra directa. Esta práctica de mínimo laboreo de la tierra es la principal práctica sostenible, que ha formado parte esencial del modelo, por ello se la considera el pilar fundamental de la BPA en Argentina (Lorenzatti, 2017). Es frecuente escuchar la afirmación de que sólo con ello, ya se cumple en gran medida la sostenibilidad del sistema y se cumple buen porcentaje de la BPA, aunque se reconoce al mismo tiempo, que no se ha practicado adecuadamente la rotación de cultivos, ni el Manejo Integrado de Plagas a nivel masivo, que existe un desbalance y pérdida creciente de nutrientes y no se practican las demás medidas conservacionistas que requiere la aplicación de buenos sistemas de BPA. Sin mencionar las posibles implicaciones de la agricultura actual en los complejos y dramáticos fenómenos del cambio climático. De hecho y respecto específicamente al tema que nos ocupa en este informe, como hemos comentado desde el comienzo de vigencia de este modelo, no sólo no se ha reducido el uso de plaguicidas, sino que por el contrario se pasó de unas 30 mil toneladas en 1996 a las 400-500 mil toneladas anuales actuales (cifra desconocida públicamente), sin haber aumentado en los últimos 10 años en la misma proporción el área cultivada. Esto refleja claramente la dificultad de combatir la resistencia de malezas, plagas y enfermedades, que obliga a aumentar las dosis de tratamiento o más precisamente a adoptar estrategias de combate químicos cada vez más agresivas en volúmenes, concentraciones, mixturas y alternancia de activos.

Asimismo, tampoco se ha logrado que las prácticas sean seguras para los aplicadores y trabajadores rurales, dado que existe grandes dificultades para que sean incorporados al quehacer rutinario, los medios de protección recomendados (trajes, máscaras, etc.) como así también el conjunto de numerosas recomendaciones de manejo seguro. Estos aspectos se remarcan en la bibliografía y documentación consultada con insistencia. Por ejemplo el 60 % de los 629 agroaplicadores que participaron de una encuesta en provincia de Córdoba informaron que no utilizaban equipos de protección (Lantieri y col. 2009). Así se ha marcado como una tendencia en toda latinoamérica, una resiliencia de los trabajadores a asumir todas las medidas protectivas a pesar de los numerosos esfuerzos invertidos en capacitación por las empresas y los estados. Existen pocos estudios ocupacionales en el país y en Latinoamerica (Molina-Guzmán y col., 2020). En general se puede decir que no se ha modificado mucho esta situación crónica de desprotección, seguramente sigue vigente esta observación escrita hace 20 años: "…en los dos últimos decenios se han realizado muchas actividades de capacitación en manejo seguro de plaguicidas. Sin embargo, algunas acciones de seguimiento de algunos de estos cursos revelaron que a pesar de que en la mayoría de los casos se transfieren conocimientos, no se logra un cambio de aptitud significativo. Parece que las actividades de capacitación se han convertido en una labor mediante la cual se informa de los peligros existentes, así como de las normas de seguridad que deben seguirse, sin posibilidades reales de lograr un cambio en las prácticas cotidianas de la mayoría de los trabajadores que usan estos productos. La palabra seguro, repetida ampliamente en actividades de capacitación sobre manejo de plaguicidas, es un mito que ofrece una sensación de falsa seguridad a los educandos, porque no existe una implementación práctica en el manejo seguro, como tal" (García, 1999). Sin duda la exposición

de los trabajadores agrarios es una situación de preocupación mundial pues se sabe que los mayores índices de mortalidad se producen en los países en desarrollo (IPES-FOOD, 2016), y que la utilización de niños en las tareas agrarias es también alarmante (Abdel Rasoul y col. 2008).

En las previsiones y advertencias sobre este particular no pasa desapercibido en los países desarrollados, la situación de atraso y riesgo incrementado en que se encuentran los países en desarrollo sobre este sensible tema. Un informe reciente de la Unión Europea ofrece una perspectiva amplia sobre las principales tendencias en relación con el uso de plaguicidas en los países en desarrollo y sus impactos en la salud humana y la seguridad alimentaria. Proporciona información sobre los desafíos de controlar estas sustancias peligrosas, evidenciando preocupación sobre los plaguicidas prohibidos en la Unión Europea (UE), que se exportan a terceros países. Entre otras recomendaciones plantea apoyar la colaboración entre países en desarrollo para fortalecer la regulación del riesgo de plaguicidas; explorar opciones para hacer que los datos sobre riesgos regulatorios sean más transparentes y accesibles; fortalecer la investigación y la educación en alternativas a los plaguicidas; detener todas las exportaciones de productos fitosanitarios prohibidos en la UE; permitir la exportación de plaguicidas estrictamente restringidos únicamente si están regulados en consecuencia y se utilizan correctamente en el país importador; y apoyar la reevaluación de los registros de plaguicidas en los países en desarrollo para que se ajusten al Código de Conducta FAO/OMS (EP-PDER, 2021).

Una herramienta que ha mostrado valorables aportes respecto a una gestión más cuidadosa del uso práctico de plaguicidas es el denominado **Manejo Integrado de Plagas** que consiste en la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas. El MIP combina estrategias y prácticas (culturales) específicas de gestión biológica, química, física y agrícola para producir cultivos sanos y minimizar la utilización de plaguicidas, mitigando o reduciendo al mínimo los riesgos que plantean estos productos para la salud humana y el medio ambiente., mostrándose buenos resultados en otros escenarios (FAO, 2021). Esta estrategia que ha sido planteada tempranamente para hacer más sustentable el uso de plaguicidas en la agricultura ha venido perfeccionándose y plantea múltiples posibilidades técnicas (Biddinger y col, 2015, Farrar y col., 2016; Adlercreutz, 2013). No obstante, todos los modelos agronómicos basados en la utilización de químicos de síntesis y OGMs como se ha venido comentando, no garantizan por más virtuosos que sean respecto a su funcionamiento, que no haya impactos graves sobre los ecosistemas, la biodiversidad y sobre la salud de la población. No garantizan por ejemplo, como hemos visto aún en los sistemas más avanzados, que la población y los niños dejen de consumir alimentos conteniendo trazas de cientos de residuos y contaminantes.

Creciente conciencia sobre cambios en la agricultura y reducción del uso de plaguicidas

La amenaza de falta de alimento para una población creciente mundial ya no es la prioridad altruista que justificó la revolución verde de las últimas décadas del siglo pasado. El hambre y la desnutrición sigue siendo un gran problema no resuelto ni por la humanidad ni por esta revolución. Las tasas de hambre crónica han aumentado en los últimos cinco años; actualmente se estima que esta plaga afecta a 690 millones de personas, esto es, cerca del 9 % de la población mundial (FAO-OMS, 2021b; WFP, 2021). Está ya claro que no es alimento lo que falta para proveer a los hambrientos, sino la forma en que está administrado y distribuido en el mundo. Tampoco está en peligro la producción de alimentos que da base al principio de la seguridad alimentaria que priva en las organizaciones de los países contemporáneos. Mientras sí por otro lado está en peligro inminente el equilibrio ecológico del planeta y su futuro respecto a los trastornos que puede provocar el modo de producir y la vida contemporánea en plena era de cambio climático. Estamos generando modificaciones de origen antropogénico de difícil solución pero de plazo perentorio, más complicados aún si los decisores y las sociedades no

ganan conciencia y compromiso con el planeta que heredarán nuestras generaciones futuras (Gligo y col., 2020; Altieri y col.,2017).

Así el modelo actual está siendo severamente cuestionado por una parte importante de la ciencia actual (Frey y col., 2018; Mesnage y col., 2018; Leppink y col., 2016; López y col. 2012; Carvalho, 2020; Andrade y col., 2017; FPFC, 2021; Cientificos/as argentinos/as, 2020). En particular esta última cita merece una mención destacada, se trata de la carta abierta firmada por más de mil científicos y científicas de nuestro país, que constituyendo una expresión sin precedentes en Argentina, se oponen al modelo vigente describiendo los daños del agronegocio y rechazan la Resolución 41/2020 de la Secretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, que aprueba el primer trigo transgénico del mundo (HB4 - trigo IND-ØØ412-7) y anuncia su cultivo en el país, aunque fue rechazado posteriormente en Brasil (comprador del 45% de las exportaciones argentinas de este cereal). El evento transgénico desarrollado por UNL, UNR y la empresa Bioceres, evidenciando las contradicciones que también se presentan en la academia, fue desarrollado para resistir a la sequía y resultó tolerante al herbicida glufosinato de amonio. Ha sido cuestionado severamente por los científicos puntualizando que “hasta el momento, el uso del paquete tecnológico estaba particularmente asociado al cultivo de soja, maíz y algodón, cultivos principalmente vinculados a la producción de granos para forraje y aceites. El trigo, en cambio, es la base de la alimentación de las y los argentinos, ya que con él se elabora el pan y gran parte de nuestros alimentos que están basados en sus harinas. A partir de esta autorización, el trigo HB4 tendrá residuos de glufosinato al igual que las harinas y sus derivados, es decir, habrá glufosinato en alimentos básicos de consumo diario. Dado que en Argentina no hay ley de etiquetado de transgénicos, toda la población estaría expuesta a su ingesta en la dieta diaria. Por otra parte, el trigo podría correr una suerte similar a la soja no transgénica, que ha sido completamente reemplazada por variedades transgénicas. No es posible la coexistencia de trigo transgénico y no transgénico, entre otras cosas por la llamada “contaminación genética” que ocurre durante la polinización. El trigo se autofecunda en un gran porcentaje, pero también se cruza con otros cultivos de trigo que se encuentren en las cercanías. Una vez liberadas las variedades transgénicas en pocos años se podrían diseminar debido a la fecundación por polinización con las variedades no transgénicas, en un proceso irreversible de flujo genético. Además de los procesos naturales, el mercado también podría imponer la adopción de OGM, haciendo llegar a los productores insumos sin identificación a bajo costo, como ocurrió en el caso de la soja RR” (Científicos/as argentinos/as, 2020).

El viejo paradigma de que es posible producir alimentos (beneficios) empleando en ello insumos que son marcadamente tóxicos (riesgos) y que inevitablemente integrarán dicho producto alimenticio en forma de residuos indeseables, está teniendo cada vez menos razonabilidad y sustento científico en el mundo. Es decir el concepto básico que motoriza este paradigma que es resolver los compromisos de la ecuación riesgo-beneficio, se torna inadecuado o inconsistente pues resulta cada vez más difícil contraponer beneficios (más alimentos, más productividad, más eficiencia, etc.) que hagan de contrapeso aceptable a los elevados riesgos para la salud de la humanidad y la integridad del ambiente (Müller y col., 2018, Biovision, 2021a). Tambien es necesario computar los considerables costos que deparan a los gobiernos los plaguicidas peligrosos (UNEP, 2013). Ante tanta situación de compromiso con el futuro, se tornan cada vez más razonables, justificadas y diría que impostergables, las posiciones que afirman que la mayoría de estos problemas se disminuirían notablemente o se eliminarían, con la simple decisión de no propiciar para el futuro las estrategias productivas basadas en el uso de agentes químicos de síntesis, y aún aquellos naturales de impacto negativo comparable. Es decir respecto al tema de los agroquímicos y la agricultura, se ha llegado a un punto importante de nuevo cambio paradigmático, respecto a los principios rectores y la concepción estratégica para el futuro (Pengue, 2021; Anderson y col., 2021). Es posible basarse en conceptos

conservacionistas del ambiente, sin resignar viabilidad respecto a la productividad y la provisión de sustento a la base alimentaria (Sandhu y col., 2019; Ferguson y col., 2014).

Estas posiciones desde la ciencia reciben crecientes ecos en los decisores de todos los niveles. Basta ver las expresiones alineadas completamente en este sentido por parte de organismos internacionales como FAO-OMS (17 objetivos para el desarrollo sustentable y declaraciones más recientes sobre la necesidad de adoptar cambios en la agricultura mundial (FAO-OMS, 2018). Como se ha mencionado anteriormente, conglomerados enteros de países que se puede considerar que conforman la vanguardia en estos temas como la Unión Europea que desde 2019 viene ejecutando el denominado "Pacto Verde" (Green Deal) y se plantea reducir un 50% el uso de plaguicidas para 2030 (EC, 2021). Aunque hay más casos en el mundo. Baste citar que la propia China con toda su complejidad y vastedad productiva, en un reciente "Human Rights Action Plan of China (2021-2025)" contempla consolidar y mejorar el uso seguro de la tierra, la reducción del uso de pesticidas y fertilizantes químicos, y tratar la contaminación producida por los films plásticos de la agricultura (China SCIO, 2021). En este marco crece el interés por implementar medidas económicas y administrativas, como subsidiar agricultores que no utilicen plaguicidas, o evaluar si medidas administrativas o económicas como los seguros, pueden contribuir a la reducción de usos de los mismos (Feng y col., 2021).

Del mismo modo, las incertezas científicas sobre el uso de los GMOs y los plaguicidas asociados, han movilizado a las sociedades a utilizar recursos jurídicos que resultan novedosos. Por ejemplo la normativa de OGMs europea ejemplifica el principio precautorio. Si se sospecha que una medida o política corre el riesgo de ocasionar daños a la población o el medio ambiente, en ausencia de consenso científico la carga de la prueba recae en quienes adoptan dicha medida o política, que deberán demostrar que no es perjudicial. Así se ha producido en el ámbito jurídico una especial ocupación hacia caracterizar la situación planteada por este tema de la agricultura industrial, en el marco de la violación de derechos humanos básicos (ONU, 2017a). Sobre la aplicación del principio precautorio hay antecedentes importantes en nuestro país precisamente en casos de protección ante el mal uso de agroquímicos (Berros, 2016).

En esta línea, cobran importancia las recomendaciones sobre modificaciones en la agricultura actual y el desarrollo de alternativas basadas en la agroecología, contenidas en los informes de las Relatorías de las Naciones Unidas (ONU, 2017a,b), como así también la recomendación específica para Argentina, contenida en las Observaciones finales sobre el cuarto informe periódico de la Argentina del Consejo Económico y Social de Naciones Unidas (ONU, 2018) ambas expresiones ya citadas aquí.

Cabe recordar también que en Argentina, como una acción destacada entre muchas otras, en 2014 el Defensor del Pueblo de la Nación en el artículo 5º de la Resolución 29/14, dice: "Exhortar al Jefe de Gabinete de Ministros que arbitre los medios necesarios para, en el marco del artículo 8º, inciso 6, de la Ley Nº 25.675, incentivar la producción agroecológica, considerando la posibilidad de establecer subsidios o reducciones impositivas en los tributos nacionales que gravan este tipo de actividad agrícola" (DPN, 2014).

Agroecología: Ciencia revalorizada en la actualidad

La agroecología, considerada por muchos la base de la agricultura sostenible, sustituye los productos químicos por productos biológicos. Consiste en el estudio integrado de la ecología de todos los sistemas alimentarios, incluyendo dimensiones ecológicas, económicas y sociales (Biovision, 2021a). FAO definió en 2018 la agroecología como "una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo interactúan los diferentes componentes del agroecosistema. Como conjunto de prácticas, busca sistemas

agrícolas sostenibles que optimicen y estabilicen los rendimientos. Como movimiento social, persigue roles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura y fortalece la viabilidad económica de las áreas rurales", entre otras definiciones disponibles en la bibliografia (Biovision 2021b). En síntesis se promueve las prácticas agrícolas adaptadas a los entornos locales y estimula las interacciones biológicas beneficiosas entre distintas plantas y especies para lograr un suelo sano y fertilidad a largo plazo (IPES-Food, 2016).

La ciencia agroecológica que se ha venido consolidando, proveyendo una visión distinta sobre la relación del hombre con la naturaleza y los modos de intervención que en esa relación produce las prácticas agropecuarias (Pengue, 2020; Wezel y col., 2020). Ese modelo al que se le suman con matices, otras estrategias productivas (producción orgánica, permacultura, etc.) constituyen una posible solución ante los drásticos cambios que hay que producir en nuestro planeta a la luz de los grandes problemas existentes respecto al equilibrio ambiental (calentamiento global, cambio climático, etc.) (Altieri y col., 2000; 2003; 2015; 2020).

Según Tittonell (2015) existen alternativas de producción que todavía son nichos, un nuevo paradigma en la forma de pensar la agricultura. Este paradigma está compuesto por tres elementos que están dominando el debate agrícola internacional: la sostenibilidad, la complejidad y la incertidumbre. Deben estar en la agenda de la investigación agrícola y se tienen que diseñar políticas pensando en estos tres elementos. Los desafíos por venir son: pasar de una mirada especializada a una holística, de la uniformidad a la anisotropía, del diseño experimental a diseños sitio-específicos, de la biodiversidad a una diversidad organizada, de la parcela al paisaje agrícola y del productor individual a la comunidad (Tittonell 2015; INTA 2016)

Transitar hacia una producción de alimentos sostenible a través de los principios de la agroecología implica no una transición, sino varias transiciones simultáneas, a diferentes escalas, niveles y dimensiones; de índole social, biológica, económica, cultural, institucional, política. Utiliza marcos conceptuales, derivados de la ecología, la agronomía y la ciencia de la innovación. El tránsito hacia la agroecología implica una transición técnico-productiva a nivel de los subsistemas de la explotación, una transición socio-ecológica a nivel de la familia rural, su comunidad y su paisaje, y una transición político-institucional a nivel de territorios, regiones y países. Entender a la transición de esta forma, como una interdependencia entre escalas y dimensiones, permite conciliar las miradas de las diferentes ´escuelas´ de la agroecología, desde las más ecológicas a las más socio-políticas (Tittonell, 2019).

Desde la agroecología se propone reemplazar el modelo extractivista, depredador de los bienes comunes, muy dependiente del uso de insumos (caros y peligrosos), que afectan tanto a los propios agroecosistemas como a los ecosistemas naturales y a la salud de la población, y que resulta socialmente excluyente de la agricultura predominante, por modelos basados en procesos ecológicos. Es posible lograrlo mediante el manejo de la biodiversidad presente en los agroecosistemas y sistemas aledaños o agrobiodiversidad. Esta biodiversidad cumple un rol esencial al proveer, correctamente ensamblada y manejada, recursos genéticos y funciones ecológicas de gran importancia para el funcionamiento de los agroecosistemas. La agrobiodiversidad aparece entonces como el instrumento, la herramienta adecuada para compatibilizar una producción sana, diversa y abundante de alimentos con la conservación de los bienes comunes (Sarandón, 2020).

Dado que la agroecología reduce el costo de la explotación agrícola reduciendo al mínimo el uso de insumos costosos, mejora los medios de vida de los hogares agrícolas, en particular los más pobres. Además, respalda el desarrollo rural, puesto que abarca un gran volumen de conocimientos y en general requiere una gran densidad de mano de obra, crea oportunidades de empleo en las zonas rurales. Aunque es más fácil aplicarlas en los establecimientos agrícolas

de menor tamaño, las técnicas agroecológicas pueden divulgarse en gran escala y también deberían inspirar reformas en el funcionamiento de las grandes unidades de producción. (ONU, 2010). Estudios han señalado que la agroecología es capaz de producir rendimientos suficientes como para alimentar a toda la población mundial y asegurar su adecuada nutrición (UNEP, 2009).

Hay que considerar que los sistemas agroecológicos cuentan con potencial de productividad a largo plazo, pues necesitan períodos de varios años para alcanzar un equilibrio sistémico y holístico de sus componentes. No obstante estudios comparativos muestran que los sistemas diversificados presentan ventajas y que incluso resultan más rentables, si se observa la producción total y no el rendimiento de cultivos concretos. Es más probable que los agroecosistemas equilibrados y sostenibles, puedan lograr rendimientos constantes a largo plazo, por su mayor capacidad para soportar las variaciones climáticas y hacer frente a las plagas de forma natural (IPES-FOOD, 2016; ONU, 2017a). La rentabilidad económica es balanceada con los otros costes que no se consideran actualmente, respecto a menor impacto en la salud y el ambiente. Por su menor consumo energético, la agroecología también puede ayudar a mitigar los efectos del cambio climático, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y proporcionando sumideros de carbono (Biovision, 2021a). Por otro lado, para lograr reducir los plaguicidas es fundamental volver a introducir diversidad en la agricultura y alejarse de los monocultivos y las variedades únicas (Eyhorn y col., 2015).

Sin embargo, muchos de estos conceptos, como la misma biodiversidad, la agrobiodiversidad funcional y su rol como estrategia para el manejo de los sistemas agroalimentarios sustentables, requieren la profundización de conocimientos mediante la investigación científica y una mayor presencia en las instituciones educativas de los técnicos y profesionales de la agronomía y de otras disciplinas relacionadas en nuestro país (Sarandón, 2020).

En Argentina ha habido importantes aportes por parte de un buen número de expertos y científicos que a lo largo de las últimas décadas han contribuido a la consolidación de esta disciplina en el país desde distintas Universidades Nacionales y del propio Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Este último organismo informa que desde hace más de 20 años diversos investigadores estudian el alcance y trascendencia de la agricultura sustentable para aportar una mirada diferente al problema de la contaminación por agroquímicos, el deterioro de los recursos naturales en pugna y para proteger la salud y el ambiente. En este organismo gracias al trabajo de 100 investigadores de diferentes regiones del país, desde 2013 desarrolla su propia Red de Agroecología –REDAE– con el objetivo de reunir el conocimiento generado en los territorios y fomentar la investigación en esta disciplina (INTA, 2016; REDAE-INTA, 2021). El INTA ha orientado sobre formas concretas de producir en forma agroecológica y estable vid, frutales, hortalizas, agricultura y ganadería, sentando bases sólidas, científicas y tecnológicas. Es posible reemplazar insumos inorgánicos convencionales por tecnologías de procesos con iguales o mejores rendimientos mediante propuestas económicas, más deseables y sustentables (Tito, 2014; Ullé, 2013; Marasas y col., 2012). Asimismo, ha sido propuesto un protocolo de recomendaciones para producciones agroecológicas en zonas periurbanas con restricciones para las pulverizaciones con agroquímicos (Pérez y col., 2013). Del mismo modo la Provincia de Santa Fe ha puesto a disposición del público una Guía Básica para la Planificación y Manejo Agroecológico de Cultivos (Lattuca y col., 2019).

Sarandón y col. (2017) han aportado una breve historia de la agroecología en nuestro país. Así mismo muchos autores argentinos han sumado en los últimos años a la literatura científica valiosas contribuciones, que facilitan un mayor conocimiento y difusión de esta disciplina en auge a escala mundial. Cabe comentar también que se desenvuelve en el país la Sociedad Argentina de Agroecología, que organizó en 2019 el 1er Congreso Argentino de Agroecología.

También resulta auspiciosa la creación de la Dirección Nacional de Agroecología en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería, que actuará bajo la órbita de la Secretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional, brindándole una perspectiva integradora con el concepto de alimentación. Su primer titular el Ing. Agr. Eduardo O. Cerdá es un reconocido cultor, pionero en la aplicación en campo de esta disciplina en el país (MAGyP, 2021).

Asimismo, cabe destacar la existencia ya consolidada de muchos emprendimientos a nivel nacional que han adoptado distintas formas de producción basadas en las ciencias agroecológicas, alcanzando resultados exitosos. Solo para ejemplificar, se puede mencionar los establecimientos "La Aurora" en Benito Juárez (Buenos Aires) (Carrasco y col., 2015), y "Las Dos Hermanas" en Arias provincia de Córdoba (Estancia Las Dos Hermanas, 2021).

Reflexionando sobre la agricultura y los sistemas agrícolas, es posible encontrar un gran consenso en la bibliografía sobre que resulta cada vez más evidente la necesidad de un cambio en el modelo de producción de alimentos. Se cita a menudo la revolución verde, en donde aumentó la producción, la utilización de agua, nutrientes y agroquímicos, pero si hacia el futuro se quiere duplicar la producción, es impensable hacerlo otra vez de la misma forma (Tittonell, 2015; Tittonell y col., 2016).

8. REFLEXIONES GENERALES, RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS SUPERADORAS

Reflexiones generales

Resulta muy indicado evocar aquí los conceptos sobre sostenibilidad de la producción agropecuaria que fueran redactados por el Dr. Alberto Cassano, e incluidos en los párrafos introductorios del informe sobre la toxicidad de Glifosato elaborado por un grupo ad-hoc de investigadores de la UNL en 2010 (UNL, 2010). Allí, este importante científico santafesino, trajo a la memoria conceptos del primer informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y desarrollo reunida por primera vez en 1984 y que se denominó "Nuestro futuro común" pero que también fue conocido como "Informe Brundtland", en homenaje a la política noruega Dra. Gro Harlem Brundtland, quien presidiera la Comisión y desarrollara una gran labor de toda una vida por el bienestar de la humanidad. En este informe además de introducirse por primera vez el concepto de desarrollo sustentable, se observó que los aspectos principales que se debían contemplar para plantear el desarrollo son: i) la población y los recursos humanos, ii) la alimentación, iii) las especies y los ecosistemas, iv) la energía, v) la industria y vi) el reto urbano. Ya desde el inicio aquellos visionarios nos advirtieron que el desarrollo debe: **"Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades"** (UN, 1987)

Es muy frecuente encontrar graficadas estas recomendaciones señalando que sólo son válidas y sostenibles las acciones que resultan de la intersección de tres óvalos que representan los aspectos **económicos**, **ecológicos** y **sociales**. A manera de reconocimiento, recordamos que el Dr. Cassano afirmaba entonces: "Desde hace ya bastante tiempo que investigadores del INTA y el CONICET han aconsejado la necesidad de plantear la producción agropecuaria en términos de *agroecosistemas*. Desde ese punto de vista se ha mencionado la necesidad de no tratar el sistema agropecuario separado del *sistema ecológico*". Y luego de mostrar el listado de prioridades del sistema científico en aquel momento sobre los problemas de degradación de los recursos naturales asociados a la agricultura y la explotación forestal, afirmó que se debía tener en cuenta los aspectos económicos del desarrollo tanto como aquellos que afectaban la ecología. Remarcó el concepto de que "las escalas temporales entre observaciones de los resultados de introducir mejoras en la producción agropecuaria y la observación de los efectos

resultantes de su aplicación en los aspectos físicos, químicos y biológicos que podían afectar la biodiversidad eran completamente diferentes y, en consecuencia, no se podían analizar los sistemas en forma separada sino que era necesario un enfoque sistémico integral del conjunto de todos los factores que intervienen en los fenómenos bajo estudio" (UNL, 2010).

No obstante, llamó la atención de que en la programación científica los aspectos relacionados con el efecto de las prácticas de explotación de los terrenos cultivables en la población, no estaban suficientemente enfatizados. "En realidad las falencias que se observan en estos aspectos suelen ser el resultado de la falta de acometer el análisis de este problema de una manera interdisciplinaria. La forma con que el hombre ha intensificado en los últimos años de una manera exponencial el progreso tecnológico, hace que se suelan perder de vista las secuelas que éste trae aparejado sobre la atmósfera, el suelo, el agua, las plantas, los animales, y por sobre todas las cosas, el hombre así como todas las interrelaciones que existen entre ellos. Se debe tener muy presente que se deben conjugar los primeros dos factores con las necesidades de la sociedad en términos de un trabajo digno y un cuidado especial de aquellos componentes que puedan afectar su salud y afectar en particular a aquellos que pueden ser más vulnerables a las consecuencias no deseadas, por la proximidad con las áreas de explotación agraria" (UNL, 2010).

Desde el punto de visto de la evolución de la problemática del ambiente en el mundo, desde aquellos tiempos ha corrido mucha agua bajo el puente y podemos hoy observar el gigantesco involucramiento que ha desplegado las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales, para advertir e intentar rectificar el destino tan amenazado de la humanidad. Baste mencionar los convenios internacionales como el de Estocolmo (Estocolmo, 2001) y otros, el Panel del cambio climático (IPCC, 2001, 2007, 2014, 2021), la Reunión de Desarrollo Sostenible de Río (Rio, 2012), la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de FAO y los 17 objetivos de desarrollo sostenible (FAO-OMS, 2016b), el Sexto informe de UN sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (UN-GEO-6, 2019) entre otros numerosos documentos, advertencias y eventos que son verdaderos planes de acción universales para poder aspirar a la recuperación de una vida posible en nuestro planeta.

Los estudios y evidencias que la ciencia argentina ha venido aportando respecto a los efectos producidos por la agricultura en los últimos años, en base a lo que estamos afirmando deben ser tenidos rigurosamente en cuenta. Lo que se denomina actualmente externalidades respecto a la aplicación de modelo agronómico mayoritario vigente, no hacen otra cosa que marcar aspectos que no se pueden soslayar, asumiendo aquellos principios básicos de pretender la armonización entre el desarrollo económico, la preservación del ambiente y el bienestar de las personas.

Por ello, pasados 10 años, ha sido especialmente pertinente recordar aquel informe trascendente y que resultara soporte técnico de la Justicia en fallos iniciáticos sobre el derecho ambiental de nuestra provincia y nación, cuyo espíritu central se refleja cuando concluye "**que en aquellos casos en que los posibles efectos sobre la salud humana son motivo de una discusión no resuelta, el uso de los mismos debe ser tratado, adoptando las medidas necesarias para preservar el desarrollo humano**" (UNL, 2010). Esto ya reflejaba las tendencias mundiales que se consolidaron con el tiempo respecto a la legitimidad de adoptar medidas precautorias como recurso eficaz para resolver cuestiones complejas como las aquí planteadas.

Recomendaciones y propuestas superadoras

Teniendo en cuenta las observaciones y consideraciones descriptas en el presente informe, amerita realizar como propuesta superadora un conjunto de recomendaciones generales,

medidas y modos de acción, que pueden resultar útiles para la toma de decisiones por parte de los responsables en la temática y los actores que intervienen de una u otra manera en los distintos ámbitos nacionales y regionales.

1. Volver a insistir en que se deben considerar a los plaguicidas como **sustancias tóxicas**, sustancias peligrosas, sin excepciones. En ningún caso son sustancias "inocuas". Esto se debe tener en cuenta no solo al momento de tomar decisiones o legislar, sino también en los momentos en que se informa al público sobre los mismos y especialmente cuando se publicitan o promocionan productos.

2. Reclamar para nuestro país alcanzar mejoras sustanciales en los **registros de salud.** Los registros intoxicaciones urbanas y rurales y especialmente los de **morbimortalidad**. Se requiere que sean abarcativos del más amplio espectro poblacional (no solamente de los servicios públicos), con prioridad en los períodos de prenatalidad y neonatalidad, asegurando la calidad de la información que se reclama y se recaba finalmente, y su continuidad en el tiempo, de manera que se eviten discontinuidades debido a cambios institucionales.

3. Mejorar sustancialmente los sistemas de **vigilancia epidemiológica** por riesgos químicos en el país. Incrementar sustancialmente los **biomonitoreos** humanos para conocer el estado de exposición actual a residuos y contaminantes químicos de la población. Implementar mejores **sistemas de alerta rápida** por riesgos y emergencias químicas.

4. Incrementar los **estudios y monitoreos ambientales** mediante análisis periódico del aire, agua potable, agua superficial, sedimentos, biota especialmente en las zonas que sean caracterizadas como de mayor riesgo de impacto ambiental. Desarrollar en forma planificada y continuada la **evaluación de riesgo ambiental** especialmente en las regiones de mayor actividad de agricultura. Establecer mapeos nacionales para el seguimiento de la **vigilancia ambiental** de los recursos naturales. Establecer **zonas "buffer"** para proteger cursos y reservorios de agua, y ambientes naturales con gran riesgo de exposición a agroquímicos.

5. Implementar con mayor eficacia y completitud, la estrategia de **análisis de riesgos** en el país, para el uso de plaguicidas y otras sustancias peligrosas en el país. Encaminar un sistema de evaluación de riesgo dietario, recurriendo a expertos e instituciones independientes que aseguren la calidad científica e **imparcialidad de los estudios**. En este sentido puede ser de valor la iniciativa denominada Red de Seguridad Alimentaria-CONICET.

6. Implementar un sistema de **comunicación** al sistema científico que lo requiera, y a la población en general, capaz de brindar con transparencia información de fácil acceso, completa, detallada y confiable, de los resultados de los monitoreos y las evaluaciones de riesgo dietario, ambiental y de otros alcances, que se concreten.

7. Revisar el sistema de **registro de plaguicidas** en Argentina para ampliar el alcance de los criterios de caracterización y **clasificación** de activos, abarcando la inclusión de factores como la toxicidad aguda y letalidad por inhalación, con más los requisitos contemplados para la definición de Plaguicidas Altamente Peligrosos, y otros factores físico-químicos y toxicológicos de importancia, como elevada persistencia en agua y suelos, bioacumulación, toxicidad para polinizadores, carcinogenicidad, perturbación endócrina y alteración en la reproducción, daños genéticos intergeneracionales, efectos neurotóxicos en niños y mujer embarazada.

8. Regular que el sistema de evaluación y autorización de productos asegure la participación de **expertos independientes**, elegidos con sistemas abiertos de selección, que permitan contar con

los investigadores o expertos más calificados de las respectivas especialidades, mediando mecanismos que garanticen su imparcialidad e independencia de juicio.

9. Establecer que los **rótulos y marbetes** que se utilicen en la comercialización de los productos formulados que resulten autorizados, reflejen de la manera más completa posible la composición química (ingredientes activos y la totalidad de coadyuvantes con sus concentraciones) de los contenidos en el envase. Que la información del marbete tenga el carácter de declaración jurada para facilitar la acción legal en el caso de constatación de alteraciones y desviaciones del uso autorizado.

10. Promover el principio de la **transparencia** en la información intercambiada o disponible sobre los procesos de aprobación de productos, y los posteriores requisitos de usos y precauciones, abogando por la eliminación del ocultamiento de información, bajo el amparo del **secreto industrial** por parte de los registrantes, en razón de la peligrosidad e incumbencia en salud humana y ambiental que poseen estos productos.

11. Revisar el conjunto de **tolerancias existentes** sobre plaguicidas en la Argentina para agua potable, alimentos de consumo humano, animal y para protección de la vida silvestre. Actualizar y ampliar los ítems regulados y revisar el nivel de adecuación de las concentraciones límite definida en cada caso, atendiendo el conocimiento científico actual universal y nacional, los riesgos surgidos de las evaluaciones sistemáticas y la prioridad de mantener en forma precautoria los niveles más bajos posibles en dichos límites máximos permitidos. El establecimiento de límites permitidos debe posibilitar, no solo la aplicación adecuada de los principios de la BPA, sino también la reducción progresiva del uso de plaguicidas.

12. Armonizar a nivel nacional la información existente y sistematizar un sistema nacional de **registros** relacionados a las actividades **de la agricultura**. Específicamente que se pueda efectuar el seguimiento pormenorizado de las cargas de agroquímicos que recibe cada región productiva, con continuidad en el tiempo. Con más el resto de registros agronómicos de interés primario para la evaluación de riesgos y también de la propia actividad productiva.

13. Armonizar a nivel nacional la información existente y priorizar la sistematización del estudio, monitoreo y mapeo de la evolución las condiciones edafológicas y de ecosistemas del suelo, el balance de nutrientes, el impacto de la erosión y otros parámetros específicos para mantener en riguroso control la **calidad de los suelos** especialmente en las zonas de agricultura extensiva.

14. Establecer en forma perentoria **zonas de resguardo** o protección, desautorizando el uso de todo tipo de agroquímicos sintéticos en todas las interfases urbano-rurales, escuelas y ámbitos educativos rurales, contemplando una distancia mínima de 1000 metros en todos los tipos de aplicaciones, y de 3000 metros para las aerofumigaciones, de modo que rija sin excepciones y dejando abierta solo la posibilidad de su expansión, si las distintas situaciones regionales o comunales lo demanda. Dada la importancia que tiene esta temática, facilitar las condiciones de asesoramiento técnico y de ayuda desde los municipios y comunas para concretar eficazmente estas zonas, relacionándolas con otras medidas y prácticas agronómicas que se deben estimular y favorecer (ver punto 15).

15. Acompañar la medida anterior con planes y recomendaciones sobre los modos de utilización de los territorios adyacentes promoviendo la implantación de **cortinas arbóreas** de distinto espesor y altura, y el desarrollo de modos productivos realmente sustentables, prioritariamente sobre la base de no utilización de químicos sintéticos y siguiendo los principios y conceptos productivos en base a la Ciencia de la **Agroecología**.

16. Profundizar el desarrollo de **áreas de mayor extensión** destinadas exclusivamente a la **agricultura de base agroecológica**, en regiones del país que sean propicias. De esta manera se promoverá un aprovechamiento máximo de la potencialidad de este cambio productivo paradigmático, al disminuir los efectos de la inevitable contaminación por la adyacencia de cultivos de base química.

17. Reforzar en todo el país la intervención del Estado para **proteger a los aplicadores** de plaguicidas y trabajadores rurales, siguiendo con rigor las recomendaciones internacionales para la buena aplicación, el uso del equipamiento y la vestimenta adecuados. Se debe recordar que la FAO y otros organismos competentes con la seguridad laboral, insisten en reforzar este aspecto de la práctica laboral en los países en desarrollo, en los que se constata un menor cumplimiento por falta de educación, de comunicación y por la laxitud de los controles de los gobiernos.

18. Prestar también reforzada atención mediante definición de procedimientos de **práctica segura e inspecciones**, a los manejos operacionales colaterales inherentes a la aplicación de plaguicidas: disposición segura de envases vacíos, la limpieza del equipamiento, el almacenamiento seguro en depósitos rurales y urbanos, el desplazamiento y traslado con plaguicidas, las medidas de tratamiento de líquidos residuales mediante técnicas habilitadas como camas biológicas y otras, etc.

19. Dedicar mayor atención a los aspectos relacionados con la **educación** de todos los actores de la cadena alimentaria respecto al uso de plaguicidas, y la disminución de riesgos necesaria cuando se decide utilizarlos. También comprende la educación del gran público, que todavía al día de hoy no ha sido concientizada de que se trata de sustancias tóxicas, que requieren el máximo de precauciones cuando se lo utilizan aún en el propio hogar como productos domisanitarios.

20. Promover la **diferenciación** mediante la aclaración de su origen en los **rótulos** nutricionales y de comercialización de los productos alimenticios producidos con agricultura de base química, dada la inevitabilidad de la presencia de residuos de plaguicidas y componentes provenientes de cultivos GM en los mismos.

21. Evaluar la conveniencia de la creación en nuestro país de un **organismo administrativo** con suficiente independencia sectorial, que permita la armonización de las tensiones entre el sector productivo y los responsables de salud y ambiente, que se encargue de la gestión de agroquímicos, sustancias peligrosas y todos los aspectos relacionados con la gestión del riesgo químico en el país.

22. Finalmente será necesario continuar fortaleciendo nuestro sistema de Ciencia y Técnica, que ha dado pruebas de su ocupación y preocupación en los últimos años en forma destacada en el concierto mundial, apoyando y promoviendo la profundización de estudios en la variada **agenda sobre los problemas de degradación de los recursos naturales y la salud** asociados a la agricultura y la explotación forestal: a) Degradación de los suelos: erosión hídrica y eólica, acidificación, alcalinización y salinización, deterioro físico del suelo (compactación, etc.), alteración del balance de nutrientes. b) Problemas de cantidad y calidad de agua: sedimentación en ríos, embalses y zonas costeras. Uso ineficiente de agua de riego. Cambios indeseados en los flujos hídricos, contaminación por agroquímicos y residuos agroindustriales. c) Pérdida de recursos genéticos: erosión génica de cultivares y razas de animales domesticados. Pérdida de diversidad genética en poblaciones de especies nativas. d) Pérdida de recursos biológicos: Reducción de la masa boscosa. Degradación de pastizales. Disminución de la población de reguladores biológicos naturales (predadores, patógenos). Pérdida de microflora y mesofauna

edáfica. e) Problemas con el aire y el clima: contaminación por metales, plaguicidas, nitratos u otras sustancias tóxicas. Emisión de CO_2, metano y gases de efecto invernadero. Mineralización de materia orgánica del suelo. Cambio climático y agricultura, modificaciones de los ciclos de inundaciones y sequías. f) Problemas socio-económicos: empobrecimiento y emigración de poblaciones rurales. g) Efectos no deseados en la población: influencia de las actividades agrícolas en el incremento de enfermedades no transmisibles. Patologías por exposición crónica a agroquímicos. Epidemiología de anomalías en tiempos de latencia prolongados. h) Otros: resistencia creciente de las plagas, enfermedades y malezas a plaguicidas y herbicidas. Sistemas poco diversificados de producción. Uso excesivo de recursos no renovables.

23. Al mismo tiempo es propicio en este tiempo de **cambio paradigmático** en el modo de producción agropecuaria, el fomento y el apoyo de la investigación científica en el mejor nivel actual, de las variantes alternativas de producción que sean más armoniosas con la naturaleza y el desarrollo humano. Sobre este particular las temáticas en el campo de la **Agroecología** y las ciencias relacionadas, que es sabido cuentan con soluciones sostenibles a muchos de los problemas planteados, será recomendable sean especialmente promovidas y priorizadas.

24. Sería deseable que todos estos aspectos sean contemplados en una **nueva legislación**, que pueda asegurar una eficaz concreción. En la transición hacia una agricultura más sustentable, es deseable también que se establezcan planes concretos, con **metas temporales** para la reducción del uso de agroquímicos, y otros pasos cuantificables de la transición. Para esta transformación deberá disponerse de recursos económicos, que podrán provenir Estado, de la propia renta agropecuaria, y del esfuerzo público-privado comprometido con esta importante meta para el país.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAP-CEH (2012). Policy statement: Pesticide Exposure in Children. Coucil on Environmental Health. Pediatrics, 130, 6, e1757. www.pediatrics.org/cgi/doi/10.1542/peds.2012-2757.

AAPRESID (2018). Manejo de malezas problema. Calidad de aplicación de herbicidas. Bases para lograr un tratamiento eficiente. Autores: Gota Protegida y REM Editora Responsable -REM-AAPRESID, Rosario, Santa Fe, Argentina. ISSN Nº 2250-5342 (versión papel) / ISSN Nº 2250-5350 (versión on-line) Volumen IX – Año 2018.

Abdel Rasoul G.M., Salem M.E.A., Mechael A.A., Hendy O.M., Rohlman D.A., Ismail A.A. (2008). Effects of occupational pesticide exposure on children applying pesticides. NeuroToxicology, 29, 833–838. DOI: 10.1016/j.neuro.2008.06.009.

Adlercreutz E.G.A. (2013). Manejo Integrado de Plagas. INTA EAA Balcarce, Mar del Plata. Consultado (2021) en: https://inta.gob.ar/documentos/manejo-integrado-de-plagas

AGG (2021). Assessment Group on Glyphosate. Consultado (2021) en: https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/glyphosate/assessment-group_en

AGN Auditoría General de la Nación (2012a). Acciones de control de agroquímicos. Consultado (2021) en: https://www.agn.gob.ar/informes/acciones-de-control-de-agroquimicos

AGN (2012b). Control de gestión ambiental referido a la gestión de la Dirección Nacional de agroquímicos, productos veterinarios y alimentos en el registro, autorización y/o restricción de los agroquímicos. Consultado (2021) en: https://www.agn.gob.ar/informes/control-de-gestion-ambiental-referido-la-gestion-de-la-direccion-nacional-de-agroquimicos

AGN (2016). Auditoria General de la Nación. Consultado (2021) en: https://www.agn.gob.ar/informes-en-video/agroquimicosgrupo_interministerial_fitosanitarios.portada.pdf

Aiassa D.E., Mañas F.J., Gentile N.E., Bosc B., Salinero M.C., Gorla N.B.M. (2019). Evaluation of genetic damage in pesticides applicators from the province of Córdoba, Argentina. Environ Sci Pollut Res, 26, 20981–20988. https://doi.org/10.1007/s11356-019-05344-2

Alavanja M.C., Ross M.K., Bonner M.R. (2013). Increased Cancer Burden among Pesticide Applicators and Others Due to Pesticide Exposure. CA Cancer J Clin, 63, 120-142. doi:10.3322/caac.21170

Alavanja M.C.R., Bonner M.R. (2012). Occupational Pesticide Exposures and Cancer Risk: A Review. J Toxicol Environ Health B Crit Rev, 15, 4, 238-263. DOI: 10.1080/10937404.2012.632358.

Alavanja M.C.R., Hofmann J.N., Lynch C.F., Hines C.J., Barry K.H., et al. (2014). Non-Hodgkin Lymphoma Risk and Insecticide, Fungicide and Fumigant Use in the Agricultural Health Study. PLoS ONE 9(10): e109332. doi:10.1371/journal.pone.0109332

Alonso L.l., Demetrio P.M., Etchegoyen A., Marino D.J. (2018). Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. Sci Total Environ, 645, 89-96. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30015122/

Alsen M., Sinclair C., Cooke P., Ziadkhanpour K., Genden E., van Gerwen M. (2021). Endocrine Disrupting Chemicals and Thyroid Cancer: An Overview. Toxics, 9, 14. https://doi.org/10.3390/toxics9010014

Altieri M., Nicholls C. (2000). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. ISBN 968-7913-04-X

Altieri M., Nicholls C. (2003). Agroecología: principios y estrategias para una agricultura sustentable en la América Latina del Siglo XXI. Fronteras 2. GEPAMA. Buenos Aires. 2003.

Altieri M.A., Nicholls C.I., Henao A., Lana M.A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. Agron Sustain Dev, 35,3, 869-890.

Altieri M.A., Nicholls C.I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. Climatic Change, 140,1, 33-45.

Altieri M.A., Nicholls C.I. (2020). Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. Int J Agric Nat Resour, 47, 3, 204-215.

Álvarez G., Rodríguez Girault M.E., Bardoni N., Vignati K., El Kassisse Y., Ridolfi A., Sosa G., Villaamil Lepori E.C. (2006). Valores guía de plaguicidas organoclorados en población general del área metropolitana de Buenos Aires. Acta Toxicol Argent, 14, 50.

Álvarez G., Perea C., Rodríguez Girault M.E., Ridolfi A., Villaamil Lepori E.C. (2009a). Niveles plasmáticos de plaguicidas organoclorados en población adulta expuesta ambientalmente en Argentina. Acta Toxicol Argent, 17, 2.

Álvarez G., Perea C., Rodríguez Girault M.E., Ridolfi A. y Villaamil Lepori E.C. (2009b). Niveles plasmáticos de plaguicidas organoclorados en población infantil expuesta ambientalmente en Argentina. Acta Toxicol Argent, 17 (Sup), 2-3.

Anastassiades M., Lehotay S.J., Stajnbaher D., Schenck F.J. (2002). Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce. J AOAC Int, 2003, 86,2, 412-431.

Anderson K., Bruil J., Jahi Chappell M., Kiss C., Pimbert M.P. (2021). Agroecology Now! Transformations towards More Just and Sustainable Food Systems. ISBN 978-3-030-61314-3 ISBN 978-3-030-61315-0 (eBook).

Andrade F., Taboada M., Lema D., Maceira N., Echeverría H., Posse G. y col. (2017). Los desafíos de la agricultura argentina. Satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto ambiental. Ediciones INTA. Consultado (2021) en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/lib_desafiosagricultura_2017_online_b.pdf

Andrade V.S., Gutierrez M.F., Regaldo L., Paira A.R., Repetti M.R., Gagneten A.M. (2021a). Influence of rainfall and seasonal crop practices on nutrient and pesticide runoff from soybean dominated agricultural areas in Pampean streams, Argentina. Sci Total Environ, 788, 147676. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147676

Andrade V., Gutierrez M.F., Reno U., Propielarz A., Gervasio S., Gagneten A.M. (2021b). Synergy between glyphosate and cypermethrin formulations on zooplankton: evidences from a single-specie test and a community mesocosm experiment. Environ Sci Pollut Res Int, 28, 21, 26885-26894. doi: 10.1007/s11356-021-12619-0.

Andrade V. (2021c). Efectos de la contaminación directa y difusa por plaguicidas sobre el zooplancton a distintas escalas de análisis. Tesis doctoral. Facultad de Humanidades y Ciencia-UNL. Consultado (2021) en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5764

Andrade V.S., Gutierrez M.F., Fantón N.I., Gagneten A.M. (2018). Shifts in Zooplankton Behavior Caused by a Mixture of Pesticides. Water Air Soil Pollut, 229, 4, 4-2018, 107. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s11270-018-3752-y

Aparicio V.A., De Gerónimo E., Marino D., Primost J., Carriquiriborde P., Costa J.L. (2013). Environmental fate of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters and soil of agricultural

basins. Chemosphere, 93, 1866 – 1873.
http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.06.041186
Aparicio V.C., Aimar S.B., De Gerónimo E., Mendez M.J., Costa J.L. (2018). Glyphosate and AMPA concentrations in wind-blown material under field conditions. Land Degrad. Dev. 29, 1317–1326.
AAP-Banco Mundial (2016). Análisis Ambiental de País: Argentina. Informe Nº11996. Serie de informes técnicos del Banco Mundial en Argentina, Paraguay y Uruguay Nº 9. Práctica Global de Ambiente y Recursos Naturales Oficina Regional de América Latina y el Caribe, Mayo de 2016. Segunda Edición. Consultado (2021) en:
https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/552861477562038992/argentina-an%c3%a1lisis-ambiental-de-pa%c3%ads-serie-de-informes-t%c3%a9cnicos
Arcuri A., Hendlin Y.H. (2019). The Chemical Anthropocene: Glyphosate as a Case Study of Pesticide Exposures. King's Law Journal, 30, 2, 234-253. DOI:10.1080/09615768.2019.1645436
Attademo A.M., Lajmanovich R.C., Peltzer P.M., Cuzziol Boccioni A.P., Martinuzzi C., Simoniello F., Repetti M.R. (2021). Effects of the emulsifiable herbicide Dicamba on amphibian tadpoles: an underestimated toxicity risk? Environ Sci Pollut Res. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13000-x
Attademo A.M., Sanchez-Hernandez J.C., Lajmanovich R.C., Peltzer P.M., Junges C. (2017). Effect of diet on carboxylesterase activity of tadpoles (*Rhinella arenarum*) exposed to chlorpyrifos. Ecotoxicol Environ Saf, 135, 10-16. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.09.012
Avecilla F., Panebianco J.E., Mendez M.J., Buschiazzo D.E. (2018). PM10 emission efficiency for agricultural soils: comparing a wind tunnel, a dust generator, and the open-air plot. Aeolian Res, 32, 116–123. DOI: 10.1016/j.aeolia.2018.02.003
Avila-Vazquez M., Nota C. (2010). Informe 1er Encuentro Nacional de Médicos de Pueblos Fumigados. http://www.reduas.com.ar/wp-content/uploads/2011/04/primer-informe.pdf
Avila-Vazquez M., Difilippo F.S. (2016). Agricultura Tóxica y Pueblos Fumigados de Argentina. Crítica y Resistencias. Revista de conflictos sociales latinoamericanos, No. 2, 23-45.
http://criticayresistencias.comunis.com.ar
Avila-Vazquez M., Maturano E., Etchegoyen A., Difilippo F.S., Maclean B. (2017). Association between Cancer and Environmental Exposure to Glyphosate. Int J Clin Med, 8, 73-85.
https://doi.org/10.4236/ijcm.2017.82007
Avila-Vazquez M., Difilippo F.S., Mac Lean B., Maturano E., Etchegoyen A. (2018) Environmental Exposure to Glyphosate and Reproductive Health Impacts in Agricultural Population of Argentina. J Environ Prot, 9, 241-253. http://www.scirp.org/journal/jep
Azcarate M.P., Montoya J.C., Koskinen W.C. (2015). Sorption, desorption and leaching potential of sulfonylurea herbicides in Argentinean soils. J Environ Sci Health B, 50, 4, 229–237.
https://doi.org/10.1080/03601234.2015.999583.
Astiz M., Arnal N., de Alaniz M.J., Marra C.A. (2011). Occupational exposure characterization in professional sprayers: clinical utility of oxidative stress biomarkers. Environ Toxicol Pharmacol, 32, 249-58.
Bach N.C., Marino D.J.G., Natale G.S., Somoza G.M. (2018). Effects of glyphosate and its commercial formulation, Roundup® Ultramax, on liver histology of tadpoles of the neotropical frog, *Leptodactylus latrans* (amphibia: Anura). Chemosphere, 202, 7-2018, 289-297. DOI:
http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.110
Baker Z., Berg E., Margolis J. (2014). Organic farming, drift, and the law: addressing the legal mechanism enabling pesticide and GMO drift in American agriculture. A White Paper from the University of Oregon Environmental and Natural Resources Law Center's Food Resiliency Project. University of Oregon School of Law, Eugene, Oregon. https://law.uoregon.edu/images/uploads/entries/Right-to-Farm-READY-FOR-PUBLISH.pdf.
Barbero P., Bidondo M.P., Duarte S., Groisman B., Liascovich R., Piola A. (2020). RENAC-Ar: Análisis epidemiológico sobre las anomalías congénitas en recién nacidos, registradas durante 2019 en la República Argentina. Red Nacional de Anomalías Congénitas de la Argentina (RENAC-Ar). Ministerio de Salud.
Bassi y otros (2020). Autos Bassi, Norberto Oscar y otros c/Comuna de Zenón Pereyra y otros s/ amparo) (CUIJ N° 21-04911012-7). Cámara Apelación Civil y Comercial (Sala II) de Santa Fe. 12/06/2020.
Beckie H. (2021). Australian Herbicide Resistance Initiative (AHRI). III Congreso 2021 de la Asociación Argentina de Ciencias de las Malezas (ASACIM). Consultado (2021) en:

https://www.agroclave.com.ar/edicion-impresa/malezas-el-reto-duelo-la-naturaleza-la-agricultura-n2666927.html
Bejarano González F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos nueva tema normativo internacional y su perfil nacional en Mexico. En: "Los plaguicidas altamente peligrosos en México". Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A.C. (RAPAM). México.
Beldomenico H.R., García S., de Jesús J.J., Basso N., Cellino A. (1988). Plaguicidas organoclorados en grasas animales. Revista de la Facultad de Ingeniería Química UNL, XLVII, 37-47.
Benamú M.A., Schneider M.I., Sánchez N.E. (2010). Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. Chemosphere 78, 871–876. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.11.027.
Benbrook C.M. (2016) Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. Environ Sci Eur, 28, 3. DOI 10.1186/s12302-016-0070-0
Benbrook C.M. (2019). How did the US EPA and IARC reach diametrically opposed conclusions on the genotoxicity of glyphosate‐based herbicides? Environ Sci Eur, 31, 2, https://doi.org/10.1186/s12302-018-0184-7
Benbrook C. (2020). Shining a Light on Glyphosate-Based Herbicide Hazard, Exposures and Risk: Role of Non-Hodgkin Lymphoma Litigation in the USA. Eur J Risk Regul, 11, 498–519. DOI: 10.1017/err.2020.16
Benton T.G., Vickery J.A., Wilson J.D. (2003). Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends Ecol Evol, 18, 182–188. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011-9.
Bernardi N., Gentile N., Mañas F., Méndez A., Gorla N., Aiassa D. (2015). Evaluación del nivel de daño en el material genético de niños de la provincia de Córdoba expuestos a plaguicidas. Archivos argentinos de pediatría, 113,2, 126-132. https://dx.doi.org/10.5546/aap.2015.126
Bernasconi C., Demetrio P.M., Alonso L.L., MacLoughlin T.M., Cerdá E., Sarandón S.J., Marino D.J. (2021). Evidence for soil pesticide contamination of an agroecological farm from a neighboring chemical-based production system. Agric Ecosyst Environ, 313, 1-11, 107341. https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107341
Berros M.V. (2016). Reflexiones para repensar la normatividad, procedimientos y estructuras estatales para la gestión de riesgos controvertidos a partir del principio de precaución. Revista de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas – UPB, 46, 124, 117 – 143. Medellín, Colombia. http://dx.doi.org/10.18566/rfdcp.v46n124.a07
Bertrand L., Marino D.J.G., Monferran M.V., Amé M.V. (2017). Can a low concentration of an organophosphate insecticide cause negative effects on an aquatic macrophyte? Exposure of *Potamogeton pusillus* at environmentally relevant chlorpyrifos concentrations. Environ Exp Bot, 138, 6-2017, 139-147. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.03.006
Biddinger D.J., Rajotte E.G. (2015). Integrated pest and pollinator management - adding a new dimension to an accepted paradigm. Curr Opin Insect Sci, 10, 204–209. http://dx.doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.012
Biovision (2021a). Agroecology. A sustainable, holistic approach to agriculture. Biovision Foundation, IFOAM-Organics International, Millennium Institute. https://www.agroecology-pool.org/agroecology/
Biovision (2021b). Agroecology definitions. Biovision Foundation, IFOAM-Organics International, Millennium Institute. https://www.agroecology-pool.org/definitions/
Blaise y otros (2017). Case C-616/17, Blaise and others, EU:C:2019:800.
Boedeker W., Watts M., Clausing P. et al. (2020). The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. BMC Public Health 20, 1875. https://doi.org/10.1186/s12889-020-09939-0
Bonansea R., Filippi I., Wunderlin D., Marino D., Amé M. (2017). The fate of glyphosate and AMPA in a freshwater endorheic basin: an ecotoxicological risk assessment. Toxics, 6, 3. https://doi.org/10.3390/toxics6010003.
Bonansea R.I., Marino D.J.G., Bertrand L., Wunderlin D.A., Amé M.V. (2016). Tissue-specific bioconcentration and biotransformation of cypermethrin and chlorpyrifos in a native fish (Jenynsia multidentata) exposed to these insecticides singly and in mixtures. Environ Toxicol Chem, 36, 7, 1764-1774. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/etc.3613
Bonner M.R., Freeman L.E., Hoppin J.A., Koutros S., Sandler D.P., Lynch C.F., et al. (2017). Occupational exposure to pesticides and the incidence of lung cancer in the agricultural health study. Environ Health Perspect, 125, 544–551. http://dx.doi.org/10.1289/EHP456.

Boobis A., Cohen S., Dellarco V., et al., (2016). Classification schemes for carcinogenicity based on hazard identification are outmoded and serve neither science nor society. Regul Toxicol Pharmacol, 82:158-166. doi: 10.1016/j.yrtph.2016.10.014

Botta S., Cunha G.R., Laurence S., Baskin L.S. (2014). Do endocrine disruptors cause hypospadias? Review Article. Translational Andrology and Urology, 3, 4, 330-339. doi: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.11.03

Bouchard M.F., Chevrier J., Harley K.G., Kogut K., Vedar M., Calderon N., et al. (2011). Prenatal exposure to organophosphate pesticides and IQ in 7-year-old children. Environ Health Perspect, 119, 1189-1195. https://doi.org/10.1289/ehp.1003185

Bouza M.E., Aranda-Rickert A., Brizuela M.M., Wilson M.G., Maria Carolina Sasal M.C., Sione S.M.J., Beghetto S., Gabioud E.A., José D. Oszust J.D., Bran D.E., Velazco V., Gaitán J.J., Silenzi J.C., Echeverría N.E., De Lucia M.P., Iurman D.E., Vanzolini J.I., Castoldi F.J., Etorena Hormaeche J., Johnson T., Meyer S., Nkonya E. (2016). Economics of Land Degradation in Argentina In: Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development. Editors: Nkonya E., Mirzabaev A., von Braun J., 291-326. DOI 10.1007/978-3-319-19168-3. Consultado (2021) en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-19168-3_11

Bozzini E. (2020). Contrasting norms on the use of evidence in risk assessment: the controversy surrounding the carcinogenicity of glyphosate. Health, Risk & Society, DOI: 10.1080/13698575.2020.1777946

Bremm Pluth T., Geraldi Zanini L.A., Endruweit Battisti I.D. (2019). Pesticide exposure and cancer: an integrative literature review. Saúde Debate, Rio de Janeiro, 43, 122, 906-924. DOI: 10.1590/0103-1104201912220

Brodeur J.C., Poliserpi M.B., D'Andrea M.F., Sánchez M. (2014). Synergy between glyphosate- and cypermethrin-based pesticides during acute exposures in tadpoles of the common South American toad *Rhinella arenarum*. Chemosphere, 112, 70-6. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2014.02.065.

Brodeur J.C., Sánchez M., Castro L., Rojas D.E., Cristos D., Damonte M.J., Poliserpi M.B., D'Andrea M.F., Andriulo A.E. (2017). Accumulation of current-use pesticides, cholinesterase inhibition and reduced body condition in juvenile one-sided livebearer fish (*Jenynsia multidentata*) from the agricultural Pampa region of Argentina. Chemosphere, 185, 36–46. doi:10.1016/j.chemosphere.2017.06.129

Bulgaroni V., Rovedatti M.G., Sabino G., Magnarelli G. (2012). Organophosphate pesticide environmental exposure: analysis of salivary cholinesterase and carboxylesterase activities in preschool children and their mothers. Environ Monit Assess, 184, 3307-3314.

Bulgaroni V., Lombardo P., Rivero-Osimani V., Vera B., Dulgerian L., Cerbán F., Rivero V., Magnarelli G., Guiñazú N. (2013). Environmental pesticide exposure modulates cytokines, arginase and ornithinedecarboxylase expression in human placenta. Reprod Toxicol, 39, 23-32.

Burella P.M., Simoniello M.F., Poletta G.L. (2017). Evaluation of Stage-Dependent Genotoxic Effect of Roundup® (Glyphosate) on *Caiman latirostris* Embryos. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 72, 1, 1-2017, 50-57. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00244-016-0311-7

Burns C.J., Juberg D.R. (2021). Cancer and occupational exposure to pesticides: an umbrella review. Int Arch Occup Environ Health,94, 5, 945-957. https://doi.org/10.1007/s00420-020-01638-y

Butinof M., Fernandez R.A., Stimolo M.I., Lantieri M.J., Blanco M., Machado A.L., Franchini G., Díaz M.P. (2015). Pesticide exposure and health conditions of terrestrial pesticide applicators in Córdoba Province, Argentina. Cad Saúde Pública, 31,3, 633-646. https://doi.org/10.1590/0102-311X00218313

Butinof M., Fernández R. A., Lerda D., Lantieri M. J., Filippi I., Díaz M. del P. (2017a). Biomonitoreo en exposición a plaguicidas y su aporte en vigilancia epidemiológica en agroaplicadores en Córdoba, Argentina. Gaceta Sanitaria, 33, 3, 216–221. https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.12.002

Butinof M., Fernández R., Muñoz S., Lerda D., Blanco M., Lantieri M.J., Antolini L., Gieco M., Ortiz P., Filippi I., Franchini G., Eandi M., Montedoro F., Díaz M.P. (2017b). Valoración de la exposición a plaguicidas en cultivos extensivos de Argentina y su potencial impacto sobre la salud. Revista Argentina de Salud Pública, 8, 33, 8-15. Consultado (2021) en: http://www.scielo.org.ar/pdf/rasp/v8n33/v8n33a02.pdf

Butinof M. (2021) Impacto en la salud humana de la atrazina. Exposición en: "Atrazina, caracterización de la sustancia, usos, monitoreo e impacto ambiental en Argentina". Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible Nación (MADSN). Red de Seguridad Alimentaria del Conicet (RSAC). Marzo 2021. Consultado (2021) en: https://www.youtube.com/watch?v=0molnt-urVc

Cabaleiro F. (2018). Naturaleza de Derechos, "El Plato Fumigado", año 2018. Consultado (2021) en: https://naturalezadederechos.org/platofumigado.pdf

Cabaleiro F. (2021). Informe Alimentos & Residuos de Agrotóxicos en la Argentina. Análisis y Sistematización de los resultados de los controles oficiales del SENASA sobre presencia de agrotóxicos en frutas, hortalizas, verduras, cereales y oleaginosas, entre los años 2017 y 2019, en toda la Argentina. Naturaleza de Derechos. Febrero 2021. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Cabaleiro L.F., Ventura M.C., Benatar A.F., Gurvich C.O., Bonacina N.J. (2021). Amparo ante Excma. Corte Suprema de la Nación. Interpone acción de amparo ambiental. Solicita tutela anticipatoria. 223 páginas. Consultado (2021) en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjd0dDV5qHzAhVDqpUCHWhCBAQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.cfj.gov.ar%2Fsrc%2Fimg_up%2F19052021.1.pdf&usg=AOvVaw0qcNbQz7TCDVe0_53XAn_G

Caiati C., Pollice P., Favale S., Lepera M.E. (2020). The Herbicide Glyphosate and Its Apparently Controversial Effect on Human Health: An Updated Clinical Perspective. Endocr Metab Immune Disord Drug Targets, 20, 4, 489-505. DOI:10.2174/1871530319666191015191614

Calderón-Garcidueñas L., Torres-Jardón R., Kulesza R.J., Park S.B., D'Angiulli A. (2014). Air pollution and detrimental effects on children's brain. The need for a multidisciplinary approach to the issue complexity and challenges. Front Hum Neurosci, 8, 613

California Department of Pesticide Regulation (2015). Correlating agricultural use with ambient concentration of the fumigant chloropicrin during the period of 2011-2014 [Internet]. Sacramento, CA: Environmental Monitoring Branch http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/airinit/data_analysis/chloropicrin.pdf.

California Department of Pesticide Regulation (2016). Analysis of Agricultural Use and Average Concentrations of 1,3-Dichloropropene in Nine Communities of California in 2006-2015, and Calculation of a Use Limit (Township Cap) [Internet]. Sacramento, CA: Environmental Monitoring Branch; 2016. http://www.cdpr.ca.gov/docs/whs/pdf/1_3_d_data_ analysis.pdf.

California Department of Pesticide Regulation (2017). Correlating agricultural use with ambient air concentrations of methyl isothiocyanate during the period of 2011-2014 [Internet]. Sacramento, CA: Environmental Monitoring Branch, 2016. http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/airinit/methyl_isothiocyanate.pdf. Accessed on 11 July 2017.

Candel J.J.L., Lakner S., Peér G. (2021). Europe's reformed agricultural policy disappoints. Nature, 595, 650. https://doi.org/10.1038/d41586-021-02047-y

Caprile A.C., Aparicio V., Sasal C., Andriulo E. (2017). Variation in glyphosate and AMPA concentrations of surface water and groundwater. Geophys Res Abstr, 19, EGU2017-2068. https://www.researchgate.net/publication/333929833_Variation_in_glyphosate_and_AMPA_concentrations_of_surface_water_and_groundwater

Carballo M.A, Simoniello M.F. (2012). Impacto de los agroquímicos en trabajadores expuestos: biomonitoreo de estrés oxidativo y genotoxicidad. Rev. Ciencia e Investigación Divulgación. Tomo 62, 3, 39-57.

Cardona B., Rudel R.A. (2020). US EPA's regulatory pesticide evaluations need clearer guidelines for considering mammary gland tumors and other mammary gland effects. Mol Cell Endocrinol, 518, 110927. https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110927

Carrasco N., Cerdá E., Zamora M., González Ferrín M.S. (2015). El caso del establecimiento "La Aurora", en B. Juárez: estrategias productivas y socioculturales. Consultado (2021) en: http://www.iesac.unq.edu.ar/wp-content/uploads/2015/06/Ponencia-JVI_UNQ_Carrasco.pdf

Carriquiriborde P., Marino D.J., Giachero G, Castro E.A., Ronco A.E. (2012). Global metabolic response in the bile of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*, Pisces) sublethally exposed to the pyrethroid cypermethrin. Ecotoxicol Environ Saf, 76, 1, 2-2012, 46-54. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.07.039

Castilla E.E., Mastroiacovo P., Orioli I.M. (2008). Gastroschisis: international epidemiology and public health perspectives. Am J Med Genet C Semin Med Genet, 148C, 162-79.

Cecchi A., Rovedatti M.G., Sabino G. y Magnarelli G.G. (2012). Environmental exposure to organophosphate pesticides: Assessment of endocrine disruption and hepatotoxicity in pregnant women. Ecotoxicol Environ Saf, 80, 280-287.

Científicos/as argentinos/as (2021). Carta abierta de científicos/as argentinos/as al gobierno nacional sobre el trigo transgénico. https://www.biodiversidadla.org/Campanas-y-Acciones/Carta-abierta-de-cientificos-as-argentinos-as-al-Gobierno-Nacional-sobre-el-trigo-transgenico

Cimino A.M., Boyles A.L., Thayer K.A., Perry M.J. (2017). Effects of Neonicotinoid Pesticide Exposure on Human Health: A Systematic Review. Environ Health Perspect, 125, 155-162. https://doi.org/10.1289/EHP515 PMID: 27385285

CITAAC-MAyDSN (2020). Usos e Impactos del insecticida Clorpirifos en Argentina. Informe de CITAAC Centro de Investigaciones en Toxicología Ambiental y Agrobiotecnología del Comahue, CONICET-UNCo. Solicitado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDSN). Reporte accesible en: https://www.youtube.com/watch?v=6bWuwLBovAI

Chang F., Simcik M.F., Capel P.D. (2011). Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degradate amino-methylphosphonic acid in the atmosphere. Environ Toxlcology Chem, 30, 548–555. https://doi.org/10.1002/etc.431.

CNTA (2017). Alerta fipronil en huevos. https://www.cnta.es/alerta-fipronil-en-huevos/

Coker E., Gunier R., Bradman A., Harley K., Kogut K., Molitor J., et al. (2017). Association between Pesticide Profiles Used on Agricultural Fields near Maternal Residences during Pregnancy and IQ at Age 7 Years. Int J Environ Res Public Health, 14, 5, 506. DOI: 10.3390/ijerph14050506.

Córdova R.A., Tomazetti M., Refatti J.P., Agostinetto D., Avila L.A., Camargo E.R. (2020). Drift distance in aircraft glyphosate application using rice plants as indicators. Planta Daninha, 38, e020223422. https://doi.org/10.1590/s0100-83582020380100048

Coronado G.D., Holte S., Vigoren E., Griffith W.C., Barr D.B., Faustman E., Thompson B. (2011). Organophosphate pesticide exposure and residential proximity to nearby fields: evidence for the drift pathway. J Occup Environ Med Aug, 53, 8, 884-91. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21775902/

Cortese F.E. y otros (2020). Autos "Cortese, Fernando Esteban y otros p/ Infracción Ley 24.051 (art. 55) y/o Envenenamiento o Adulteración aguas, medicamentos o alimentos" (originario del Juzgado Federal Nº 2 de la ciudad de San Nicolás). Poder Judicial de la Nación, Cámara Federal de Rosario, Sala A FRO 70087/2018/7/CA3. Rosario, Santa Fe 15-10-2020.

Davico C.E., Loteste A.E., Parma M.J.E., Poletta G.L., Simoniello M.F. (2018). Stress oxidative and genotoxicity in *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) exposed to commercial formulation of insecticide cypermethrin. Drug Chem Toxicol, 9, 1-6. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/01480545.2018.1497643

de Araújo-Ramos A.T., Passoni M.T., Romano M.A., Romano R.M., Martino-Andrade A.J. (2021). Controversies on Endocrine and Reproductive Effects of Glyphosate and Glyphosate-Based Herbicides: A Mini-Review. Front Endocrinol, 12, 627210. DOI: 10.3389/fendo.2021.627210

De Gerónimo E., Aparicio V.C., Bárbaro S., Portocarrero R., Jaime S., Costa J.L. (2014). Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina. Chemosphere, 107, 423-431. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.01.039.

Demonte L.D., Michlig N., Gaggiotti M., Adam C.G, Beldoménico H.R., Repetti M.R. (2018). Determination of glyphosate, AMPA and glufosinate in dairy farm water from Argentina using a simplified UHPLC-MS/MS method. Sci Total Environ, 645, 34-43. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.340

Demonte L.D. (2020). Estudio de métodos alternativos para la determinación de glifosato y otros plaguicidas de solución analítica compleja en matrices ambientales y alimentarias de interés prioritario regional. Tesis Doctoral FIQ-UNL. https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5652

Der Parsehian S. (2008). Plaguicidas organoclorados en leche materna. Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá, 27,2, 70-78. http://www.redalyc.org/pdf/912/91227203.pdf

Della Ceca L.S, Migoya C., Capelletti N., Gómez G., Arozamena D., Sobral M., Piñero J.H, Soimer M., Bosco N., Pérez E., Gluzman O., Rosa M.A, López M. y Colombo J.C. (2012). Contaminantes orgánicos persistentes en leche materna de centros urbanos de la provincia de Buenos Aires. Revista AUGMDOMUS. Revista Electrónica del Comité de Medio Ambiente de AUGM. 4, 92-102 [en línea] http://revistas.unlp.edu.ar/index.php/domus/issue/current/showToc 7/5/2013.

DeSesso J.M., Williams A.L., Reiss R. (2017). Conflicting views on the potential carcinogenicity of glyphosate: how did we get here and what should we do? J Public Health Emerg, 1, 78. DOI: 10.21037/jphe.2017.09.03

De Stefano L.G., Gattás F., Vinocur A., Cristos D., Rojas D., Cataldo D., Pizarro H. (2018). Comparative impact of two glyphosate-based formulations in interaction with Limnoperna fortunei on freshwater phytoplankton. Ecological Indicators, 85, 575–584. DOI:10.1016/j.ecolind.2017.11.021

Deziel N.C., Freeman L.E.B., Graubard B.I., Jones R.R., Hoppin J.A., Thomas K., et al. (2017). Relative Contributions of Agricultural Drift, Para-Occupational, and Residential Use Exposure Pathways to House Dust Pesticide Concentrations: Meta-Regression of Published Data. Environ Health Perspect, 125, 296-305. https://doi.org/10.1289/EHP426

Díaz M.P. (coord.) (2015). Valoración de la exposición a plaguicidas en cultivos extensivos de la argentina y su potencial impacto sobre la salud. Estudios multicéntricos, Becas Carrillo-Oñativia 2014. Informe final. Informe final presentado ante la Comisión Nacional Salud Investiga. Ministerio de Salud de la Nación. Mayo de 2015. Consultado (2021) en: http://www.scielo.org.ar/pdf/rasp/v8n33/v8n33a02.pdf

Di Leo N., Dean S., Montico S., Estrabou C., Oliva A. (2021). Análisis espacial de la distribución de líquenes y del índice de pureza atmosférica (IPA) en Murphy, Santa Fe, Argentina. Trabajo presentado en la Jornada de la Red Interuniversitaria en Ambiente y Salud de la Región Centro (REDINASCE). 6 de mayo 2021, Evento online.

Donati A. (2020). The Glyphosate Saga, A Further but Not a Final Step: The CJEU Confirms the Validity of the Regulation on Plant Protection Products in Light of the Precautionary Principle. Eur J Risk Regul, 11, 1, 148-154.

DPN-UNICEF-ONU (2010) "Atlas de Riesgo Ambiental de la Niñez en la República Argentina". Informe de la Defensoría del Pueblo de Nación y UNICEF. Consultado (2021) en: http://redaf.org.ar/ninez-y-riesgo-ambiental-en-argentina/

DPN (2014). Resolución Nº 29/2014: El DPN exhorto y recomendó a diversas autoridades a que implementen medidas para minimizar riesgos por el uso de agroquímicos. Consultado (2021) en: http://www.dpn.gob.ar/articulo.php?id=1506&pagN=4

DPPBA (2015). Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires. Mapa de situación e incidencia sobre la salud. Realizado por el Defensor del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires. Consultado (2021) en: http://www.biodiversidadla.org/Portada_Principal/Documentos/Argentina_Relevamiento_de_la_utilizacion_de_agroquimicos_en_la_Provincia_de_Buenos_Aires._Mapa_de_situacion_e_incidencia_sobre_la_salud

Duarte L.E., Delgado F., Bertone C.L., Alvarez M.F.S., Di Leo N., Montico S., Oliva A. (2021). Análisis y tendencia de la mortalidad por cáncer en la región centro de Argentina, 1992-2016. Rev Argent Salud Pública,13, e42. Publicación electrónica 3 May 2021. http://rasp.msal.gov.ar › vol13

EC (2009). Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC [2009] OJ L 309/50.

EC (2017). Commission Implementing Regulation (EU) No 2017/2324 of 12 December 2017 renewing the approval of the active substance glyphosate in accordance with Regulation No 1107/2009, and amending the Annex to Commission Implementing Regulation (EU) No 540/2011 [2017] OJ L 309/10.

EC (2020). Comisión Europea. Estrategia «de la granja a la mesa» para un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas, 20.5.2020, COM (2020) 381 final.

EC (2021). European Commission. Green Deal. Farm to fork strategy. Consultado (2021) en: https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en

EFSA (2015). European Food Safety Authority, Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. EFSA Journal,13, 11, 4302.

EFSA (European Food Safety Authority), Carrasco Cabrera L., Medina Pastor P. (2021). The 2019 European Union report on pesticide residues in food. EFSA Journal, 19, 4, 6491, 89 pp. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6491. Consultado (2021) en: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2021.EN-6487/full

Engel L.S., O'Meara E.S., Schwartz S.M. (2000). Maternal occupation in agriculture and risk of limb defects in Washington State, 1980-1993. Scand J Work Environ Health, 26, 193–198.
Engel L.S., Werder E., Satagopan J., Blair A., Hoppin J.A., Koutros S., Lerro C.C., Sandler D.P., Alavanja M.C., Beane Freeman L.E. (2017). Insecticide Use and Breast Cancer Risk among Farmers' Wives in the Agricultural Health Study. Environ Health Perspect, 097002, 1-10. https://doi.org/10.1289/EHP1295.
EP (2019). European Parliament legislative resolution of 17 April 2019 on the proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the transparency and sustainability of the EU risk assessment in the food chain amending Regulation (EC) No 178/2002 [on general food law], Directive 2001/18/EC [on the deliberate release into the environment of GMOs], Regulation (EC) No 1829/2003 [on GM food and feed], Regulation (EC) No 1831/2003 [on feed additives], Regulation (EC) No 2065/2003 [on smoke flavourings], Regulation (EC) No 1935/2004 [on food contact materials], Regulation (EC) No 1331/2008 [on the common authorisation procedure for food additives, food enzymes and food flavourings], Regulation (EC) No 1107/2009 [on plant protection products] and Regulation (EU) No 2015/2283 [on novel foods] [2019] 2018/0088(COD).
EP (2017). European Parliament resolution of 24 October 2017 on the draft Commission implementing regulation renewing the approval of the active substance glyphosate in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market, and amending the Annex to Implementing Regulation (EU) No 540/2011[2017]2017/2904 RSP, whereas B.
EPA (2019) Memorandum: Glyphosate: Response to Comments, Usage, and Benefits. Consultado (2021) en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-04/documents/glyphosate-response-comments-usage-benefits-final.pdf
EP-PDER (2021). The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food. Study Requested by the DEVE committee. European Parliament. Policy Department for External Relations. Directorate General for External Policies of the Union. PE 653.622 - January 2021. EP/EXPO/DEVE/FWC/2019-01/LOT3/R/06 EN. PDF ISBN: 978-92-846-7673-6. DOI: 10.2861/28995 QA-03-20-879-EN-N
Eskenazi B., Harley K., Bradman A., Weltzien E., Jewell N.P., Barr D.B., et al. (2004). Association of in utero organophosphate pesticide exposure and fetal growth and length of gestation in an agricultural population. Environ Health Perspect., 112, 1116-1124. https://doi.org/10.1289/ehp.6789 PMID: 15238287
Eskenazi B., Marks A.R., Bradman A., Harley K., Barr D.B., Johnson C., et al. (2007). Organophosphate pesticide exposure and neurodevelopment in young Mexican-American children. Environ Health Perspect, 115, 792-798. https://doi.org/10.1289/ehp.9828
Estancia Las Dos Hermanas (2021). Fundación Rachel & Pamela Schiele. Producción Agropecuaria Orgánica de Primera. Consultado (2021) en: http://www.lasdoshermanas.org/inicio/
Estocolmo (2005). Ley N° 26.011 ratificación de Argentina del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Consultado (2021) en: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/ 100000104999/102996/norma.htm
Estocolmo (2021). Sitio oficial del Convenio de Estocolmo. http://chm.pops.int/
Etchegoyen M.A., Ronco A.E., Almada P., Abelando M., Marino D.J.G. (2017) Occurrence and fate of pesticides in the Argentine stretch of the Paraguay-Paraná basin. Environ Monit Assess, 189, 63. https://doi.org/10.1007/s10661-017-5773-1.
EU Study (2021). The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food. European Union. EP/EXPO/DEVE/FWC/2019-01/LOT3/R/06, January 2021 - PE 653.622
Evans A.N., Llanos J.E.M., Kunin W.E., Sophie E.F., Evison S.E.F. (2018). Indirect effects of agricultural pesticide use on parasite prevalence in wild pollinators. Agric Ecosyst Environ, 258, 40–48. https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.02.002.
Eyhorn F., Roner T., Specking H. (2015). Reducing Pesticide Use and Risks-What Action is Needed? Documento Informativo (HELVETAS Swiss Intercooperation, 2015. https://www.semanticscholar.org/paper/Reducing-pesticide-use-and-risks-What-action-is-Eyhorn-Roner/e51e12f5491b11820f10119911ee480857464e74
FAO (2021). Manejo integrado de plagas y plaguicidas. Consultado (2021) en: https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest management/es/

FAO-OMS (2009). Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food, Chapter 6: Dietary exposure assessment of chemicals in food. Environmental Health Criteria 240. Food and Agriculture Organization and World Health Organization. 2009.
FAO-OMS (2013). Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas Lista Registrada de Directrices para la implementación del Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Roma, Italia.
FAO-OMS (2016a). International Code of Conduct on Pesticide Management: Guidelines on Highly Hazardous Pesticides. Rome, Italy. https://apps.who.int/iris/handle/10665/205561
FAO-OMS (2016b) Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). http://www.fao.org/sustainable-development-goas/goals/goal-2/es
FAO-OMS (2018). Transforming Food and Agriculture to Achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers. Technical Reference Document. Roma. 132 pp. Licencia:CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
FAO y OMS (2019). Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas Directrices sobre los Plaguicidas Altamente Peligrosos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS) Roma. 46 pp. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ISBN 978-92-5-131218-6.
FAO-OMS (2021a). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado (2021) en: http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-2/es/
FAO-OMS (2021b). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020: Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables. FAO, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), UNICEF, PMA y Organización Mundial de la Salud (OMS). 2020. Consultado (2021) en: http://www.fao.org/publications/sofi/2020/es/
Farrar J.J., Baur M.E., Elliott S.F. (2016). Measuring IPM Impacts in California and Arizona. J Integr Pest Manag, 7, 13. https://doi.org/10.1093/jipm/pmw012
FBCB-UNL-GEP (2012). Magnitud, distribución y tendencia de la mortalidad por malformaciones congénitas y tumores en la República Argentina, 1980-2010. Grupo de Epidemiología de Primavera 2012. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Consultado (2021) en: https://www.lavaca.org/wp-content/uploads/2015/10/agrotoxicos-vs-salud-cap2.pdf
Ferguson R.S., Lovell S.T. (2014). Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A Review. Agron Sustain Dev, 34,251–274. DOI 10.1007/s13593-013-0181-6
Fernández S.F., Pardo O., Adam-Cervera I., Montesinos L., Corpas-Burgos F., Roca M., Pastor A., Vento M., Cernada M., Yusà V. (2019). Biomonitoring of non-persistent pesticides in urine from lactating mothers: Exposure and risk assessment. Sci Total Environ, 134385. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134385
Fernández-Alba A.R. (2004). Chromatographic-mass spectrometric food analysis for trace determination of pesticide residues, 1a Ed. Series: Comprehensive Analytical Chemistry Elsevier Science: Spain, 2004, Vol. 43.
Fernando P. Carvalho (2020). Glyphosate, the herbicide that become a nightmare and the Precautionary Principle. Int J Environ Stud, 77, 6, 1012-1023. DOI:10.1080/00207233.2020.1773682
Foucault A., Vallet N., Ravalet N., Picou F., Bene M.C., Gyan E., Herault O. (2021). Occupational pesticide exposure increases risk of acute myeloid leukemia: a metaanalysis of case–control studies including 3,955 cases and 9,948 controls. Nature Research Scientific Reports, 21, 11,1, 2007. DOI: 10.1038/s41598-021-81604-x.
FPFC (2021). Foro de políticas alimentarias para el cambio: La transformación de los sistemas alimentarios y agrícolas a través de un foro especializado para los encargados de la formulación de políticas. http://www.fao.org/agroecology/database/detail/es/c/1307522/
Frey H., Tzinieris S., Colin M.E. Marchand P., Bastian S., et al. (2018). Call to restrict neonicotinoids; American Association for the Advancement of Science. Science, 360, 6392, 6-2018, 973. DOI: http://dx.doi.org/10.1126/science.aau0432
Gagneten A.M., Regaldo L., Reno U., Gutierrez M.F. (2017). Registros de plaguicidas en los sistemas acuáticos de la provincia de Santa Fe y sus efectos sobre la biota a diferentes escalas de análisis. Acta Toxicológica Argentina, Lugar: Santa Fe. Año 2017.
Gagneten A.M., Regaldo L. (2021). Diversidad de zooplancton y su valor como bioindicador. Págs. 238-243. En: Canal A.M., Rodríguez H., Rodríguez L. (Eds) (2021). Desarrollo sostenible en el centro

norte de la provincia de Santa Fe: Vol. 3 Ambiente. Edición Universidad Nacional del Litoral. Consultado (2021) en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5848
García J.E. (1999). El mito del manejo seguro de los plaguicidas en los países en desarrollo. Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), 52, 25-41. Consultado (2021) en: http://www.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip52/nrgarcia.htm
Gemmill A., Gunier R.B., Bradman A., Eskenazi B., Harley K.G. (2013). Residential proximity to methyl bromide use and birth outcomes in an agricultural population in California. Environ Health Perspect, 121, 737-743. https://doi.org/10.1289/ehp.1205682 PMID: 23603811
Gibbs J.L., Yost M.G., Negrete M., Fenske R.A. (2017). Passive Sampling for Indoor and Outdoor Exposures to Chlorpyrifos, Azinphos-Methyl, and Oxygen Analogs in a Rural Agricultural Community. Environ Health Perspect, 125, 333-341. https://doi.org/10.1289/EHP425 PMID: 27517732
Gillezeau C., van Gerwen M., Shaffer R.M., Rana I., Zhang L., Sheppard L., Taioli E. (2019). The evidence of human exposure to glyphosate: a review. Environ Health, 18, 2. https://doi.org/10.1186/s12940-018-0435-5
Gligo N., Alonso G., Barkin D., Brailovsky A., Brzovic F., Carrizosa J., Durán H., Fernández P., Gallopín G.C., Leal J., Marino de Botero M., Morales C., Ortiz Monasterio F., Panario D., Pengue W., Rodríguez Becerra M., Rofman A.B., Saa R., Sejenovich H., Sunkel O., Villamil J.J. (2020). La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe. LC/PUB.2020/11-P; ISBN: 9789211220438 127 p. Editorial: CEPAL octubre 2020. Consultado (2021) en: https://www.cepal.org/es/publicaciones/46101-la-tragedia-ambiental-america-latina-caribe
Goldberg R.F., Vandenberg L.N. (2019). Distract, delay, disrupt: examples of manufactured doubt from five industries. Rev Environ Health, 34, 4, 349-363. DOI: 10.1515/reveh-2019-0004
Gónzalez y otros (2020). Autos "Gonzalez, Sonia Maria y otros c/ Municipalidad de Sastre y Ortiz s/ amparos colectivos". Cámara de Apelaciones Civil y Comercial de Rafaela confirmación del fallo del Sr. Juez de la Primera Nominación de Rafaela. 11 de diciembre de 2020.
Groisman B., Bidondo M.P., Duarte S., Tardivo A., Barbero P., Liascovich R. (2018). Epidemiología descriptiva de las anomalías congénitas estructurales mayores en argentina. Medicina (Buenos Aires) 78, 252-257. ISSN 1669-9106.
GTI (2018). Informe Final del Grupo de Trabajo Interministerial sobre Buenas Prácticas en materia de Aplicaciones de Fitosanitarios. Resolución Conjunta MA-MAyDS No 1/2018. Consultado (2021) en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/
Guiñazú N., Rena V., Genti-Raimondi S., Rivero V., Magnarelli G. (2012). Toxicol in Vitro, 26, 406-413.
Gunier R.B., Bradman A., Harley K.G., Kogut K., Eskenazi B. (2017a). Prenatal Residential Proximity to Agricultural Pesticide Use and IQ in 7-Year-Old Children. Environ Health Perspect, 125, 5, 057002. doi: 10.1289/EHP504.
Gunier R.B., Bradman A., Harley K.G., Eskenazi B. (2017b). Will buffer zones around schools in agricultural areas be adequate to protect children from the potential adverse effects of pesticide exposure? PLoS Biol, 15, 12, e2004741. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2004741
Gunier R.B., Bradman A., Castorina R., Holland N.T., Avery D., Harley K.G., et al. (2017c). Residential proximity to agricultural fumigant use and IQ, attention and hyperactivity in 7-year old children. Environ Res, 158, 358-365. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.036 PMID: 28686950
Guo S., Hu M., Guo Q., Zhang X., Zheng M., Zheng J., Chang C.C., Schauer J.J., Zhang R. (2012). Primary sources and secondary formation of organic aerosols in Beijing, China. Environ Sci Technol, 46, 18, 9846–9853. https://doi.org/10.1021/es2042564
Guyton K.Z., Loomis D., Grosse Y., El Ghissassi F., Benbrahim-Tallaa L., Guha N., Scoccianti C., Heidi Mattock H., Straif K. (2015). Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. The Lancet Oncology. Published online March 20, 2015 http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8
Guyton K.Z., Rusyn I., Chiu W.A., Corpet D.E., van den Berg M., Ross M.K., et al. (2018). Application of the key characteristics of carcinogens in cancer hazard identification. Carcinogenesis, 39, 4, 614–622. https://doi.org/10.1093/carcin/bgy031 PMID:29562322
Harnly M., McLaughlin R., Bradman A., Anderson M., Gunier R. (2005). Correlating agricultural use of organophosphates with outdoor air concentrations: a particular concern for children. Environ Health Perspect, 113, 1184-1189. https://doi.org/10.1289/ehp.7493 PMID: 16140625
Hertz-Picciotto I., Sass J.B., Engel S., Bennett D.H., Bradman A., Eskenazi B., et al. (2018) Organophosphate exposures during pregnancy and child neurodevelopment: Recommendations

for essential policy reforms. PLoS Med 15, 10, e1002671. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002671

IARC Monograph 112 (2015). Some organophosphate insecticides and herbicides/ IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 112, (2015: Lyon, France).

IARC (2019). IARC Preamble Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans Lyon, France, Amended January 2019. Consultado (2021) en: https://monographs.iarc.who.int/iarc-monographs-preamble-preamble-to-the-iarc-monographs/

IARC (2021). Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/

ICBDSR (2018). Annual report. International Clearing House of birth defect surveillance and research, 2014. Consultado (2021) en: http://www.icbdsr.org/wp-content/annual_report/Report2014.pdf; consultado junio de 2018.

Infante P.F., Melnick R., Vainio H., Huff J. (2018). Commentary: IARC Monographs Program and public health under siege by corporate interests. Am J Ind Med, 2018, 1–5. DOI: 10.1002/ajim.22811

Ingaramo P., Alarcón R., Muñoz-de-Toro M., Luque E.H. (2020). Are glyphosate and glyphosate-based herbicides endocrine disruptors that alter female fertility?. Mol Cell Endocrinol, 518, 110934. https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110934

Ingaramo P.I., Varayoud J., Milesi M.M., Guerrero Schimpf M., Muñoz-de-Toro M., Luque E.H. (2016). Effects of neonatal exposure to a glyphosate-based herbicide on female rat reproduction. Reproduction, 152, 5, 403-15. DOI: 10.1530/REP-16-0171.

INTA (2016). Informe en relación a la agroecología. Informe para el Defensor del Pueblo de la Nación según exhorto (Res. DP Nº 29/14). Zumalave Rey B. (compiladora). INTA EEA AMBA. Consultado (2021) en: http://www.dpn.gob.ar/documentos/20160322_30786_556691.pdf

IPCC (2001). In: Houghton J.T., Ding Y., Griggs D.J., Noquer M., van der Linden P.J., Dai X., Maskell K., Johnson C.A. (Eds.), Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido and Nueva York, NY, Estados Unidos de América (881 págs).

IPCC (2007). Cambio Climático 2007: Impacto, adaptación y vulnerabilidad. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. ISBN 92-9169-321-9. Consultado (2021) en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf

IPCC (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra (Suiza), 200 págs. Consultado (2021) en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5_SPM_Top_Level_Findings_es-1.pdf

IPCC (2021). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

IPES-Food (2016). From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems. Accesible en: https://www.tabledebates.org/research-library/ipes-report-uniformity-diversity-paradigm-shift-industrial-agriculture-diversified

Iturburu F.G., Calderon G., Amé M.V., Menone M.L. (2019). Ecological Risk Assessment (ERA) of pesticides from freshwater ecosystems in the Pampas region of Argentina: Legacy and current use chemicals contribution. Sci Total Environ, 691, 476–482. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.044

Iturburu F.G., Simoniello M.F., Medici S.K., Panzeri A.M., Menone M.L. (2018). Imidacloprid causes DNA damage in fish: clastogenesis as a mechanism of genotoxicity. Bull Environ Contam Toxicol, 100, 6, 4-2018, 760-764. http://dx.doi.org/10.1007/s00128-018-2338-0

Jäger M. (comp.) (2016). Gobernabilidad, percepción, control y efectos del uso de agroquímicos en la región metropolitana de Buenos Aires. Presunta contaminación por el uso inadecuado de agroquímicos. Edición Universidad Nacional de La Matanza. 224 Pgs. ISBN: 978-987-1635-66-5.

JMPR (2016). Pesticide residues in food-2016. Special Session of the Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. FAO Plant Protection Paper 227. Rome

Junqueira Buralli R., Freitas Dultra A., Ribeiro H. (2020). Respiratory and Allergic Effects in Children Exposed to Pesticides-A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health, 17, 2740. DOI:10.3390/ijerph17082740

Kahn L.G., Philippat C., Nakayama S.F., Slama R., Trasande L. (2020). Endocrine-disrupting chemicals: implications for human health. Lancet Diabetes Endocrinol, 8, 8, 703–718. DOI:10.1016/S2213-8587(20)30129-7.

Kalliora C., Mamoulakis C., Vasilopoulos E., Stamatiades G.A., Kalafati L., Barouni R., Karakousi T., Abdollahi M., Tsatsakis A. (2018). Association of pesticide exposure with human congenital abnormalities. Toxicol Appl Pharmacol, 346, 58-75. DOI: 10.1016/j.taap.2018.03.025

Karalexi M.A., Tagkas C.F., Markozannes G., Tseretopoulou X., Hernández A.F., Schüz J., Halldorsson T.I., Psaltopoulou T., Petridou E.T., Tzoulaki I., Ntzani E.E. (2021). Exposure to pesticides and childhood leukemia risk: a systematic review and meta-analysis. Environ Pollut, 285, 117376. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117376.

Katra I. (2019). Comparison of diverse dust control products in wind-induced dust emission from unpaved roads. Appl Sci, 9, 23, 5204. https://doi.org/10.3390/app9235204

Kavouras I.G., DuBois D.W., Nikolich G., Corral Avittia A.Y., Etyemezian V. (2016). Particulate dust emission factors from unpaved roads in the U.S.–Mexico border semi-arid region. J Arid Environ, 124, 189–192. Doi: 10.1016/j.jaridenv.2015.07.015

Keikotlhaile B.M., Spanoghe P., Steurbaut W. (2010). Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: a meta-analysis approach. Food Chem Toxicol, 48, 1-6, DOI: 10.1016/j.fct.2009.10.031

Klimowska A., Amenda K, Rodzaj W., Wilenska M., Jurewicz J., Wielgomas B. (2020). Evaluation of 1-year urinary excretion of eight metabolites of synthetic pyrethroids, chlorpyrifos, and neonicotinoids. Environment International, 145, 106119. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106119

Klingelhöfer D., Braun M., Brüggmann D., Groneberg D.A. (2021). Glyphosate: How do ongoing controversies, market characteristics, and funding influence the global research landscape? Sci Total Environ, 765, 144271. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144271

Kohler H.-R., Triebskorn R. (2013). Wildlife Ecotoxicology of Pesticides: Can We Track Effects to the Population Level and Beyond? Science, 341, 6147, 759–765. DOI: 10.1126/science.1237591

Kubsad D., Nilsson E.E., King S.E., Sadler-Riggleman I., Beck D., Skinner M.K. (2019). Assessment of Glyphosate Induced Epigenetic Transgenerational Inheritance of Pathologies and Sperm Epimutations: Generational Toxicology. Scientific Reports, 9, 6372, https://doi.org/10.1038/s41598-019-42860-0 1

La Barba V.A., Pacheco J., Repetti M.R. (2017). Efecto del procesamiento en el hogar sobre el contenido de residuos de plaguicidas en manzana y tomate. IV Congreso Iberoamericano de Salud Ambiental para el Desarrollo Sustentable. XX Congreso Argentino de Toxicología. XXXV Jornadas Argentinas Interdisciplinarias de Toxicología. Septiembre 20-22, 2017, Ciudad de Santa Fe, Argentina.

Lajmanovich R., De La Sierra P., Marino F., Peltzer P., Lenardón A., Lorenzatti E. (2005). Determinación de residuos de organoclorados en vertebrados silvestres del litoral fluvial de Argentina. En: Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino II. INSUGEO, Miscelánea, 14: 255-262. Tucumán. ISBN: 987-9390-69-5. http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_14/27.htm

Lajmanovich R.C., Attademo A.M., Peltzer P.M., Jungues C., Cabagna M. (2011). Toxicity of four herbicide formulations with glyphosate on *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) tadpoles: B-esterases and glutathione S-transferase inhibitions. Arch Environ Contam Toxicol, 60, 4, 681–689. DOI: 10.1007/s00244-010-9578-2

Lajmanovich R.C., Junges C.M., Attademo A.M., Peltzer P.M., Cabagna Zenklusen M., Bassó A. (2013). Individual and mixture toxicity of commercial formulations containing glyphosate, metsulfuron-methyl, bispyribac-sodium, and picloram on *Rhinella arenarum* tadpoles. Water Air Soil Pollut, 224, 1404. https://doi.org/10.1007/s11270-012-1404-1

Lajmanovich R.C., Attademo A.M., Simoniello M.F., Poletta G.L., Junges C.M. et al. (2015). Harmful effects of the dermal intake of commercial formulations containing chlorpyrifos, 2,4-D, and

glyphosate on the common toad *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae). Water Air Soil Pollut, 26, 427. DOI 10.1007/s11270-015-2695-9

Lajmanovich R.C., Peltzer P., Attademo A.M., Colussi C.L., Martinuzzi C. (2018). Blood biomarkers of common toad *Rhinella arenarum* following chlorpyrifos dermal exposure. Interdiscip Toxicol,11, 148–154. DOI: 10.2478/intox-2018-0011

Lajmanovich R.C., Peltzer P.M., Attademo A.M., Martinuzzi C.S., Simoniello M.F., Colussi C.L., Cuzziol Boccioni A.P., Sigrist M. (2019a). First evaluation of novel potential synergistic effects of glyphosate and arsenic mixture on *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) tadpoles. Heliyon, 5, 10, e02601. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02601

Lajmanovich R.C., Peltzer P.M., Martinuzzi C., Attademo A.M., Basso A., Colussi C. (2019b). Insecticide pyriproxyfen (Dragón®) damage biotransformation, thyroid hormones, heart rate, and swimming performance of *Odontophrynus americanus* tadpoles. Chemosphere, 220, 714–722. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.12.181

Lajmanovich R.C., Peltzer P.M. (2021). Impactos de la agroindustria sobre la salud ambiental de los anfibios del centro este de Argentina en el contexto del desarrollo sustentable. Págs. 187-190. En: Canal A.M., Rodríguez H., Rodríguez L. (Eds) (2021) Desarrollo sostenible en el centro norte de la provincia de Santa Fe: Vol. 3 Ambiente. Edición Universidad Nacional del Litoral. Consultado (2021) en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5848

Lajmanovich R.C., Attademo A.M., Lener G., Cuzziol Boccioni A.P., Peltzer P.M., Martinuzzi C.S., Demonte L.D., Repetti M.R. (2022). Glyphosate and glufosinate ammonium, herbicides commonly used on genetically modified crops, and their interaction with microplastics: Ecotoxicity in anuran tadpoles. Sci Total Environ, 804, 150177. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150177

Lantieri, M.J., Meyer Paz R., Butinof M., Fernández R.A., Stimolo M.I., Díaz M.P. (2009). Exposición a plaguicidas en agroaplicadores terrestres de la provincia de Córdoba, Argentina: factores condicionantes. Agriscientia, 26, 2, 43-54.

Lattuca A., Mariatti A., Cerilli S., Rapallo L. (2019). Guía Básica para la Planificación y Manejo Agroecológico de Cultivos. Ministerio de la Producción. Secretaría de Desarrollo Territorial. Consultado (2021) en: https://www.fao.org/agroecology/database/detail/es/c/1207562/

Lavayén A.M., Carrizo Morales M.L., Sciarini L., Lopez J.B. (2020). Agroquímicos, una problemática ambiental y de salud pública. Fundación para el Desarrollo de Políticas Sustentables, Córdoba, Argentina. Consultado (2021) en: https://fundeps.org/agroquimicos-problema-ambiental-salud/

Lee G.H., Choi K.C. (2020). Adverse effects of pesticides on the functions of immune system. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 108789. doi: 10.1016/j.cbpc.2020.108789

Lenardón A., Maitre M.I., Lorenzatti E., Enrique S. (2000) Plaguicidas organoclorados en leche materna en Santa Fé, Argentina. Acta Toxicol Argent, 8, 1, 2-4.

Leon M.E., Schinasi L.H., Lebailly P., Beane-Freeman L.E. (2019). Pesticide use and risk of non-Hodgkin lymphoid malignancies in agricultural cohorts from France, Norway and the USA: a pooled analysis from the AGRICOH consortium. Int J Epidemiol, 48,5, 1519–1535. DOI: 10.1093/ije/dyz017

Leppink J., Pérez-Fuster P. (2016). What is science without replication? Perspect Med Educ. DOI: 10.1007/s40037-016-0307-z

Li A.J., Kannan K. (2018). Urinary concentrations and profiles of organophosphate and pyrethroid pesticide metabolites and phenoxyacid herbicides in populations in eight countries. Environment International, 121, 1148–1154. https://doi.org/10. /j.envint.2018.10.033

Lin S., Marshall E.G., Davidson G.K. (1994). Potential parental exposure to pesticides and limb reduction defects. Scand J Work Environ Health, 20, 3, 166–179. DOI: 10.2307/40966246

Liu T., Yoon Y. (2019). Effects of meteorological factors to reduce large-scale PM10 emission estimation errors on unpaved roads. Atmos Environ, 217, 116956. 10.1016/j.atmosenv.2019.116956

Loomis D., Guyton K.Z., Straif K., Wild C.P. (2017). Classification schemes for carcinogenicity based on hazard identification serve science and society. Regul Toxicol Pharmacol, 88, 356e357. http://dx.doi.org/10.1016/j.yrtph.2017.02.010

López Aca V., Gonzalez P.V., Carriquiriborde P. (2018). Lethal and sublethal responses in the fish, *Odontesthes bonariensis*, exposed to chlorpyrifos alone or under mixtures with endosulfán and lambda-cyhalothrin. Ecotoxicology, 27, 7, 968-979. DOI: 10.1007/s10646-018-1941-5.

López S.L., Aiassa D., Benítez-Leite S., Lajmanovich R., Mañas F., Poletta G., Sánchez N., Simoniello M.F., Carrasco A.E. (2012). Pesticides Used in South American GMO-Based Agriculture: A Review of

Their Effects on Humans and Animal Models. Adv Mol Toxicol, 6, 41-75. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-59389-4.00002-1

Lorenz V., Milesi M.M., Guerrero Schimpf M., Luque E.H., Varayoud J. (2019). Epigenetic disruption of estrogen receptor alpha is induced by a glyphosate based herbicide in the preimplantation uterus of rats. Mol Cell Endocrinol, 480, 133–141. https://doi.org/10.1016/j.mce.2018.10.022

Lorenzatti S. (2017). Siembra directa: revalorando principios básicos. Consultado (2021) en: https://www.aapresid.org.ar/blog/siembra-directa-revalorando-conceptos-basicos/

Loteste A.E., Scagnetti J.A.J., Simoniello M.F., Campana M.C., Parma M.J.E. (2013). Hepatic enzymes activity in the fish Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1836) after sublethal cypermethrin exposure. Bull Environ Contam Toxicol, 90, 5, 2-2013, 601-604. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00128-013-0961-3

Lu C., Fenske R.A., Simcox N.J., Kalman D. (2000). Pesticide exposure of children in an agricultural community: evidence of household proximity to farmland and take home exposure pathways. Environ Res, 84,3, 290-302. DOI: 10.1006/enrs.2000.4076.

Luaces J.P., Rossi L.F., Saiz M.Y., Contrera Prieto M.J., Lopes de Souza E.R., Iodice O.H., Mudry M.D., Merani M.S. (2020). Inhibición de la respuesta linfocitaria a la fitohemaglutinina por el herbicida Roundup en el armadillo *Chaetophractus villosus*. Revista de Investigaciones Científicas de la Universidad de Morón, 4, 7, 21-31. DOI: http://doi.org/10.34073/225

Lucadamo L., Corapi A., Gallo L. (2018). Evaluation of glyphosate drift and anthropogenic atmospheric trace elements contamination by means of lichen transplants in a southern Italian agricultural district. Air Qual Atmos Health, 11, 325–339. https://doi.org/10.1007/s11869-018-0547-7

Lucero P., Nassetta M. y De Romedi A. (2008). Evaluación de la exposición ambiental a plaguicidas orgánicos persistentes en dos barrios de la provincia de Córdoba. Acta Toxicol Arg, 16, 41-46.

Lupi L., Bedmar F., Puricelli M., Marino D., Aparicio V., Wunderlin D., Miglioranza K.S.B. (2019). Glyphosate runoff and its occurrence in rainwater and subsurface soil in the nearby area of agricultural fields in Argentina. Chemosphere, 225, 906-914. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.090.

Luque E.H., Muñoz-de-Toro M. (2020). Special issue "Health effects of agrochemicals as Endocrine Disruptors". Mol Cell Endocrinol, 517, 110982. DOI: 10.1016/j.mce.2020.110982.

Luque E.H., Ingaramo P.I. (2021). Efecto del glifosato y sus formulados comerciales sobre el desarrollo de órganos reproductores y la fertilidad. Págs. 184-187. En: Canal A.M., Rodríguez H., Rodríguez L. (Eds) (2021) Desarrollo sostenible en el centro norte de la provincia de Santa Fe: Vol. 3 Ambiente. Edición Universidad Nacional del Litoral. Consultado (2021) en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5848

Mackenzie Ross S., McManus I.C., Harrison V., Mason O. (2013). Neurobehavioral problems following low-level exposure to organophosphate pesticides: a systematic and meta-analytic review. Critical Reviews in Toxicology, 43, 1, 21–44. DOI: 10.3109/10408444.2012.738645

Mac Loughlin T.M., Peluso L., Marino D.J.G. (2017). Pesticide impact study in the periurban horticultural area of Gran La Plata, Argentina. Sci Total Environ. 598, 572–580. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.116.

Mac Loughlin T.M., Peluso M.L., Aparicio V.C., Marino D.J.G. (2020). Contribution of soluble and particulate-matter fractions to the total glyphosate and AMPA load in water bodies associated with horticulture. Sci Total Environ, 703, 134717. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134717

Mac Loughlin T.M., Peluso M.L., Etchegoyen M.A., Alonso L.L., de Castro M.C., Percudani M.C., Marino D.J.G. (2018). Pesticide residues in fruits and vegetables of the argentine domestic market: occurrence and quality. Food Control, 93, 129–138. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.041.

Maidana A. (2021). En Lobos llueven distintos tipos de «agrotóxicos». https://www.conclusion.com.ar/info-general/en-lobos-llueven-distintos-tipos-de-agrotoxicos/06/2021/ (Consultado 09/06/2021).

Maggioni D.A., Signorini M.L., Michlig N., Repetti M.R., Sigrist M.R., Beldomenico H.R. (2017). Comprehensive estimate of the theoretical maximum daily intake of pesticide residues for chronic dietary risk assessment in Argentina. J Environ Sci Health B, 52, 4, 256–266. DOI: 10.1080/03601234.2016.1272997

Maggioni D.A., Signorini M.L., Michlig N., Repetti M.R., Sigrist M.E., Beldomenico H.R. (2018). National short-term dietary exposure assessment of a selected group of pesticides in Argentina. J Environ Sci Health B, 53, 10, 639-651. DOI: 10.1080/03601234.2018.1474552

Maggioni D.A., Beldomenico H.R. (2019). Evaluación de riesgo dietario crónico y agudo por residuos de plaguicidas, métodos y resultados del caso argentino. http://red-ralaca.net/2-uncategorised/474-webinar-2018

Maggioni D.A., Repetti M.R. (2021). ¿Se puede disminuir el riesgo de exposición dietaria a plaguicidas? Págs. 76-78. En: Canal A.M., Rodríguez H., Rodríguez L. (Eds) (2021) Desarrollo sostenible en el centro norte de la provincia de Santa Fe: Vol. 3 Ambiente. Edición Universidad Nacional del Litoral. Consultado (2021) en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5848

Magnarelli G., Souza M.S. y de D'Angelo A.M. (2009). Heptachlor and o-p'DDT effects on protein kinase activities associated with human placenta particulate fractions. J Biochem Mol Toxicol, 23,185-192. DOI: 10.1002/jbt.20277

Magnarelli G. y Guiñazú N. (2012). Placental Toxicology of Pesticides. En: Recent Advances in Research on the Human Placenta. (Jing Zheng Ed.). InTech, Rijeka, Croatia. pp 95-119 [en línea] http://www.intechopen.com/books/recent-advances-in-research-on-thehuman-placenta/placental-toxicology-of-pesticides 25/3/2013.

MAGyP (2021). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Decisión Administrativa 568/2021 DECAD-2021-568-APN-JGM - Dase por designado Director Nacional de Agroecología. Consultado (2021) en: https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/245494/20210610

Mañas F., Peralta L., Gorla N., Bosh B. y Aiassa D. (2009a). Aberraciones cromosómicas en trabajadores rurales de la Provincia de Córdoba expuestos a plaguicidas. J Appl Genet, 20, 1, 9-13. ISSN: BAG 1666-0390.

Mañas F., Peralta L., Raviolo J., García Ovando H., Weyers A., Ugnia L., González Cid M., Larripa I., Gorla N. (2009b). Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. Ecotoxicol Environ Saf, 72, 834-7. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2008.09.019

Mañas F., Agost L., Salinero M.C., Méndez A., Aiassa D. (2021). Cytogenetic markers and their spatial distribution in a population living in proximity to areas sprayed with pesticides. Environ Toxicol Pharmacol, 88, 103736. https://doi.org/10.1016/j.etap.2021.103736

Marasas M., Cap G., De Luca L., Pérez M., Pérez R. (2012). El Camino de la Transición Agroecológica. Ediciones INTA. Consultado (2021) en: http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/calisa/Transicion_Agroecologica_IPAF_Mariana_Marasas.pdf

Marino D. (2016) Entrevista periodística al autor. Consultado (2021) en: http://www.noticiauno.com.ar/nota/3502-Argentina-lidera-el-ranking-mundial-por-la-cantidad-de-glifosato-que-usa-el-campo.

Marks A.R., Harley K., Bradman A., Kogut K., Barr D.B., Johnson C., et al. (2010). Organophosphate pesticide exposure and attention in young Mexican-American children: the CHAMACOS study. Environ Health Perspect, 118, 1768-1774. https://doi.org/10.1289/ehp.1002056

Martínez Urbina G.K. (2017). Perfil epidemiológico de los pacientes confisuras labio-máxilo-palatinano sindrómicas atendidos en el Hospital Clínico San Borja Arriarán durante el periodo 2005-2015. Universidad de Chile, Facultad de Odontología, Departamento de Cirugía y Traumatología bucal y maxilofacial. Consultado (2021) en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146567/Perfil-epidemiol%C3%B3gico-de-los%20pacientes-con-fisuras-labio-m%C3%A1xilo-palatina-no-sindr%C3%B3micas.pdf?sequence=1.

Martini C.N., Gabrielli M., Vila M.C. (2012). A commercial formulation of glyphosate inhibits proliferation and differentiation to adipocytes and induces apoptosis in 3T3-L1 fibroblasts. Toxicol in Vitro, 26, 1007-13. DOI: 10.1016/j.tiv.2012.04.017

Martinuzzi C.S., Attademo A.M., Peltzer P., Mac Loughlin T.M., Marino D.J.G., Lajmanovich R.C. (2019). Comparative toxicity of two different dimethoate formulations in the common toad (*Rhinella arenarum*) tadpoles. Bull Environ Contam Toxicol, 104, 1, 12-2019, 35-40. DOI: https://doi.org/10.1007/s00128-019-02741-8

Martos Mula A.J., Figueroa E.N., Ruggeri M.A., Giunta S.A., Wierna N.R., Bonillo M., Bovi M.G. (2005). Diferencias en la ejecución cognitiva y actividades colinesterasa en adolescentes con exposición

ambiental a plaguicidas en Jujuy (Argentina) Rev Toxicol, 22,180-184. https://rev.aetox.es/wp/index.php/22-27/
Matos EL, Parkin DM, Loria DI, Vilensky M. (1990) Geographical patterns of cancer mortality in Argentina. Int J Epidemiol, 19,4, 860-70. DOI: 10.1093/ije/19.4.860.
Matteucci S.D. (2019) Investigación-Acción: el rol de los científicos para la sustentabilidad del Planeta Tierra. Fronteras, 17, 17, 3-9.
Mazzarella D. (2016). Residuos de Productos Fitosanitarios. Criterios Regulatorios Locales e Internacionales. Instituto Internacional de Ciencias de la Vida (ILSI). Serie de Informes Especiales ILSI Argentina, Vol. IV, Nov. 2016.
McGarity T.O., Wagner W.E. (2008). Bending Science: How Special Interests Corrupt Public Health Research. Cambridge, MA, Harvard University Press, 400 pp. ISBN: 978-0-674-02815-9.
Melov et al. (2018). Complexity of gastroschisis predicts outcome: epidemiology and experience in an Australian tertiary centre. BMC Pregnancy and Childbirth, 18, 222 https://doi.org/10.1186/s12884-018-1867-1
Mendez M.J., Aimar S.B., Aparicio V.C., Ramirez Haberkon N.B., Buschiazzo D.E., De Gerónimo E., Costa, J.L. (2017). Glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) contents in the respirable dust emitted by an agricultural soil of the central semiarid region of Argentina. Aeolian Res. 29, 23–29. DOI: 10.1016/j.aeolia.2017.09.004
Mesnage, R., Seralini, G-E., eds. (2018). Toxicity of Pesticides on Health and Environment. Lausanne: Frontiers Media. DOI: 10.3389/978-2-88945-644-4
Michlig N., Hrbek V., Repetti M.R., Drabova L., Kocourek V., Beldomenico H.R., Hajslova J. (2017). Pesticide residues and mycotoxins determination on feed samples: a first step to assure milk quality. 8th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis. November 7-10, 2017, Prague, Czech Republic.
Michlig N. (2018). Determinación por métodos multiresiduo de plaguicidas y micotoxinas en alimentos vegetales y lácteos mediante técnicas cromatográficas-espectrométricas de masa. Tesis Doctoral UNL. Consultado (2021) en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/1177
Milesi M.M., Lorenz V., Pacini G., Repetti M.R., Demonte L.D., Varayoud J., Luque E.H. (2018). Perinatal exposure to a glyphosate-based herbicide impairs female reproductive outcomes and induces second-generation adverse effects in Wistar rats. Arch Toxicol, 92, 2629–2643. https://doi.org/10.1007/s00204-018-2236-6
Milesi M.M., Lorenz V., Durando M., Rossetti M.F., Varayoud J. (2021). Glyphosate Herbicide: Reproductive Outcomes and Multigenerational Effects. Front Endocrinol, 12, 672532. DOI: 10.3389/fendo.2021.672532
Molina-Guzmán L.P., Ríos-Osorio L.A. (2020). Salud y seguridad ocupacional en la agricultura. Revisión sistemática. Rev Fac Med, 68,4,625-38. DOI: http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v68n4.76519.
Morman S.A., Plumlee G.S. (2013). The role of airborne mineral dusts in human disease. Aeolian Res, 9, 203–212. https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2012.12.001
Muller M., Hess L., Tardivo A., Lajmanovich R., Attademo A., Poletta G.L., Simoniello M.F., Yódice A., Lavarello S., Chialvo D., Scremin O. (2014). Neurologic dysfunction and genotoxicity induced by low levels of Chlorpyrifos. Neurotoxicology, 45, 22-30. http://dx.doi.org/10.1016/j.neuro.2014.08.012
Müller A., Sukhdev P. (2018). Measuring what matters in agriculture and food systems: A synthesis of the results and recommendations of TEEB for Agriculture and Food's Scientific and Economic Foundations Report. TEEB. Naciones Unidas. Ginebra.
Muñoz-de-Toro M., Beldoménico H.R., García S.R., Stoker C., De Jesús J.J., Beldoménico P.M., Ramos J.G. y Luque E.H. (2006a). Organochlorine levels in adipose tissue of women from a littoral region of Argentina. Environ Res, 102, 107-112. DOI: 10.1016/j.envres.2005.12.017
Muñoz de Toro M., Durando M., Beldomenico P., Beldomenico H., Kass L., García S., Luque E. (2006b). Estrogenic microenvironment generated by organochlorine residues in adipose mammary tissue modulates biomarker expression in ERα-positive breast carcinomas. Breast Cancer Res, 8, R47. DOI: 10.1186/bcr1534
Myers J.P., Antoniou M.N., Blumberg B., Carroll L., Colborn T., Everett L.G., et al. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. Environ Health Glob Access Sci Source, 15, 19. https://doi.org/10.1186/s12940-016-0117-0 PMID:26883814

Naciones Unidas (2012). La seguridad alimentaria y el cambio climático. Informe del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición. Roma, 2012.

NASEM (2017). National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2017). Using 21st Century Science to Improve Risk-Related Evaluations. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/24635.

Nersesyan A., Knasmueller S. (2021). Evaluation of the scientific quality of studies concerning genotoxic properties of glyphosate. Glyphosate EFSA studies SK & AN. Institute of Cancer Research, Department of Medicine I, Medical University of Vienna, Vienna. Consultado (2021) en: https://corporateeurope.org/en/2021/07/revealed-eu-glyphosate-assessment-was-based-flawed-science

Nikoloff N., Marino D.J.G., Larramendy M.L., Soloneski S.M.E., Natale G.S. (2014). Flurochloridone-based herbicides induced genotoxicity effects on *Rhinella arenarum* tadpoles (Anura: Bufonidae). Ecotoxicol Environ Saf, 100, 4-2014, 275-281. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.10.021

OCDE (2019). Políticas Agrícolas en Argentina, OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/9789264311879-es

Odetti L.M., Dechiara M.P., Marino D., Simoniello M.F. (2016). Marcadores tempranos de daño oxidativo y su relación con factores de riesgo en una localidad ambientalmente expuesta a agroquímicos. Revista FABICIB, 20, 11-23. Consultado (2021) en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/102146/CONICET_Digital_Nro.68b9f5f2-5b4d-43dc-90fa-803c06aac529_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Odetti L.M., López González E.C., Romito M.L., Simoniello M.F., Poletta G.L. (2020). Genotoxicity and oxidative stress in *Caiman latirostris* hatchlings exposed to pesticide formulations and their mixtures during incubation period. Ecotoxicol Environ Saf, 193, 110312. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110312

Oerke E.-C. (2006). Crop losses to pests. J Agric Sci, 144, 1, 31–43. doi:10.1017/S0021859605005708

Okada E., Costa J.L., Bedmar F. (2016). Adsorption and mobility of glyphosate in different soils under no-till and conventional tillage. Geoderma, 263, 78–85. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.09.009.

Olszyk D.M., Pfleeger T.G., Lee E., Burdick C.A., Plocher M. (2009). Assessing the risk of Glyphosate to native plants and weedy Brassicaceae species of North Dakota. Presented at SETAC North American Annual Meeting, New Orleans, LA, November 19–23. https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=209745.

ONU (2010). Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación Olivier De Schutter. Informe final: El potencial transformador del derecho a la Alimentación. Naciones Unidas. Asamblea General. Consejo de Derechos Humanos. Relator Especial sobre el derecho a la Alimentación. Informe A/HRC/25/57.Consultado (2021) en: http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20140310_finalreport_es.pdf

ONU (2016). Agrotóxicos, Evaluación de Riesgos, Salud & Alimentos en Argentina. Informe sobre el cuestionario de las relatorías especiales del Derecho a la Alimentación, Derechos Humanos, Sustancias y Deshechos Peligrosos de la ONU. Dic. 2016. Consultado (2021) en: https://www.ohchr.org/Documents/Issues/ToxicWaste/PesticidesRtoFood/Argentina.pdf

ONU (2017a). Informe de la Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación, Hilal Elver. Naciones Unidas. Asamblea General. Consejo de Derechos Humanos. Relator Especial sobre el derecho a la Alimentación. Informe A-HRC-34-48. GE.17-01059 (S). Consultado (2021) en: https://undocs.org/es/A/HRC/34/48

ONU (2017b). Informe del Relator Especial sobre las implicaciones para los derechos humanos de la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos. Naciones Unidas. Asamblea General. Consejo de Derechos Humanos. Relator Especial sobre sustancias tóxicas y derechos humanos. Informe A-HRC-36-41-S. Consultado (2021) en: https://www.undocs.org/es/A/HRC/36/41

ONU (2018). Observaciones finales sobre el cuarto informe periódico de la Argentina E/C.12/ARG/CO/4. Naciones Unidas, Consejo Económico y Social. Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales 1 de noviembre de 2018. Consultado (2021) en: http://docstore.ohchr.org/SelfServices/FilesHandler.ashx?enc=4slQ6QSmlBEDzFEovLCuW0fp9m5PoYHYLH3qkguQgxz%2FAJxQn2BXMTHAKMg%2Fr3LmfCC4TnS8uD0169hTPFbrLd3tWn0fNQfV%2FwTfCNquztd145kCYGs%2FA7pAutImBR3j

Ostrea E., Bielawski D., Posecion N.C. (2006). Meconium analysis to detect fetal exposure to neurotoxicants, Archives of Disease in Childhood, 91, 8, 628–629. DOI: 10.1136/adc.2006.097956

Otto S., Loddo D., Baldoin C., Zanin C. (2015). Spray drift reduction techniques from vineyards in fragmented landscapes. J Environ Manag, 162, 190–198. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.07.060

Paganelli A., Gnazzo V., Acosta H., Silvia L. López S.L., Carrasco A.E. (2010). Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling. Chem Res Toxicol, 23, 10, 1586-1595. DOI: 10.1021/tx1001749

Panebianco J.E., Mendez J.M., Buschiazzo D.E. (2016). PM10 emission, sandblasting efficiency and vertical entrainment during successive wind-erosion: a wind-tunnel approach. Bound-Layer Meteorol, 161, 335–353. https://doi.org/10.1007/s10546-016-0172-7

Paravani E.V., Simoniello M.F., Poletta G.L., Zolessi F.R., Casco V.H. (2018). Cypermethrin: Oxidative stress and genotoxicity in retinal cells of the adult zebrafish. Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen, 826, 25-32. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.mrgentox.2017.12.010

Paravani E.V., Simoniello M.F., Poletta G.L., Casco V.H. (2019). Cypermethrin induction of DNA damage and oxidative stress in zebrafish gill cells. Ecotoxicol Environ Saf, 173, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.02.004

Paskalev V. (2020). The Clash of Scientific Assessors: What the Conflict over Glyphosate Carcinogenicity Tells Us about the Relationship between Law and Science. Eur J Risk Regul, 11, 3, 520-538. Consultado (2021) en: https://www.cambridge.org/core/terms. https://doi.org/10.1017/err.2020.59

Pechen de D'Angelo A., Rubio N.C., Kirs V., Castro G.D., Delgado de Layño A.M.A., Costantini M.H., Roses O.E., Parica C.A., Castro J.A. (1998). Análisis del riesgo potencial para la salud y el medio ambiente derivados de la disposición clandestina de agroquímicos en el Cuy Provincia de Rio Negro, Argentina. Acta Toxicol Arg, 6, 28-33.

Pelosi C., Barot S., Capowiez Y., Hedde M., Vandenbulckeet F. (2014). Pesticides and earthworms. A review. Agron Sustain Dev, 34, 199–228. https://doi.org/10.1007/s13593-013-0151-z.

Peltzer P.M., Lajmanovich R.C., Sánchez L.C., Attademo A.M., Junges C.M., Bionda C., Martino L., Bassó A. (2011). Morphological abnormalities in amphibian populations from the mid-eastern of Argentina. Herpetol Conserv Biol, 6, 3, 432-442. https://www.researchgate.net/publication/258911582_Morphological_abnormalities_ in_amphibian_populations_from_the_mid-eastern_region_of_Argentina

Peltzer P.M, Lajmanovich R.C., Sanchez-Hernandez J.C., Cabagna M., Attademo A.M, Bassó, A. (2008). Effects of agricultural pond eutrophication on survival and health status of Scinax nasicus tadpoles. Ecotoxicol Environ Saf, 70, 1, 185-197. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17658602/

Peluso J., Aronzon C.M., Pérez Coll C.S. (2019). Assessment of environmental quality of water bodies next to agricultural areas of Buenos Aires province (Argentina) by means of ecotoxicological studies with *Rhinella arenarum*. J Environ Sci Health B, 54, 8, 655-664. DOI: 10.1080/03601234.2019.1622979

Pengue W.A. (2019). Agroecología, escudos verdes, y alimentación saludable. La gran transformación urbana frente a la degradación ambiental, el modelo agrícola agotado y la demanda de los Pueblos Fumigados. Fronteras, 17, 10 – 17.

Pengue W. A. (2020). Las bases y principios de la Agroecología: una perspectiva desde América Latina. Fronteras, 18, 1-18. GEPAMA. Universidad de Buenos Aires. (ISSN 1667-3999).

Pengue W.A. (2021) Agricultura industrial y naturaleza: cada año menos país…Informe Ambiental 2021. FARN 20-34.

Peralta V. (2009). "PERALTA, Viviana c. Municipalidad de San Jorge y otros s. Amparo" (Expte. N° 208 - Año 2009). Fallo Juzgado de Primera Instancia de Distrito N° 11, en lo Civil, Comercial y Laboral de San Jorge. 21/02/2011. Confirmado Suprema Corte de Justicia de Santa Fe.

Peralta L., Mañas F., Gentile N., Bosch B., Méndez A., Aiassa D. (2011). Evaluación del daño genético en pobladores de Marcos Juárez expuestos a plaguicidas: estudio de un caso en Córdoba, Argentina. diáLogos, Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ciencias Humanas, 2, 1, 7-26. http://gemalab.com.ar/wp-content/uploads/2016/11/ 2011- Marcos-Juarez.pdf

Perez Coll C.S., Ronco A.E., Marino D.J.G., Aronzon C.M. (2014). Differential toxicity and uptake of diazinon on embryo-larval development of *Rhinella arenarum*. Chemosphere, 100, 2-2014, 50-56. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.12.078

Pérez M., González E., Pérez R., De Luca L., Tito G., Propersi P., Albanesi R. (2013). Protocolo recomendatorio. Desarrollo de producciones agroecológicas en zonas periurbanas de localidades pampeanas con restricciones para las pulverizaciones con agroquímicos. Publicaciones IPAF Región Pampeana. INTA. CABA, 2013.

Poletta G.L., Larriera A., Kleinsorge E., Mudry M.D. (2008). *Caiman latirostris* (broad-snouted caiman) as a sentinel organism for genotoxic monitoring: Basal values determination of micronucleus and comet assay. Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen, 650:202–209. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2007.12.001

Poletta G., Larriera A., Kleinsorg E., Mudry M.D. (2009). Genotoxicity of the herbicide formulation Roundup (glyphosate) in broadsnouted caiman (*Caiman latirostris*) evidenced by the Comet assay and the Micronucleus test. Mutat Res, 672, 95–102. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2008.10.007

Poletta G.L., Kleinsorge E., Paonessa A. et al (2011). Genetic, enzymatic and developmental alterations observed in Caiman latirostris exposed in ovo to pesticide formulations and mixtures in an experiment simulating environmental exposure. Ecotoxicol Environ Saf, 74, 852–859. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2010.12.005

Poletta G.L., Gigena F., Loteste A.E., Parma M.J.E., Kleinsorge E. et al. (2013). Comet assay in gill cells of *Prochilodus lineatus* exposed in vivo to cypermethrin. Pest Biochem Phys, 107, 3, 11-2013, 385-390. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2013.10.007

Polla W.M., Regaldo, L., Reno U, Popielarz, A. Gervasio, S. Fernández V., Gagneten A. M (2021). Effect of a Glyphosate Formulation on Freshwater Plankton: a community combined metrics approach. J Environ Biol, 42, 1. En prensa.

Porcel de Peralta M., Scagnetti J., Grigolato R., Sylvestre J.A., Kleinsorge E., Simoniello M.F. (2011). Evaluación del daño oxidativo al ADN y efecto de la susceptibilidad genética en una población laboral y ambientalmente expuesta a mezclas de plaguicidas. Revista FABICIB, 15, 119 a 129.

Portier C.J., Armstrong B.K., Baguley B.C., et alter 91 authors (2016). Differences in the carcinogenic evaluation of glyphosate between the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the European Food Safety Authority (EFSA). J Epidemiol Community Health, 70, 741–745. DOI: 10.1136/jech-2015-207005

Portier C.J., Clausing P. (2017). "Re: Tarazona et al. (2017) Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC". DOI:10.1007/s00204‐017‐1962‐5" Arch Toxicol DOI: 10.1007/s00204-017-2009-7

Portier C.J., Clausing P. (2018). Update to "Re: Tarazona et al. (2017): glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. doi: 10.1007/s00204-017-1962-5". Arch Toxicol, 92, 1341. https://doi.org/10.1007/s00204-017-2138-z

Portier C.J. (2020). A comprehensive analysis of the animal carcinogenicity data for glyphosate from chronic exposure rodent carcinogenicity studies. Environ Health, 19, 18. https://doi.org/10.1186/s12940-020-00574-1

PQBio (2021). Cuaderno Nº 43. Los cultivos transgénicos en Argentina y en el mundo Campaña agrícola 2020/2021: los cultivos transgénicos cumplen 25 años. ArgenBio.org.

Primost J., Marino D.J.G., Aparicio V.C., Costa J.L., Carriquiriborde P. (2017). Glyphosate and AMPA, "pseudo-persistent" pollutants under real-world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. Environ Pollut, 229, 771-779. http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.006

Raanan R., Harley K.G., Balmes J.R., Bradman A., Lipsett M., Eskenazi B. (2015). Early-life exposure to organophosphate pesticides and pediatric respiratory symptoms in the CHAMACOS cohort. Environ Health Perspect, 123, 179-185. https://doi.org/10.1289/ehp.1408235

Raanan R., Balmes J.R., Harley K.G., Gunier R.B., Magzamen S., Bradman A., et al. (2016). Decreased lung function in 7-year-old children with early-life organophosphate exposure. Thorax, 71, 148-153. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-206622

Ramirez Haberkon N.B., Aparicio V.C., Buschiazzo D.E., De Gerónimo E., Aimar S.B., Costa J.L., Mendez M.J. (2020). Glyphosate and AMPA concentrations in the respirable dust emitted experimentally by soil aggregates, shortly after herbicide application. Geoderma, 369, 114334. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114334

Ramirez Haberkon N.B., Aparicio V.C., Mendez M.J. (2021). First evidence of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in the respirable dust (PM10) emitted from unpaved rural

roads of Argentina. Sci Total Environ, 773, 145055. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145055
REDAE-INTA (2021). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Red de Agroecología. Consultado (2021) en: https://inta.gob.ar/proyectos/red-de-agroecologia
Red de BPA (2021). Red de Buena Práctica Agrícola de Argentina. https://redbpa.org.ar/
Reno U., Machuca L.M., Regaldo L., Murguía M., Gagneten A.M. (2021). Comparative studies and sublethal ecotoxicology of a synthetic eco-friendly antifungal on *Daphnia magna* as model organism. Asian J Microbiol Biotechnol Environ Sci, 23,1, 1–7. http://www.envirobiotechjournals.com/article_abstract.php?aid=11177&iid=326&jid=1
Reno U., Doyle S.R., Momo F.R., Regaldo L.M., Gagneten A.M. (2018). Effects of glyphosate formulations on the population dynamics of two freshwater cladoceran species. Ecotoxicology, 27, 7, 9-2018, 784-793. DOI: https://doi.org/10.1007/s10646-017-1891-3
Repetti M.R., Michlig N., Demonte L.D., Michlig M., Magni F., Beldoménico H.R. (2019). Wide-scope pesticide residues and contaminants in cereal-based infant formulas. IUPAC Congress, Crop Protection Chemistry. May 19-24, 2019. Ghent, Belgium.
Repetti M.R., Michlig N., Demonte L.D., Michlig M.P., Beldomenico H.R. (2021). ¿Compartimos la vida con los plaguicidas? Págs. 73-75. En: Canal A.M., Rodríguez H., Rodríguez L. (Eds) (2021) Desarrollo sostenible en el centro norte de la provincia de Santa Fe: Vol. 3 Ambiente. Edición Universidad Nacional del Litoral. Consultado (2021) en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5848
Reynolds P., Von Behren J., Gunier R.B., Goldberg D.E., Harnly M., Hertz A. (2005) Agricultural pesticide use and childhood cancer in California. Epidemiol Camb Mass, 16, 93-100.
Ridano M.E, Racca A.C., Flores-Martín J., Camolotto S.A., Magnarelli de Potas G., Genti-Raimondi S., Panzetta-Dutari G.M. (2012). Chlorpyrifos modifies the expression of genes involved in human placental function. Reprod Toxicol, 33, 331-338. DOI: 10.1016/j.reprotox.2012.01.003
Ridolfi A., Álvarez G., Mirson D., Ravenna A., Oliva S., González D., Ochoa C., Rodríguez Girault M.E., Villaamil Lepori E.C. (2002) Residuos de plaguicidas organoclorados en leches infantiles y su aporte a la IDA. Acta Toxicol Argent, 11, 14.
Ridolfi A., Fernández R., Contartese C., Olivera M., Álvarez G., Santisteban R., Vilkelis A., Corres E. y Villaamil Lepori E.C. (2006). Determinación de plaguicidas organoclorados (OC) en niños del barrio Ituzaingó de Córdoba. Acta Toxicol Argent, 14, 68-69.
Ridolfi A., Fernández R., Contartese C., Olivera M., Álvarez G., Santisteban R., Vilkelis A., Corres E., Ferreyra F. y Vilaamil E. (2007). Evolución de residuos de plaguicidas organoclorados (OC) en niños de barrio Ituzaingó de Córdoba. Acta Toxicol Argent, 15, 45.
Ríos J.M., Attademo A.M., Mammana S.B., Altamirano J.C., Lajmanovich R.C. (2021). Impact of dietary lipid level on esterase enzyme activities in the non-target freshwater shrimp Macrobrachium borellii exposed to chlorpyrifos. Environ Sci Pollut Res Int, 28,15, 19497-19504. DOI: 10.1007/s11356-021-13055-w.
Roberts E.M., English P.B., Grether J.K., Windham G.C., Somberg L., Wolff C. (2007). Maternal residence near agricultural pesticide applications and autism spectrum disorders among children in the California Central Valley. Environ Health Perspect, 115, 1482-1489. https://doi.org/10.1289/ehp.10168
Roberts J.R., Karr C.J., and Council on Environmental Health (2012). Pesticide Exposure in Children. Pediatrics, 130, 6, e1765–e1788. doi:10.1542/peds.2012-2758.
Rodrigues Capitulo L. (2019). El recurso hídrico subtérraneo. Problemáticas de los acuíferos en la Argentina y su potencial afectación a la salud. Universidad de Buenos Aires – Facultad de Medicina. Primer ciclo de conferencias de la Primera Cátedra de Toxicología. “Una mirada hacia la toxicología ambiental“. Buenos Aires, 11 y 12 de abril de 2019. https://www.fmed.uba.ar/departamentos_y_catedras/1ra-catedra-de-toxicologia/primer-ciclo-de-conferencias-de-la-1ra-catedra (Consultado 08/06/2021).
Rodríguez Girault M. E., Álvarez G., Fernández R.A., Eisenacht M., Soriano M.A., Corres M.E., Villaamil Lepori E.C., Ridolfi A.S. (2012) Evaluación de niveles plasmáticos de plaguicidas organoclorados (POC) en niños de Barrio Ituzaingó anexo, ciudad de Córdoba. Acta Toxicol Argent, 20, 37.
Ronco A.E., Marino D.J., Abelando M., Almada P., Apartin C.D. (2016). Water quality of the main tributaries of the Paraná Basin: glyphosate and AMPA in surface water and bottom sediments. Environ Monit Assess, 188, 8, 458. DOI: 10.1007/s10661-016-5467-0.

Rowe C., Gunier R., Bradman A., Harley K.G., Kogut K., Parra K., et al. (2016). Residential proximity to organophosphate and carbamate pesticide use during pregnancy, poverty during childhood, and cognitive functioning in 10-year-old children. Environ Res, 150, 128-137. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.05.048

RSA-CONICET-MAyDSN (2021). Atrazina, caracterización de la sustancia, usos, monitoreo e impacto ambiental en Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Nación (MADSN). Red de Seguridad Alimentaria del Conicet (RSAC). Marzo 2021. Consultado (2021) en: https://www.youtube.com/watch?v=0molnt-urVc

RSA-CONICET (2018). Glifosato en miel. Informe final. Grupo Ad-Hoc Glifosato en miel. Red de Seguridad Alimentaria del CONICET. ISSN 2618-2785.

RSA-CONICET (2021). Red de Seguridad Alimentaria del CONICET. Justificación, objetivos, misión. Consultado (2021) en: https://rsa.conicet.gov.ar/

RSA-GAHA-CONICET (2018). Uso de plaguicidas para la producción de agroalimentos-impacto colateral adverso en la salud humana y ambiental. Informe del Grupo Ad Hoc Agroquímicos de la Red de Seguridad Alimentaria- CONICET. Consultado (2021) en: https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2019/04/Informe-RSA-GIAH-Agroquimicos-HCD.pdf

Rull R.P., Gunier R., Von Behren J., Hertz A., Crouse V., Buffler P.A., Reynolds P. (2009). Residential proximity to agricultural pesticide applications and childhood acute lymphoblastic leukemia. Environ Res, 109, 7, 891-9. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19700145/

Rull R.P., Ritz B., Shaw G.M. (2006). Neural tube defects and maternal residential proximity to agricultural pesticide applications. Am J Epidemiol, 163, 743-753. https://doi.org/10.1093/aje/kwj101

Sabio y García C.A., Vera M.S., Vinocur A., Graziano M., Mirand C., Pizarro H.N. (2021). Rethinking the term “glyphosate effect” through the evaluation of different glyphosate-based herbicide effects over aquatic microbial communities. Environ Pollut, In Press. October 2021, 118382. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118382

SAICM (2006). Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM) /PNUD/ WHO. https://www.who.int/ifcs/saicm/en/

SAICM (2020). Enfoque estratégico para la gestión de los productos químicos a nivel internacional. https://www.unep.org/resources/factsheet/strategic-approach-international-chemicals-management-saicm

SAICM (2021). Strategic Approach to International Chemical Management (SAICM) /PNUD/WHO. https://www.saicm.org/

Salgado Costa C., Ronco A.E., Trudeau V.L., Marino D.J.G., Natale G.S. (2018). Tadpoles of the horned frog *Ceratophrys ornata* exhibit high sensitivity to chlorpyrifos for conventional ecotoxicological and novel bioacoustic variables. Environ Pollut, 235, 4-2018, 938-947. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.096

Samet J.M., Chiu W.A., Cogliano V., Jinot J., Kriebel D., Lunn R.M., Beland F.A., Bero L. et al. (2020). The IARC Monographs: Updated Procedures for Modern and Transparent Evidence Synthesis in Cancer Hazard Identification. JNCI J. Natl. Cancer Inst., 112, 1, 30-37, djz169. DOI: 10.1093/jnci/djz169

Sanborn M., Keer K., Sanin L.H., Cole D.C. (2007). Non-cancer health effects of pesticides Systematic review and implications for family doctors. Can Fam Physician, 53, 1712-1720.

Sánchez L.C., Lajmanovich R.C., Peltzer P.M., Manzano A.S., Junges C.M., Attademo A.M. (2014). First evidence of the effects of agricultural activities on gonadal form and function in *Rhinella fernandezae* and *Dendropsophus sanborni* (Amphibia: Anura) from Entre Ríos Province, Argentina. Acta Herpetologica, 9, 1, 75-88. https://oaj.fupress.net/index.php/ah/article/view/1707

Sandhu H., Müller A., Sukhdev P., Merrigan K., Tenkouano A., Markandya A., et al. (2019). The future of agriculture and food: Evaluating the holistic costs and benefits. Anthropocene Review, 6, 3, 270-278. DOI: (10.1177/2053019619872808).

Sang Y., Mejuto J.C., Xiao J., Simal-Gandara J. (2021). Assessment of Glyphosate Impact on the Agrofood Ecosystem Plants, 2021,10, 405. https://doi.org/10.3390/plants10020405

SAP (2021). “Efecto de los Agrotóxicos en la Salud Infantil”. Sociedad Argentina de Pediatría, Junio 2021. Consultado (2021) en: https://lavaca.org/wp-content/uploads/2021/07/SAP-efectos-en-infancia.pdf

Sarandón S.J., Marasas M.E (2017). Breve historia de la agroecología en la Argentina: orígenes, evolución y perspectivas futuras. Agroecología, 10,2, 93–102. Consultado (2021) en: https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300861

Sarandón S.J. (2020). Biodiversidad, Agroecología y Agricultura Sustentable. Universidad de La Plata. Edition: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/109141.Publisher: Editorial Universidad Nacional de La Plata. Editor: EDULPISBN: 978-950-34-1948-9

Sasal M.C., Wilson M.G., Sione S.M., Beghetto S.M., Gabioud E.A., Oszust J.D., Paravani E.V., Demonte L., Repetti M.R., Bedendo D.J., Medero S.L., Goette J.J., Pautasso N., Schulz G.A. (2017). Monitoreo de glifosato en agua superficial en Entre Ríos. La Investigación Acción Participativa como metodología de abordaje. Revista Investigaciones Agropecuarias, 43, 2, 195-205.

Santa Fe (1994). Ley Provincial 11220. Consultado (2021 en: https://www.santafe.gov.ar/normativa/item.php?id= 107685&cod= b2adee89ade10409c3937bc9f49b55e5

Scagnetti J.A.J (2021). Vigilancia sanitaria de anomalías congénitas en la Provincia de Santa Fe: evaluación de factores de riesgos maternos y ambientales. Universidad del Litoral, Proyecto de Investigación del Curso de Acción CAI+D, UNL. Consultado (2021) en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/6019?show=full

Schinasi L., Leon M.E. (2014). Non-Hodgkin Lymphoma and Occupational Exposure to Agricultural Pesticide Chemical Groups and Active Ingredients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health, 11, 4449-4527. DOI: 10.3390/ijerph110404449

SENASA (2010). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Resolución Nº 934, Productos agropecuarios: Requisitos que deben cumplir los productos y subproductos agropecuarios para consumo interno. 2010. Consultado (2021 en: http://www.senasa.gob.ar/resolucion-9342010-productos-agropecuarios

SENASA (2012). Resolución 302/2012: "Modifícase la Resolución Nº 350/99, relacionada con el manual de procedimientos, criterios y alcances para el Registro de Productos Fitosanitarios en la República Argentina". Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria Productos Fitosanitarios. Consultado (2021) en: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=198711

SENASA (2021a). Plan CREHA Animal. Consultado (2021) en: https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/plan-creha/plan-creha-animal

SENASA (2021b). Plan CREHA Vegetal. Consultado (2021) en: https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/covarc/plan-creha/plancreha-vegetal

SENASA (2021c). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Resolución 414/2021. Prohibición de comercialización y uso de clorpirifos etilo y clorpirifos metilo. RESOL-2021-414-APN-PRES#SENASA Ciudad de Buenos Aires, 04/08/2021. Consultado (2021) en: https://www.boletinoficial.gob.ar/#!DetalleNorma/247780/20210806

Shaw G.M., Yang W., Roberts E., Kegley S.E., Padula A., English P.B., Kegley S.L. Carmichael S.L. (2014). Early Pregnancy Agricultural Pesticide Exposures and Risk of Gastroschisis among Offspring in the San Joaquin Valley of California. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol, 100, 9, 686–694. doi:10.1002/bdra.23263

Shimabukuro V., Martinez D., Dapeña C., Miglioranza K.S.B. (2018). Niveles de compuestos orgánicos persistentes en lluvia de la ciudad de buenos aires como fuente potencial de contaminación del agua subterránea. En: El Agua Subterránea: Recurso sin Fronteras: Química, Calidad y Contaminación del Agua. Volumen II. Rodolfo Fernando García [et al.]. 1ª Edición. 179-186. Consultado (2021) en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/108758/CONICET_Digital_ Nro.dc10d8ea-0301-4782-957b-dba62790dcca_D.pdf?sequence=5&isAllowed=y (Consultado 08/06/2021)

Sharma A., Jha P., Reddy G.V.P. (2018) Multidimensional relationships of herbicides with insect-crop food webs. Sci Total Environ, 643, 1522–1532. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.312.

Shelton J.F., Geraghty E.M., Tancredi D.J., Delwiche L.D., Schmidt R.J., Ritz B., et al. (2014). Neurodevelopmental disorders and prenatal residential proximity to agricultural pesticides: the CHARGE study. Environ Health Perspect, 122, 1103-1109. https://doi.org/10.1289/ehp.1307044

Silva V., Mol H.G.J., Zomer P., Tienstra M., Ritsema C.J., Geissen V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils – a hidden reality unfolded. Sci Total Environ, 653, 1532–1545. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.441.

Simoniello M.F., Kleinsorge E.C., Scagnetti J.A., Grigolato R.A., Poletta G.L., Carballo M.A. (2008). DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures. J Appl Toxicol, 28, 957-965. DOI: 10.1002/jat.1361

Simoniello M.F., Kleinsorge E.C. y Carballo M.A. (2010a). Biochemical evaluation on rural workers exposed to pesticides. Medicina, 70,6, 489-498. Consultado (2021) en: https://www.academia.edu/17557893/_Biochemical_evaluation_on_rural_workers_exposed_to_pesticides_

Simoniello M.F., Kleinsorge E.C., Scagnetti J.A., Mastandrea C., Grigolato R.A., Paonessa A.M. Carballo M.A. (2010b). Biomarkers of cellular reaction to pesticide exposure in a rural population. Biomarkers, 15, 1, 52–60. DOI: 10.3109/13547500903276378

Simoniello M.F., Contini L., Benavente E., Mastandrea C., Roverano S., Paira, S. (2017). Different end−points to assess effects in systemic lupus erythematosus patients exposed to pesticide mixtures. Toxicology, 376, 23-29. DOI: 10.1016/j.tox.2016.08.003

SIPH (2021). Niveles guía de calidad de agua. Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica Consultado (2021) en: https://www.argentina.gob.ar/secretaria-de-infraestructura-y-politica-hidrica/referencias-niveles-guia

Smith M.T., Guyton K.Z., Gibbons C.F., Fritz J.M., Portier C.J., Rusyn I., et al. (2016). Key characteristics of carcinogens as a basis for organizing data on mechanisms of carcinogenesis. Environ Health Perspect, 124, 6, 713–21. https://doi.org/10.1289/ehp.1509912 45 PMID:26600562

Smith C.M., Vera M.K.M., Bhandari R.K. (2019). Developmental and epigenetic effects of Roundup and glyphosate exposure on Japanese medaka (*Oryzias latipes*). Aquat Toxicol, 210, 215–226. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.03.005

Soracco C.G., Villarreal R., Lozano L.A., Vittori S., Melani E.M., Marino D.J. (2018). Glyphosate dynamics in a soil under conventional and no-till systems during a soybean growing season. Geoderma, 323, 13–21. https://doi.org/10.1016/j.geoderma. 2018.02.041.

Souther C-, Puapong D.P., Woo R., Johnson S.M. (2017). Possible etiologies of increased incidence of gastroschisis. Pediatr Surg Int, 33, 1209-1213. DOI: 10.1007/s00383-017-4166-4

Souza M.S., Magnarelli de Potas G., Pechén de D'Angelo A.M. (2004). Organophosphorous and organochlorine pesticides affect human placental phosphoinositides metabolism and PI-4 kinase activity. J Biochem Mol Toxicol, 18, 30-36. DOI: 10.1002/jbt.20003

Souza M.S., Magnarelli G.G., Rovedatti M.G., Santa Cruz S., Pechen de D'Angelo A.M. (2005). Prenatal exposure to pesticides: analysis of human placental acetylcholinesterase, glutathione S-transferase and catalase as biomarkers of effect. Biomarkers, 10, 376-389. DOI: 10.1080/13547500500272614

Souza Cazadinho J. (2019). Informe sobre los plaguicidas altamente peligrosos en Argentina. RAP-AL /IPEN, 1-168. Consultado (2021) en: https://rap-al.org/argentina-informe-sobre-los-plaguicidas-altamente-peligrosos-registrados-en-argentina/

SRT (2014). Encuesta sobre Empleo, Protección Social y Condiciones de Trabajo de los Asalariados Agrarios. Superintendencia Riesgo de Trabajo. Consultado (2021) en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe-cymat-agro_0.pdf

Stoker C., Zayas M.A., Ferreira M.A., Durando M., Galoppo G.H., Rodríguez H.A., Repetti M.R., Beldoménico H.R., Caldini E.G., Luque E.H., Muñoz-de-Toro M. (2013). The eggshell features and clutch viability of the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) are associated with the egg burden of organochlorine compounds. Ecotoxicol Environ Saf, 98, 191–195. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.08.022

Stoker C., Repetti M.R., García S.R., Zayas M.A., Galoppo G.H., Beldomenico H.R., Luque E.H., Muñoz-de-Toro M. (2011). Organochlorine compound residues in the eggs of broad-snouted caimans (*Caiman latirostris*) and correlation with measures of reproductive performance. Chemosphere, 84, 311–317. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.04.013

Stroia N., Álvarez G., Rodríguez Girault M.E., Ridolfi A. (2021). Assessment of the presence of the carcinogenic pesticides-Lindane, Aldrin and DDT- in the general population of Argentina (2005–2019). Cátedra de Toxicología de la UBA, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Toxicología y Química Legal, Laboratorio de Asesoramiento Toxicológico Analítico (CENATOXA), Argentina. Exposición oral en el VII Latin American Pesticide Residue Workshop, Online Panamá 18-20 Mayo 2021.

Svartz G.V., Marino D.J.G., Ronco A.E., Perez Coll C.S. (2015). Differential Uptake of Endosulfan in the South American Toad Under Sublethal Exposure. Arch Environ Contam Toxicol, 69, 1, 7-2015, 104-111. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00244-015-0164-5

SyCD (1992). Residuos Peligrosos. Ley 24051. Senado y Cámara de Diputados de Argentina. http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/texact.htm

Tarazona J.V., Court Marques D., Tiramani M., Reich H., Pfeil R., Istace F., Crivellente F. (2017). Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. Arch Toxicol, 91, 2723-2743. DOI: 10.1007/s00204-017-1962-5

Tarmure S., Alexescu T.G., Orasan O., Negrean V., Sitar-Taut A.V., Coste S.C., Todea D.A. (2020). Influence of pesticides on respiratory pathology - a literature review. Ann Agric Environ Med, 19, 27, 2, 194-200. DOI: 10.26444/aaem/121899.

Tierra Viva (2021). Consultado (2021) en: https://agenciatierraviva.com.ar/alimentos-con-agrotoxicos-alta-presencia-de-venenos-en-frutas-verduras-y-hortalizas/

Tito G. (2014). "Producción de alimentos de forma agroecológica". INTA. Consultado (2021) en: www.ms.gba.gov.ar/sitios/alimentos/files/2014/.../6-Dr.-Gustavo-Tito.pdf.

Tittonell P. (2015). La sostenibilidad, la complejidad y la incertidumbre deben guiar las agendas de investigación agrícola. INTA Informa, Boletín Digital, 5/08/2015. Consultado (2021) en: https://inta.gob.ar/noticias/la-sostenibilidad-la-complejidad-y-la-incertidumbre-deben-guiar-las-agendas-de-investigacion-agricola

Tittonell P., Klerkx L., Baudron F., F. Félix G.F., Ruggia A., van Apeldoorn D., Dogliotti S., Mapfumo P., Rossing W.A.H. (2016). Ecological Intensifi cation: Local Innovation to Address Global Challenges. Chapter I, In: Lichtfouse E. (ed.), Sustainable Agriculture Reviews, 19. DOI 10.1007/978-3-319-26777-7_1

Tittonell P. (2019). Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo, 51, 1, 231–246. Consultado (2021) en: https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/2448

Tubio M.G. (2019). Debate sobre la toxicidad del herbicida Glifosato en Argentina. Análisis de un Diferendo. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Quilmes: Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes. http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/1303

Trigo E.J. (2016). Veinte años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura Argentina. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología-ArgenBio. Transgenicos20.ArgenBio.org https://www.argenbio.org/novedades/71-mas-novedades/mas-novedades-argentina/11684-Veinte-A%C3%B1os-de-Cultivos-Gen%C3%A9ticamente-Modificados-en-la-Agricultura-Argentina

Trudeau V.L., Thomson P., Zhang W.S., Reynaud S., Navarro-Martin L., Langlois V.S. (2020). Agrochemicals disrupt multiple endocrine axes in amphibians. Mol Cell Endocrinol, 513–110861. https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110861.

Ullé J. (2013). Informe técnico: Bases tecnológicas de sistemas de producción agroecológicos. Nodo agrícola-ganadero, horticultura orgánica y cultivos perennes. Editor: Ing. Agr. Jorge A. Ullé. INTA.

UN (1987). Our common future, Informe Brundtland. Consultado (2021) en: https://web.archive.org/web/20111003074433/http://worldinbalance.net/intagreements/1987-brundtland.php

UNAL (2011). Ventajas y desventajas de las aguas. Consultado (2021) en: http://aguassubterraneasun.blogspot.com/2011/02/ventajas-y-desventajas-de-las-aguas.html

UNEP (2009) Agriculture at a Crossroads: Executive Summary of the Synthesis Report. McIntyre B.D., Herren H.R., Wakhungu J., Watson R.T. (Eds.). United Nations Environment Programme (UNEP). International Assessment of Agricultural Knowledge Science and Technology for Development (IAASTD). Consultado (2021) en: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7862

UNEP (2010). Global Honey Bee Colony Disorders and Other Threats to Insect Pollinators (Nairobi, 2010). Consultado (2021) en: https://www.unep.org/resources/report/unep-emerging-issues-global-honey-bee-colony-disorder-and-other-threats-insect

UNEP (2013). Costs of inaction on the sound management of chemicals. United Nations Environment Programme (2013). Consultado (2021) en: https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8412

UN-GEO-6 (2019) Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Sexto informe de Naciones Unidas sobre del medio ambiente. Consultado (2021) en: https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-6

UNL (2010) Arregui M.C., Beldoménico H.R., Cassano A.E., Collins P. y otros 17 autores (2010) Informe UNL sobre la toxicidad del glifosato. ISBN Nº 9876575066, Consultado (2021) en: http://www.unl.edu.ar/noticias/noticia.php?nid=7487

UN RIO+20 (2012). Conferencia de desarrollo sostenible o sustentable de Naciones Unidas. Consultado (2021) en: https://www.cepal.org/es/eventos/conferencia-naciones-unidas-desarrollo-sostenible-rio20

US-EPA (2017). Revised Glyphosate Issue Paper: Evaluation of Carcinogenic Potential EPA's Office of Pesticide Programs December 12, 2017. DP Barcode: D444689 TXR#: 0057688. pp 216.

Van Bruggen A.H.C., He M.M., Shin K., Mai V., Jeong K.C., Finckh M.R., Morris J.G. Jr. (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. Sci Total Environ, 616–617, 255–268. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.309.

Vandenberg L.N., Najmi A., Mogus J.P. (2020). Agrochemicals with estrogenic endocrine disrupting properties: Lessons Learned? Mol Cell Endocrinol, 518, 1, 110860. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110860

Van den Brink T. (2020). Danger! Glyphosate may Expose Weaknesses in Institutional Systems: EU Legislation and Comitology in the Face of a Controversial Reauthorisation. Eur J Risk Regul, 11, 3, 436-449. DOI:10.1017/err.2020.2

van Wesenbeeck I.J., Cryer S.A., de Cirugeda Helle O., Li C., Driver J.H. (2016). Comparison of regional air dispersion simulation and ambient air monitoring data for the soil fumigant 1,3-dichloropropene. Sci Total Environ, 569-570, 603-610. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.150

Ventura C., Núñez M., Miret N., Martinel Lamas D., Randi A., Venturino A., Rivera E., Cocca C. (2012). Differential mechanisms of action are involved in chlorpyrifos effects in estrogen-dependent or independent breast cancer cells exposed to low or high concentrations of the pesticide. Toxicol Lett, 213, 2, 184-193. DOI: 10.1016/j.toxlet.2012.06.017.

Vera B., Santa Cruz S. y Magnarelli G. (2012). Plasma cholinesterase and carboxylesterase activities and nuclear and mitochondrial lipid composition of human placenta associated with maternal exposure to pesticides. Reprod Toxicol, 34, 3, 402-407. DOI: 10.1016/j.reprotox.2012.04.007

Verzeñassi D. (2016a). Campamentos Sanitarios UNR. Memo n°20. Monsanto Tribunal. The Hague, October 15th-16th, 2016. Consultado (2021) en: http://www.monsantotribunal.org/upload/asset_ cache/718305640.pdf?rnd=qcMYle

Verzeñassi D. (comp.) (2016b). Recordar, un ejercicio saludable. Memorias del 1er Congreso Latinoamericano de Salud Socioambiental. Edit. El Colectivo, Buenos Aires, 2016, Argentina.

Verzeñassi D., Vallini A. (2019a). Transformaciones en los modos de enfermar y morir en la región agroindustrial de Argentina - 1a ed.- Rosario. ISBN 978-987-86-2452-5. Consultado (2021) en: https://www.researchgate.net/publication/337566832

Verzeñassi D. (2019b). Químicos en la Agroindustria y su impacto en la toxicología. Ciclo de Conferencias "Una mirada hacia la toxicología ambiental" 1ra Cátedra de Toxicología UBA. Consultado (2021) en: https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2019-04/Damian%20Verze%C3%B1assi%20-%20Quimicos%20en%20la%20agroindustria.pdf

Viglizzo E.F., Jobbágy E. (Eds.) (2010). Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA, Buenos Aires. ISBN Nº 978-987-1623-83-9. Consultado (2021) en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-expansin_frontera_agropecuaria_2010.pdf

Villaamil Lepori E.C., Rodríguez Girault M.E., Ridolfi A., Álvarez G., Mirson D., Ravenna A., Ochoa C. y González D. (2003). Residuos de plaguicidas organoclorados en productos lácteos infantiles y su aporte a la ingesta diaria admisible. Acta Toxicol Argent, 11, 81-82.

Villaamil Lepori E., Ridolfi A., Álvarez G. y Rodríguez Girault M.E. (2006). Residuos de plaguicidas organoclorados en leches infantiles y productos lácteos y su evaluación del riesgo. Acta Toxicol Argent, 14, 55-59.

Villaamil Lepori E.C., Bovi Mitre G., Nassetta M. (2013). Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, [S.l.], 29, 25-43. ISSN 01884999. Consultado (2021) en: http://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/4147

Waller S.A., Paul K., Peterson S.E., Hitti J.E. (2010). Agricultural-related chemical exposures, season of conception, and risk of gastroschisis in Washington state. Am J Obstet Gynecol, 202-241.e1-6. DOI: 10.1016/j.ajog.2010.01.023.

Ward M.H., Lubin J., Giglierano J., Colt J.S., Wolter C., Bekiroglu N., Camann D., Hartge P., Nuckols J.R. (2006). Proximity to crops and residential exposure to agricultural herbicides in Iowa. Environ Health Perspect, 114, 6, 893–897. https://doi.org/10.1289/ehp.8770

Warner G., Mourikes V., Neff A.. Brehm E., Flaws J. (2020). Mechanisms of action of agrochemicals acting as endocrine disrupting chemicals. Mol Cell Endocrinol, 518, 110927. https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110927

Weselak M., Arbuckle T.E., Wigle D.T., Walker M.C., Krewski D. (2008). Pre- and post-conception pesticide exposure and the risk of birth defects in an Ontario farm population. Reprod Toxicol, 25, 4, 472-480. doi: 10.1016/j.reprotox.2008.05.060.

Wezel A., Gemmill Herren B., Bezner Kerr R., Barrios E., Rodrigues Gonçalves A.L., Fergus Sinclair F. (2020). Agroecological principles, elements, and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. Agron Sustain Dev, 40, 40. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z

WFP (2021). Annual Performance Report for 2020. World Food Program. Rome. Consultado (2021) en: https://www.wfp.org/publications/annual-performance-report-2020.

WHO (2009) The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to classification. World Health Organization. International Programme on Chemical Safety. Consultado (2021) en: https://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/

Wilkerson J. (2015). Why Roundup Ready Crops Have Lost their Allure. Harvard University. Blog, Special Edition on GMOs. Consultado (2021) en: https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/roundup-ready-crops/

Wołejko E., Jabłonska-Trypuc A., Wydro U., Butarewicz A., Łozowicka B. (2020). Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides. A review. Appl. Soil Ecol, 147, 103356. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.09.006.

Wofford P., Segawa R., Schreider J., Federighi V., Neal R., Brattesani M. (2014) Community air monitoring for pesticides. Part 3: using health-based screening levels to evaluate results collected for a year. Environ Monit Assess, 186, 1355±1370. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-013-334-x PMID: 24370859

Young J.G., Eskenazi B., Gladstone E.A., Bradman A., Pedersen L., Johnson C., et al. (2005). Association between in utero organophosphate pesticide exposure and abnormal reflexes in neonates. Neurotoxicology, 26, 199-209. https://doi.org/10.1016/j.neuro.2004.10.004 PMID: 15713341

Yulevitch G., Danon M., Krasovitov B., Fominykh A., Swet N., Tsesarsky M., Katra I. (2020). Evaluation of wind-induced dust-PM emission from unpaved roads varying in silt content by experimental results. Atmos Pollut Res, 11, 261–268. DOI: 10.1016/j.apr.2019.10.010

Zarante I., Hurtado-Villa P., Walani S.R., Kancherla V., López Camelo J., Giugliani R., et al. (2019). A consensus statement on birth defects surveillance, prevention, and care in Latin America and the Caribbean. Rev Panam Salud Pública, 43, e2. https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.2

Zarate E.A. (2018). Sentencia judicial en autos: “Zarate, Enrique Augusto c/SENASA s/Amparo Ambiental”, Expediente N° 26209/2016, Juzgado Federal de 1ra. Instancia Nº 2 de Rosario. Rosario, Santa Fe, Argentina, 27/8/2018.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Diputada Dra. Erica Hynes y por su intermedio a la Cámara de Diputados y Senadores de la Provincia de Santa Fe, por haber motivado la realización de este informe. A mi amigo el Dr. Enrique Marchiaro por el impulso inicial y las ideas compartidas. A los colegas y amigos de la Universidad Nacional del Litoral, Dra. Fernanda Simoniello, Dra. Ana María Gagneten, Dra Mónica Muñoz-de-Toro, Dr. Rafael Lajmanovich, Dr. Enrique Luque, que me han facilitado sus sobresalientes trabajos científicos y enviado valiosos comentarios sobre sus respectivas obras. Más allá de los destacados autores que he podido mencionar aquí, como de los muchos que seguramente involuntariamente he omitido y espero me sepan disculpar, en general quedo agradecido a todos los investigadores del sistema científico argentino que han sabido responder, con sobresaliente nivel intelectual y compromiso ético, al estudio de la

realidad de nuestro país en este complejo tema. Finalmente quiero agradecer profundamente a mis colegas y compañeras de tantos años en el Laboratorio Central y PRINARC-FIQ-UNL, Dra. Mirna Sigrist y Lic. María Rosa Repetti, y en ellas a todos los esforzados investigadores y becarios de este importante centro, y a la Facultad que lo cobijó, que han motivado gran parte de mi vida.

HORACIO R. BELDOMENICO
Ciudad de Rafaela (Provincia de Santa Fe)
5 de Noviembre 2021

View publication stats