

de exposición a ATZ, por lo que sugieren cautela al interpretar los resultados, así como continuar su estudio en futuras investigaciones.

Winston et al. (2016) abordaron el estudio de la potencial relación entre exposición materna a ATZ en agua de bebida y la ocurrencia de hipospadias, controlando factores demográficos y factores de riesgo de comportamentales; utilizaron las bases de datos del NBDPS, mediante un estudio de casos y controles de base poblacional (casos: 343 / controles: 1.422). Como en los estudios previos, los niveles de ATZ en agua fueron tomados del USGS para cada condado de residencia de la madre. *Cuando los resultados fueron controlados por características maternas, las asociaciones entre hipospadias y exposición materna a ATZ durante la ventana crítica de desarrollo genitourinario fueron débiles o nulas* (OR para ATZ en agua de bebida=1,00; IC95%: 0,97 a 1,03 por 0,04 $\mu\text{g día}^{-1}$ de incremento; OR para consumo materno = 1,02; IC95%: 0,99 a 1,05; por 0,05 $\mu\text{g día}^{-1}$ de incremento).

Otro estudio llevado a cabo también en EE. UU. se propuso investigar, a gran escala, si los *nacimientos producto de concepciones durante los meses de mayor concentración de plaguicidas en agua de bebida presentan mayor riesgo de anomalías congénitas*, mediante un diseño de tipo ecológico (Winchester et al., 2009). Los datos de embarazos y nacimientos se obtuvieron de la base de datos de nacimientos de los Centros de Control de Enfermedades (Centers for Disease Control-CDC, por sus siglas en inglés) durante el período de 1996 a 2002 (30,11 millones de nacimientos). Para el mismo período se obtuvieron las concentraciones de ATZ y de otros plaguicidas del agua potable, de la base de datos del USGS; este organismo reportó patrones estacionales de concentración de plaguicidas en muestras de agua, con las mayores concentraciones durante los meses de mayo y junio, indicando fuerte asociación entre éstas y el uso de plaguicidas anualmente. Consideradas en conjunto, (22 subcategorías de malformaciones), las tasas de ocurrencia de malformaciones fueron mayores para los nacimientos de mujeres con fecha de última menstruación entre abril y julio, respecto de las otras (1621/100.000 vs. 1573/100.000 nacimientos $p < 0,01$). Considerados individualmente: tasas de ocurrencia de espina bífida,

anomalías del aparato circulatorio y respiratorio, malformaciones traqueo esofágicas, gastrointestinales, urogenitales, labio leporino, adactilia, pie equinovaro, anomalías musculoesqueléticas y Síndrome de Down fueron significativamente más elevadas que en otros meses del año. *Si bien estos resultados no permiten establecer asociaciones causales entre exposición prenatal a ATZ y otros plaguicidas y malformaciones congénitas, sugieren la necesidad de profundizar su estudio.*

En Francia, Chevrier et al. (2011) evaluaron la asociación entre defectos del nacimiento y biomarcadores urinarios de exposición prenatal a ATZ y otros herbicidas utilizados en el cultivo de maíz, incluyendo simazina, alaclor, metolaclor y acetoclor, mediante un estudio de casos anidado en una cohorte de binomios madre/hijo (Cohorte PELAGIE). Esta cohorte incluyó 3.421 mujeres embarazadas de Bretaña entre 2002 y 2006, enroladas en el estudio antes de la semana 19 de la gestación; se diseñó una subcohorte aleatoria de 579 madres y 601 neonatos, y grupos con resultados adversos al nacimiento, incluyendo anomalías congénitas (n=88 anomalías mayores y n=26 anomalías en genitales masculinos: hipospadias, micropene y testículo no descendido), RCIU, evaluado a través de los indicadores pequeño para la edad gestacional, (PEG, n=189) y retraso en el crecimiento cefálico según medición de la circunferencia cefálica (MCC, n=105), representando todos los miembros de la cohorte con estas condiciones. Fueron evaluados, como factores de exposición, ATZ y doce compuestos derivados de triazinas (metabolitos de diferentes vías de degradación), en muestras urinarias de las integrantes de la subcohorte y las madres de todos los niños con resultados adversos al nacimiento. Se recolectaron datos de los municipios de residencia de cada mujer participante, al momento de incluirla en el estudio, entre ellos, datos de actividades agrícolas en su municipio del censo nacional agrícola de 2002, específicamente, aquellos que tenían cultivos de maíz. La contaminación del agua potable con ATZ fue evaluada de forma rutinaria (2000-2002) hasta su año de prohibición por la oficina de Asuntos Sociales y Sanitarios de Bretaña, para estimar el nivel promedio de ATZ en agua de bebida durante el primer trimestre de la gestación

según lugar de residencia de la madre. La exposición a ATZ a través del consumo de agua potable se evaluó multiplicando la concentración promedio por el consumo reportado por cada mujer, en el cuestionario de hábitos de consumo relevado. Como ya se mencionó, se valoraron plaguicidas en muestras de orina (primera orina de la mañana) de la subcohorte de 579 mujeres, y de las madres de niños con anomalías congénitas mayores, anomalías genitales masculinas, y RCIU (PEG y MMC), para determinar la presencia de 12 compuestos de triazinas. En este estudio, *las anomalías congénitas mayores no se asociaron con biomarcadores de exposición a triazinas pero sí con la exposición a simazina* (OR = 1,8; IC95%: 1,0–3,5; p = 0,07). *La exposición a ATZ (cuantificación de ATZ o alguno de sus metabolitos específicos) se asoció con retraso en el crecimiento intrauterino*, expresado como PEG (OR = 1,5; IC95%: 1,0–2,2) y MMC (OR = 1,7; IC95%: 1,0–2,7). *Se destacó la presencia de ATZ o sus metabolitos en niveles detectables en orina de embarazadas, tres años después de la prohibición de ATZ en la U.E.*

Una revisión bibliográfica realizada por Goodman et al. (2014) que incluyó 22 estudios, entre ellos los antes aquí listados, *concluye que no existe evidencia suficiente para afirmar asociación entre exposición materna a ATZ y resultados adversos de la gestación. Entre los argumentos esgrimidos, se menciona que la mayoría de los estudios analiza datos agregados de exposición (y no de nivel individual). Los autores declaran que el estudio ha sido financiado por la empresa Syngenta.*

Carcinogenicidad

Tal como ya fue enunciado, ATZ es clasificada por la IARC como grupo 3, es decir, no carcinogénica para humanos (IARC, 1999). En una monografía más reciente (IARC, 2014), se recomienda con prioridad media su reevaluación, dado el extenso uso y exposición a la que están sometidas las poblaciones humanas, en particular a través del agua de bebida. ATZ fue clasificada como **2B** (*posible carcinogénico para humanos*) en el año 1991 (Monografía 53) y reclasificada como 3 (no carcinogénica) en 1999 (Monografía 73), situación similar a la

ocurrida con la clasificación de la EPA (entre 1999 y 2003, ATZ estuvo clasificada como posible carcinogénico).

Bofetta et al. (2013) evalúan mediante una revisión sistemática la evidencia epidemiológica disponible acerca de la posible relación causal entre ATZ y cánceres específicos; ello, para aportar claridad a los reportes de la EPA y el Panel Científico Asesor (Scientific Advisory Panel) acerca de la carcinogenicidad de ATZ. Incluyen en la revisión estudios acerca de los siguientes tipos / sitios tumorales: ovario, esófago, hígado, mama, tiroides, leucemia de células vellosas -un tipo particular de leucemia linfoide-, Linfoma No Hodgkin, próstata, cánceres infantiles, realizando un análisis detallado de las fortalezas y debilidades (sesgos o limitaciones) de cada estudio incluido en la revisión. *Concluyen falta de asociación causal entre ATZ e incidencia de cánceres (global) o para tipos / sitios tumorales específicos, en concordancia con la recomendación actual de EPA.*

En el mismo sentido, Freeman et al. (2011) estudiaron la incidencia de cáncer entre los agroaplicadores del *Agricultural Health Study* (AHS), estudio de cohortes prospectivo que enroló 57.310 agroaplicadores matriculados en E.E.U.U., entre 1993 y 1997, con el objetivo de estudiar su posible asociación con la exposición a ATZ. Entre los 36.357 agroaplicadores del AHS que reportaron utilizar ATZ, se diagnosticaron 3.146 cánceres hasta 2007. Concluyeron no haber encontrado evidencia consistente acerca del incremento de riesgo de ocurrencia de cáncer y exposición a ATZ, ponderada en días de uso del herbicida, incluyendo los cánceres de próstata y pulmón, dos de los sitios tumorales más frecuentemente diagnosticados en la cohorte. Reportaron un leve aumento de riesgo para el cáncer de tiroides, aunque aclaran que estos resultados se basaron en un número de casos insuficiente para apoyar esta evidencia. Inoue-Choi et al. (2016) estudiaron la posible asociación entre la exposición a ATZ procedente de agua de bebida y cáncer de ovario mediante un estudio de casos y controles (145 casos y 13.041 controles), anidado en una cohorte de mujeres posmenopáusicas. La cohorte fue seguida a través del Registro de cáncer del estado (integrado al Instituto Nacional del Cáncer), obteniendo así el diagnóstico,

tipo, estadía y morfología de cada cáncer incidente. Se elaboraron modelos categóricos, *no encontrándose evidencia de asociación de tipo dosis-efecto entre los niveles de exposición a ATZ y la incidencia de cáncer de ovario*. Jowa y Howd (2011) llegan a *similares conclusiones respecto de ATZ y cáncer de mama*.

Disrupción endócrina

Con respecto a disrupción endocrina, Cragin et al. (2011) analizaron la relación entre la exposición a ATZ a través del consumo de agua y el funcionamiento del ciclo menstrual (incluyendo características propias del ciclo y los niveles hormonales asociados) en mujeres premenopáusicas de 18 a 40 años de dos localidades de E.E.U.U., se evaluaron los efectos producidos por ATZ y sus metabolitos. Los datos de las mujeres participantes se recolectaron a través de un cuestionario y de un calendario menstrual, y se les tomó una muestra de orina para evaluar metabolitos primarios de estradiol y de progesterona y también evaluar la presencia de ATZ, metabolitos de clorotriazinas (DEA, DEIA, DACT), mercapturato de ATZ y DEA mercapturato. Para evaluar la exposición, se analizaron muestras de agua tomadas del grifo de las casas de las mujeres, en donde se analizaron los mismos herbicidas que en los analizados en orina. Entre los resultados observados, aquellas mujeres que vivían en los municipios *con elevadas concentraciones de ATZ en el agua que consumían presentaron irregularidades en sus ciclos menstruales al compararlas con el grupo control* ($p=0,003$); además de reportar que era *frecuente que pasaran más de seis semanas sin un período menstrual* ($p=0,01$) ($OR= 6,16$; $IC95\%: 1,29-29,38$). Las irregularidades en los ciclos menstruales se asociaron a tres índices de exposición analizados: residir en las localidades con mayores concentraciones de ATZ en agua ($OR= 4,69$; $IC95\%: 1,58-13,95$); residir desde más de 4 años en la misma casa, ubicada en las localidades con altas concentraciones de ATZ ($OR= 6,88$; $IC95\%: 2,08-22,78$) y la cantidad de agua sin filtrar que consumían (≤ 2 vasos diarios: $OR= 4,10$; $IC95\%: 1,24-13,51$; >2 vasos diarios: $OR= 5,73$, $IC95\%: 1,58-20,77$). Ninguno de estos tres indicadores se asoció con sangrado intermenstrual, duración del ciclo menstrual (largo/no largo) o dismenorrea.

Tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los metabolitos hormonales analizados en orina; aunque los niveles hormonales fueron notablemente menores en las mujeres de las localidades expuestas.

Namulanda et al. (2016) analizaron la asociación entre la exposición entre menarquía temprana y la exposición en útero de ATZ en la cohorte longitudinal de estudio de padres e hijos de Avon (ALSPAC). Esta cohorte incluyó 14.775 nacimientos exitosos de mujeres de Gran Bretaña entre 1991 a 1993; y a partir de los 8 años de edad hasta los 17, se les envió por correo cuestionarios a los niños y niñas enroladas en el estudio para obtener información sobre el inicio y la progresión de la pubertad. 3.682 fue el número de niñas de entre 8 a 13 años que cumplieron con contestar al menos un cuestionario completo correctamente; y de ellas se tomaron un subconjunto aleatorio de 174 niñas que además contaban con muestras analizables de orina materna gestacional (pedida como análisis de rutina durante el embarazo), y 195 controles que cumplían con los mismos requisitos. En las muestras de orina se analizaron ATZ y seis de sus metabolitos; pero debido a la baja detección de ATZ y de los metabolitos, solo se utilizó DACT para los resultados asociados a la exposición (los niveles de detección en las muestras variaron entre 0,8% al 6,2% del total de las muestras, mientras que DACT se detectó en el 58,3% de las muestras). Al analizar la asociación entre DACT y el inicio temprano de menarquía, no se observaron asociaciones estadísticamente significativas; sin embargo, *la mediana de edad de las niñas del grupo expuesto fue menor que el de las niñas del grupo control* (11 (10,7–11,3) y 12,8 (12,3–13,3) respectivamente, $p < 0,0001$).

Shrestha et al. (2019) estudiaron la asociación entre plaguicidas específicos y la aparición de hipertiroidismo en aplicadores de plaguicidas pertenecientes a la cohorte AHS a quienes se les hizo un seguimiento entre 1993 y 2016. Los datos de exposición a plaguicidas y de diagnóstico y síntomas asociados al hipertiroidismo fueron obtenidos a través de encuestas realizadas a los participantes. Para poder validar los diagnósticos, se trató de obtener las historias clínicas de los pacientes o entrar en contacto con sus médicos de referencia. De una muestra total de 35.150, 271 presentaron hipertiroidismo (0,8%), y 829 con hipotiroidismo que fueron censados a la edad del diagnóstico

(2,36%). Entre los plaguicidas evaluados y *el riesgo de desarrollar hipertiroidismo, quienes reportaron usar ATZ tuvieron mayor riesgo que quienes no* ($p < 0,05$) (HR: 0,77 IC95%: 0,59-1,00).

LaVerda et al (2015), desarrollaron un estudio acerca de exposición a ATZ e incremento de peso entre los agroaplicadores enrolados en el ya citado estudio de cohortes prospectivo (AHS); fundamentan su estudio en: a) una revisión del año 2012 del *National Toxicology Program* de E.E.U.U., en la que se sustenta la hipótesis acerca del incremento de riesgo de obesidad a través de alteración del metabolismo por exposición a químicos incluyendo plaguicidas (por disrupción endócrina); b) la posible coincidencia entre el aumento de las tasas de malnutrición por exceso y el incremento en el uso de químicos industriales; c) resultados en estudios de laboratorio (animales) que sugieren que los plaguicidas inducen aumento de peso; d) las hipótesis existentes acerca de mecanismos de acción de estos últimos que afectan procesos metabólicos y por último, e) la necesidad de proveer evidencia basada en humanos sobre la existencia o no de aumento de peso en adultos asociada a la exposición a plaguicidas. Se seleccionó una submuestra de 8.365 agroaplicadores (seleccionados de entre los 50.639 integrantes de la cohorte), controlando que no tuvieran ninguna enfermedad o situación de salud previa que pudiera condicionar su estado nutricional, y al menos cinco años de exposición a plaguicidas. Los datos de condiciones de salud, estado nutricional según Índice de Masa Corporal (IMC) y otros relevantes fueron tomados en diferentes momentos del estudio, pudiendo establecer una relación temporal entre la exposición y las modificaciones en el IMC. Los investigadores concluyen asociación entre el incremento del IMC y la exposición a ATZ (se destaca en el estudio la que se trata de este plaguicida en particular), para todos los niveles de intensidad de exposición evaluados.

Enfermedad de Parkinson

Caballero et al. (2018) examinaron la relación entre la exposición residencial estimada a la aplicación de productos químicos agrícolas y la mortalidad prematura por la enfermedad de Parkinson en el Estado de Washington. Los

registros de mortalidad del Estado de Washington para el período 2011-2015 fueron geo-codificados utilizando las direcciones residenciales; se clasificaron como expuestos a quienes tuvieron su residencia en un radio de 1.000 metros de tierras de uso agrícolas. Entre los plaguicidas evaluados, se analizó la exposición a glifosato, paraquat, ATZ, diazina y a todos juntos. Se observó *asociación entre muertes prematuras por parkinson y exposición a glifosato* (OR = 1,33; IC95%: 1,06–1,67); *en los otros plaguicidas las asociaciones no fueron significativas*.

James y Hall (2015) analizaron la asociación entre la prevalencia de enfermedad de Parkinson y los niveles de plaguicidas en aguas subterráneas, teniendo en especial consideración la ATZ, en el estado de Colorado, EE. UU. A través de registros médicos de pacientes de más de 64 años, se obtuvo información de 332.971 personas; entre las cuales se identificaron como casos a quienes tuvieran un diagnóstico clínico de Parkinson. Usando el código postal de los casos, se realizaron análisis de asociación con datos obtenidos de entes nacionales que les proveyeron información sobre la calidad del agua y el nivel de cuatro pesticidas detectados en el suministro: ATZ, simazina, alacloro y metolacloro. De los datos recolectados, obtuvieron un índice de prevalencia de 1.263 casos por cada 100.000 personas. Con los datos espaciales, se generaron mapas de distribución geográfica en donde pudieron observar que *en las zonas donde la tierra tenía un uso predominantemente agrícola, los índices de enfermedad de Parkinson fueron mayores*. La asociación entre el nivel de plaguicidas en total en el agua subterránea y la ocurrencia de enfermedad de Parkinson fue estadísticamente significativa (OR = 1,03; IC95%: 1,02-1,04); y también cuando se analizó ATZ de forma individual (OR = 1,04; IC95%: 1,03-1,05). Al mismo tiempo, por cada año de aumento de la edad, el riesgo de Parkinson aumenta en un 7% (OR = 1,07; IC95%: 1,06-1,08).

En la tabla 5 del ANEXO, se presenta la información relevada sobre los impactos de la ATZ en la salud humana. A su vez, la tabla 6 del ANEXO resume los estudios relevados en diferentes países donde se explicitan los efectos de la ATZ en la población humana expuesta, el tipo de exposición, los impactos sobre la salud, las patologías estudiadas y las clasificaciones regulatorias existentes. Finalmente, la figura 6.3 resume los efectos en salud humana asociados a la exposición a ATZ.

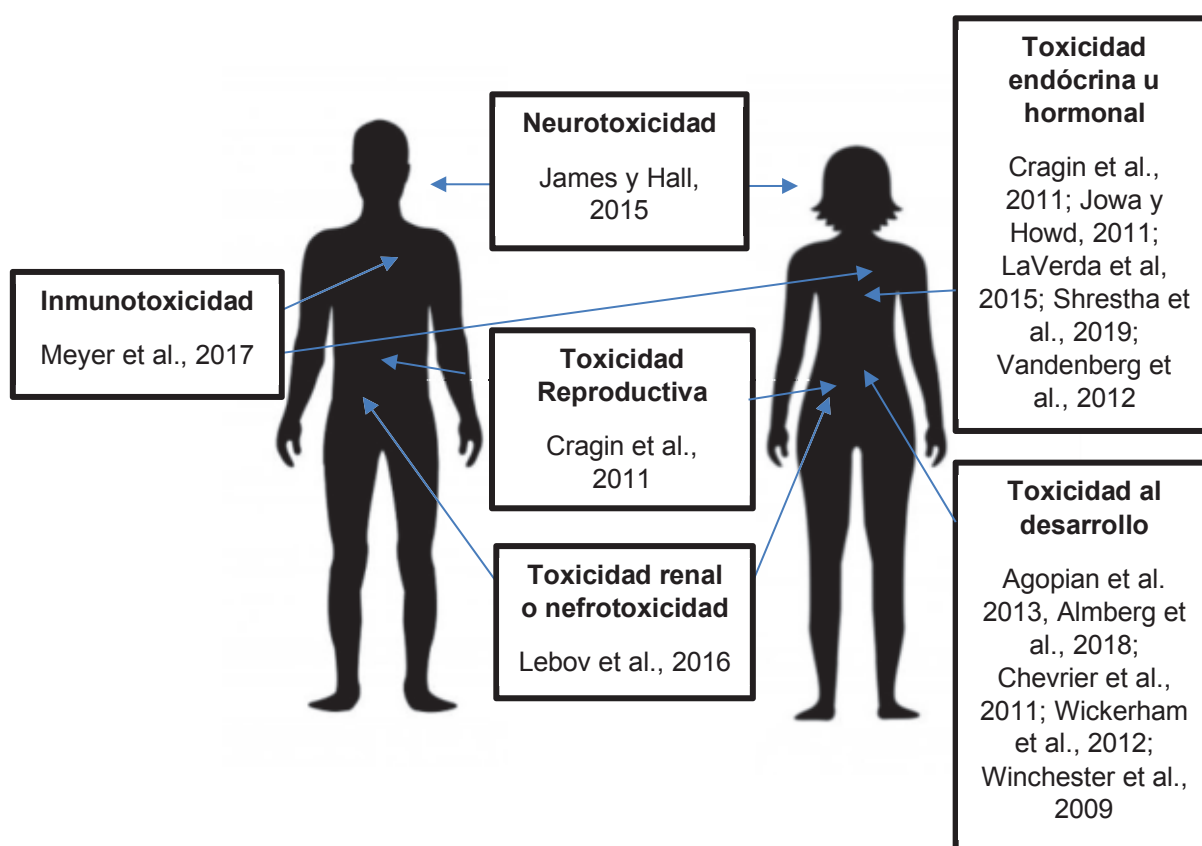


Figura 6.3. Efectos en salud humana asociados a la exposición a ATZ, reportados en la literatura. Nota: se excluyen estudios que han analizado exposiciones múltiples, aun cuando se menciona ATZ en la mezcla de plaguicidas.

7. RELEVAMIENTO DE PELIGROS Y RIESGOS EN LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE

7.1. Relevamiento de análisis de riesgos en la salud humana previamente realizados (en Argentina / a nivel Internacional)

Según propone la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), el análisis de riesgos es un proceso que incorpora tres componentes: evaluación de riesgos, gestión de riesgos y comunicación de riesgos. El primero de dichos componentes, la evaluación de riesgos, consiste en análisis científicos cuyos resultados constituyen expresiones cuantitativas o cualitativas de la probabilidad de que se produzcan daños relacionados con la exposición a un producto químico.

La evaluación de riesgos en salud (ERS) se propone como una metodología que permite predecir y describir aquellas secuencias / procesos de eventos resultantes de la acción humana que pueden modificar los niveles de exposición de las personas a determinados factores de riesgo, caracterizando a su vez la magnitud y gravedad de las consecuencias en salud resultantes de dicha exposición (Martín-Olmedo et al., 2016). Ello requiere de la identificación, recopilación e integración de información relativa a los peligros que supone para la salud un producto químico, la exposición humana a dicho producto y las relaciones entre exposición, dosis y efectos adversos. Así, la adquisición de información apropiada para un supuesto de interés constituye un reto fundamental en la evaluación de riesgos (OMS, 2017). Este tipo de evaluación utiliza aproximaciones en base a estudios toxicológicos, o resultados expresados en términos absolutos de riesgo si/no, de exceso de riesgo (3-4 veces más riesgos de), o de riesgo añadido; aproximación que también ha sido adoptada desde la epidemiología para calcular el riesgo atribuible poblacional o carga de morbi/mortalidad que podría evitarse si tras implementar una medida se pudiese disminuir la distribución del nivel de exposición a un factor de riesgo en la población del nivel observado en la actualidad, a un nivel inferior deseable (escenario más favorable) (Martín-Olmedo et al., 2016). Desde distintos organismos se han generado herramientas orientadas a apoyar la toma de

decisiones relativas a productos químicos, mediante la evaluación de la magnitud de los riesgos potenciales para la salud humana en relación con la exposición a dichos productos químicos. Sin embargo, no todas las herramientas tienen en cuenta los tres componentes que deben ser incluidos en un análisis de riesgos; y esto puede llevar a que el análisis que se realice sea incompleto o requiera de herramientas complementarias para que la contribución de la evaluación sea realmente efectiva. En este sentido, la herramienta generada por la OMS de Evaluación de Riesgos para la Salud Humana (OMS, 2017) no incluye elementos referidos a la gestión de riesgos ni a la comunicación de riesgos. Además, se aclara que esta herramienta es complementaria a la Herramienta de Evaluación de Riesgos Medioambientales desarrollada por la OCDE, documento donde se aclara que los análisis que proponen se centran principalmente en la evaluación de riesgos ambientales y no en evaluación de riesgos para la salud humana (OCDE, 2020). A pesar de que ambos instrumentos se complementan, la gestión de riesgos y la comunicación siguen quedando relegados.

Otro ejemplo es el procedimiento de ERS de la USEPA; que ha sido un referente mundial por su capacidad de cuantificar el riesgo y la utilización de modelos de dispersión de contaminantes y de caracterización de la exposición. No obstante, los resultados que se obtienen con su aplicación, especialmente como parte de las investigaciones de suelos contaminados, corresponde a una estimación numérica del riesgo teórico, centrándose en exposiciones actuales o futuras, y teniendo en cuenta todos los medios contaminados, sin dirimir si realmente la población potencialmente afectada puede o no entrar en contacto con los peligros identificados. Por su diseño, utiliza en la mayoría de las ocasiones, estándares de exposiciones genéricos (en inglés, default values), y no valores más ajustados propios de la población específicamente afectada (Martín-Olmedo et al., 2016).

Todos los organismos citados coinciden en que el ERS debe seguir una serie de pasos. A continuación, se detalla un ERS modelo, propuesto por la OMS:

- 1) Planteo del problema. En esta etapa se debe relevar toda la información disponible del producto de interés: caracterización fisicoquímica, peligrosidad, valores orientativos o de referencia, rutas de exposición, etc. Además, se debe caracterizar la población sobre la cual se desea realizar el análisis, para poder identificar grupos vulnerables, conocer la preocupación en las comunidades y poder evaluar si la información obtenida del producto es extrapolable a la misma o no.
- 2) Identificación de peligros. Caracterización de las propiedades toxicológicas del producto de interés, según distintas organizaciones internacionales o nacionales. De esta forma, se pueden estimar cuales son los potenciales efectos en la salud.
- 3) Caracterización del peligro/identificación del valor orientativo o de referencia. Según organismos internacionales, buscar información sobre si existen valores de referencia o no a partir de los cuales el producto de interés podría generar algún tipo de efecto sobre la salud; y analizar si esas premisas se reflejan en las condiciones específicas de la población expuesta.
- 4) Evaluación de la exposición. En este punto, se evalúa de qué forma las personas pueden entrar en contacto con el producto químico; y cuál es la cantidad y el tiempo de exposición probable que pueda producirse.
- 5) Caracterización del riesgo. En este punto se realiza un análisis de la información recopilada en los puntos anteriores, para comparar la exposición estimada con el valor orientativo o de referencia basado en salud.

Con respecto a ATZ, se analizaron en este informe tres trabajos de ERS. A nivel nacional no se encontraron estudios de este tipo; sin embargo, el estudio de Cortes et al. (2020) se realizó en el país vecino de Chile. El objetivo de este trabajo fue evaluar los plaguicidas de uso corriente en el aire (CUP), su distribución espacial y fuentes potenciales, y estimar los riesgos para la salud de la población de interés debida a la inhalación atmosférica de pesticidas. Para estimar la

exposición de inhalación, utilizaron dos modelos matemáticos y sus respectivos índices: uno referido a un escenario de exposición crónica y otro, a un escenario de riesgos no-carcinogénicos. Partiendo de estos dos índices se calculó un cociente de riesgos (HQ, por sus siglas en inglés: *Hazard Quotients*), donde se incluyó el nivel de exposición aceptable del operador. El nivel de preocupación del HQ se fijó en 1.0, por lo que un valor $HQ > 1$ indicó que podía haber un riesgo potencial. Además, se estimó el efecto potencial de la exposición acumulada para los plaguicidas que tienen un modo de acción común, para lo cual se calcularon índices de exposición acumulada a través de un índice de peligrosidad (HI, por sus siglas en inglés: *Hazard Index*). Entre los pesticidas evaluados ($n=38$) solo 9 fueron detectados; entre ellos ATZ (con valores medios que iban desde 4 a 2.100 pg m^3). Ninguno de los compuestos analizados informó de una proporción de riesgo (HQ) superior a 1, indicando que, según las mencionadas estimaciones, no hubo riesgos significativos debido a la inhalación del plaguicida; al igual que los resultados calculados de HI. Sin embargo, se detectaron como poblaciones vulnerables a niños y niñas de 1 a 6 años, en quienes se observó que las dosis de inhalación de algunos de los pesticidas fueron mayores que para el resto de la población. Dentro de las limitaciones del trabajo, se detectó que solo se analizó exposición por inhalación, y que no se tuvieron en cuenta otras vías de exposición (como la dérmica o por ingestión). Además, tampoco se tuvo en cuenta una potencial gestión de riesgos; ya que la conclusión del trabajo fue que eran necesarios más estudios para poder determinar de forma concluyente el impacto de plaguicidas de uso corriente en el aire (CUPs) sobre la salud.

Gammon et al., (2005), realizaron un estudio similar en California (E.E.U.U.); desarrollaron un índice de margen de seguridad (IMS), teniendo en cuenta valores de dosis diaria mínima que no causa efectos observables en animales (en este trabajo se partió de una exposición base en modelos animales de perros, rata, ratón, conejos y anfibios; para obtener estos valores). Un valor para IMS de ≥ 100 se consideró generalmente adecuado para proteger a los humanos cuando se elige el valor de dosis diaria mínima que no causa efectos observables de un

experimento animal y ≥ 10 cuando se elige un estudio humano. El índice tuvo en cuenta cuatro aspectos: a) exposición agregada (exposición de todas las fuentes no ocupacionales, es decir, la dieta, el agua potable, los usos del hogar y el jardín, etc.); b) exposición acumulativa del plaguicida más otros con un modo de acción común; c) efectos de la exposición en el útero y d) potencial de efectos de alteración endocrina en los modelos animales analizados. En humanos, se evaluó la exposición ocupacional a ATZ durante la mezcla, la carga y la aplicación. Los valores de la dosis diaria absorbida fueron entre 1,8 a 6,1 $\mu\text{g kg d}^{-1}$; y los valores de IMS estuvieron comprendidos entre 820 y 2800. También se calcularon valores teóricos de exposición aguda a través de la dieta junto con residuos secundarios, y agua; y se combinó la ATZ con los tres principales metabolitos de clorotriazina. Los valores de IMS fueron superiores a 2000 para todos los subgrupos de población. Por lo tanto, en el trabajo se concluye que la exposición a ATZ a través de la dieta es extremadamente improbable que resulte en un peligro para la salud humana.

Bennett et al. (1999) realizaron una serie de pasos para determinar la ERS de la ATZ, analizando el impacto por diferencia de edades. El análisis que realizaron incluyó: 1) una caracterización del término fuente; 2) las concentraciones ambientales, establecidas utilizando: a) datos de vigilancia, b) un modelo de destino y transporte, o c) alguna combinación de datos y modelos de vigilancia; 3) una determinación de la relación entre las concentraciones ambientales y concentraciones de medios de exposición humana, como el agua del grifo, el aire interior y la comida y finalmente, 4) tasas de la absorción humana de estos medios contaminados, construidas para cada vía de exposición y subpoblación de la población general; y estas dosis se multiplicaron por una dosis-respuesta (por ejemplo, el factor de potencia del cáncer) para determinar el riesgo. Los análisis se plantearon sobre una familia tipo, presentada como un estudio de caso. En este estudio, la dosis potencial se basa en la tasa de absorción de medios ambientales contaminados (explicados en otro trabajo previo del equipo de investigación) y para una evaluación del riesgo de cáncer, la duración de la exposición se promedió sobre un período de vida de 70 años. El riesgo estimado de los parámetros se realizó a través de modelos matemáticos de distribución de probabilidades. Entre los resultados planteados se muestran los factores de

bio-concentración de varios organismos, las concentraciones de exposición para distintas rutas de exposición, y parámetros de exposición diferenciando entre adultos y niños según sexo. Se observó que la exposición a la ATZ provenía de una variedad de fuentes y, por lo tanto, identificaron la necesidad de trabajar con un modelo de exposición multimedia de múltiples vías para proporcionar una imagen completa de la exposición humana. Además, observaron que de acuerdo con el modelo de exposición que habían planteado, era importante considerar a los niños y niñas como un subgrupo separado de la población; ya que la exposición prevista basada en promedios de los parámetros estudiados era 1,6 veces mayor que en adultos según el cálculo correspondiente a lo largo de la vida; y esto resultó significativo al compararlo con otras fuentes que generaban incertidumbre en los modelos.

7.2. Antecedentes sobre evaluaciones de riesgo ecológico (ERAs) para la atrazina

Como se ha mencionado varias veces a lo largo de este informe, la ATZ es un herbicida que se ha venido utilizando a nivel mundial desde la década del '70. Desde entonces se han realizado un gran número de estudios para evaluar su potencial riesgo sobre los ecosistemas, observándose un sesgo de los estudios hacia los ambientes acuáticos.

En el plano académico, una de las primeras revisiones sobre los potenciales riesgos de la ATZ para los ambientes acuáticos fue la de Huber (1993). Sobre la base de la revisión de una extensa bibliografía, el autor concluyó que los efectos ecotoxicológicos de la ATZ sobre los productores, consumidores y descomponedores, así como sobre las funciones del ecosistema, se vuelven observables a partir de niveles de $20 \mu\text{g L}^{-1}$.

En un estudio posterior se utilizó el valor de $20 \mu\text{g L}^{-1}$ para estimar el riesgo ecológico de la ATZ al contrastarlo con las concentraciones del herbicida medidas durante dos años en tributarios de diferente orden de la Bahía de Chesapeake en E.E.U.U. (Hall Jr et al., 1999). El estudio concluyó que el riesgo ecológico para la ATZ se juzgaba como bajo y que dicho valor se superaba de forma muy extraordinaria y por periodos de tiempo muy cortos lo cual permitía a

la vegetación acuática (grupo más sensible) recuperarse. Además, el estudio concluyó que la comunidad de peces de esos tributarios presentaba un estado saludable según el índice de integridad biótica desarrollado para dichos cursos de agua.

Contemporáneamente Solomon et al. (1996) realizaron una de las primeras evaluaciones de riesgo ecológica (ERA) para la ATZ siguiendo los lineamientos formales de la USEPA (1992). El trabajo tuvo por objetivo evaluar el riesgo ecológico de la ATZ sobre los ecosistemas acuáticos de Norteamérica. En el mismo se realizó un análisis exhaustivo de las propiedades de la molécula que determinan su distribución ambiental, las intensidades de usos y características climáticas en diferentes regiones, concentraciones ambientales y efectos en una gran diversidad de especies tanto de ambientes acuáticos dulceacuícolas como marinos. Los efectos estuvieron principalmente enfocados a puntos finales tradicionales para evaluar toxicidad aguda (Ej. CL_{50}) y crónica (NOEC/LOEC) tanto a escala de laboratorio como micro y mesocosmos, pero principalmente vinculada al modo de acción del herbicida (no se conocían, por ejemplo, posibles efectos sobre el sistema endócrino). Por consiguiente, los organismos más sensibles resultaron los fotosintéticos (Ej. fitoplancton, macrófitas). Sobre la base de un análisis probabilístico de la caracterización del riesgo, el estudio concluye que, en la mayoría de las situaciones, la probabilidad de que las concentraciones de ATZ en las aguas superficiales de Norteamérica superen el percentil 10 de la distribución de sensibilidad de las especies es baja, y que dichas concentraciones no representarían un riesgo ecológicamente significativo para el medio acuático. Sin embargo, el estudio destaca que el riesgo es mayor en cuencas pequeñas con uso extensivo de pesticidas y en los cuerpos de agua que reciben drenaje de estas cuencas.

En otro estudio, se evaluó el riesgo sobre la salud humana y los ecosistemas asociados al uso de la ATZ específicamente para el estado de California, EE. UU. (Gammon et al., 2005). Los autores no explican porque el estudio enfocó el riesgo ecológico sólo sobre la posible feminización de los anfibios concluyendo que la evidencia no era suficiente y que de existir dicho efecto se daría a

concentraciones muy elevadas del herbicida. Contemporáneamente se publicó otra evaluación de riesgo de la ATZ únicamente sobre los anfibios (Solomon et al., 2005). La evaluación se basó en los postulados de Koch y los criterios de Hill como guía para la identificación de agentes causales de enfermedades y ecoepidemiología. El estudio concluyó que no había evidencia convincente que sugiriera que la ATZ era capaz de causar efectos adversos sobre los anfibios mediados por mecanismos endócrinos o de desarrollo.

Curiosamente, la evaluación de riesgo realizada por Solomon et al. (2005) junto al trabajo de Murphy et al. (2006), en el que se realiza un estudio de campo para evaluar el impacto de la ATZ sobre la feminización de los anfibios y que concluye que no existe relación entre las concentraciones ambientales y la ocurrencia de ovocitos intratesticulares en las hembras de tres especies de anfibios, parecieran ser una respuesta a los estudios de Hayes et al. (2002a) y Hayes et al. (2002b) en el que alertan sobre la capacidad feminizante de la ATZ tanto en condiciones a campo como en estudios de laboratorio.

En respuesta a tal controversia, en 2010 se publicó un metaanálisis sobre estudios que evalúan efectos de la ATZ sobre vertebrados acuáticos y concluye que, *aunque queda mucho por aprender sobre los efectos de la ATZ, el análisis identificó varios efectos consistentes de la ATZ que deberían relacionarse con los beneficios de su uso, y el costo/beneficio de las alternativas al uso de este herbicida* (Rohr y McCoy, 2010). Con el mismo objetivo Hayes et al. (2011) realizaron una exhaustiva revisión enfocada particularmente en los efectos de la ATZ sobre el sexo de los vertebrados. El estudio concluyó que *el herbicida posee un efecto desmasculinizante sobre la gónada de este grupo de organismos que es consistente para todos ellos, es significativo y es específico. En consecuencia, la ATZ debería considerarse un desorganizador endocrino que desmasculiniza y feminiza a los machos de los vertebrados porque ha cumplido con los nueve "criterios de Hill"*.

No tardó en llegar la respuesta de quienes habían considerado que no había evidencia consistente de los efectos de la ATZ sobre los vertebrados, realizando un trabajo basado metodológicamente en un análisis cuantitativo del peso de la

evidencia. Sin embargo, en este nuevo estudio los autores reconocen ahora los efectos adversos de la ATZ sobre los peces, anfibios y reptiles, pero remarcan que sólo respuestas a nivel molecular o bioquímico son inducidas a concentraciones de relevancia ambiental, pero que tales efectos no se traducen consistentemente en alteraciones sobre puntos finales de relevancia ecológica (mortalidad, crecimiento, reproducción) (Van Der Kraak et al., 2014). Más recientemente el mismo grupo de investigación realizó una actualización del análisis, arribando a una conclusión similar a la anterior, afirmando que la ATZ no afecta negativamente a peces, anfibios y reptiles, a concentraciones de relevancia ambiental ($<100 \mu\text{g L}^{-1}$ de ATZ) (Hanson et al., 2019).

En Latinoamérica se publicaron en el último año algunas ERAs genéricas sobre plaguicidas, que si bien incluyeron a la ATZ no estuvieron específicamente dirigidas a dicho herbicida. Uno de los estudios evaluó el riesgo de plaguicidas para ambientes acuáticos del sur de Brasil empleando como datos de exposición, las concentraciones medidas de los plaguicidas en muestras del río Vacarí con las que se realizaron bioensayos de toxicidad con una especie exótica, *Danio rerio* (pez cebra), y como puntos finales de efecto sólo respuesta a nivel de diferentes biomarcadores (Acetilcolinesterasa -AChE-, TBARs, CAT y GST). El único resultado concluyente fue que la ATZ fue uno de los dos plaguicidas más frecuentes, y que en uno de los muestreos se correlaciona negativamente con la actividad de la AChE (Severo et al., 2020).

Otros dos estudios fueron realizados en Argentina. Uno, más amplio, evaluó los cocientes de riesgo sobre la base de concentraciones en aguas publicadas para 66 sitios de la Región Pampeana y valores de concentraciones de no efecto agudo y crónico tomados de una base de datos, mayoritariamente para especies exóticas de diferentes grupos de organismos acuáticos (ej. vertebrados, invertebrados, algas). El riesgo crónico total para cada sitio fue estimado a partir de la sumatoria de los cocientes de riesgo de cada plaguicida y la contribución de cada plaguicida como su cociente de riesgo sobre el cociente de riesgo total para cada sitio. La conclusión del estudio es que *el cociente de riesgo para el total de los plaguicidas estudiados es >1 en el 41% de los sitios y que la ATZ se*

encuentra entre los plaguicidas que más contribuyen a dicho cociente (Iturburu et al., 2019).

En el otro estudio realizado en Argentina, se utilizaron como datos de exposición las concentraciones de los plaguicidas medidas en muestras de agua y sedimentos de un área más específica, el arroyo Tapalqué, Provincia de Buenos Aires. Luego, los datos de toxicidad aguda y crónica, para diferentes grupos de organismos representativos del ecosistema, fueron también tomados de la bibliografía, y mayoritariamente basados en especies exóticas. El riesgo crónico total fue estimado del mismo modo que en el trabajo previo. El riesgo agudo se obtuvo como la sumatoria de las unidades tóxicas calculado como el cociente entre la concentración efectiva y la concentración medida en el ambiente. *El estudio concluyó que no se identificó riesgo agudo, pero que uno de los metabolitos de la ATZ (HyA) se encontró entre los plaguicidas más frecuentes (>33%) y que el nivel de riesgo crónico varió entre sitios, siendo la ATZ uno de los plaguicidas con mayor contribución (Pérez et al., 2021).*

Desde el ámbito gubernamental, la Agencia Ambiental de Canadá ha establecido niveles guías para la protección de la vida acuática desde 1999. Estos límites están desarrollados sobre la base del análisis de datos de toxicidad aguda y crónica con un factor de seguridad de 0,1. Así Canadá ha recomendado un nivel guía sólo para ambientes dulceacuícolas con un valor de $1,8 \mu\text{g L}^{-1}$ (EC, 1999). De un modo semejante, la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la República Argentina elaboró también su propio nivel guía de calidad de agua ambiente para protección de la biota acuática correspondiente a ATZ (aplicable a agua dulce) en 2003. Sin embargo, la derivación metodológica del nivel guía fue algo diferente ya que se basó principalmente en estudios de micro y mesocosmos y en el cálculo de un valor crónico final. El nivel guía desarrollado adoptó un valor de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ (SRHN, 2003).

Por otra parte, en Europa se decidió eliminar en 2004 a la ATZ del Anexo I de la Directiva 91/414 de la Comunidad Económica Europea, exceptuando de dicha decisión sólo a 4 países para uso específico en determinados cultivos hasta 2007 (CCE, 2004). Dicha decisión fue tomada básicamente como consecuencia

de que los datos de monitoreo disponibles no eran suficientes para demostrar que las concentraciones de ATZ o sus productos de degradación en las aguas subterráneas no superaban $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$.

En los E.E.U.U., la EPA, publicó en 2016 un refinamiento de la Evaluación de Riesgo para la ATZ en el que luego de analizar cientos de estudios de toxicidad de la ATZ y más de 20 años de monitoreo del herbicida *concluyen que las comunidades de plantas acuáticas se ven afectadas en muchas áreas donde el uso de ATZ es más intenso y existe un riesgo crónico potencial para los peces, anfibios e invertebrados acuáticos en estos mismos lugares* (Farruggia et al., 2016). *En el ambiente terrestre, existe riesgo para mamíferos, aves, reptiles, plantas y comunidades de plantas en todo el país para muchos de los usos de la ATZ. De acuerdo con dicho estudio, los niveles de alerta por el riesgo crónico de la EPA se superaron hasta en 22, 198 y 62 veces para aves, mamíferos y peces, respectivamente. El estudio agrega que el espectro de especies y familias de plantas terrestres potencialmente afectadas por el uso de ATZ a las tasas indicadas actualmente, e incluso a tasas reducidas de 0,5 y 0,25 libras. i.a./acre, sugieren que es probable que la biodiversidad y las comunidades de plantas terrestres se vean afectadas por la exposición fuera del campo a través de la escorrentía y la deriva de la pulverización. El estudio predice además que concentraciones promedio de ATZ en el agua de $5 \mu\text{g L}^{-1}$, o más, durante varias semanas producirían efectos reproductivos en los peces, mientras que concentraciones promedio de $3,4 \mu\text{g L}^{-1}$ por 60 días tendrían una alta probabilidad de afectar la productividad primaria y la estructura de la comunidad de plantas acuáticas* (Figura 7.1).

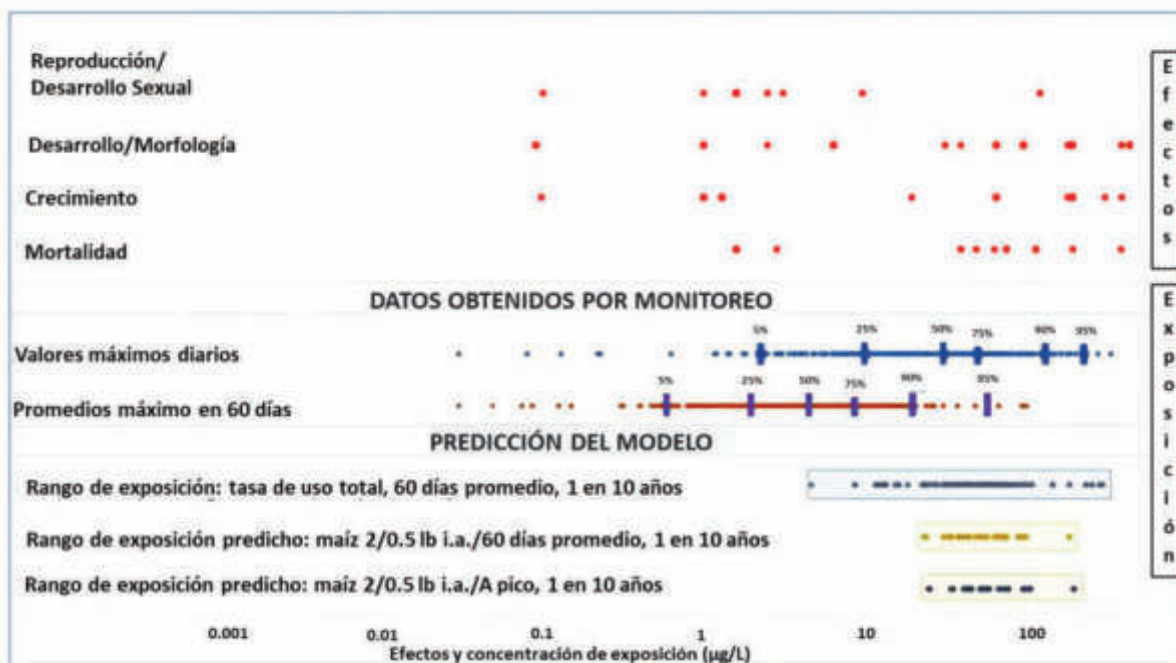


Figura 7.1. Resumen de las concentraciones de ATZ más bajas que producen efectos adversos (LOEC) sobre puntos finales de mortalidad, crecimiento, desarrollo y reproducción en relación a concentraciones ambientales medidas y estimadas para diferentes escenarios (Modificado de Farruggia et al., 2016).

Finalmente, en 2019 la USEPA realizó una revisión vinculada a una Propuesta Interina de Registro para analizar si la ATZ continúa cumpliendo o no con el estándar de registro en la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA). En su sección de riesgo ecológico se menciona que, en base al borrador de la evaluación de riesgo ecológico elaborado por la USEPA, *la agencia identificó posible riesgo crónico para mamíferos, aves, anfibios de fase terrestre, reptiles e invertebrados acuáticos* (USEPA, 2019). El borrador de la evaluación de riesgos consideró las tasas de aplicación máximas, reducidas y típicas.

En función de los antecedentes analizados puede observarse que la preocupación sobre el riesgo ecológico asociado al uso de la ATZ ha venido incrementándose en el tiempo y que cada vez existe mayor cantidad de evidencia indicando que, tanto la intensidad de uso actual, como la detección del herbicida en los diferentes compartimientos ambientales es cada vez más frecuente. Asimismo, las concentraciones se aproximan cada vez más a las que producen efectos sobre los componentes y funciones de los ecosistemas. Ello, no sólo

asociado a su modo de acción como herbicida, sino también por medio de otros modos de acción diferentes y altamente sensibles actuando, por ejemplo, como desorganizador endócrino. Es interesante resaltar el enfoque de las ERAs realizadas en Argentina, donde no se analiza la ATZ de forma aislada, sino en el contexto de muchos otros plaguicidas presentes en el ambiente que de forma conjunta pueden contribuir a generar daño ecológico.

7.3. Efectos sinérgicos con otras sustancias de uso frecuente. Relevamiento de evaluaciones de riesgo de las mezclas

7.3.1. Efectos sinérgicos de mezclas de atrazina y otros plaguicidas sobre organismos no vertebrados

La aplicación de productos fitosanitarios en mezclas cuyas interacciones son desconocidas, pueden disminuir la eficiencia de los productos y/o causar impactos en el ambiente (Ferraz-Silveira et al., 2020).

A partir de la encuesta realizada por el grupo de trabajo se indagó sobre los compuestos más utilizados en mezcla con ATZ y el motivo de esta práctica. Los productos más utilizados en mezcla con ATZ se detallan a continuación en la tabla 7.1.

Tabla 7.1. Principios activos utilizados en mezcla con ATZ, según la encuesta realizada, ordenados de mayor a menor según la frecuencia de uso de las mezclas. Compuestos con la misma cantidad de asteriscos (*), tienen la misma frecuencia de respuesta.

Principio activo	Tipo de Compuesto
Glifosato	Herbicida
2,4 D	Herbicida
S-Metolacoloro	Herbicida
Picloram	Herbicida
Acetoclor	Herbicida
Dicamba	Herbicida
Metolacoloro	Herbicida
Nicosulfuron**	Herbicida
Sulfentrazone**	Herbicida
Cipermetrina*	Insecticida
λ -Cialotrina*	Insecticida
Carbofurano*	Insecticida

Por otro lado, según los resultados de la encuesta, la ATZ se usa en mezcla para:

- *Ampliar el espectro del fitosanitario aplicado.*
- *Dar efecto residual.*
- *Para obtener una mejor eficiencia en la aplicación, por tener presencia de diferentes tipos de malezas.*
- *Por Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).*
- *Para obtener sinergia.*
- *Para disminuir aplicaciones.*

Las ventajas mencionadas por los productores/asosores dan cuenta del conocimiento de que se producen interacciones entre fitosanitarios que aplican. Estas interacciones entre dos o más productos pueden ser aditivas (*AD*), sinérgicas (*S*) o antagónicas (*A*). La mezcla es *AD* cuando el efecto combinado de las dos sustancias es igual a la suma de los efectos individuales. En el caso de mezcla *S* es cuando el efecto combinado de los dos tóxicos es mucho mayor que la suma de los efectos individuales cuando están solos y *A*, cuando aplicados juntos, interfieren entre sí en sus acciones o cuando uno interfiere con el otro.

En la tabla 7.2, se muestra el relevamiento bibliográfico de mezclas binarias de ATZ con otros compuestos o contaminantes.

Tabla 7.2. Efectos de diferentes mezclas de ATZ, sobre bioindicadores. CL= Concentración Letal 50; CE= Concentración Efectiva 50. AD= efectos aditivos; S=efectos sinérgicos; A= efectos antagónicos. SE= sin efecto; PF= punto final evaluado; E=Efecto.

ID	Sustancia en mezcla	Tipo de sustancia en mezcla	Bioindicador	PF Evaluado	E	Referencia	Mendeley	Grupo
1	Alacloro	Herbicida	Fitoplancton (microalgas epilíticas)	Biovolumen	AD	Carder y Hoagland, 1998	Si	1-I
2	Alacloro	Herbicida	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Proteínas en cloroplastos	S	Akobundu et al., 1975	Si	1-I
3	Butaclor	Herbicida	<i>Selenastrum capricornutum</i>	CE ₅₀	S	Zhao et al., 2018.	Si	1-I
4	Cadmio	Metal	<i>Eisenia foetida</i>	CL ₅₀	S	Yang et al., 2015	Si	1-I

5	Clorotalonil	Fungicida	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	CE ₅₀	S	De Lorenzo y Serrano, 2003	Si	1-I
6	Clorotalonil	Fungicida	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Reproducción	AN	Phyu et al., 2011	Si	1-I
7	Clorpirifos	Insecticida	<i>Hyalella azteca</i>	CL ₅₀	S	Anderson y Lydy, 2002	Si	1-I
8	Clorpirifos	Insecticida	<i>Chironomus tentans</i>	CL ₅₀ ; Actividad AChE	S	Belden y Lydy, 2001	Si	1-I
9	Clorpirifos	Insecticida	<i>Eisenia foetida</i>	CL ₅₀	S	Yang et al., 2015	Si	1-I
10	Clorpirifos	Insecticida	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	CE ₅₀	S	DeLorenzo y Serrano, 2003	Si	1-I
11	Clorpirifos	Insecticida	<i>Chironomus tentans</i>	CL ₅₀ ; Actividad AChE	S	Jin-Clarck et al., 2002	Si	1-I
12	Cobre	Metal	<i>Desmodesmus communis</i>	Citotoxicidad	SE	Guidony et al., 2020	Si	1-I
13	Demetón-S-metil	Insecticida	<i>Chironomus tentans</i>	CL ₅₀	S	Anderson y Zhu, 2004	Si	1-I
14	Diazinón	Insecticida	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	CL ₅₀	S	Banks et al., 2005	Si	1-I
15	Diazinón	Insecticida	<i>Hyalella azteca</i>	CL ₅₀	S	Anderson y Lydy, 2002	Si	1-I
16	Dimetilsulfóxido	Coadyuvante	<i>Chlorella vulgaris</i>	Contenidos de Clorofila- <i>a</i>	AD	El Jay, 1996	Si	1-I
17	Dimetilsulfóxido	Coadyuvante	<i>Selenastrum capricornutum</i>	Contenidos de Clorofila- <i>a</i>	AD	El Jay, 1996	Si	1-I
18	Endosulfan	Insecticida y acaricida	<i>Daphnia magna</i>	CL ₅₀	S	Schmidt et al., 2017	Si	1-I
19	Endosulfan	Insecticida y acaricida	<i>Gammarus kischineffensis</i>	Estrés oxidativo	S	Demirci et al., 2018	Si	1-I
20	Etanol	Coadyuvante	<i>Chlorella vulgaris</i>	Contenidos de Clorofila- <i>a</i>	AN	El Jay, 1996	Si	1-I
21	Etanol	Coadyuvante	<i>Selenastrum capricornutum</i>	Contenidos de Clorofila- <i>a</i>	AD	El Jay, 1996	Si	1-I
22	Glifosato	Herbicida	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Mortalidad; Movilidad; Reproducción	AD	García-Espiñeira et al., 2018	Si	1-I
23	Glifosato	Herbicida	Población microbiana del suelo	Biomasa microbiana	AN	Bonfleur et al., 2015	Si	1-I

24	Mesotriona	Herbicida	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Biomasa Seca	S	Ferraz Silveira et al., 2020	Si	1-I
25	Mesotriona	Herbicida	<i>Amaranthus palmeri</i>	Biomasa	S	Chahal et al., 2019	Si	1-I
26	Mesotriona	Herbicida	<i>Allium cepa</i>	Genotoxicidad	S	Felisbino et al., 2018	Si	1-I
27	Metolaclo	Herbicida	<i>Chlorella fusca</i>	Crecimiento	AN	Kotrikla et al., 2018	Si	1-I
28	Metolaclo	Herbicida	<i>Echinostoma trivolvis</i>	Capacidad de infección	SE	Griggs y Belden, 2008	Si	1-I
29	Metil-paratión	Insecticida	<i>Chironomus tentans</i>	CL ₅₀	S	Pape-Lindstrom y Lydy, 1997	Si	1-I
30	Metil-paratión	Insecticida	<i>Hyalella azteca</i>	CL ₅₀	S	Anderson y Lydy, 2002	Si	1-I
31	Metolaclo	Insecticida	<i>Chironomus tentans</i>	CL ₅₀	Menos AD	Pape-Lindstrom y Lydy, 1997	Si	1-I
32	Microplásticos	Contaminante Emergente	<i>Eisenia foetida</i>	Estrés oxidativo	S	Cheng et al., 2020	Si	1-I
33	Nicosulfuron	Herbicida	<i>Podisus nigrispinus</i>	Capacidad Reproductiva	S	Reis et al., 2018	Si	1-I
34	Nicosulfuron	Herbicida	<i>Podisus nigrispinus</i>	% de Eclosión; % Supervivencia	S	Menezes et al., 2012	Si	1-I
35	Nonilfenol	Coadyuvantes	<i>Daphnia magna</i>	CL ₅₀	S	Schmidt et al., 2017	Si	1-I
36	Paraquat	Herbicida	<i>Drosophila melanogaster</i>	Habilidad para escalar	AN	Lovejoy y Fiumera, 2019	Si	1-I
37	Paraquat	Herbicida	<i>Drosophila melanogaster</i>	Longevidad de las Hembras	S	Lovejoy y Fiumera, 2019	Si	1-I
38	Paratión	Insecticida y Acaricida	<i>Daphnia magna</i>	CL ₅₀	S	Schmidt et al., 2017	Si	1-I
39	Permetrina	Insecticida y Acaricida	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Reproducción	AN	Phyu et al., 2011	Si	1-I
40	S-Metolaclo	Herbicida	<i>Typha latifolia</i>	Longitud del coleóptilo	S	Moore y Locke., 2012	Si	1-I
41	Sulfentrazona	Herbicida	<i>Lemna minor</i>	% Inhibición del Crecimiento (número y superficie de frondas)	AD-I	Thorngren et al., 2017	Si	1-I

42	Sulfentrazona	Herbicida	<i>Pseudokirchneriella subcapita</i>	Clorofila- <i>a</i>	AD-I	Thorngren et al., 2017	Si	1-I
43	Terbufos	Insecticidas y Nematicidas	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	CL ₅₀	AD	Choung et al., 2011	Si	1-I
44	λ-Cialotrina	Insecticidas	<i>Eisenia foetida</i>	CL ₅₀	S	Wang et al., 2016	Si	1-I

Si analizamos la bibliografía relevada, en cuanto a los efectos de las mezclas de ATZ y otros compuestos en invertebrados, se puede observar que en el caso de la comunidad fitoplanctónica, las mezclas binarias de ATZ con herbicidas, pueden generar los tres tipos de efectos (*AD*, *S* y *A*). Carder y Hoagland (1998), evaluaron los efectos de la mezcla de ATZ y el herbicida Alacloro (AL) a concentraciones ambientalmente relevantes (12 y 150 µg L⁻¹ de ATZ; 5 y 90 µg L⁻¹ de AL) sobre el biovolumen de microalgas epilíticas (que crecen sobre rocas). Los autores informaron que las mezclas eran *AD*; la falta de interacciones significativas se puede atribuir a los diferentes modos de acción de la ATZ y del AL. Sin embargo, los autores advierten que la naturaleza aditiva de estos dos herbicidas debe ser considerada para el desarrollo de criterios para la calidad del agua. Otro de los herbicidas reportados en la bibliografía es el Butaclor (BT), este compuesto tiene efectos *S* sobre la CE₅₀ de *Selenastrum capricornutum*, cuando se combina con ATZ. *Pseudokirchneriella subcapita* fue otra especie de microalga utilizada como bioindicador para evaluar los efectos de mezcla de ATZ y Sulfentrazona (SU) (herbicida). La mezcla de estos compuestos mostró efectos aditivos independientes (*ADI*) sobre la concentración de clorofila-*a*. Los efectos *ADI*, se dan cuando los compuestos actúan de manera independiente y cada uno tiene modos de acción diferentes (Thorngren et al., 2017).

Otros resultados, fueron reportados por Kotrikla et al. (2018), cuando evaluaron el crecimiento de *Chlorella fusca* en mezcla de ATZ y metolaclor (MET) en concentraciones inferiores a la CE₅₀ (80,2 y 131 µg L⁻¹ de MET; 23,8 y 47,4 µg L⁻¹ de ATZ). Los resultados mostraron una reducción de la toxicidad (efecto *A*). Las razones de la acción antagónica podrían ser una disminución en la tasa de absorción de los químicos, formación de metabolitos no tóxicos, aumento de las tasas de excreción, alteración de la distribución y refuerzo de los mecanismos de desintoxicación.

En cuanto a las mezclas ternarias de ATZ, Knauert, et al. (2008) realizaron ensayos en mesocosmos para evaluar los efectos de la mezcla de ATZ y dos herbicidas (Isoproturón (IS) y diuron (DI)), tomando como variable respuesta la capacidad fotosintética del fitoplancton. Los resultados del trabajo mostraron que los efectos de la mezcla son *AD*. Además, los autores informan que los efectos decrecientes sobre la actividad fotosintética durante el ensayo podrían explicarse tanto por una disminución en las concentraciones de herbicidas en el agua como por la inducción de tolerancia comunitaria.

Además de mezclas de ATZ con herbicidas, en la bibliografía se reportan diferentes efectos con insecticidas, fungicidas y coadyuvantes sobre microalgas. En el caso de los fungicidas e insecticidas, cuando se mezcla ATZ+Clorotalonil (CL) y ATZ+Clorpirifos (CLO) causa efectos *S* en la CE_{50} de *Dunaliella tertiolecta*. Sin embargo, los efectos *S* en la mezcla de ATZ y CLO, son informados a concentraciones $\geq 400 \mu\text{g L}^{-1}$ de CLO (concentraciones no ambientalmente relevantes), mientras que para la mezcla ATZ y Cl, las concentraciones ambientalmente relevantes en las que se observan efectos son menores, ≥ 25 y $33,3 \mu\text{g L}^{-1}$ respectivamente (DeLorenzo y Serrano, 2003).

Respecto a los coadyuvantes, El Jay (1996) informó efectos *AD*, para la mezcla de ATZ y Dimetilsulfóxido y ATZ y Metanol sobre el contenido de clorofila-*a* en *S. capricornutum*.

En cuanto a los efectos de las mezclas de ATZ y otros compuestos sobre especies de invertebrados acuáticos, en la tabla 7.2 se puede observar que cuando la ATZ se mezcla con insecticidas, el efecto de la mezcla es *S*. De las dos especies de cladóceros mencionadas en la tabla 7.2, son de importancia y relevancia local los efectos de las mezclas sobre *C. dubia*, un microcrustáceo de distribución cosmopolita y neotropical que puede ser encontrado en ríos, lagos y lagunas del litoral fluvial argentino.

Diversos estudios han demostrado un aumento de la toxicidad de los compuestos organofosforados en presencia de ATZ. Anderson y Lydy (2002) demostraron que concentraciones $80 \mu\text{g L}^{-1}$ de ATZ aumentaron significativamente la toxicidad aguda de tres insecticidas organofosforados

(OP) diazinón, CLO y Metil-Paration para el anfípodo *Hyaella azteca*. Estos autores examinaron la toxicidad conjunta de la ATZ y los tres OP sobre *H. azteca* y *Musca domestica* (insecto) para evaluar la toxicidad de mezclas binarias en las que la concentración letal de cada OP se combinó con concentraciones de ATZ de 0, 10, 40, 80 y 200 $\mu\text{g L}^{-1}$ para *H. azteca* y 0, 200 y 2000 ng mg^{-1} para *M. domestica*. Las concentraciones de ATZ ($\geq 40 \mu\text{g L}^{-1}$) en combinación con cada OP causaron un aumento significativo en la toxicidad de *H. azteca* en comparación con los OP dosificados individualmente. También se examinó la actividad de la AChE para los OP individuales con y sin tratamiento con ATZ. El herbicida en combinación con cada uno de los OP dio como resultado una disminución significativa en la actividad de AChE en comparación con los OP dosificados individualmente. Además, *H. azteca* que fueron pretratados con ATZ ($\geq 40 \mu\text{g L}^{-1}$) fueron mucho más sensibles a los OP comparados con *H. azteca* que no fueron pretratados con ATZ antes de ser expuestos al ensayo. Contrariamente a lo registrado para el anfípodo *H. azteca*, la exposición tópica a la ATZ no aumentó significativamente la toxicidad de OP para *M. domestica*. *Los resultados de este estudio indican el potencial aumento de toxicidad en organismos expuestos a mezclas ambientales.*

Banks et al. (2005), informaron que a concentraciones de 5 $\mu\text{g L}^{-1}$ de ATZ en combinación con diazinón la toxicidad aguda a las 48 h de *C. dubia*, tuvo aumentos estadísticamente significativos ($p < 0,05$). Choung et al., 2011, informaron que la ATZ (10 $\mu\text{g L}^{-1}$) aumentó significativamente la toxicidad del terbufos sobre *C. dubia*. Se considera que la mayor toxicidad de estos insecticidas cuando se combinan con ATZ se debe a la inducción en la actividad del citocromo P450 por la ATZ, lo que conduce a un aumento de la producción de metabolitos oxon que inhiben la actividad de la acetilcolinesterasa. Pape-Lindstrom y Lydy (1997), Belden y Lydy (2001) y Mehler et al., (2008), demostraron una mayor biotransformación de CLO en el análogo de CLO-Oxon en *Chironomus tentans* cuando la ATZ estaba presente. La actividad del citocromo P450, observada en *C. tentans* después de la exposición a ATZ, así como la reducción de la AChE en *C. tentans* y *H. azteca* con exposición

combinada a insecticidas organofosforados y ATZ, respaldan aún más este mecanismo propuesto (Miota et al., 2000; Belden y Lydy, 2001; Jin-Clark et al., 2002; Anderson y Zhu, 2004).

En el caso de los insecticidas organoclorados, Schmidt et al. (2017) informaron que concentraciones de ATZ entre 2 y 40 $\mu\text{g L}^{-1}$ aumentan la toxicidad del Endosulfan (ENDO). Similares resultados fueron informados por Demirci et al. (2018), donde detectaron mayor actividad de GST, CAT y SOD (biomarcadores de estrés oxidativo) en *G. kischineffensis* cuando la ATZ se combinó con ENDO. Estos resultados sugieren que la mezcla de plaguicidas conduce a la generación de aniones superóxido y por lo tanto peróxido de hidrógeno (H_2O_2), que provocan la activación del sistema de defensa antioxidante enzimático para prevenir el daño oxidativo (Bacchetta et al., 2014).

Las plantas vasculares acuáticas y terrestres representan otras especies no blanco utilizadas para dilucidar efectos de la ATZ en mezcla con otros compuestos. Sin embargo, es importante resaltar que estas mezclas son a los efectos de dilucidar una interacción en el organismo *target*, pero que en términos de producción estas mezclas de herbicidas son inadecuadas y no son utilizadas en la producción. En este sentido, Thorngren et al. (2017) evaluaron el efecto de la mezcla de ATZ y SU, sobre el % de inhibición de crecimiento específico (número y superficie de frondas) de *Lemna minor*. Los autores reportan que los herbicidas inhiben la fotosíntesis, pero que compiten por los mismos sitios objetivo, mostrando un efecto *ADI*. Ferraz Silveira et al. (2020) informaron efectos *S*, sobre *Ipomoea hederifolia* a concentraciones de 250 + 10 g i.a. ha^{-1} de ATZ + mesotrione (MESO), respectivamente. Los autores reportan que la absorción y/o translocación no son responsables de la interacción *S* de estos herbicidas. Probablemente, estos efectos se dan porque ambos herbicidas inhiben la transferencia de electrones en el fotosistema, lo que resulta en estrés oxidativo con producción de radicales reactivos de oxígeno que dañan los componentes celulares. Similares resultados fueron reportados por Chahal et al. (2019) y Felisbino et al. (2018), en cuanto a los efectos *S* de la mezcla (ATZ+MESO). Los autores evaluaron la biomasa de *Amaranthus palmeri* y los

efectos genotóxicos y mutagénicos en células meristemáticas de *Allium cepa*. Moore y Locke (2012) informaron efectos *S*, en mezclas de ATZ y S-Metalocloro en tres concentraciones: 0,03; 0,3 y 3 mg L⁻¹ de ambos compuestos. Akobundu et al. (1975) reportaron que las combinaciones de ATZ y alaclor (ALA) inhibieron gravemente la síntesis de proteínas, reduciendo su cantidad en los cloroplastos. Esta inhibición parece ser también la base del efecto *S* de esta mezcla de herbicidas sobre el “capin arroz” [*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *frumentacea* L.].

Uno de los bioindicadores más utilizados para evaluar los efectos de los plaguicidas solos y en mezcla es la lombriz roja *E. foetida*. Si analizamos la toxicidad de las mezclas binarias de ATZ con otros compuestos podemos observar que, cuando se evalúa la CE₅₀, los efectos son *S* (tabla 7.2). Yang et al. (2015) explican que este tipo de efectos en la mezcla de ATZ+CLO, podrían explicarse por una mayor biodisponibilidad de las sustancias tóxicas debido a que la ATZ puede acelerar la biotransformación del CLO en especies análogas de mayor toxicidad. Los contaminantes son absorbidos principalmente por el tegumento de la lombriz en la prueba del papel de filtro, lo que resulta en una mayor difusión a través de los capilares hacia el cuerpo de *E. foetida*. Por otro lado, Wang et al. (2016) encontraron respuestas extremadamente sinérgicas a partir de la mezcla binaria de ATZ+λ-Cialotrina (λ-CIH) y la mezcla ternaria de ATZ+CLO+λ-CIH. *Dado el rol fundamental de los anélidos, el aumento en la toxicidad de las mezclas de plaguicidas puede conducir a efectos adversos en las poblaciones de lombrices de tierra, amenazando el normal funcionamiento del ecosistema del suelo.*

Por otro lado, los resultados y conclusiones en cuanto a los efectos de las mezclas pueden ser diferentes, si se cambia el compuesto y la variable respuesta. Cuando se aplicó la mezcla de ATZ+glifosato, se recuperó la biomasa microbiana del suelo y las cantidades de residuos de ¹⁴C extraíbles y no extraíbles fueron los mismos para ambos herbicidas a los 63 días. Estos resultados sugieren que el glifosato puede mitigar el efecto de la ATZ (Bonfleur et al., 2015).

Una de las mezclas poco estudiadas, pero de suma importancia para analizar los impactos del sistema productivo, es la interacción entre la ATZ y los microplásticos. El uso de plástico está ampliamente difundido en las actividades agrícolas, como mantillos de cobertura, silos para almacenaje, residuos de envases, etc. El plástico residual se descompone fácilmente bajo la radiación ultravioleta y por almacenamiento sin protección o cobertura forma fragmentos de plástico con tamaños de <5 mm (microplásticos), que se acumulan en el suelo agrícola (Horton et al., 2017). En un trabajo reciente, Cheng et al. (2020) evaluaron la toxicidad de la combinación ATZ+microplásticos (0,02 mg kg⁻¹ y 2,0 mg kg⁻¹ ATZ+microplásticos 0,25% m/m), con efectos *S*. La presencia de microplásticos puede influir en el transporte y transformación de ATZ en el suelo y también en el metabolismo de ATZ de las lombrices de tierra a través de una serie de procesos de sorción y desorción, que luego influyen en la acumulación de ATZ en *E. foetida*.

Otras investigaciones sobre las mezclas con ATZ, fueron realizadas utilizando como especie test a *Caenorhabditis elegans*. García-Espiñeira et al. (2018), evaluaron los efectos de la mezcla de ATZ y GLI sobre este gusano nematodo. Los efectos observados para la mezcla fueron *AD* para la letalidad, locomoción y fertilidad. Además, la mezcla ocasionó respuestas tóxicas relacionadas con el estrés oxidativo en *C. elegans*.

Por otro lado, Reis et al. (2018) y Menezes et al. (2012) expusieron a *Podisus nigrispinus* ("chinche"), reportando efectos *S* de la mezcla de ATZ con Nicosulfuron (NIC). En estos trabajos, se informan efectos reproductivos selectivos para estas especies. El número de ovocitos maduros por ovario fue menor en las hembras expuestas a los herbicidas ATZ, NIC y la mezcla de ambos. Los herbicidas no afectaron la longevidad y mortalidad de *P. nigrispinus*, por lo tanto, son selectivos para este depredador. Los herbicidas pueden causar efectos subletales y afectar a la reproducción. Estudios como el de Soares et al. (1995), han demostrado un efecto combinado de insecticida+herbicidas en depredadores naturales, reduciendo la población de estos insectos.

A su vez, Lovejoy y Fiumera (2019) informaron que la exposición combinada de ATZ y Paraquat (PAR) disminuyó significativamente la longevidad de las hembras de *Drosophila melanogaster* ("mosca de la fruta"). El estrés oxidativo y la función mitocondrial son factores importantes en la longevidad y el envejecimiento. Aunque el estrés oxidativo no se midió directamente en este estudio, el efecto *S* que se observó sobre la longevidad puede ser el resultado del estrés oxidativo compuesto que cada sustancia química causa independientemente durante un período de tiempo prolongado. En contraste, los mismos autores observaron que la ATZ parece tener un efecto mitigador débil contra los efectos negativos del PAR sobre la capacidad de trepar de *D. melanogaster*. Estos resultados, muestran que se producen interacciones entre la ATZ y el PAR en *D. melanogaster*, y que los efectos pueden variar según la variable respuesta investigada.

Si tenemos en cuenta los efectos de las mezclas de ATZ con otros compuestos sobre el fitoplancton, los invertebrados acuáticos, insectos, lombrices terrestres y plantas vasculares (terrestres y acuáticas), se pueden observar respuestas S, A, AD y AN; es decir, el efecto de las mezclas es difícil de predecir.

Ninguno de los trabajos relevados, corresponden a Argentina.

Si se considera la importancia ecológica que las especies y las comunidades tienen para el desarrollo y estabilidad de los ecosistemas, es de suma importancia generar conocimientos sobre los efectos de las mezclas en especies no blanco nativas. Estos estudios arrojaron datos locales, que permitirían realizar evaluaciones de riesgo más certeras.

7.3.2. Efectos sinérgicos de mezclas de atrazina y otros agroquímicos sobre vertebrados

Los estudios sobre la toxicidad de la ATZ en mezclas sobre diferentes especies de vertebrados han venido siendo estudiadas desde finales de los 90's. En la tabla 7 del ANEXO se resumen los efectos sinérgicos de las mezclas de ATZ y otros plaguicidas sobre vertebrados.

En uno de los primeros trabajos se evaluó el efecto de la mezcla binaria (50:50) de ATZ y alacloro, otro herbicida, sobre la toxicidad aguda de larvas de dos

especies de anuros (*Rana pipiens* y *Bufo americanus*) y dos especies de peces (*Ictalurus punctatus* y *Onchorhynchus mykiss*) encontrando un efecto sinérgico de la mezcla (más que aditivo) (Howe et al., 1998).

En otro estudio en el que se evaluó el efecto de la mezcla binaria de ATZ con terbufós, un insecticida organofosforado, sobre la tolerancia térmica del pez *Cyprinella lutrensis*, se encontró que la mezcla reduce la tolerancia del mismo modo que los plaguicidas individuales (Messaad et al., 2000). Sin embargo, los autores no discuten si el tipo de interacción es de tipo sinérgico.

También se ha estudiado el efecto de la mezcla binaria de la ATZ con 4-nonilfeno sobre juveniles de salmón (*Salmo salar*) hallándose que la mezcla con ATZ induce cambios sobre la actividad de la Na^+/K^+ -ATPasa, las concentraciones plasmáticas de Na^+ y Cl^- , e incrementa la mortalidad cuando son transferidos de agua dulce a salada, en comparación con los peces expuestos sólo a 4-nonilfenol (Moore et al., 2003).

Algunos estudios se han enfocado en los efectos de la mezcla de ATZ con el nitrato, un nutriente enriquecido para la fertilización de los campos. Un estudio se ha enfocado en los efectos de esta mezcla binaria sobre efectos subletales en larvas de la rana *Xenopus laevis*. Los autores observaron que el tipo de interacción varió con la dosis siendo en algunos casos sinérgico y en otros antagónico por lo que concluyeron que *las mezclas de productos agrícolas, incluso si son subletales, pueden ejercer efectos de mezcla negativos y no necesariamente consistentes* (Sullivan y Spence, 2003). En otro trabajo donde estudiaron la misma interacción entre la ATZ y el nitrato, pero sobre el desarrollo y la diferenciación gonadal de larvas de las ranas *Xenopus laevis* y *Rana pipiens*, se encontró que la mezcla produjo cambios en la proporción de sexos que fueron más marcados en respuesta a la exposición combinada de nitrato/ATZ (Orton et al., 2006).

Una de las interacciones más estudiadas ha sido la del efecto de la ATZ sobre la toxicidad del clorpirifos, un insecticida organofosforado, y los resultados que se han encontrado son muy variados. Uno de los primeros trabajos estudió el efecto de esta mezcla en dos especies de peces (*Pimephales promelas* y *Lepomis*

macrochirus) y dos especies de anfibios (*Xenopus laevis* y *Rana clamitans*). El trabajo encontró resultados diferentes en las distintas especies. La mezcla incrementó la toxicidad del insecticida en *Xenopus laevis*, tuvo efectos A o S según la respuesta estudiada en *Pimephales promelas* y no tuvo ningún efecto en las otras dos especies. Los autores concluyeron que las mezclas de estas dos sustancias a concentraciones ambientalmente relevantes no representaban riesgo para los vertebrados estudiados (Wacksman et al., 2006).

En otra serie de varios trabajos donde se estudió la interacción entre la ATZ y el clorpirifos se evaluó por ejemplo el efecto de la mezcla sobre la capacidad del clorpirifos de inhibir las enzimas AChE y carboxilesterasa (CBe) en el cerebro y en el músculo de la carpa común (*Cyprinus carpio*), encontrando que el efecto causado por la mezcla fue mayor que el causado por la ATZ o el clorpirifos separados (Xing et al., 2010). Luego, los mismos autores evaluaron también en dicha especie el efecto de la mezcla sobre las enzimas del sistema antioxidante (SOD, CAT, GPx), daño oxidativo (MDA) y alteraciones histopatológicas en el hígado y en las branquias (Xing et al., 2012a), encontrando inhibición de las enzimas e incremento del estrés oxidativo y del daño tisular, pero semejante tanto para la exposición a la mezcla como para los plaguicidas por separado. Además, los autores evaluaron los efectos de la ATZ, el clorpirifos y su mezcla sobre la expresión de diferentes genes y su producto de expresión en distintos tejidos de este pez, como son las isoformas de la enzima GST (Xing et al., 2012b), las proteínas de shock térmico (HSP60, HSP70, HSP90) (Liu et al., 2013; Xing et al., 2013; Xing et al., 2015), la enzima inducible óxido nítrico-sintetasa y los niveles de óxido nítrico (Wang et al., 2013b), las enzimas de biotransformación de citocromo P450 (Familia de CYP1, actividad EROD y BROD) y N-desmetilasa y eritromicina-N-desmetilasa (Fu et al., 2013; Xing et al., 2014), las enzimas de metilación del ADN (Ej. ADN metil-transferasa) y grado de metilación del ADN (Wang et al., 2014b), encontrando diferentes resultados según el parámetro evaluado, con resultados similares para la mezcla respecto a los compuestos individuales y sin definir un modelo de interacción dado para la mezcla. Otros autores, también evaluaron los efectos de la ATZ y el clorpirifos en mezclas

binarias sobre la actividad de la AChE, el comportamiento natatorio, malformaciones morfológicas y la mortalidad, pero en estadios tempranos del pez cebra (*Danio rerio*) y evaluaron el tipo de interacción (Pérez et al., 2013). Los autores encontraron un efecto sinérgico de la mezcla sobre la inhibición de la AChE y el comportamiento natatorio.

En la misma especie de pez también se ha evaluado el efecto de la mezcla de ATZ con el arsénico sobre indicadores de estrés oxidativo, genotoxicidad y teratogénesis, encontrando que la mezcla potencia los efectos de los compuestos individuales, especialmente en la inhibición de las enzimas antioxidantes, la inducción de lipoperoxidación y daño en el ADN y la incidencia de edema y retraso del crecimiento (Adeyemi et al., 2015).

En otro estudio realizado con la carpa común (*Cyprinus carpio*) se ha evaluado el efecto conjunto de la ATZ con una cianotoxina, la microcistina (MC-LR), a nivel de alteraciones histopatológicas en hígados y branquias. Los síntomas en los individuos sometidos a la mezcla fueron más aparentes y graves que los de los peces expuestos a una sola MC-LR o a ATZ (Jiang et al., 2013).

En un estudio realizado con larvas de la rana *Limnodynastes tasmaniensis*, en la que se evaluó la interacción de las mezclas binarias y ternarias de ATZ con los herbicidas metolacolor (familia de las cloroacetanilidas) y tiobencarb (familia del tiocarbamato, inhibidor de la AChE) a concentraciones ambientalmente relevantes, no se encontraron efectos sobre el desarrollo, el crecimiento o la relación de sexos ni para los compuestos por separado ni para las mezclas (Spolyarich et al., 2010).

Más recientemente se evaluó la interacción en mezclas más complejas con sus metabolitos DEA y DEIA y los herbicidas acetoclor y metolacolor, comúnmente hallados en ambientes acuáticos de zonas agrícolas, sobre la expresión de genes marcadores hepáticos de feminización o desfeminización (receptor de estrógenos, Era y vitelogenina, Vtg) en una especie de pez (*Pimephales promelas*) y otra de anfibio (*Rana pipiens*), encontrando que el herbicida aislado induce una respuesta de desfeminización en el pez y de feminización en la rana, mientras que en la mezcla, el efecto desaparece (Ali et al., 2018).

Finalmente, la interacción de la ATZ con el herbicida glifosato ha sido estudiada en relación a efectos esqueléticos en embriones de la tortuga *Podocnemis unifili*, expuestos “*in ovo*”. Los autores del trabajo concluyen que la exposición simultánea a ATZ y glifosato no afectó la presencia o gravedad de las malformaciones embrionarias y no se asoció con cambios en el esqueleto apendicular de los embriones de *P. unifilis* (Hirano et al., 2019).

De los estudios de vertebrados evaluados se puede observar que la acción tóxica de la ATZ en mezclas binarias o ternarias con otros plaguicidas es compleja de predecir, observándose resultados incluso contradictorios que van desde efectos sinérgicos a antagónicos dependiendo por un lado de factores biológicos como las especies y respuestas evaluadas, o químicos como los componentes y concentraciones de la mezcla.

No se han encontrado trabajos que evalúen la mezcla de la ATZ en especies y escenarios representativos de la Argentina.

8. MARCOS REGULATORIOS VIGENTES (EN ARGENTINA / A NIVEL INTERNACIONAL)

8.1. Niveles de referencia nacionales e internacionales propuestos para la protección de la salud humana y de la biota acuática

En el año 2003, la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación Argentina publica el desarrollo de Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente correspondiente a ATZ (SRHN, 2003). Cabe destacar que hasta el presente estas directrices no fueron reglamentadas, tampoco actualizadas y se basan principalmente en estudios desarrollados a nivel internacional. A continuación, se resumen las directrices relevadas en este documento y en el ámbito internacional.

8.1.1. Niveles guía de calidad de agua para consumo humano

La información emergente del trabajo realizado por Ciba-Geigy Corp. (1986) ha dado lugar al cálculo de ingestas diarias tolerables para la ATZ por parte de la USEPA y de la OMS, que parten de considerar el NOAEL = 3,5 mg kg (de masa corporal) d⁻¹ y 0,5 mg kg (de masa corporal) d⁻¹, respectivamente. Tal cálculo conduce a ingestas diarias tolerables iguales a 35 µg kg (de masa corporal) d⁻¹ (USEPA, IRIS, 1997) y a 0,5 µg kg (de masa corporal) d⁻¹ (OMS, 1995).

En Argentina, la derivación del nivel guía de calidad de agua para consumo humano toma como ingesta diaria tolerable (IDT) la calculada por la OMS. En este sentido, para efectuar el cálculo se considera una IDT igual a 0,5 µg kg (de masa corporal) d⁻¹. Asumiendo una masa corporal (MC) igual a 60 kg, un consumo de agua por persona (C) igual a 2 L d⁻¹ y un factor de asignación de la IDT al agua de bebida (F) igual a 0,1 (OMS, 1995), se establece el nivel guía de calidad para agua de bebida (NGAB) según la siguiente expresión: $NGAB \leq IDT * MC * F/C$. Resultando:

$$NGAB (ATZ) \leq 1,5 \mu g L^{-1}$$

A nivel internacional, según las directrices para la calidad del agua potable de Canadá (1993), la concentración máxima aceptable de este herbicida en el agua

potable es de $0,005 \text{ mg L}^{-1}$ ($5 \mu\text{g L}^{-1}$). Cabe destacar que este nivel de referencia es aplicable a la suma de ATZ y sus metabolitos.

Según la OMS (2011), los metabolitos de cloro-s-triazina (DEA, DIA y DACT) comparten el mismo modo de acción que la ATZ y tienen un perfil toxicológico similar. Por lo tanto, la JMPR decidió establecer una IDA para este grupo. En tanto que la HyA se excluye debido a que su modo de acción y perfil toxicológico son diferentes. La JMPR estableció una IDA de $0-0,02 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal basada en el NOAEL para ATZ de $1,8 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal por día observado en ratas. Se considera que este NOAEL protege las consecuencias de los efectos neuroendocrinos y otros efectos adversos causados por la exposición prolongada a ATZ y sus metabolitos cloro-s-triazina. Aplicando esta IDA a un adulto de 60 kg que bebe 2 L d^{-1} y asignando el 20% de la ingesta diaria total al agua de bebida, se puede derivar un valor de referencia de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ para la ATZ y sus metabolitos en el agua potable.

Para la HyA, la JMPR estableció una IDA de $0-0,04 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal basada en el NOAEL de $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal por día observado en ratas. Aplicando esta IDA a un adulto de 60 kg que bebe 2 L d^{-1} y asignando el 20% de la ingesta diaria total al agua de bebida, puede obtenerse un valor de referencia de $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ para la HyA en el agua de bebida (OMS, 2011).

Por otro lado, la ingesta dietética máxima teórica de ATZ, que se estima en $0,0003 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal por día para un canadiense adulto, se basa en residuos de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de alimentos (cebada, maíz, avena y trigo) consumidos en la dieta promedio (CCME, 1993).

La EPA, durante los últimos 15 años, ha obligado a monitorear a los solicitantes de registro técnico de ATZ la presencia de este herbicida en el agua potable. El Programa de Monitoreo de ATZ llevado a cabo por los registradores técnicos, monitorea aproximadamente 150 sistemas comunitarios de agua superficial, principalmente en el Medio Oeste, para determinar si las concentraciones de ATZ y sus metabolitos están presentes en un nivel que potencialmente podría representar un riesgo para la salud pública (Sitio oficial: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/atrazine>).

8.1.2. Niveles guía de calidad de agua para la fuente de provisión para consumo humano

Los niveles guía argentinos para ATZ en la fuente de provisión (NGFP) se elaboraron a partir de considerar diferentes escenarios:

1. Fuente superficial con tratamiento convencional: visto que el tratamiento de potabilización convencional no es efectivo en la remoción de ATZ, se especifica el siguiente nivel guía de calidad (referido a la muestra de agua filtrada):

$$NGFP (ATZ) \leq 1,5 \mu g L^{-1}$$

2. Fuente superficial con tratamientos especiales: se plantea como requerimiento la verificación de remociones de ATZ no inferior a 45%, especificándose el siguiente nivel guía de calidad en la fuente de provisión (referido a la muestra de agua filtrada):

$$NGFP (ATZ) \leq 2,7 \mu g L^{-1}$$

3. Fuente subterránea sin tratamiento o con tratamiento convencional (cloración) u otra técnica de desinfección: Para el caso de fuentes subterráneas con condiciones de aptitud microbiológica para consumo directo o que requieren un tratamiento de desinfección, se especifica el siguiente nivel guía de calidad para ATZ en la fuente de provisión (referido a la muestra de agua sin filtrar):

$$NGFP (ATZ) \leq 1,5 \mu g L^{-1}$$

4. Fuente subterránea con tratamientos especiales: Teniendo en cuenta los casos en que se apliquen tratamientos especiales que puedan verificar remociones de ATZ no menores que 45 %, se especifica el siguiente nivel guía de calidad (referido a la muestra de agua filtrada):

$$NGFP (ATZ) \leq 2,7 \mu g L^{-1}$$

En la tabla 8.1 se presenta la categorización de las fuentes de provisión para consumo humano según las concentraciones de ATZ medidas en agua superficial y subterránea.

Tabla 8.1. Categorización de las fuentes de provisión de agua para consumo humano en función de las concentraciones de ATZ (CATZ) (Tomado de SRHN, 2003).

FUENTE	CATEGORÍA	CONDICIONES DE CALIDAD
SUPERFICIAL	Calidad apropiada con tratamiento convencional.	$C_{ATZ} \leq 1,5 \mu\text{g L}^{-1} (*)$
SUPERFICIAL	Calidad condicionada a la aplicación de tratamientos especiales que verifiquen remociones de ATZ no inferiores a 45%.	$1,5 \mu\text{g L}^{-1} < C_{ATZ} \leq 2,7 \mu\text{g L}^{-1} (*)$
SUPERFICIAL	Calidad inapropiada. Requerimiento de acciones de restauración de calidad de la fuente.	$C_{ATZ} > 2,7 \mu\text{g L}^{-1} (*)$
SUBTERRÁNEA	Calidad apropiada para consumo directo o para cuando el uso esté condicionado a la aplicación de una técnica de desinfección.	$C_{ATZ} \leq 1,5 \mu\text{g L}^{-1} (**)$
SUBTERRÁNEA	Calidad condicionada a la aplicación de tratamientos especiales que verifiquen remociones de ATZ no inferiores a 45%.	$1,5 \mu\text{g L}^{-1} < C_{ATZ} \leq 2,7 \mu\text{g L}^{-1} (*)$
SUBTERRÁNEA	Calidad inapropiada. Requerimiento de acciones de restauración de calidad de la fuente.	$C_{ATZ} > 2,7 \mu\text{g L}^{-1} (*)$

(*) Referida a la muestra de agua filtrada. (**) Referida a la muestra de agua sin filtrar.

A nivel internacional, la concentración máxima de ATZ aceptable en agua cruda para suministro de agua potable, explicitada en las directrices para la calidad del agua potable canadiense de 1987, es de $60 \mu\text{g L}^{-1}$ (Health y Welfare Canada, 1987).

8.1.3. Niveles guía de calidad de agua ambiente para la protección de la biota acuática (aplicable a agua dulce)

En las directrices argentinas, los niveles guía referidos a ATZ establecidos para la protección de la biota acuática se basan en datos asociados a manifestaciones de toxicidad crónica provenientes de estudios realizados a escala de microcosmos y mesocosmos. Los efectos crónicos fueron considerados para las siguientes comunidades acuáticas: fitoplancton, perifiton, bentos, macrófitas, zooplancton y otros invertebrados. Cabe destacar que las referencias consideradas fueron publicadas en la década del 80' o a principios de los años 90' por investigadores extranjeros. Actualmente, en Argentina existe

una base de datos considerable que demuestra los efectos de la ATZ en diferentes especies y comunidades representativas del litoral fluvial argentino.

En base a esto, *resulta interesante y sumamente necesario revisar y actualizar este documento, considerando la información relevada a nivel nacional.*

En base a la información relevada por la SRHN (2003), el Valor Crónico Final (FCV) establecido para la protección de la biota acuática, aplicable a agua dulce superficial (referido a la muestra de agua sin filtrar) es el siguiente:

$$NGPBA (ATZ) \leq 3 \mu g L^{-1}$$

En el ámbito internacional, el nivel guía canadiense establecidos para la protección de la biota acuática (aplicado a agua dulce sin filtrar) es de $1,8 \mu g L^{-1}$ (CCME, 1989). En el año 2008, las directrices canadienses informan que la concentración de ATZ en agua dulce superficial no debe exceder los $2 \mu g L^{-1}$ para la protección de la vida acuática (CCME, 2008). Mientras que las directrices de Australia y Nueva Zelanda proponen un nivel guía menos restrictivo para el mantenimiento de la calidad del agua dulce y marina de $13 \mu g L^{-1}$ (Anzecc y Armcanz, 2000).

8.1.4. Niveles guía de calidad de agua ambiente para riego

Las concentraciones máximas aceptables para ATZ en agua de riego quedan definidas por las menores calculadas para los tres escenarios de riego considerados: $0,13 \mu g L^{-1}$, para Tr (tasa de riego efectiva anual) = $3500 m^3 ha^{-1}$, $0,07 \mu g L^{-1}$, para Tr = $7500 m^3 ha^{-1}$, y $0,04 \mu g L^{-1}$, para Tr = $12000 m^3 ha^{-1}$.

Se especifican, con carácter interino, los siguientes niveles guía para ATZ correspondientes a agua de riego (NGAR) (referidos a la muestra de agua sin filtrar), para los escenarios mencionados anteriormente:

$$NGAR_1 (ATZ) \leq 0,13 \mu g L^{-1} \text{ (para } Tr = 3500 m^3 ha^{-1} \text{)}$$

$$NGAR_2 (ATZ) \leq 0,07 \mu g L^{-1} \text{ (para } Tr = 7500 m^3 ha^{-1} \text{)}$$

$$NGAR_3 (ATZ) \leq 0,04 \mu g L^{-1} \text{ (para } Tr = 12000 m^3 ha^{-1} \text{)}$$

A nivel internacional, la EPA de EE. UU. sugiere que la ATZ y triazinas en general deberían tener limitaciones estrictas en cuanto a su presencia en el agua de

riego. La información disponible respalda una directriz provisional de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ para el límite máximo permisible de ATZ en el agua de riego aplicada por los sistemas de riego por surcos y aspersión en agricultura (USEPA, 1977).

En el marco internacional, las directrices canadienses y de la USEPA de calidad del agua correspondientes a ATZ para la protección de los usos agrícolas mencionan un nivel guía de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ para agua de riego y $5 \mu\text{g L}^{-1}$ para agua de ganado (USEPA, 1977; CCME, 1989).

En la actualidad, no hay evidencia que indique que los suministros de agua industrial y el agua para usos recreativos se verían afectados negativamente por los residuos de plaguicidas cuando éstos se utilizan de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta. Por lo tanto, no se recomiendan las pautas de calidad del agua para estos usos (CCME, 2008).

8.1.5. Niveles guía de calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática

Argentina no cuenta con niveles guía para la protección de la biota acuática referidos a concentraciones de plaguicidas en sedimentos. Con respecto a las normas internacionales, si bien la norma canadiense de calidad de sedimentos contempla a distintos plaguicidas, ésta no incluye ATZ.

Cabe destacar que no se registraron niveles guía nacionales para ATZ que contemplen la calidad del suelo para la protección del ambiente y la salud humana. Tampoco directrices de calidad de residuos tisulares para la protección del consumidor de vida silvestre de biota acuática.

En el marco internacional, la supervisión de ATZ por parte de la EPA es dinámica e incluye una reevaluación periódica a través de la revisión de registros. En septiembre de 2020, la Agencia publicó las decisiones de revisión de registro provisionales para ATZ, propazina y simazina. Los documentos relacionados con esta revisión de registro se pueden encontrar en el expediente: EPA-HQ -OPP-2013-0266. Por otro lado, en el expediente # EPA-HQ-OPP-2013-0266, se proponen medidas más estrictas para reducir la exposición a ATZ y los potenciales riesgos para el ambiente y la salud humana (Sitio oficial: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/atrazine>).

8.2. Acuerdos de restricción y/o prohibición

En el ámbito internacional, la Cumbre de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, Brasil, 1992), así como la adopción de la Agenda 21 y sus Principios, marcaron un paso clave de consenso que posibilitó luego la concreción de diversos acuerdos internacionales sobre sustancias químicas con criterio precautorio, como por ejemplo el **Convenio de Rotterdam** y el **Convenio de Estocolmo**.

El **Convenio de Rotterdam** sobre el “Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos” (*Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals in International Trade*) entró en vigor el 24 de febrero de 2004. La primera reunión de la Conferencia de las Partes se celebró del 20 al 24 de septiembre de 2004 en Ginebra. La República Argentina lo aprobó por Ley N° 25.278, siendo país Parte del mismo desde el año 2004.

La FAO, junto con el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas generan Circulares PIC que se publican cada seis meses en junio y diciembre de cada año, donde se resumen las notificaciones y decisiones adoptadas en las reuniones llevadas adelante en las Convenciones de Rotterdam. Respecto a las presentaciones de ATZ en el Convenio de Rotterdam, se citan a continuación en forma cronológica las actuaciones realizadas (Figura 8.1):

Circular PIC XXI de junio de 2005: La U.E. notifica sobre la medida de restricción tomada para el herbicida, en la cual se prohíbe el uso de ATZ en aplicación como producto fitosanitario desde el 10 de septiembre de 2004 excepto para algunos usos esenciales (maíz, silvicultura y maíz dulce) en los cuales se permite su utilización hasta el 30 de junio de 2007. Esta medida se tomó ya que no se cumplía con los requisitos establecidos en el Anexo II y III de la Directiva 91/414/EEC, específicamente la de poder garantizar la calidad de agua subterránea con residuos de ATZ menores a $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$, debido al intenso y extensivo uso del herbicida. En la reunión de la Convención del 30 de abril de 2005 se decide no incorporar a ATZ en el Anexo III según el pedido de la U.E.

Circular PIC XXXIX de junio de 2014: En la reunión de la Convención del 30 de abril de 2005 se decide no incorporar a ATZ en el Anexo III según el pedido de un país de Oriente Medio (Omán). Esta decisión se toma ya que no se contiene la información requerida por el Anexo I de la Convención de la documentación recibida entre el 1 de noviembre de 2013 al 30 de abril de 2014.

Circular PIC XLI de junio de 2015: En la reunión de la Convención del 30 de abril de 2015, los países de Sahel (Cabo Verde, Chad, Gambia, Mauritania, Niger, Senegal y Togo) notifican sobre la medida tomada respecto a prohibir la ATZ en todas sus formulaciones a partir del 8 de abril de 2015. Su fundamento se basó en el riesgo que el herbicida tiene sobre la salud humana debido a su real riesgo de contaminar los cursos de agua.

El Comité de Examen de Productos Químicos en su 13ª reunión (octubre de 2017) indica que se acordó que las notificaciones presentadas por la U.E. y los países del Sahel cumplieran todos los criterios establecidos en el Anexo II, con excepción del criterio enunciado en el párrafo b) iii), por lo que no se pudo llegar a un acuerdo al no contarse con otros documentos justificativos. El Comité decidió que no reanudaría el examen de las notificaciones de medidas reglamentarias firmes respecto de la ATZ presentadas por la U.E. y Cabo Verde, Chad, Gambia, Mauritania, Níger, Senegal y Togo hasta que las Partes notificantes suministrasen información adicional.

Circular PIC XLVIII de diciembre de 2018: En la reunión de la Convención del 31 de octubre de 2018, un país Latinoamericano (Uruguay) notifica sobre las medidas reglamentarias tomadas para ATZ y su etapa de verificación.

Circular PIC L de diciembre de 2019: En la reunión de la Convención realizada en el año 2019, Uruguay notifica sobre la prohibición de la ATZ en todas las formulaciones a partir del 15 de diciembre de 2016, debido al riesgo para la salud humana que conlleva la contaminación del agua con este herbicida.

Circular PIC LI de junio de 2020: En la reunión de la Convención efectuada el 30 de abril de 2020, Turquía notifica una medida reglamentaria firme que implementa y está en etapa de verificación.

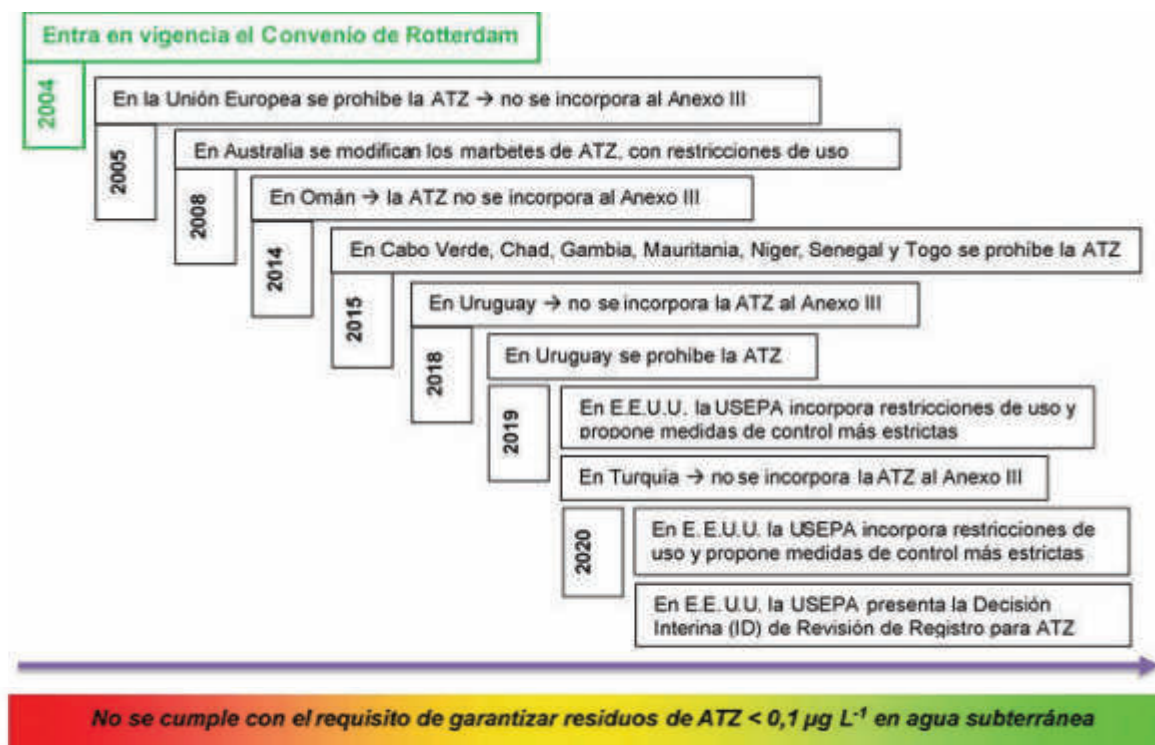


Figura 8.1. Environmental Protection Agency USEPA (2020) Docket Number EPA-HQ-OPP-2013-0266. www.regulations.gov

El **Convenio de Estocolmo** sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) firmado en mayo de 2001 que entró en vigor el 17 de mayo de 2004, es un instrumento jurídico que tiene como objetivo proteger a la salud humana y el ambiente, reduciendo o eliminando la producción y uso de los COPs. La República Argentina lo aprobó por Ley N° 26.011/05. La Convención ha considerado la inclusión de doce COPs.

Cabe destacar que, en el año 2020, a partir del tratado de Asunción, el Protocolo de Ouro Preto y las Resoluciones N° 43/03, 08/08 y 39/11 del Grupo Mercado Común, se aprueba en Argentina en el marco de la Resolución GMC N° 08/08 la rebaja arancelaria para uno de los compuestos utilizados para la elaboración de ATZ, la monoisopropilamina (MERCOSUR/CCM/DIR. N° 70/19). La ATZ se produce mediante una reacción de dos pasos, cloruro cianúrico con monoisopropilamina, usando hidróxido de sodio como aceptor de ácido

(Schaefer, 2002). Este tipo de medidas podrían influir en una baja del precio de producción de ATZ, lo que llevaría a que las formulaciones con este herbicida sean más competitivas frente a otros fitosanitarios disponibles en el mercado argentino. *La baja en los costos de producción podría causar aumentos en volúmenes aplicados y mayores desvíos de uso en el territorio nacional.*

Estados Unidos. Environmental Protection Agency (EPA)

Las últimas **medidas regulatorias propuestas por la EPA** en 2020, en 57 páginas y dos anexos: Apéndice A: Resumen de Acciones Requeridas para ATZ y Apéndice B: Cambios requeridos para los Marbetes de Productos de ATZ se resumen a continuación (Environmental Protection Agency (2020) Docket Number EPA-HQ-OPP-2013-0266. www.regulations.gov):

La Interim Registration Review Decision, Case Number 0062, septiembre 2020 (Decisión Interina de Revisión de Registro, ID), describe las medidas de mitigación propuestas para prevenir posibles riesgos de ATZ y los fundamentos regulatorios de la ID de EPA.

En un esfuerzo por incrementar y mejorar la evaluación biológica de ATZ, se propusieron numerosas modificaciones a los marbetes y registros. Se espera que estas restricciones reduzcan el riesgo de exposición tanto de especies listadas como no listadas en peligro, cuyos hábitats o distribución co-ocurren con el uso de ATZ. Entre las medidas propuestas se destacan:

- Eliminar el uso en banquinas.
- Eliminar el uso en reservas incluidas en el Programa de Conservación de Reservas (CRP).
- Eliminar el uso en Coníferas, incluyendo todos los usos forestales.
- Restringir los usos de invierno, a ciertos cultivos y territorios.
- Eliminar el uso en *Miscanthus* y/o en cultivos para bioenergía.
- Restringir el uso en producciones arbóreas y viveros.
- Requerir una zona buffer libre de vientos de 4,6 m en los márgenes de: los bordes de los campos, los bordes de ríos y arroyos y de la línea de marea alta para todos los ambientes marinos y estuariales.
- Respetar la misma zona buffer para proteger especies en riesgo, hábitats críticos y/o los ambientes de tales especies.

- 2013: EPA Plan de Trabajo Preliminar (por sus siglas en inglés, PWP) y Plan de Trabajo Final (por sus siglas en inglés, FWP).
- 2016: Evaluación Ecológica de Riesgo para la ATZ.
- 2018: Evaluación preliminar de Riesgo para la Salud Humana.
- 2019: Actualización de Regulación para ATZ.
- 2020: Interim Registration Review Decision en estado público durante 60 días. La EPA completó el *ID atrazine.docket*.
- Establecer límites máximos permitidos para mitigar el daño acumulativo (alimento+agua de bebida+exposición residencial).

AEREA. Sustituir las aplicaciones aéreas por terrestres, utilizando formulaciones líquidas para todos los usos registrados. Prohibir aplicaciones aéreas de todos los tipos de formulaciones (pág. 32, EPA 2020).

MANEJO DE LA DERIVA DE GOTA: EPA establece la necesidad de introducir cambios en los marbetes para reducir la deriva y establecer un umbral de protección para todos los productos de ATZ, con el objetivo de reducir la exposición a animales y plantas no blanco y sus hábitats que pueden co-ocurrir con áreas de uso de ATZ. (pág. 33, EPA 2020). Deben eliminarse de los marbetes todas las referencias a volúmenes medios de gotas.

- Incluir advertencias de posibles efectos sobre organismos no blanco en los marbetes, por ejemplo, la protección para los organismos polinizadores dado que la ATZ puede afectar su forraje, sus hábitats, así como a otros organismos.
- 2017: EPA finalizó el Registro de Plaguicidas (PRN) sobre malezas resistentes a herbicidas. Esta información será incluida en la identificación de todos los herbicidas. Se destaca el incremento en número y distribución geográfica de malezas resistentes. En EE. UU. hay más de 155 especies resistentes a uno o más herbicidas. Este es un problema complejo sin una solución simple. Se requieren los esfuerzos coordinados de agricultores, extensionistas, investigadores de la Academia, sociedades científicas y de profesionales y de los usuarios y productores.

- La EPA diseñó un programa educativo con materiales informativos para ser distribuidos a los usuarios en los lugares de venta de ATZ, también disponible en internet. Incluye información sobre manejo de malezas resistentes, cuencas vulnerables e información sobre la ATZ.
- La EPA estableció dos programas de monitoreo: Programa de monitoreo de ATZ (AMP) y el Programa de Monitoreo de Exposición Ecológica (AEEMP), fueron establecidos desde 2004. Se mide la concentración de ATZ en cursos de agua que se utilizan como fuente de agua de bebida. También se mide ATZ en cuencas sometidas a escorrentía desde cultivos de maíz y sorgo, y en suelos vulnerables. La robustez y disponibilidad de estos datos autoriza a la EPA a realizar estudios de riesgo ecológico.
- En abril de 2020, la EPA recibió un pedido de Syngenta Crop Protection para suspender el requerimiento de monitoreo para el AEEMP durante 2020 debido a las dificultades para realizar los monitoreos como resultado de las restricciones por la pandemia COVID-19. Esta suspensión es temporaria y aplica sólo para 2020 debiendo retomar los monitoreos bajo el programa AEEMP en 2021.

Próximos pasos y cronograma: Una Información de Registro Nacional anunciará la disponibilidad de esta Revisión de Decisión Interina de Registro para la ATZ. Luego estará disponible la decisión final sobre esta revisión del registro de ATZ.

Medidas de Implementación y Mitigación: Luego de que se obtenga la Decisión Interina de Revisión de Registro, los registrantes de ATZ deben proponer marbetes modificados según los cambios descriptos, que serán analizados dentro de los 60 días. Para que el pedido se procese, los registrantes deben incluir una declaración jurada.

Una Evaluación Biológica para ATZ bajo el Acta de Especies Protegidas se presentó a fines de 2020.

Unión Europea

Uno de los casos más significativos respecto a los acuerdos sobre el uso/prohibición de ATZ, es la U.E., donde en la actualidad hay reglamentaciones

dispares sobre el uso/prohibición de este herbicida dentro de los países miembros.

En cuanto a la prohibición, un ejemplo es Francia, donde el uso de ATZ se restringió en el año 1991 para cultivos de maíz y sorgo solamente y en el año 1997 fue prohibido en áreas no agrícolas. En el año 1998, se sancionaron reglamentaciones para reducir la transferencia de ATZ al agua, especialmente en determinadas cuencas hidrográficas. Situación similar vivió Reino Unido, donde se prohibían las aplicaciones de ATZ a menos de 15 m de un curso de agua (Mahé et al., 2020).

En Francia, el anuncio de la prohibición de la ATZ fue a finales de octubre de 2001 y tuvo como fecha final de uso el año 2003 (Miquel, 2003). Sin embargo, algunos países se adelantaron a las regulaciones europeas, como Alemania e Italia, prohibiendo la molécula a principios de la década de 1990 (Ackerman, 2007; Mahé et al., 2020).

8.3. Otra información de relevancia como: países que no aceptan residuos de las sustancias propuestas. Estados de uso y prohibición en el mundo

Desde la introducción de ATZ como herbicida a finales de la década de 1950, ha sido uno de los pesticidas más ampliamente usados en el mundo.

En Europa, la ATZ se usó hasta principios de la década de 1990, cuando se prohibió o restringió en la mayoría de los países de la U.E. debido a que las concentraciones del herbicida en agua potable excedieron los límites permitidos ($0,1 \mu\text{g L}^{-1}$). En 2004, la aplicación de ATZ fue finalmente prohibida en los países de la U.E. (Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, República Checa, Rumania y Suecia) (EU, 2004). Sin embargo, debido a su persistencia en agua y suelo, se la sigue detectando luego de varios años de prohibición (Lawa, 2019).

En Oceanía, el gobierno australiano mediante las Autoridades Australianas de Medicina Veterinaria y Pesticidas (APVMA, por sus siglas en inglés) modificó en

2008 las etiquetas para el uso de productos con ATZ (<https://apvma.gov.au/node/12371>). Esto se realizó con la intención de reducir el riesgo de que el herbicida ingrese a las vías fluviales, actualizar la información sobre los períodos de retención e información adicional sobre la resistencia a las malezas. Esto siguió a las acciones regulatorias tomadas en 1997, en donde se cancelaba el uso industrial, de huertos domésticos, de césped comercial y no agrícola de ATZ; e introducción de zonas de amortiguamiento alrededor de cursos de agua o fuentes de agua, eliminación de usos en canales o desagües y límites en la tasa de aplicación para reducir el riesgo del ingreso de ATZ a los cursos de agua. Publicaciones de APVMA del 2008 y 2010 informan que el uso de ATZ cumple con los criterios para el registro y aprobación de las nuevas etiquetas del herbicida.

En África, el Comité Permanente Interestatal para la Lucha contra la Sequía en el Sahel (CILSS) decidió prohibir a los plaguicidas a base de ATZ desde 2015 mediante la resolución UNEP/FAO/RC/CRC.11/INF/10, en base a documentación provista por los países de Cabo Verde, Niger, Togo, Gambia, Chad, Mauritania y Senegal. Principalmente la decisión se fundamentó en los siguientes hechos:

- La frágil ecología de estos países está caracterizada por lluvias torrenciales en suelo a menudo pobres en materia orgánica y, por lo tanto, muy propensos a erosión y lixiviación.
- La falta de un sistema de gestión ambiental con respecto a una franja de protección entre los campos tratados y ríos.
- El uso de agua superficial como agua potable para humanos y animales.
- El uso de agua subterráneas como único reservorio de agua potable.
- La existencia de alternativas al uso de ATZ.

No se ha encontrado ninguna restricción ni prohibición en el uso de ATZ en Asia. En Norte América, la ATZ se encuentra permitida en Canadá; mientras que en E.E.U.U., la EPA ha propuesto una mitigación de riesgos con la incorporación de

restricciones (USEPA, 2019). Esto se debe a que la EPA ha identificado riesgos potenciales para la salud humana debido al efecto por exposición acumulativa asociada con el uso de ATZ en el césped residencial y para los manipuladores ocupacionales que mezclan, cargan y aplican ATZ con diferentes usos. Además, han documentado que el uso de ATZ presenta riesgos ecológicos potenciales. Dentro de las propuestas se encuentran la reducción de la tasa máxima de aplicación de ATZ en césped residencial y en el caso de los operadores un mayor control en los usos; restringir las aplicaciones aéreas a formulaciones líquidas y prohibir todos los demás productos que se apliquen por avión; restringir la impregnación de fertilizantes secos; requerir un volumen mínimo de agua para aplicaciones cercanas a las carreteras; restringir las aplicaciones a césped por jardinería mediante mochilas para tratamientos focalizados en lugar de spray de difusión; y prohibir la aplicación mediante pistola presurizada mecánicamente para nueces, maíz dulce y guayaba. Además, la EPA propone medidas de reducción de la deriva de la pulverización y revisión de etiquetas, con un mayor control en la habilitación y el registro del uso del herbicida. Con todas estas medidas se espera reducir la exposición ecológica general y el riesgo potencial para especies no objetivo.

A continuación, se resume el trabajo de Dong et al. (2017) que ilustra un caso de restricción de ATZ en EE. UU. La preocupación sobre el uso de este herbicida por su gran tendencia a la lixiviación y la escorrentía, determinaron prohibición o restricciones sobre su uso en el cultivo de maíz. En este país, se utiliza labranza cero desde 2008, coincidiendo con el aumento de las malezas resistentes al glifosato. Dong et al. (2017), examinaron cómo las restricciones de uso de ATZ han impactado sobre la diversidad de prácticas de manejo de malezas por parte de los agricultores, en los cultivos de maíz de Wisconsin.

Los investigadores encontraron que la restricción de la ATZ no impactó directamente en la diversificación de las prácticas de labranza, sino que aumentó la adopción de semillas resistentes a herbicidas, aumentando la labranza cero, es decir, redujo la diversidad de las prácticas de manejo de malezas. Los autores manifiestan preocupación en el sentido de que una política regulatoria para

abordar un problema (ATZ en el agua subterránea) ha provocado respuestas de los agricultores que profundizan otro problema (malezas resistentes a herbicidas) que a largo plazo también puede empeorar la calidad del agua debido al aumento de la erosión del suelo. Esta consecuencia no deseada de la política de restricción de la ATZ no era ni es inevitable, pero requerirá educación adicional, incentivos y / o políticas para prevenir o mitigar estos resultados. *En este marco, los autores proponen aumentar los programas educativos de los extensionistas universitarios, desarrollando métodos para manejar la resistencia a herbicidas, especialmente orientados a diversificar los sistemas de labranza.*

Respecto a América Latina y El Caribe, la aplicación de ATZ está permitida con algunas restricciones, con excepción de Uruguay que ha prohibido la importación, registro y renovación de productos sanitarios a base de ATZ mediante la Resolución N° 104/016 de DGSA del Ministerios de Ganadería, Agricultura y Pesca.

9. HERBICIDAS SUSTITUTOS DE LA ATRAZINA

Ante la consulta acerca de las posibles moléculas sustitutas de la ATZ que actualmente se están empleando en la región, según la encuesta realizada en el marco del presente informe, los principios de herbicidas detectados y aquí listados en orden alfabético fueron:

- | | | |
|----------------------|-----------------|-------------------------|
| 1. 2,4 D + Glifosato | 6. Isoxaflutol | 11. Piroxasulfon |
| 2. Biciclopirona | 7. Linurón | 12. Terbutilazina |
| 3. Ciprosulfamida | 8. Pendimetalin | 13. Terbyne |
| 4. Flumioxazina | 9. Picloram | 14. Tiencarbazona-metil |
| 5. Glifosato | 10. Prometrina | |

Dentro de la lista hay ingredientes activos de la misma familia química que la ATZ, pero que por cuestiones de costo y conocimiento tienen mucha menor difusión. Entre ellos, puede mencionarse: Terbutilazina y Prometrina. Las características son similares a la ATZ y no sería una estrategia adecuada buscar moléculas sustitutas en la misma familia química (Acciaresi, comunicación personal).

De considerarse la prohibición de la ATZ debiera hacerse una cuidadosa evaluación de los riesgos asociados a las posibles moléculas sustitutas. Quizá la alternancia de varios herbicidas diferentes, más que una única opción, podría brindar ciertas ventajas, tales como incrementar los tiempos para los procesos naturales de degradación de las moléculas y reducir así la acumulación en los diferentes compartimientos ambientales, además de prevenir los mecanismos de resistencia que desarrollan muchas malezas y que exigen la aplicación de dosis cada vez más elevadas. Además, es importante realizar estudios integrales de mercado, con el fin de prevenir desajustes por falta de competitividad de las moléculas sustitutas.

9.1. Nanoformulaciones de atrazina como alternativas de uso

Para el año 2020, se estimó un aumento de medio millón de toneladas en la producción global de nanomateriales desarrollados con características específicas para diferentes aplicaciones (Rocha et al., 2015). Las estructuras químicas de los nanomateriales utilizados en la agricultura pueden modificarse según el tipo de planta o suelo al que apliquen, ofreciendo así estrategias para la liberación y entrega inteligente de agentes activos (Lowry et al., 2019). La aplicación de la nanotecnología y la introducción de nanomateriales en la agricultura pueden contribuir al desarrollo sostenible y maximizar la producción mundial de alimentos (Kah et al., 2019).

Las formulaciones basadas en nanotecnología tienen varios objetivos: i) incrementar la dispersabilidad de los compuestos activos; (ii) liberarlos lentamente; iii) protegerlos contra la degradación prematura causada por factores ambientales; iv) la entrega directa de los ingredientes activos de manera más efectiva, permitiendo reducciones en las cantidades utilizadas (Chhipa, 2019). De esta manera, utilizando cantidades más pequeñas de agentes activos y liberándolos de forma controlada, estas formulaciones permiten que los agentes permanezcan disponibles en los sitios objetivos durante períodos prolongados, en las concentraciones requeridas para una acción eficaz. Esto aumenta la eficiencia, reduce la toxicidad y ayuda a evitar la contaminación ambiental. Además, estas formulaciones también ayudan a reducir el nivel de exposición de los trabajadores rurales a los agroquímicos, disminuyendo así los efectos sobre la salud (He et al., 2019).

Se han desarrollado varias nanoformulaciones cargadas con ATZ (nanocápsulas poliméricas, nanoesferas y nanopartículas de lípidos sólidos) con el objetivo de reducir tanto los impactos ambientales como la cantidad aplicada (Grillo et al., 2012; Souza et al., 2012; Clemente et al., 2014; Kah et al., 2014; Pereira et al., 2014; Oliveira et al., 2015a; Oliveira et al., 2015b; De Oliveira et al., 2015). Estos efectos se logran porque el uso de técnicas de encapsulación brinda protección del agente activo contra la degradación fisicoquímica y microbiológica (Pereira et al., 2014).

Los herbicidas de triazina se usan comúnmente en combinaciones para aumentar la efectividad del control de malezas. Para ello, se desarrolló un sistema compuesto por nanocápsulas de poli (épsilon-caprolactona) (PCL) conteniendo ATZ, ametrina y simazina, que resultó ser menos tóxico, en comparación con los herbicidas libres, en pruebas de genotoxicidad con células de linfocitos humanos en concentración 100 mg mL^{-1} y *Allium cepa* en concentraciones 1, 10 y 100 mg L^{-1} (Grillo et al., 2012). Clemente et al. (2014) también evaluaron la toxicidad de nanocápsulas de PCL cargadas con ATZ y ametrina, en bioensayos con *Pseudokirchneriella subcapitata* y *Daphnia similis* y en cultivos de linfocitos a partir de análisis citogenéticos. Se observó que la encapsulación redujo el daño celular en ensayos con cultivos de linfocitos, mientras que el uso de la formulación condujo a una menor toxicidad hacia la microalga, pero mayor toxicidad hacia el microcrustáceo, lo que pudo deberse a la presencia de otros compuestos en la formulación, como tensioactivos.

Pereira et al. (2014) encontraron que la ATZ contenida en nanopartículas de PCL presentó mayor eficiencia en el control del organismo blanco *Brassica* sp. y no causó daño sobre *Zea mays* (organismo no blanco), en comparación con el herbicida libre. Además, se redujo la movilidad de la ATZ en el suelo y se observó una disminución de la genotoxicidad.

En bioensayos con *Brassica juncea* (organismo blanco), Oliveira et al. (2015a) encontraron que las nanocápsulas de PCL cargadas con ATZ a concentraciones de 2000 y 200 g ha^{-1} disminuyeron la fotosíntesis general y el rendimiento cuántico máximo del fotosistema II, indujeron la peroxidación de los lípidos y causaron la inhibición del crecimiento de la parte aérea de la planta. El desarrollo de síntomas severos demostró la acción altamente efectiva de este sistema aplicado en post-emergencia. En pruebas con un organismo no blanco (*Zea mays*), las nanocápsulas de PCL vacías y cargadas con ATZ, a concentraciones de 2000 y 200 g ha^{-1} , no causaron ningún efecto persistente, lo que indica que este nanosistema podría ser utilizado como una herramienta segura en control de malezas, sin afectar el desarrollo del cultivo (Oliveira et al., 2015b).

En pruebas con nanocápsulas de PCL cargadas con ATZ, a concentraciones de 1,5; 10; 50; 100 y 200 mg kg⁻¹ de suelo seco, sobre *Enchytraeus crypticus*, se observó que las nanocápsulas vacías no afectan a esta especie, mientras que las nanocápsulas cargadas con ATZ presentaron efectos diferentes a los del herbicida libre, lo que podría explicarse por diferentes mecanismos de absorción, liberación diferencial de la ATZ tras la nanoencapsulación o la combinación de estos dos factores (Gomes et al., 2019).

Andrade et al. (2019) utilizaron *Prochilodus lineatus* para evaluar el efecto de PCL nanopartículas cargado con ATZ (2 y 20 µg L⁻¹) y obtuvieron resultados satisfactorios, cuando analizaron biomarcadores integrados. Los autores demostraron que la nanoencapsulación del herbicida protegía al pez de los efectos de la ATZ.

De Oliveira et al. (2015) desarrollaron nanopartículas sólidas lipídicas cargadas con ATZ en combinación con simazina, que demostraron ser eficaces contra *Raphanus raphanistrum* (3 y 0,3 kg ha⁻¹), al tiempo que presentaban una menor toxicidad frente a organismos no blanco. El uso del sistema redujo tanto la citotoxicidad hacia las células de fibroblasto 3T3 de rata (15,6, 31,25 y 62,5 µg mL⁻¹) como la fitotoxicidad hacia *Zea mays* (3 y 0,3 kg ha⁻¹). Jacques et al. (2017) evaluaron los efectos de estas nanopartículas (0,025; 0,05; 0,1; 0,2 y 0,25 mg mL⁻¹) y también el de las nanocápsulas de PCL cargadas con ATZ (0,1; 0,2; 0,3; 0,4 y 0,5 mg mL⁻¹) sobre *Caenorhabditis elegans*. En este trabajo los autores observaron mayores efectos sobre el gusano cuando fueron expuestos a nanoformulaciones solas y cargadas con ATZ y simazina. Los autores sugirieron que la actividad podría estar asociada a la composición de las nanopartículas, lo que indica la necesidad de realizar más estudios ecotoxicológicos.

En un trabajo reciente, Chen y Wang (2019) desarrollaron y caracterizaron nanopartículas de poli (ácido láctico-co-ácido glicólico) cargadas con ATZ (considerando la morfología, el tamaño, la eficiencia de encapsulación y el perfil de liberación). Según los autores, el sistema de administración de herbicidas desarrollado es prometedor para reducir el impacto en el ambiente y minimizar

los posibles daños a los agricultores, aunque se necesitan más trabajos para evaluar su toxicidad en diferentes matrices.

Taverna et al. (2018) prepararon microesferas de lignina para la liberación de ATZ, presentando las micropartículas una liberación eficiente del herbicida, así como una menor tasa de lixiviación en el suelo, en comparación con la ATZ libre. Aunque este sistema mostró potencial de uso, sigue siendo necesario realizar bioensayos ecotoxicológicos.

Gomes et al. (2019) exploraron recientemente el uso de la nanotecnología en el sector agroquímico, y sostienen que esta aproximación tiene como objetivo aumentar la eficiencia de los plaguicidas, a la vez que se administra el plaguicida en forma más específica, reduciendo el volumen de aplicación y, por lo tanto, su impacto o huella ambiental. *Sin embargo, el estudio de los posibles riesgos de estos nuevos nanoplaguicidas para organismos no blanco es incipiente a nivel internacional e inexistente a nivel nacional.*

Los autores estudiaron los efectos de una nanoformulación de ATZ (nano-ATZ) sobre invertebrados del suelo (organismos no blancos). El efecto se comparó con la formulación comercial (Gesaprim®) y ATZ (el ingrediente activo puro, i.a.), utilizando el i.a. en un rango de concentración de campo. Se estudió el efecto sobre lombrices *Enchytraeus crypticus* (Oligochaeta) como organismos no blancos. Los puntos finales evaluados incluyeron el comportamiento de evitación (2 días), éxito de eclosión (11 días), supervivencia y reproducción (basado ambos en la prueba estándar de reproducción de enquitreidos (28 días) y la prueba del ciclo de vida completo (46 días). Los resultados mostraron que los enquitreidos evitaron el suelo enriquecido con Gesaprim y ATZ (i.a.), pero no con nano-ATZ. Si bien todos los tratamientos con ATZ afectaron el éxito de la eclosión (11 d, etapa de desarrollo temprano), la toxicidad en etapas posteriores, medida en términos de supervivencia y reproducción (46 días) mostró que Gesaprim era el menos tóxico (CE_{10} aprox. 200 mg kg^{-1}), seguido de nano-ATZ (CE_{10} ca. 180 mg kg^{-1}) y ATZ (i.a.) (CE_{10} ca. 100 mg kg^{-1}). Estos hallazgos son importantes para los fines reguladores de nanoplaguicidas, ya que muestran los efectos potenciales de la nanoformulación en comparación con la ATZ comercial

no nanoformulada actual en concentraciones de campo. Faltan estudios con otras especies de prueba y rutas de exposición, así como las consecuencias a más largo plazo. En síntesis, los resultados mostraron que la formulación comercial fue la menos tóxica, y que la nano-ATZ no fue más tóxica que la ATZ (i.a.).

Los estudios presentados en la literatura indican que la ATZ nano/microencapsulada tiene el potencial de ser utilizada como una alternativa más amigable con el ambiente, ya que promueve una reducción de la toxicidad debido a las características del método de liberación. La nano/microencapsulación del principio activo da como resultado una acción eficaz contra los organismos objetivo, al tiempo que muestra una baja toxicidad para ciertas especies no blanco. Sin embargo, las consecuencias ecológicas de introducir nanomateriales en el ambiente es aún un tema bajo análisis en la comunidad científica internacional y lejos de haber arribado a conclusiones definitivas. Por ejemplo, la mayor residualidad brindada por el microencapsulamiento, una ventaja agronómica, podría representar desde el punto de vista ambiental un problema si ello aumentara la persistencia del herbicida en el ambiente. Por consiguiente, a pesar del potencial mencionado para la ATZ nano/microencapsulada, se necesitan más estudios ecotoxicológicos con ATZ nano-formulada, considerando otras especies representativas de ambientes acuáticos y terrestres. Además, es importante que estos nanosistemas se prueben en bioensayos que simulen diferentes condiciones del suelo, humedad y temperatura (Pereira de Albuquerque et al., 2020).

9.2. Prohibición de ATZ y aprobación de moléculas sustitutas en un marco internacional

A lo largo de la historia, diferentes moléculas han sido autorizadas o retiradas del mercado en función de su eficacia o peligrosidad. Desde el año 2000, el número de moléculas eliminadas se vuelve mayor que el número de moléculas aprobadas (Chauvel et al., 2012). En Francia el anuncio de la prohibición de la ATZ fue en octubre de 2001 y tuvo como fecha final de uso el año 2003 (Miquel, 2003). Si bien, en este país es extensa la bibliografía sobre el anuncio de la

prohibición de ATZ, poco se sabe respecto a las consecuencias, lo que muestra que el tema se resolvió rápidamente sobre el terreno (Mahé et al., 2020). Luego de su prohibición, el sistema productivo de Francia puso en marcha diferentes estrategias, como ser: sustitución por otras moléculas, trabajo mecánico o control mixto de malezas que han demostrado ser eficaces.

El control químico de malezas del maíz se ha mantenido gracias a la aprobación de otras moléculas.

Una de las estrategias implementadas fue el tratamiento de pre-emergencia a menudo asociado con tratamientos de post-emergencia que permitieron manejar adecuadamente las malezas (Mahé et al., 2020). Por otro lado, el reconocimiento de la flora presente en la parcela se convirtió en un insumo esencial para maximizar la eficacia del producto. Además, aumentó la necesidad de conocer las condiciones climáticas para posicionar los tratamientos y adaptar las dosis (Mahé et al., 2020).

La prohibición de la ATZ, pilar del control de malezas en maíz, permitió ampliar la reflexión sobre el manejo de los lotes. El objetivo de "cero malezas" ha sido rechazado (Mahé et al., 2020), lo que permitió reflexionar sobre la reducción de los impactos del control de malezas en el ambiente. El retiro de la ATZ del sistema productivo impulsó la oportunidad de introducir el control mecánico, potencialmente muy adecuado para el cultivo de maíz. Sin embargo, esta práctica parece no haber sido retenida por los agricultores (Mahé et al., 2020). Esto está relacionado con un mayor tiempo de trabajo, que debe ser altamente eficiente, y depende de las condiciones climáticas. El control mecánico y químico de las malezas ha sido poco adoptado, principalmente por la inversión que representa la compra de herramienta específicas y la dificultad para combinar las condiciones óptimas para control químico y mecánico de malezas de manera simultánea (Mahé et al., 2020), por el riesgo que presenta de degradación edáfica (erosión hídrica y/o eólica), la pérdida de materia orgánica y estabilidad estructural, en distintas regiones.

Si bien las alternativas no químicas han sido adoptadas por algunos agricultores, la ATZ ha sido principalmente reemplazada por otros herbicidas. Cabe destacar

que, para implementar el principio de sustitución, es necesario considerar un enfoque integral las moléculas sustitutas. Ejemplo de no considerar los impactos de las moléculas sustitutas es Italia, donde la ATZ fue prohibida en 1991: en el primer año después de la prohibición, otras moléculas que funcionaron como sustitutas (terbutilazina, metolaclor y alaclor) fueron registradas en altas concentraciones en el agua y con mayor costo ambiental al de la ATZ (Giupponi, 2005).

Ackerman (2007) comparó la situación de la producción de maíz en Alemania e Italia, países para los que el uso de ATZ está prohibido desde 1991, junto con EE. UU, donde todavía se usa este herbicida. Después de 1991, no se observó ninguna disminución en el rendimiento de cultivos en Alemania e Italia, incluso se evidenció un incremento de la superficie sembrada en estos dos países y un estancamiento en EE. UU. La prohibición de esta molécula, por lo tanto, no parece haber tenido una influencia significativa en la producción de maíz en Alemania e Italia. Este bajo impacto en el sistema productivo de maíz fue acompañado por alternativas para gestionar efectivamente las malezas. Sin embargo, a nivel económico es donde se evidencia la principal consecuencia de la abstinencia de ATZ, dado que entre 2002 y 2010 los costos del control de malezas aumentaron un 20% (Mahé et al., 2020).

Se puede observar que la elevada eficiencia y el bajo costo de la ATZ en las últimas décadas condujo en Argentina y en otros países a soslayar prácticas de manejo más sustentables y sostenibles. Sin embargo, un elemento clave en los últimos veinte años es el perfil de resistencia de las malezas, El sostenido uso de ATZ, como herbicida no resulta ser el más eficiente comparado con moléculas sustitutas, pero sí de bajo costo y sin resistencia detectada.

Para poder adaptar los sistemas productivos a los cambios de producción y consumo, es necesario rediseñar los sistemas basándose en un “background” de conocimientos sobre las malezas y su dinámica, así como la combinación de distintas técnicas agronómicas, para poder producir a un bajo costo ambiental. También se trata de conciliar objetivos económicos (costo de control de malezas, inversiones materiales), sociales (*) (tiempo de trabajo, eficiencia,

mano de obra calificada, trabajo formal) y ambientales (biodiversidad, emisiones de GEI). (*) En este sentido, el régimen de tenencia de la tierra es clave, dado que, sin una programación en el uso del suelo y la dinámica de los contratos, es imposible pensar en un cambio real en el sistema de producción (Acciaresi, comunicación personal).

10. CONCLUSIONES

Atendiendo a los puntos solicitados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de acuerdo con el análisis detallado de la información vertida en el presente informe, este grupo de especialistas concluye que:

- El análisis de la información disponible sobre la comercialización de la ATZ, indica que es el tercer plaguicida más usado en Argentina, en parte es importada y en parte es producida nacionalmente, con volúmenes de comercialización mayores a las **10 mil toneladas** anuales. Si bien no se han logrado obtener datos precisos sobre los volúmenes utilizados anualmente, el peor de los escenarios indicaría que dicho volumen de ATZ ingresa y se distribuye en los diferentes compartimientos ambientales de nuestro país año tras año desde hace varias décadas.
- La encuesta realizada en el marco de este informe, demuestra que parte del volumen comercializado no se utiliza de acuerdo con las reglamentaciones nacionales vigentes dado que se han detectado **desvíos del uso permitido**, como por ejemplo su utilización en barbechos y cultivos de soja, papa, algodón, trigo y girasol.
- Los estudios nacionales e internacionales analizados demuestran que, de acuerdo con los valores de vida media y las clasificaciones internacionales, la ATZ se comporta en suelos y aguas de nuestra región como una sustancia **moderadamente persistente**. Además, ha demostrado ser **moderadamente móvil** en los suelos y el índice GUS calculado para suelos de Argentina indica que es una sustancia **lixiviable**, lo que supone un riesgo de contaminación de aguas subterráneas.
- La ATZ ha resultado ser un **contaminante frecuente** en todos los compartimientos ambientales analizados en distintas provincias argentinas, pudiendo presentar **frecuencias de entre el 50 y el 100 %**. Además, muchas veces las **concentraciones exceden los límites permitidos** establecidos por organismos nacionales o internacionales. Esto permite deducir que es un 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.**

- 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 con el 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 ($3 \mu\text{g L}^{-1}$).** 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 con 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.**
- Este informe determinó la presencia de ATZ en diversos compartimentos ambientales, que se constituyen en **fuentes de potencial exposición crónica de bajo grado** para la población; un amplio abanico de consecuencias para la salud humana ha sido ya establecido por organismos internacionales y en la literatura científico-técnica, aun cuando algunos potenciales impactos se siguen estudiando dada su vasta difusión a nivel global.
- La **legislación argentina** contempla umbrales de concentraciones de ATZ en agua (agua para consumo humano, agua para riego y agua dulce superficial para la protección de la biota acuática), no así para el resto de las matrices ambientales. Ante la escasez de estos niveles guía, contamos con las

referencias europeas, estadounidenses y canadienses. Sin embargo, se cuenta con información –y en otros casos con vacíos de información, como queda en evidencia en este informe– que los organismos decisores de políticas públicas podrán analizar para **asegurar la generación de niveles guía y la producción de materias primas y alimentos sin afectar la salud de la población y del ambiente.**

- El trabajo realizado en el presente informe permite identificar la **falta de datos e información en todo el territorio nacional** sobre las concentraciones de ATZ y sus metabolitos en alimentos, biota, agua superficial y subterránea y aire, así como estadísticas de uso, datos epidemiológicos de exposición, riesgo e impactos en la salud, falta de evaluaciones de riesgo, entre otros aspectos ya señalados.
- Finalmente, se concluye que, si bien existen otros herbicidas que podrían reemplazar a la ATZ en el control de malezas, es fundamental realizar un **análisis exhaustivo asociado al riesgo ambiental sobre los ecosistemas y la salud humana**, a los fines de garantizar que tales sustitutos generen el menor impacto negativo posible.

11. RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS DEL GRUPO CIENTÍFICO: LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES FUTURAS A IMPLEMENTAR PARA MINIMIZAR EL EFECTO DE LA ATRAZINA

En virtud de los problemas ambientales y de salud pública identificados y plasmados en las conclusiones de este informe, se listan aquí una serie de recomendaciones y propuestas:

En cuanto a los usos y prácticas de manejo, la frecuencia y persistencia del herbicida detectadas en las matrices suelo, agua subterránea, agua superficial y biota, determinan la necesidad de implementar acciones e instrumentos de gestión que reduzcan los volúmenes de ingreso del herbicida al ambiente, entre ellos:

- **Disminuir el volumen de comercialización anual (producción e importación).**
De esta forma se reduciría el volumen de ingreso al ambiente.
- **Promover alternativas de manejo de ATZ tendientes a implementar un menor nivel de uso y/o su sustitución.** Por ejemplo, la **rotación de productos** permitiría diversificar el tipo de herbicidas utilizados y reducir la tasa de resistencia a ATZ. La **rotación de cultivos** permitiría disminuir la pérdida de plaguicidas por escurrimiento y aumentar su retención en el suelo debido a una mejora en las propiedades edáficas con respecto al monocultivo.
- Si bien se reconoce que tanto a nivel nacional como provincial se llevan adelante capacitaciones para el manejo de plaguicidas, algunas **medidas preventivas** tendrían un alto impacto positivo, por lo que **se recomienda la promoción de actividades de capacitación** de agentes sanitarios, productores agrícolas y aplicadores. Asimismo, se recomienda promover la educación y la participación responsable de la ciudadanía, además del compromiso de los organismos de gestión y control, especialmente en regiones donde la actividad agrícola tiene gran importancia económica y social.
- **Recomendamos la difusión del contenido del presente informe** con fines preventivos en formatos y lenguajes culturalmente adecuados para diferentes públicos. Esto favorecería la toma de decisiones informadas y responsables.

En cuanto al riesgo para los ecosistemas y la salud humana:

- Dada la cantidad de formulaciones de ATZ que son comercializadas en Argentina y los diferentes efectos y riesgos para los ecosistemas y la salud humana que son informados, este grupo **recomienda que se incrementen los estudios y determinaciones a nivel nacional que permitan la actualización periódica de la información sobre la toxicidad y ecotoxicidad de las formulaciones con ATZ** más utilizadas en Argentina.
- Dadas las concentraciones ambientales señaladas, los efectos sobre la biota y el nivel de riesgo ecológico asociado al uso de la ATZ que surge de las conclusiones de este informe, se **propone como medida preventiva la revisión de su clasificación toxicológica, además de establecer estrictas pautas de manejo hasta que se decida su prohibición o restricciones de uso.**
- Se recomienda **incrementar los estudios epidemiológicos y de monitoreo de ATZ en zonas rurales, urbanas y periurbanas.**
- Se recomienda **realizar una evaluación de riesgo ecológico y de la salud humana** para la ATZ, de acuerdo con los usos y la naturaleza ambiental propia de la Argentina.

Respecto a la falta de información:

- Dada la falta de información identificada sobre la mayoría de los aspectos analizados en relación a la ATZ, pero extensible a otros plaguicidas, recomendamos: i) por un lado, la implementación de estrategias tendientes a **asegurar a nivel nacional, como política de Estado** (ej. a través de la creación de un organismo científico-técnico autárquico), **la recolección de datos en forma sistemática y sostenida en el tiempo, en puntos estratégicamente definidos en todo el país, los que además debieran ser de acceso público**, sobre: concentraciones ambientales y en alimentos, estado de salud de los recursos naturales y de la población humana (ej. registro de intoxicaciones por plaguicidas, registro de concentraciones de plaguicidas y sus metabolitos en biofluidos); ii) por otro lado **promover la realización de estudios estratégicos dirigidos a generar nuevos conocimientos sobre aspectos ambientales de potenciales sustitutos de la ATZ.**

- **Fomentar la creación de una Red Nacional de Laboratorios de Análisis de ATZ y otros plaguicidas**, integrada por Laboratorios de instituciones nacionales de referencia que ya estén realizando determinaciones analíticas de plaguicidas en Argentina pertenecientes a Universidades Nacionales o al CONICET o de doble dependencia, que tengan experiencia en tales determinaciones. Los laboratorios seleccionados a nivel nacional deberían ser fortalecidos en cuanto a equipamiento y personal técnico y científico para potenciar sus capacidades de análisis. Esta Red tendría la función de analizar muestras de distintas matrices ambientales (agua dulce superficial y subterránea, sedimentos, suelos de producciones agropecuarias y alimentos). La Red de Laboratorios Analíticos podría trabajar con el sistema de Doble Ciego para generar una base de datos en red que esté actualizada, georreferenciada y disponible *en línea*.
- En particular, se recomienda **fortalecer y dinamizar el Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones por Plaguicidas** a fin de dotar de información oportuna acerca de las intoxicaciones por ATZ y otros plaguicidas en el territorio nacional, a cada una de las jurisdicciones sanitarias del país; e incorporar la identificación del tipo de plaguicida que produjo la exposición/intoxicación en la notificación obligatoria (laboratorial) al SNVS, para los plaguicidas de mayor prevalencia de uso agrícola en Argentina, entre ellos la ATZ, y no sólo los inhibidores de colinesterasas.
- **Impulsar líneas de investigación intersectoriales** en las zonas de mayor intensidad de uso de la ATZ, para determinar el movimiento de este herbicida en **agua superficial y subterránea a nivel regional**.
- Realizar nuevos estudios de concentración de **ATZ en aire y cuantificar las distancias que alcanza desde el punto de aplicación**.
- Recomendar a los organismos del Estado que gestionen el **ingreso de los datos registrados en Argentina**, sobre la resistencia de malezas a las triazinas y a la ATZ en particular, **en sitios oficiales** que cuentan con bases de datos actualizadas **a nivel internacional**. También se propone reactivar y dinamizar el accionar de organismos y dependencias existentes **a nivel nacional**, tales

como el Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas (Sinavimo) y darle la funcionalidad pretendida en el manejo de la información de la resistencia.

- **Impulsar programas y proyectos que tengan como finalidad evaluar los efectos de la ATZ en el ambiente**, no sólo considerando los mismos sobre las especies nativas, sino también posibles procesos de **bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación** del herbicida en la cadena trófica.
- Profundizar el conocimiento de la **diversidad y actividad de los microorganismos involucrados en la degradación de ATZ**, el impacto de las prácticas agronómicas sobre ellos y el comportamiento de la ATZ y sus metabolitos bajo distintas condiciones climáticas.
- **Promover el desarrollo e implementación de tecnologías de biorremediación** tendientes a revertir o reducir la carga ambiental de la ATZ.
- En el caso de que se considere el empleo de otras **moléculas sustitutas de la ATZ**, este grupo recomienda que se **tengan en cuenta los posibles costos mediante un análisis de mercado**, y sus **potenciales efectos toxicológicos y ecotoxicológicos**, para evitar que tengan consecuencias similares o peores.

En cuanto a la normativa y fiscalización:

- Considerando que en Argentina la ATZ es el tercer herbicida más utilizado, es necesario **promover su empleo de acuerdo con las prescripciones, condiciones y registro de uso** que establecen los marbetes, a fin de minimizar los riesgos ambientales. Por lo tanto, **se recomienda adoptar a nivel nacional y en cada jurisdicción provincial y municipal/comunal mayores acciones de control**.
- **Rever y actualizar los niveles guía nacionales de calidad de agua para ATZ y generar niveles guía para otras matrices de las cuales no se disponen (sedimentos, material particulado, entre otros)**. Cabe destacar que hasta el presente las normativas de la SRHN (2003) para calidad del agua no fueron actualizadas y se basan principalmente en estudios desarrollados a nivel internacional.

- Debido a que la presencia de ATZ en el aire y su deposición atmosférica en cuerpos de agua superficiales y suelos podrían constituir una fuente de exposición de la población a este herbicida, es necesario **disponer de niveles guía de calidad del aire para ATZ**. A su vez, se recomienda el monitoreo sistemático en distintas regiones, dado que se ha comprobado su dispersión fuera del área de aplicación.
- **Promover el cumplimiento de la Ley N° 27.279/16**, la cual establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los envases vacíos de fitosanitarios.
- **Impulsar el desarrollo de políticas públicas que promuevan la importancia del establecimiento de franjas de no aplicación de ATZ y otros plaguicidas, o zonas de protección** en áreas periurbanas, cuerpos de agua, clubes, escuelas rurales, entre otras.
- Para evitar los desvíos de uso de la ATZ, esta Comisión recomienda que **no se realicen recetas agronómicas de ATZ para cultivos no habilitados para su uso**, y que se **intensifiquen los controles en los cultivos con registro**.
- Se recomienda **promover la elaboración de una ley de presupuestos mínimos sobre la gestión de agroquímicos en todo el territorio argentino**, que permita determinar los lineamientos básicos y generales de la actividad agrícola.

11.1 Recomendaciones finales

A los fines de brindar herramientas para discutir si la ATZ cumple o no con **los requisitos de información y criterios de selección explicitados en la Ley N° 26.011/05 y evaluar su posible inclusión en el Anexo A** (Eliminación de Sustancias) o **B** (Restricción de Sustancias) referidos al *Convenio de Estocolmo*, este grupo luego de analizar el **Anexo D** de la mencionada normativa resume a continuación las observaciones realizadas en los siguientes puntos:

A nivel nacional, se cuenta con la siguiente información:

- Caracterización del producto químico (ATZ) y sus metabolitos de transformación.

- Identificación del producto químico (ATZ): Nombres CAS e IUPAC y estructura química.
- Persistencia: según la información relevada, el valor de vida media de la ATZ en agua es mayor a los dos meses, superando lo establecido en el Anexo D, mientras que en tierra es inferior a lo establecido en el mencionado Anexo. A su vez, no se disponen de datos nacionales referidos al valor de vida media en sedimentos.
- Bioacumulación: Es escasa la información disponible a nivel nacional sobre concentraciones de ATZ en la biota acuática y terrestre. Por lo tanto, recomendamos que se profundicen los estudios sobre bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación de ATZ.
- Hemos aportado pruebas de que la ATZ (sola o en mezclas) produce efectos toxicológicos y ecotoxicológicos.
- En cuanto al potencial de transporte a larga distancia en el ambiente, se conoce que la ATZ es una sustancia poco volátil, por lo que no es esperable que en la atmósfera se mueva a grandes distancias una vez aplicada o que permanezca en suspensión. Además de la baja volatilidad, su vida media en aire también es relativamente baja, aunque destacamos la relevancia de la contribución de la lluvia a los niveles superficiales de ATZ. Sin embargo, en un marco internacional, algunos autores indican que aún en bajas concentraciones, la ATZ podría transportarse a largas distancias por vía atmosférica. Cabe destacar que no hay estudios realizados en Argentina que midan el transporte de ATZ a largas distancias, por lo que recomendamos que se profundicen estas investigaciones.

En relación con el ***Convenio de Rotterdam***, este grupo recomienda considerar la abundante información sobre la exposición y el riesgo de la ATZ vertida en este informe para la toma de decisiones, la elaboración de medidas reglamentarias firmes y la evaluación de las actuales restricciones sobre el uso de la ATZ.

12. CONSIDERACIONES FINALES DEL EQUIPO DEL MAYDS

La evidencia presentada en este informe permite clasificar a la atrazina como moderadamente persistente en suelo y agua. Incluso, algunos de sus metabolitos pueden permanecer en el ambiente por más de 100 días. Los datos relevados indican que la ATZ es móvil de acuerdo con el valor de Koc y se la considera como una sustancia lixivable. En este sentido, es importante remarcar que esta última característica se verá modificada por las características fisicoquímicas del suelo, su composición, sus características granulométricas y la profundidad de la napa. Por ende, es necesario que desde el Estado se revean los métodos de utilización y cantidades aplicadas atendiendo al riesgo sobre la salud humana y el resto de los seres vivos.

De la información relevada en este informe, 73 datos dan cuenta de las concentraciones de ATZ registradas en sistemas acuáticos, incluyendo agua superficial, sedimentos, agua subterránea y biota. En este sentido, la ATZ es el compuesto con mayor frecuencia de detección en diferentes cuencas hidrográficas argentinas. Esto se debe a su alta presión de uso y a su alta movilidad y persistencia, lo que determina que finalmente sea registrada en diferentes matrices y no necesariamente luego de su aplicación.

Dado que se encontró la presencia de atrazina en agua de lluvia en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos, es necesario realizar estudios más exhaustivos que permitan modelar el desplazamiento de ATZ en el aire. No está clara la evidencia de cómo se moviliza en dicha matriz, si puede volatilizarse y bajo qué circunstancias, y si se podría desplazar en las corrientes de aire adherido al material particulado.

Se ha comprobado la acumulación de ATZ en distintas especies de plantas, algas, peces, reptiles e invertebrados. Si bien los valores poseen una gran dispersión, los niveles de acumulación en peces de algunos sitios de Argentina se encuentran entre los máximos reportados mundialmente en la biota acuática. Existe evidencia internacional de su bioacumulación y biomagnificación.

La ATZ es muy tóxica para organismos acuáticos y presenta efectos nocivos duraderos. Algunos estudios sugieren que la ATZ podría inducir efectos de disrupción endocrina afectando el desarrollo gonadal en anfibios, peces y reptiles. Dependiendo de la formulación se la puede clasificar como moderadamente tóxica para aves y peces. También se han hallado efectos negativos sobre mamíferos.

Se ha descrito que ATZ puede provocar inmunotoxicidad, neurotoxicidad, toxicidad reproductiva, renal, endocrina y del desarrollo en seres humanos. Se ha encontrado la presencia de algunos metabolitos de ATZ en muestras biológicas humanas; pero la información es insuficiente para establecer el impacto de los mismos sobre la salud de las personas. Si bien hay varios estudios que demostraron los efectos carcinogénicos en animales, los estudios en humanos han sido insuficientes para su clasificación como carcinogénica.

Con respecto a la situación de la ATZ en otros países, el informe indica que se encuentra prohibida en Uruguay, la Unión Europea, el Reino Unido y algunos países del continente africano.

El principal uso desviado identificado en Argentina ha sido su aplicación en barbechos de soja. También se la utiliza indebidamente en cultivos de papa, algodón, trigo y girasol. El empleo masivo de este herbicida ha provocado la aparición de resistencia en malezas. En el país se contabilizan alrededor de 28 especies resistentes.

Se ha detectado la presencia de ATZ en productos comestibles. Los valores hallados en Argentina superan los LMR para vegetales. También se han encontrado residuos de ATZ en peces comestibles de Uruguay, sin contar con información de la presencia de dichos residuos en peces de nuestro país.

El presente informe ha demostrado los riesgos inherentes al uso de la atrazina como herbicida. La exposición humana a este producto químico ocurre por distintas vías y escenarios de exposición y esto puede causar una multiplicidad de efectos dañinos. En materia de prevención de daños a la salud, las autoridades nacionales podrán utilizar la experiencia e información aquí volcada

para fortalecer los sistemas de vigilancia de intoxicaciones y de atención temprana de la salud. En ese sentido, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través de la Dirección Nacional de Sustancias y Residuos Peligrosos, se encuentra colaborando con el Ministerio de Salud en el desarrollo de una plataforma informática que permitirá el relevamiento digital de las consultas por intoxicaciones.

Desde una perspectiva ambiental, y como se describió previamente, se ha constatado la ecotoxicidad e impacto que tiene este producto químico en distintos compartimentos. El MAYDS asume que es fundamental el desarrollo de estrategias y programas nacionales para fortalecer el monitoreo y el control ambiental. En este marco, el MAYDS ha desarrollado el Centro de Información Ambiental (CIAM) que permite el acceso a diversas plataformas de datos, estadísticas e informes. Asimismo, la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental desarrolla el Programa Nacional de Monitoreo de Sustancias Contaminantes que reunirá los datos obtenidos en investigaciones científicas, monitoreos periódicos y otras campañas, con el fin de profundizar el conocimiento sobre la presencia e impacto de las sustancias contaminantes en diversas matrices ambientales, incluyendo la biota.

En cuanto a los Acuerdos Internacionales de los cuales Argentina es parte, el presente informe servirá para sustentar la posición de nuestro país al considerar las propuestas de controles y restricciones que se propongan. En el marco del Convenio de Rotterdam, la Unión Europea y un grupo de países africanos presentaron las medidas reglamentarias firmes para su inclusión en el Anexo III. Ambas fueron consideradas insuficientes y quedaron suspendidas hasta la presentación de nueva información. Si Argentina adoptara una restricción o prohibición del producto, este informe servirá como sustento técnico para su presentación ante el Convenio.

Es intención de este Ministerio que el presente informe sirva como insumo para las autoridades competentes y que sea tenido en cuenta en los análisis que se realicen sobre las autorizaciones para la comercialización y los usos actuales de este herbicida. Resulta de vital importancia, para preservar nuestro ambiente y

promover un desarrollo sostenible, revisar la matriz productiva, las prácticas actuales, y las alternativas agroecológicas, fomentando y profundizando el conocimiento que existe sobre estas últimas, más amigables con los seres vivos y los ecosistemas. Esto permitiría también la eficacia y la disminución en el uso de sustancias agroquímicas. Por ello, es necesario la implementación de buenas prácticas y, también, el fortalecimiento del marco regulatorio y de las actividades de control, garantizando la trazabilidad de estos productos y su correcta aplicación.

Finalmente, este documento demuestra la importancia y la necesidad del trabajo conjunto entre las autoridades de aplicación y el sector científico-académico, entendiendo que el desarrollo de las políticas públicas, y por supuesto de las ambientales, debe realizarse con sustento científico y con datos basados en resultados experimentales que permitan tomar decisiones informadas.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Abdulah SA, Crile KG, Almouseli A, Awali S, Tutwiler AY, Tien EA, Manzo VJ, Hadeed MN Belanger RM. (2020). Environmentally relevant atrazine exposures cause DNA damage in cells of the lateral antennules of crayfish (*Faxonius virilis*). *Chemosphere*.124786.
- Ackerman, F. (2007). The economics of atrazine. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 13(4), 437–445. <https://doi.org/10.1179/oeh.2007.13.4.437>
- Adeyemi J.A., Da Cunha Martins A., Jr., y Barbosa F., Jr. (2015). Teratogenicity, genotoxicity and oxidative stress in zebrafish embryos (*Danio rerio*) co-exposed to arsenic and atrazine. *Comparative Biochemistry and Physiology Part - C: Toxicology and Pharmacology*: 172-173: 7-12.
- Agopian, A.J., Cai, Y., Langlois, P.H., Canfield, M.A. y Lupo, P.J. (2013). Maternal Residential Atrazine Exposure and Risk for Choanal Atresia and Stenosis in Offspring. *Journal of Pediatrics*. 162(3): 581–586. doi:10.1016/j.jpeds.2012.08.012.
- Akan, J.C.; Inuwa, L.B.; Chellube, M.Z.; Mahmud, M.M. y Abdulrahman. (2019). Assessment of the levels of herbicide residues in fish samples from Alau dam, Maiduguri, Borno, state, Nigeria. *International Journal Environmental Chemistry* 3: 53-58.
- Akobundu, W. B. Duke, R. D. S. and P. L. M. (1975). Basis for Synergism of Atrazine and Alachlor Combinations on Japanese Millet Author (s): I O Akobundu, W. B. Duke, D. Sweet and P. L. Minotti Published by: Weed Science Society of America and Allen Press Stable URL: <http://www.jstor.org>. 23(1), 43–48.
- Ali J.M., Knight L.A., D'Souza D.L., y Kolok A.S., (2018). Comparing the effects of atrazine and an environmentally relevant mixture on estrogen-responsive gene expression in the northern leopard frog and the fathead minnow. *Environmental Toxicology and Chemistry*; 37: 1182-1188.
- Alletto L., Coquet Y., Benoit P., Heddadj D., y Barriuso E. (2010) Tillage management on pesticide fate in soils. *Agron Sustain Dev* 30:367–400.
- Alonso, L. L. Demetrio P. M., Etchegoyen M. A., y Marino D. J. (2018) Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science or the Total Environment* 645:89-96. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.134>
- Altamirano J.E., Franco R., Bovi y Mitre M.G. (2004). Modelo epidemiológico para el diagnóstico de intoxicación aguda por plaguicidas. *Revista de Toxicología*. 21(2) 3:98-102. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91921307>
- Anderson y Lydy M.J. (2002). Increased toxicity to invertebrates associated with a mixture of atrazine and T.D. organophosphate insecticides. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 21, No. 7, pp. 1507–1514, 2002.
- Anderson, T. D., y Zhu, K. Y. (2004). Synergistic and antagonistic effects of atrazine on the toxicity of organophosphorodithioate and organophosphorothioate insecticides to *Chironomus tentans* (Diptera: Chironomidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 80(1), 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2004.06.003>.
- Andrade, L. L. de, do Espirito Santo Pereira, A., Fernandes Fraceto, L., y Bueno dos Reis Martinez, C. (2019). Can atrazine loaded nanocapsules reduce the toxic effects of this herbicide on the fish *Prochilodus lineatus*? A multibiomarker approach. *Science of the Total Environment*, 663, 548–559. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.380>
- Andrade, V.; Gutierrez, M.F.; Regaldo, L.; Paira, A.R.; Mora M.C.; Repetti, M.R. y Gagneten, A. M. (2020). *Incidencia de las precipitaciones en el ingreso de pesticidas y nutrientes desde suelos agrícolas en arroyos de la región central de Argentina*. Libro de Resúmenes. X Congreso de la Red Latinoamericana de Ciencias Ambientales: Interdisciplina, ambiente y gestión: hacia la construcción de nuevos paradigmas. Organiza Centro Universitario Regional Este, Universidad de la República. Punta del Este, Uruguay.
- Andreeva T.A., Krivopalov V.P., Eroshkin, V.I., Mamaev V.P., (1987). Formation of 1,3,5-triazines upon the photolysis of azido-1,3,5-triazines in the presence of molecular oxygen. *Bulletin. Academy Science. USSP. Div. Chem.Sci: USSR Div. Chem. Sci. (Engl. Transl.)* 36 (1987) 1109.36:1109.
- Andreu, V., y Picó, Y. (2004). Determination of pesticides and their degradation products in soil: critical review and comparison of methods. *Trends Analytical Chemistry*, 23(10), 772 – 789. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2004.07.008>.
- Andriulo, A., M.C. Sasal y M.L. Rivero. 2000. Los sistemas de producción conservacionistas como mitigadores de la pérdida de carbono orgánico edáfico. 11th International Soil Conservation Organization Conference.ISCO 2000. Buenos Aires, Octubre 2000.
- Andrus, J.M., Winter, D., Scanlan, M., Sullivan, S., Bollman, W., Waggoner, J.B., Hosmer, A.J.,

- Brain, R.A. (2013). Seasonal synchronicity of algal assemblages in three Midwestern agricultural streams having varying concentrations of atrazine, nutrients, and sediment. *Sci. Total Environ.* 458–460, 125–139.
- Anwar S, Liaquat F, Khan QM, Khalid ZM, Iqbal S (2009) Biodegradation of chlorpyrifos and its hydrolysis product 3,5,6- trichloro-2-pyridinol by *Bacillus pumilus* strain C2A1. *J Hazard Mater* 168:400–440.
- Anzalone, A. (2007). *Herbicidas. Modos y mecanismos de acción en plantas*. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.
- Anzecc y Armcanz (2000). *Water Quality Guidelines. Supporting information for the Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality*. National Water Quality Management Strategy Paper No 4, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra
- Aparicio V., De Gerónimo E., Hernández Guijarro K., Pérez D., Portocarrero R., V. C. (2015). Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. In *INTA Ediciones* (Vol. 53, Issue 9).
- Aparicio V.C., De Gerónimo E., Marino D., Primost J., Carriquiriborde P., y Costa J.L. (2013). Environmental fate of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters and soil of agricultural basins. *Chemosphere* 93:1866-1873.
- APVMA. The reconsideration of approvals of the active constituent atrazine, registration of products containing atrazine, and their associated labels. Second draft final review report including additional assessments, October 2004, p.70
- Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. (2004). The reconsideration of approvals of the active constituent atrazine, registrations of products containing atrazine, and their associated Including additional assessments. In October (Issue October).
- Ayres Jr CM, Calazans GJ, Saletti F, Haraldo C, Franca Jr.I. Risco, vulnerabilidade e práticas de prevenção e promoção da saúde. En: Se Souza Campos GW, De Souza Minayo MC, Akerman M, Drumond Jr M, De Carvalho YM (Org.) *Tratado de Saude Coletiva*. Sao Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/FIOCRUZ; 2006, 375-417.
- Baćmaga, M., Borowik, A., Kucharski, J., Tomkiel, M., Wyszowska, J. (2015) Microbial and enzymatic activity of soil contaminated with a mixture of diflufenican + mesosulfuron-methyl + iodosulfuron-methyl-sodium. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22:643–656.
- Badawi N, Ronhede S, Olsson S, Kragelund BB, Johnsen AH, Jacobsen OS, Aamand J (2009) Metabolites of the phenylurea herbicides chlorotoluron, diuron, isoproturon and linuron produced by the soil fungus *Mortierella* sp. *Environ Pollut* 57:2806–2812.
- Bailey G.W. y J.L.White (1970). Factors influencing the adsorption, desorption and movement of pesticides in soil. *Residue Review* 2,29-92.
- Bakke J.E., Larson J.D., Price C.E. (1972). Metabolism of atrazine and 2-hydroxyatrazine by the rat. *J Agric Food Chem.* 1972;20(3):602-7. doi: 10.1021/jf60181a064.
- Banco Mundial. Rendimiento de los cereales (Kg por hectárea) <http://datos.bancomundial.org/indicador/AG.YLD.CREL.KG> Consulta Noviembre 2015.
- Banda Noriega, R.; Ruiz de Galarreta, A.; Barranquero, R. S. (2018). Evaluación de agroquímicos en arroyos y agua subterránea del partido de Tandil considerando características hidrogeológicas y uso del suelo. In R. F. et al. García (Ed.), *El agua subterránea: Recursos sin Fronteras: Química, Calidad y Contaminación del Agua* (Issue July).
- Banks, K. E., Turner, P. K., Wood, S. H., y Matthews, C. (2005). Increased toxicity to *Ceriodaphnia dubia* in mixtures of atrazine and diazinon at environmentally realistic concentrations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(1), 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2003.12.016>
- Baranowska, I.; Barchanska, H.; Abuknesha, R.A.; Price, R.G. and Stalmach, A. (2008). ELISA and HPLC methods for atrazine and simazine determination in trophic chains samples. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 70: 341–348.
- Barrenechea J, Gentile E, González S, Natenzon C. Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo. Ponencia de las IV Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales UBA; Buenos Aires, Argentina; 6 al 10 nov 2000.
- Barriuso E., D.A. Laird, W.C. Koskinen y R.H. Dowdy (1994a). Atrazine desorption from smectites. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:1632-1638.
- Barriuso E., P. Benoit y Et V. Bergheaud (1994b). Role of soil fractions in retention and stabilisation of pesticides in soils. In A. Copin, G. Houins, L. Pussemier et J.F. Salembier, Ed., *Environmental Behaviour of Pesticides and Regulatory Aspects*, COST, European Study Service, Rixensart, Belgique, 138-143.

- Bashnin T., Verhaert V., De Jonge M., Vanhaecke L., Teuchies J., y Bervoets L. (2019). Relationship between pesticide accumulation in transplanted zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and community structure of aquatic macroinvertebrates. *Environmental Pollution*; 252: 591-598.
- Bastos AC, y Magan N (2009). *Trametes versicolor*: potential for atrazine bioremediation in calcareous clay soil, under low water availability conditions. *Int Biodeterior Biodegrad* 63(4):389–394.
- Becerra M.A., Hang S., Díaz-Zorita M., y Mercuri P.A. (2013). Aplicación de sistemas de información geográfica para la delimitación de áreas con diferente capacidad de adsorción de atrazina. *Ciencia del Suelo* 31:223-233.
- Becerra, M.A.; Hang, S. y Díaz-zorita, M. (2015). Análisis geoespacial del índice de adsorción (kd) de atrazina calculado según cartas de suelos y muestreo en grilla. *Ciencia del Suelo* (Argentina) 33(2): 293-302, 2015.
- Beck, U. (1998). La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad. Barcelona: Paidós. 400 p.
- Bedmar, F., Costa, J.L., Suero, E. y Gimenez, D. (2004). Transport of Atrazine and Metribuzin in Three Soils of the Humid Pampas of Argentina. *Weed Technology*. Volume 18:1–8.
- Bedmar, F., Gimenez, D., Costa J.C. y Daniel P.E (2017) Persistence of acetochlor, atrazine, and S-metolachlor in surface and subsurface horizons of 2 typic argiudolls under no-tillage. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 36, (11), 3065–3073
- Bedmar, F.; Costa, J. y Daniel, P. (2002). Persistencia de atrazina a campo en dos suelos de la provincia de Buenos Aires, Actas del XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Puerto Madryn, Chubut, Argentina, April 16-19.
- Bedmar, F.; Daniel, P. E.; Costa, J. L. y Giménez, D. (2011). Sorption of acetochlor, s-metolachlor and atrazine in surface and subsurface soil horizons of Argentina. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 30, No. 9, pp. 1990-1996, ISSN 0730-7268
- Bedmar, F.; Daniel, P. y Costa, J. (2006). Adsorción de atrazina en horizontes superficiales y subsuperficiales de dos suelos, Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, ISBN-10: 987-21419-5-9/ ISBN-13: 978-978-21419-5-0, Salta-Jujuy, Argentina, Septiembre 19-22, 2006
- Bedmar, F.; Daniel, P. y Costa, J. (2008). Persistencia de acetochlor, atrazina y s-metolachloro en horizontes superficiales y subsuperficiales de dos suelos, Actas del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, ISBN 978-987-21419-9-8, Potrero de Funes, San Luis, Argentina, May 13-16, 2008
- Bedmar, F.; J.L. Costa; D. Giménez y P. Daniel (2013) Comparación de dos métodos de obtención de índices para la estimación del riesgo de lixiviación de plaguicidas en dos perfiles de suelo *AGRISCIENTIA* 30 (2): 69-78.
- Bejarano, C. y Chandler. G.T. (2003). Reproductive and developmental effects of atrazine on the Estuarine meiobenthic copepod *Amphiascus tenuiremis*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 22, No. 12, pp. 3009–3016.
- Belden, J. B., y Lydy, M. J. (2001). Effects of atrazine on acetylcholinesterase activity in midges (*Chironomus tentans*) exposed to organophosphorus insecticides. *Chemosphere*, 44(8), 1685–1689. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(00\)00519-1](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(00)00519-1)
- Bennett, D. H., Kastenbergh, W. E., y McKone, T. E. (1999). A multimedia, multiple pathway risk assessment of atrazine: The impact of age differentiated exposure including joint uncertainty and variability. *Reliability Engineering and System Safety*, 63(2), 185–198. [https://doi.org/10.1016/S0951-8320\(98\)00046-5](https://doi.org/10.1016/S0951-8320(98)00046-5)
- Beth Sass, J. y Colangelo, A. (2006). European Union Bans Atrazine, While the United States Negotiates Continued Use *International Journal of Occupational and Environmental Health* · July 2006 DOI: 10.1179/oeh.2006.12.3.260 · Source: PubMed.
- Blum, W.E.H., Eswaran, H., 2004, Soils and sediments in the Anthropocene: *Journal of Soils and Sediments*, 4(2), 71.
- Bodean M.F., Regaldo, L. y Licursi, M. (2020). Efectos de agroquímicos (herbicidas y fertilizantes) sobre biofilms de sistemas lóticos de la provincia de Santa Fe. Tesina de Licenciatura en Biodiversidad. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.
- Boffetta, P., Adami, H. O., Berry, S. C., y Mandel, J. S. (2013). Atrazine and cancer: A review of the epidemiologic evidence. *European Journal of Cancer Prevention*, 22(2), 169–180. <https://doi.org/10.1097/CEJ.0b013e32835849ca>
- Bonanse, R. I. (2015). *Evaluación de plaguicidas en un ambiente acuático contaminado, su acumulación en biota y aplicación de biomarcadores para su detección*. Universidad Nacional de Córdoba Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Químicas.

- Bonansea, R. I., Amé, M. V., y Wunderlin, D. A. (2013). Determination of priority pesticides in water samples combining SPE and SPME coupled to GC-MS. A case study: Suquia River basin (Argentina). *Chemosphere*, 90(6), 1860–1869. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.10.007>
- Bonfleur, E.J., L.T., Valdemar, Borges Regitano, J., Lavorenti, A. (2015). The Effects of Glyphosate and Atrazine Mixture on Soil Microbial Population and Subsequent Impacts on Their Fate in a Tropical Soil. *Water Air Soil Pollut.* 226: 1-10.
- Bradman, A., Barr, D. B., Henn, B. G. C., Drumheller, T., Curry, C., y Eskenazi, B. (2003). Measurement of pesticides and other toxicants in amniotic fluid as a potential biomarker of prenatal exposure: A validation study. *Environmental Health Perspectives*, 111(14), 1779–1782. <https://doi.org/10.1289/ehp.6259>
- Breckenridge, C.B.; Sawhney Coder, P.; Tisdell, M.O.; Simpkins, J.W.; Yi, K.D.; Foradori, C.D. y Handa, R.J. (2015). Effect of age, duration of exposure, and dose of atrazine on sexual maturation and the luteinizing hormone surge in the female sprague-dawley rat. *Birth Defects Res. Part B Development. Reproductive Toxicology*. 104, 204–217.
- British Crop Protection Council, The e-Pesticide Manual, 13th edition, Version 3. The *E-pesticide Manual - Version 3.1: A World Compendium of Pesticides*: Editorial: *British Crop Protection Council*; Revised edition (2 noviembre 2004)
- Brodeur J.C., Poletta G.L., Simoniello M.F., Carriquiriborde P., Cristos D.S., Pautasso N., et al., (2021). The problem with implementing fish farms in agricultural regions: A trial in a pampean pond highlights potential risks to both human and fish health. *Chemosphere*; 262.
- Brodeur J.C., Sanchez M., Castro L., Rojas D.E., Cristos D., Damonte M.J., et al., (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.
- Brodeur J.C., Sassone A., Hermida G.N., y Codugnello N., (2013). Environmentally-relevant concentrations of atrazine induce non-monotonic acceleration of developmental rate and increased size at metamorphosis in *Rhinella arenarum* tadpoles. *Ecotoxicology and Environmental Safety*; 92: 10-17.
- Brodeur J.C., Svartz G., Perez-Coll C.S., Marino D.J.G., y Herkovits J., (2009). Comparative susceptibility to atrazine of three developmental stages of *Rhinella arenarum* and influence on metamorphosis: Non-monotonous acceleration of the time to climax and delayed tail resorption. *Aquatic Toxicology*; 91: 161-170.
- Buchholz, B. A., Fultz, E., Haack, K. W., Vogel, J. S., Gilman, S. D., Gee, S. J., Hammock, B. D., Hui, X., Wester, R. C., y Maibach, H. I. (1999). HPLC-accelerator MS measurement of atrazine metabolites in human urine after dermal exposure. *Analytical Chemistry*, 71(16), 3519–3525. <https://doi.org/10.1021/ac990152g>
- Butinof M.; Fernandez R.A.; Stimolo M.I.; Lantieri M.J.; Blanco M.; Machado A.L.; Franchini G.; y 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., y Díaz, M. del P. (2017). Biomonitoring in exposure to pesticides, its contribution to epidemiological surveillance of pesticide applicators in Córdoba, Argentina. *Gaceta Sanitaria*, 33(3), 216–221. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.12.002>
- Caballero, M., Amiri, S., Denney, J. T., Monsivais, P., Hystad, P., y Amram, O. (2018). Estimated residential exposure to agricultural chemicals and premature mortality by Parkinson's disease in Washington state. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122885>
- CANADA Re-evaluation Note - REV2015-11 [Canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/pesticides-pest-management/public consultations/re-evaluation-note/2015/special-review-atrazine/document.html](https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/pesticides-pest-management/public consultations/re-evaluation-note/2015/special-review-atrazine/document.html)
- Candela, R. E. (2016). *Comportamiento de atrazina y su relación con la práctica de fertilización nitrogenada en un suelo de la pedanía cañas*. [https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4180/Tesis Raul Candela](https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4180/Tesis%20Raul%20Candela.pdf).
- Cannon T. Social Vulnerability and Environmental Hazards. In: *The International Encyclopedia Of Geography*. 2017: 1-8.
- Caprile A.C., Sasal M.C., Repetti M.R., y Andriulo A.E., (2019). Pesticides retained in soil and lost by runoff in two crop sequences under no tillage. *Ciencia del Suelo*; 37: 338-354.
- Caprile AC, Aparicio VC, Portela SI, Sasal MC, y Andriulo AE (2017) Drenaje y transporte vertical de herbicidas en dos molisoles de la pampa ondulada Argentina. *Ciencia del Suelo* 35, 147–159.

- Carder, J. P., y Hoagland, K. D. (1998). Combined effects of alachlor and atrazine on benthic algal communities in artificial streams. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 17(7), 1415–1420. <https://doi.org/10.1002/etc.5620170727>.
- Carr J.A., Gentles A., Smith E.E., Goleman W.L., Urquidí L.J., Thuett K., et al., (2003). Response of larval *Xenopus laevis* to atrazine: Assessment of growth, metamorphosis, and gonadal and laryngeal morphology. *Environmental Toxicology and Chemistry*; 22: 396-405.
- Carriquiriborde P., y Ronco A., (2006). Ecotoxicological studies on the pejerrey (*Odontesthes bonariensis*, Pisces Atherinopsidae). *Biocell*; 30: 97-109.
- CARU, 2014. Informe Bienal 2012-2013 – Programa de conservación de la fauna íctica y los recursos pesqueros del río Uruguay. Comisión Administradora del Río Uruguay, Paysandú, pp.
- CARU, 2017. Análisis de residuos de contaminantes en tejidos de peces del río Uruguay. Programa de conservación de la fauna íctica y los recursos pesqueros del río Uruguay. Comisión Administradora del Río Uruguay, Paysandú, pp. 29.
- Carvalho de Miranda A, Testa Tambellini A, Benjamin C, Breilh J, Costa Moreira J. La transición hacia un desarrollo sostenible y la soberanía humana: realidades y perspectivas en la Región de las Américas. En: Galvao A, Finkelman J, Henao S. Eds. *Determinantes ambientales y sociales de la salud*. OPS. Washington. 2010; 2:17-32.
- CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes) (2013). *Guía de Productos Fitosanitarios*. Buenos Aires. Argentina.
- CCE, 2004. Concerning the non-inclusion of atrazine in Annex I to Council Directive 91/414/EEC and the withdrawal of authorisations for plant protection products containing this active substance (C(2004) 731). *Official Journal of the European Union*; 16.3.2004: L 78/53.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (1989). Appendix V—Canadian water quality guidelines: Updates (September 1989), carbofuran, glyphosate, and atrazine. In: Canadian water quality guidelines, Canadian Council of Resource and Environment Ministers. 1987. Prepared by the Task Force on Water Quality Guidelines.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (2008) Water quality guidelines of the Canadian Council of Ministers of the environment. Ottawa, Ontario.
- CCME, 1993. Appendix XV—Protocols for deriving water quality guidelines for the protection of agricultural water uses (October 1993). In: Canadian water quality guidelines, Canadian Council of Resource and Environment Ministers. 1987. Prepared by the Task Force on Water Quality Guidelines. [Updated and reprinted with minor revisions and editorial changes in Canadian environmental quality guidelines, Chapter 5, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999, Winnipeg.
- Cerezo, A., Conde, M.C. y Poggio, S. (2011). Pasture area and landscape heterogeneity are key determinants of bird diversity in intensively managed farmland. *Biodivers Conserv*. 20:2649–2667. DOI 10.1007/s10531-011-0096-y.
- Cericato L., Neto J.G.M., Fagundes M., Kreutz L.C., Quevedo R.M., Finco J., et al., (2008). Cortisol response to acute stress in jundiá *Rhamdia quelen* acutely exposed to sub-lethal concentrations of agrichemicals. *Comparative Biochemistry and Physiology - C Toxicology and Pharmacology*; 148: 281-286.
- Cericato L., Neto J.G.M., Kreutz L.C., Quevedo R.M., da Rosa J.G.S., Koakoski G., et al., (2009). Responsiveness of the internal tissue of Jundiá (*Rhamdia quelen*) to an in vivo ACTH test following acute exposure to sublethal concentrations of agrichemicals. *Comparative Biochemistry and Physiology - C Toxicology and Pharmacology*; 149: 363-367.
- Chahal, P. S., Jugulam, M., y Jhala, A. J. (2019). Basis of atrazine and mesotrione synergism for controlling atrazine-and HPPD inhibitor-resistant Palmer Amaranth. *Agronomy Journal*, 111(6), 3265–3273. <https://doi.org/10.2134/agronj2019.01.0037>
- Chauvel et al., (2012) Chauvel, B., Guillemain, J. P., Gasquez, J., y Gauvrit, C. (2012). History of chemical weeding from 1944 to 2011 in France: Changes and evolution of herbicide molecules. *Crop Protection*, 42, 320–326. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.07.011>
- Chen, X. ting, y Wang, T. (2019). Preparation and characterization of atrazine-loaded biodegradable PLGA nanospheres. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(5), 1035–1041. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62613-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62613-4)
- Cheng, D., Li, Z., Yan, J., y Jin, J. (2008). Adsorption behavior of p-chlorophenol on the reed wetland soils. *Journal Environmental Science and Technol. gy* 1(4), 169–174. <https://doi.org/10.1109/ICBBE.2008.552>
- Cheng, Y., Zhu, L., Song, W., Jiang, C., Li, B., Du, Z., Wang, J., Wang, J., Li, D., y Zhang, K. (2020). Combined effects of mulch film-derived microplastics and atrazine on oxidative stress and gene expression in earthworm (*Eisenia fetida*). *Science of the Total Environment*, 746, 141280. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141280>

- Chevrier, C., Limon, G., Monfort, C., Rouget, F., Garlantézec, R., Petit, C., Durand, G., y Cordier, S. (2011). Urinary biomarkers of prenatal atrazine exposure and adverse birth outcomes in the pelagie birth cohort. *Environmental Health Perspectives*, 119 (7), 1034–1041. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002775>
- Cheyns, K., Martin-Laurent, F., Bru, D., Amand, J., Vanhaecke, L., Diels, J., Merckx, R., Smolders, E., y Springael, D. (2012). Long-term dynamics of the atrazine mineralization potential in surface and subsurface soil in an agricultural field as a response to atrazine applications. *Chemosphere*, 86(10), 1028–1034. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.11.045>
- Chhipa, H. (2019). Applications of nanotechnology in agriculture. In *Methods in Microbiology* (1st ed., Vol. 46). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/bs.mim.2019.01.002>
- Choung, C. B., Hyne, R. V., Stevens, M. M., y Hose, G. C. (2011). Toxicity of the insecticide terbufos, its oxidation metabolites, and the herbicide atrazine in binary mixtures to *Ceriodaphnia cf dubia*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 60(3), 417–425. <https://doi.org/10.1007/s00244-010-9560-z>
- Chrinside AE, Ritter WF, Radosevich M (2011) Biodegradation of aged residues of atrazine and alachlor in a mix-load site soil by fungal enzymes. *Appl Environ Soil Sci* 2011:1–10.
- Ciba-Geigy Corp. (1986). MRID N° 00141874, 00157875, 00158930, 40629302. HED Doc. N° 005940, 006937. Available from EPA. Write to FOI, EPA, Washington, DC 20460. En: USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). IRIS (Integrated Risk Information System). April 1, 1997. 0209. Atrazine.
- Clemente Z., Grillo R., Jonsson M., Santos N. Z. P., Feitosa L. O., Lima R., y Fraceto L. F. (2014). Ecotoxicological Evaluation of Poly(Caprolactone) Nanocapsules Containing Triazine Herbicides. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. Vol. 14, 4911–4917, 2014. <https://doi.org/10.1166/jnn.2014.8681>
- Comfort, L. K. (1994). Self-organization in complex systems. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 4, 393–410. <https://www.jstor.org/stable/1181895>
- Cook, L.E.; Finger, B.J.; Green, M.P. y Pask, A.J. (2019). Exposure to atrazine during puberty reduces sperm viability, increases weight gain and alters the expression of key metabolic genes in the liver of male mice. *Reproductive Fertility Development*. 31, 920–931.
- Cooper, R.L.; Stoker, T.E.; Tyrey, L.; Goldman, J.M. y McElroy, W.K. (2000). Atrazine disrupts the hypothalamic control of pituitary-ovarian function. *Toxicological Sciences*. 53, 297–307.
- Corcoran, S., Metcalfe, C. D., Sultana, T., Amé, M. V., y Menone, M. L. (2020). Pesticides in Surface Waters in Argentina Monitored Using Polar Organic Chemical Integrative Samplers. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 104(1), 21–26. <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02758-z>
- Cortes, S., Pozo, K., Llanos, Y., Martinez, N., Foerster, C., Leiva, C., Ustáriz, J., Přibyllová, P., Klánová, J., y Jorquera, H. (2020). First measurement of human exposure to current use pesticides (CUPs) in the atmosphere of central Chile: The case study of Mauco cohort. *Atmospheric Pollution Research*, 11(4), 776–784. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.12.023>
- Cragin, L. A., Kesner, J. S., Bachand, A. M., Barr, D. B., Meadows, J. W., Krieg, E. F., y Reif, J. S. (2011). Menstrual cycle characteristics and reproductive hormone levels in women exposed to atrazine in drinking water. *Environmental Research*, 111(8), 1293–1301. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.09.009>
- Cuadrado, V., Merini, L., Moore, E., Giulietti, A. (2008) Isolation and characterization of new atrazine degrading bacterial strains and consortia from Argentinean agricultural soils. *J. Biotechnol.* 136: S682-S683.
- da Silva R.F.B., Nossack F.A., da Conceição Sartori A.A., Zimback C.R.L., de Moraes P.I., (2011). Geoinformation In water resources management in sub-basin. *Geoinformação na gestão dos recursos hídricos em sub-bacia hidrográfica*; 16: 93-103.
- Dalpiaz, M.J.; y Andriulo, A.E. (2017). Comparación de índices de riesgo de lixiviación por plaguicidas. *Revista Ciencia del Suelo*. 32(2): 365-376
- Daniel, P.E., Bedmar, F. Costa, J.I. y Aparicio, V. C. (2002). Atrazine and metribuzin sorption in soils of the argentinean humid pampas. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 21, (12): 2567–2572.
- Dantin D. D., Boustany RG., Lewis MA., Jordan SJ., Moss R.F., Michot T.C. (2010) Effects of Nutrient Pre-Exposure on Atrazine Toxicity to *Vallisneria americana* Michx. (Wild Celery). *Archives Environmental Contamination Toxicology*. 58:622–630

- Davis, L.K.; Murr, A.S.; Best, D.S.; Fraites, M.J.; Zorrilla, L.M.; Narotsky, M.G.; Stoker T.E.; Goldman J.M. y Cooper R.L. (2011). The effects of prenatal exposure to atrazine on pubertal and postnatal reproductive indices in the female rat. *Reproductive Toxicology*. 32, 43–51.
- de Andrade L.L.D., do Espírito Santo Pereira A., Fernandes Fraceto L., Bueno dos Reis Martinez C., (2019). Can atrazine loaded nanocapsules reduce the toxic effects of this herbicide on the fish *Prochilodus lineatus*? A multibiomarker approach. *Science of the Total Environment*; 663: 548–559.
- De Gerónimo, E., Aparicio, V. C., Bárbaro, S., Portocarrero, R., Jaime, S., y Costa, J. L. (2014). Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina. *Chemosphere*, 107(February), 423–431. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.01.039>.
- De Lorenzo, M. E., y Serrano, L. (2003). Individual and mixture toxicity of Three pesticides; atrazine, chlorpyrifos, and chlorothalonil to the marine phytoplankton species *Dunaliella tertiolecta*. *Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 38(5), 529–538. <https://doi.org/10.1081/PFC-120023511>.
- De Oliveira, J. L., Campos, E. V. R., Gonçalves Da Silva, C. M., Pasquoto, T., Lima, R., y Fraceto, L. F. (2015b). Solid lipid nanoparticles co-loaded with simazine and atrazine: Preparation, characterization, and evaluation of herbicidal activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(2), 422–432. <https://doi.org/10.1021/jf5059045>
- de Paiva P.P., Delcorso M.C., Matheus V.A., do Nascimento de Queiroz S.C., Collares-Buzato C.B., Arana S., (2017). Acute toxicity of commercial atrazine in *Piaractus mesopotamicus*: Histopathological, ultrastructural, molecular, and genotoxic evaluation. *Veterinary World*; 10.
- Delcorso M.C., De Paiva P.P., Grigoletto M.R.P., Queiroz S.C.N., Collares-Buzato C.B., y Arana S., (2020). Effects of sublethal and realistic concentrations of the commercial herbicide atrazine in Pacu (*Piaractus mesopotamicus*): Long-term exposure and recovery assays. *Veterinary World*; 13: 147–159.
- Demirci, Ö., Güven K., Asmac D., Ögüt S., y Uğurlu P. (2018). Effects of endosulfan, thiamethoxam, and indoxacarb in combination with atrazine on multi-biomarkers in *Gammarus kischineffensis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 147 (2018) 749–758
- Deng W, Lin D, Yao K, Yuan H, Wang Z, Li J, Zou L, Han X, Zhou K, He L, Hu X, Liu S (2015) Characterization of a novel β -cypermethrin degrading *Aspergillus niger* YAT strain and the biochemical degradation pathway of β -cypermethrin. *Appl Microbiol Biotechnol* 99(19):8187–8198.
- Destro A.L.F., Silva S.B., Gregório K.P., de Oliveira J.M., Lozi A.A., Zuanon J.A.S., et al., (2021). Effects of subchronic exposure to environmentally relevant concentrations of the herbicide atrazine in the Neotropical fish *Astyanax altiparanae*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*; 208.
- Dewey, S. L. (1986) Effects of the herbicide atrazine on aquatic insect community structure and emergence. *Ecology*, 67(1): 148–162.
- Deziel N, Friesen M, Hoppin J, Hines CJ, Thomas K, Freeman LE. (2015) A review of non-occupational pathways for pesticide exposure in women living in agricultural areas. *Environ Health Perspect*. 123(6): 515–524.
- Díaz, M.d.P., Antolini, L., Eandi, M., Gieco, M., Filippi, I., Ortiz, P. (2015) Valoración de la exposición a plaguicidas en cultivos extensivos de la Argentina y su potencial impacto sobre la salud. Informe final presentado ante la Comisión Nacional de Salud Investiga. Ministerio de Salud de la Nación.
- Dong F, Mitchell PD, Davis VM, Recker R. Impact of atrazine prohibition on the sustainability of weed management in Wisconsin maize production. (2017). *Pest Manag Sci*. 2017 Feb;73(2):425–434. doi: 10.1002/ps.4298. Epub 2016 Jun 17. PMID: 27101520.
- Dos Santos KC y Martínez CBR. (2014) Genotoxic and biochemical effects of atrazine and Roundup, alone and in combination, on the Asian clam, *Corbicula fluminea*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 100: 7–14.
- dos Santos L.B.O., Masini J.C., 2015. Sequential Injection Analysis with Square Wave Voltammetry (SI-SWV) Detection for Investigation of Adsorption of Picloram on a Clay Soil J *Journal of the Brazilian Chemical Society*; 26: 2063–2068.
- Dosnon-Olette R, Trotel-Aziz P, Couderchet M, Eullaffroy P (2010) Fungicides and herbicide removal in *Scenedesmus* cell suspensions. *Chemosphere* 79:117–123.
- Douros D.L., Gaines K.F., y Novak J.M., (2015). Atrazine and glyphosate dynamics in a lotic ecosystem: the common snapping turtle as a sentinel species. *Environ Monit Assess*; 187.
- Dousset, S., Mouvet, C., Schiavon, M., 1994, Sorption of terbutylazine and atrazine in relation to the physico-chemical properties of three soils: *Chemosphere*, 28 (3), 467–476.

- Dragun, J., 1998, Adsorption and mobility of organic chemicals, en Dragun, J., (ed.), The Soil Chemistry of Hazardous Materials, 2nd. Ed., Massachusetts, USA, Amherst Scientific Publishers.
- Du, Z.H., Qin, L., Lin, J., Sun, Y.C., Xia, J., Zhang, C., Li, X.N. y Li, J.L. (2017). Activating nuclear xenobiotic receptors and triggering ER stress and hepatic cytochromes P450 systems in quails (*Coturnix C. coturnix*) during atrazine exposure. *Environmental Toxicology*. DOI 10.1002/tox.22404.
- DuPreez, H. y VanVuren, J.H.J. (1992). Bioconcentration of atrazine in the banded tilapia. *Comparative Biochemistry Physiology* 101C: 651-655.
- Dutta, A., Mandal, A., Manna, S., Singh, S. B., Berns, A.E., Singh, N., 2015, Effect of organic carbon chemistry on sorption of atrazine and metsulfuron-methyl as determined by ¹³C-NMR and IR spectroscopy: *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(10), 1–12.
- EC, 1999. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life - Atrazine. Canadian Environmental Quality Guidelines, Canadian Council of Ministers of the Environment, Ottawa, pp. 4.
- ECHA (2013). Atrazine, CLH report, Proposal for Harmonised Classification and Labelling Based on Regulation (EC) #217-6178-8 (CLP Regulation). Septiembre 2013. Disponible en: <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/10766/1>
- EFSA, 2015. Reasoned opinion on the setting of a new maximum residue level for atrazine in cereals. *EFSA Journal* 13, 1-21.
- Eizuka T, Ito A, Chida T (2003) Degradation of ipconazole by microorganisms isolated from paddy soil. *J Pestic Sci* 28(2):200–207.
- El Jay, A. (1996). Effects of Organic Solvents and Solvent Atrazine Interactions on Two Algae, *Chlorella vulgaris* and *Selenastrum capricornutum*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 31(1), 84–90. <https://doi.org/10.1007/s002449900082>.
- Eldridge, J.C.; Wetzel, L.T. y Tyrey, L. (1999b). Estrous cycle patterns of Sprague-Dawley rats during acute and chronic atrazine administration. *Reproductive Toxicology* 13, 491–499.
- Eldridge, J.C.; Wetzel, L.T.; Stevens, J.T. y Simpkins, J.W. (1999a). The mammary tumor response in triazine-treated female rats: a threshold-mediated interaction with strain and species-specific reproductive senescence. *Steroids* 64, 672–678.
- Enoch, R.R.; Stanko, J.P.; Greiner, S.N.; Youngblood, G.L.; Rayner, J.L. y Fenton, S.E. (2007). Mammary gland development as a sensitive end point after acute prenatal exposure to an atrazine metabolite mixture in female Long-Evans rats. *Environmental Health Perspectives*. 115, 541–547.
- EPA (Environmental Protection Agency) (2006). Interim reregistration Eligibility Decision for Atrazine. In (U. E. P. Agency, Eds.), pp. 1-285, Washington, DC.
- EPA (Environmental Protection Agency) (2016). Refined Ecological Risk Assessment for Atrazine.
- EPA (Environmental Protection Agency) (2020). Docket Number EPA-HQ-OPP-2013-0266. www.regulations.gov
- Ernst F., Alonso B., Colazzo M., Pareja L., Cesio V., Pereira A., et al.,(2018). Occurrence of pesticide residues in fish from south American rainfed agroecosystems. *Sci. Total Environ.*; 631-632: 169-179.
- Esparza Naranjo, S.B. (2018) Biodegradación de la atrazina mediante hongos del Parque Nacional do Iguaçu. Trabajo de Conclusión de Curso II presentado al Instituto Latinoamericano de Ciencias de la Vida y de la Naturaleza de la Universidad Federal de la Integración Latinoamericana como requisito parcial para la obtención del título de grado en Ciencias Biológicas – Ecología y Biodiversidad. Universidad Federal de Integración Latinoamericana (UNILA), Brasil.
- EU (European Union) (2004) Commission Decision of 10 March 2004. Official Journal of the European Union.
- FAO (2015). <http://faostat3.fao.org/home/E>. Consulta Noviembre 2015.
- FAO. (2000). Appendix 2. Parameters of pesticides that influence processes in the soil. In FAO Information Division Editorial Group (Ed.), *Pesticide Disposal Series 8. Assessing Soil Contamination. A Reference Manual*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Farruggia F.T., Rossmeisl C.M., Hetrick J.A., Biscoe M., 2016. Refined Ecological Risk Assessment for Atrazine. In: Environmental Risk Branch III EFaED, Office of Pesticide Programs, U.S. Environmental Protection Agency, editor, Washington, pp. 521.
- Fawell, J. (2011). Atrazine and Its Metabolites in Drinking-water. *OMS Guidelines for Drinking-Water Quality*.
http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwg/chemicals/Fourth_Edition_Atrazine_Docu

ment_Draft.doc

- Fernandes, AFT, Wang, P, Staley, C, Silva Moretto, JA, Altarugio, LM, Chagas Campanharo, S., Guedes Stehling, E, Sadowsky, MJ. (2020) Impact of Atrazine Exposure on the Microbial Community Structure in a Brazilian Tropical Latosol Soil. *Microbes Environ.* 35: 1-7.
- Fernández N.V., Viciano V., Drovandi A.V. (2006). Nuevas tecnologías y experiencias prediales. Problemática zonal de la producción regadía y su vinculación con la agricultura de calidad. III Jornadas de Actualización en Riego y Fertilización. Mendoza.
- Fernández, LA, Valverde, C, Gómez, MA (2013) Isolation and characterization of atrazine-degrading *Arthrobacter* sp. strains from Argentine agricultural soils. *Ann Microbiol* 63:207–214.
- Ferraz Silveira, R., Takeshita, V., Mendes, K. F., dos Reis, F. C., Pimpinato, R. F., y Tornisiello, V. L. (2020). Interacting effects on absorption and translocation of ¹⁴C-mesotrione and ¹⁴C-atrazine mixture for morning glory (*Ipomoea hederifolia*) control. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 326(1), 563–573. <https://doi.org/10.1007/s10967-020-07363-7>.
- Figueira, F. H., de Aguiar, L. M., & da Rosa, C. E. (2017). Embryo-larval exposure to atrazine reduces viability and alters oxidative stress parameters in *Drosophila melanogaster*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 191, 78–85.
- Forgacs A.L., D'Souza M.L., Huhtaniemi I.T., Rahman N.A. y T.R. Zacharewski (2013). Triazine Herbicides and Their Chlorometabolites Alter Steroidogenesis in BLTK1 Murine Leydig Cells. *toxicological sciences* 134: 155–167.
- Forney D.R., and David D.E. (1991). Effects of low concentration of herbicides on submerged aquatic plants. *Weed Science*; (20)454–461
- Forney, D.R. y D.E. Davis. (1981). Effects of low concentrations of herbicides on submersed aquatic plants. *Weed Science*. 29:677–685.
- Franchini, G.; Butinof, M.; Blanco, M.; Machado, A.L.; Fernández, R.A.; Díaz, M.P. (2016). Occupational risks associated with the use of pesticides in the green belt of Córdoba, Argentina. *Acta Toxicológica Argentina*. 24 (1): 58-67
- Frank, R. y G. J. Sirons (1979). Atrazine: its use in corn production and its loss to stream waters in southern Ontario, 1975–1977. *Sci. Total Environ.* 12:223–239.
- Frau, D., Gutierrez, M. F., Regaldo, L., Saigo, M., y Licursi, M. (2021). Plankton community responses in Pampean lowland streams linked to intensive agricultural pollution. *Ecological Indicators*, 120, 106934. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106934>
- Freeman, L. E. B., Rusiecki, J. A., Hoppin, J. A., Lubin, J. H., Koutros, S., Andreotti, G., Zahm, S. H., Hines, C. J., Coble, J. B., Barone-adesi, F., Sloan, J., Sandler, D. P., Blair, A., y Alavanja, M. C. R. (2011). Atrazine and Cancer Incidence Among Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study (1994–2007). *Environmental Health*, 119(9), 1253–1259. [/pmc/articles/PMC3230407/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21544441/)
- Fu Y., Li M., Liu C., Qu J.P., Zhu W.J., Xing H.J., et al., (2013). Effect of atrazine and chlorpyrifos exposure on cytochrome P450 contents and enzyme activities in common carp gills. *Ecotoxicology and Environmental Safety*: 94: 28–36.
- Fuentes, C. L., Yunda, A. L. De, Guerrero-dallos, J. A., Pérez, L. E., Orlate, I., y Acevedo, B. (2003). Comportamiento y destino ambiental de la Atrazina en el suelo: Detección por HPLC y ¹⁴C de las concentraciones ambientales. *Agronomía Colombiana*, 21, 29–48.
- Fuentes, C. L., Yunda, A. L. De, Guerrero-dallos, J. A., Pérez, L. E., Orlate, I., y Acevedo, B. (2003). Comportamiento Y Destino Ambiental De La Atrazina En El Suelo : Detección por Hplc Y ¹⁴C De Las Concentraciones Ambientales. *Agronomía Colombiana*, 21, 29–48.
- Fuscaldo, F., Bedmar, F. y Monterubbianesi, G. (1999) Persistence of atrazine, metribuzin and simazine herbicides in two soils. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.11, p.2037–2044. ISSN 0100-204X
- Gagneten, A.M.; Regaldo, L.; Romero, N.; Van Opstal, N.; Licursi, M.; Reno, U.; Gervasio, S. y Marchese, M. (2020). *Impacto de la actividad agrícola en sistemas acuáticos de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos. En: Contribuciones al Estudio Latinoamericano del Rururbano* (P. Cardoso M.M. y Acosta Nates (ed.); 1ra Ed.). Universidad Nacional del Litoral.
- Gammon D.W., Aldous C.N., Carr Jr W.C., Sanborn J.R., Pfeifer K.F., 2005. A risk assessment of atrazine use in California: human health and ecological aspects. *Pest Management Science*; 61: 331–355.
- Gammon, D. W., Aldous, C. N., Carr, W. C., Sanborn, J. R., y Pfeifer, K. F. (2005). A risk assessment of atrazine use in California: Human health and ecological aspects. *Pest Management Science*, 61(4), 331–355. <https://doi.org/10.1002/ps.1000>
- Gaona L · Bedmar F. · Gianelli V · Faberi A. J. · y Angelini H. (2019). Estimating the risk of groundwater contamination and environmental impact of pesticides in an agricultural basin in Argentina. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 16: 6657–6670

- García B.R. (2020). Impacto del modelo productivo agrario en la industria química argentina en los años recientes (2006-2017). *H-Industri@*, 85–108.
- García S. (2016). La vigilancia de las intoxicaciones en Argentina y en América Latina. Notificación, análisis y gestión de eventos. *Acta Toxicológica Argentina*. 24 (2): 134-160.
- García S.S., Ake C., Clement B., Huebner H.J., Donnelly K.C., y Shalat S.L., (2001). Initial results of environmental monitoring in the Texas Rio Grande Valley. *Environ. Int.*; 26: 465-474.
- García, S; Lopez Sarmiento, C.; Moreno, I.; y Panero, S. (2000). Primer Informe Estadístico de Consultas Registradas por los CIAATs (Centros de Información, Asesoramiento y Asistencia Toxicológica) de la República Argentina. Ministerio de Salud de la Nación. Disponible en: https://www.toxicologia.org.ar/wp-content/uploads/2016/03/I_informe_estadistico_2000.pdf
- García-Espiñeira, M., Tejeda-Benitez, L., y Olivero-Verbel, J. (2018). Toxicity of atrazine- and glyphosate-based formulations on *Caenorhabditis elegans*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 156(February), 216–222. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.02.075>
- Gentile N., Mañas, F., Bosch, B., Peralta, L., Gorla, N. y Aissa, D. (2012). Micronucleus Assay as a Biomarker of Genotoxicity in the Occupational Exposure to Agrochemicals in Rural Workers. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology* (2012) 88:816–822. doi: 10.1007/s00128-012-0589-8
- Gerstl Z. (2000). An update on the Koc concept in regard to regional scale management. *Crop Protection* 19:643-648.
- Giupponi, C. (2005). The Substitution of Hazardous Molecules in Production Processes: The Atrazine Case Study in Italian Agriculture. In SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.278243>
- Godoi, I., Sene, L., and Caracciolo, A.B. (2014) Assessment of the bacterial community structure in a Brazilian clay soil treated with atrazine. *Ann Microbiol* 64: 307–311.
- Gomes, S. I. L., Scott-Fordsmand, J. J., Campos, E. V. R., Grillo, R., Fraceto, L. F., y Amorim, M. J. B. (2019). On the safety of nanoformulations to non-target soil invertebrates-an atrazine case study. *Environmental Science: Nano*, 6(6), 1950–1958. <https://doi.org/10.1039/c9en00242a>
- Gonçalves C., Marins A.T., do Amaral A.M.B., Nunes M.E.M., Müller T.E., Severo E., et al., (2020). Ecological impacts of pesticides on *Astyanax jacuhiensis* (Characiformes: Characidae) from the Uruguay river, *Brazilian Ecotoxicology Environmental Safety*; 205.
- Gonçalves M.W., Marins de Campos C.B., Batista V.G., da Cruz A.D., de Marco Junior P., Bastos R.P., et al., (2017). Genotoxic and mutagenic effects of Atrazine Atanor 50 SC on *Dendropsophus minutus* Peters, 1872 (Anura: Hylidae) developmental larval stages. *Chemosphere* 182: 730-737.
- Gonçalves MS, Sampaio SC, Sene L, Suszek FL, Coelho SR, Bravo CE (2012) Isolation of filamentous fungi present in swine wastewater that are resistant and with the ability to remove atrazine. *Afr J Biotechnol* 11:11074–11077.
- Goodman, M., Mandel, J. S., Desesso, J. M., y Scialli, A. R. (2014). Atrazine and pregnancy outcomes: A systematic review of epidemiologic evidence. *Birth Defects Research Part B - Developmental and Reproductive Toxicology*, 101(3), 215–236. <https://doi.org/10.1002/bdrb.21101>
- Gota Protegida y Red de Conocimientos de malezas (2018). Calidad de aplicación de herbicidas. *Aapresid*, 5342(2250–5342), 8.
- Gramatica P., Corradi M., y Consonni V. (2000). Modelling and prediction of soil sorption coefficients of non-ionic organic pesticides by molecular descriptors. *Chemosphere* 41, 763–777. doi:10.1016/S0045-6535(99) 00463-4.
- Grant P.B.C., Woudneh M.B., y Ross P.S., (2013). Pesticides in blood from spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) downstream of banana plantations in Costa Rica. *Environmental Toxicology and Chemistry*; 32: 2576-2583.
- Graymore, M., Stagnitti, F. y Allinson G. (2001). Impacts of atrazine in aquatic ecosystems. *Environment International* 26: 483-495.
- Green R.E. y S.W. Karickhoff (1990). Sorption estimates for modeling. Chapter 4, 79-101. In H.H.Cheng (Ed.) *Pesticides in the soil environment: Processes, impact, and modeling*. SSSA Book Ser.2.SSSA, Madison, WI.
- Griboff, J. Morales D., Bertrand L., Bonansea R.I., Monferran M.V., Asis, R., Wunderlin D.A. y Ame, M.V. (2014). Oxidative stress response induced by atrazine in *Palaemonetes argentinus*: the protective effect of vitamin E. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 108 (2014) 1–8.
- Griggs, J. L., y Belden, L. K. (2008). Effects of atrazine and metolachlor on the survivorship and infectivity of *Echinostoma trivolvis* trematode cercariae. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 54(2), 195–202. <https://doi.org/10.1007/s00244-007-9029-x>.

- Grillo, R., dos Santos, N. Z. P., Maruyama, C. R., Rosa, A. H., de Lima, R., y Fraceto, L. F. (2012). Poly(ϵ -caprolactone) nanocapsules as carrier systems for herbicides: Physico-chemical characterization and genotoxicity evaluation. *Journal of Hazardous Materials*, 231–232, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.06.019>.
- Gryniewicz, M., Polkowska, Z., Górecki, T., y Namieśnik, J. (2003). Pesticides precipitation from an urban region in Poland (Grażsk-Sopot-Gdynia Tricity) between 1998 and 2000. *Water Air Soil Pollut.* 149:3–16. <https://doi.org/10.1023/A:1025674916960>.
- Guasch, H., Ivorra, N., Lehmann, V., Paulsson, M., Real, M., Sabater, S. (1998). Community composition and sensitivity of periphyton to atrazine in flowing waters: the role of environmental factors. *J. Appl. Phycol.* 10, 203–213.
- Guasch, H., Lehmann, V., van Beusekom, B., Sabater, S., Admiraal, W. (2007). Influence of phosphate on the response of periphyton to atrazine exposure. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 52, 32–37. <http://dx.doi.org/10.1007/s00244-005-0186-5>.
- Guidony, N. S., Lopes, F. M., Guimarães, P. S., Escarrone, A. L. V., y Souza, M. M. (2020). Can short-term exposure to copper and atrazine be cytotoxic to microalgae? *Environmental Science and Pollution Research*, 27(22), 27961–27970. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09149-6>.
- Gunkel, G. y Streit, B. (1980). Mechanism of bioconcentration of an herbicide (Atrazine, Striazine) in a freshwater mollusc (*Ancylus fluviatilis* Mull.) and a fish (*Coregonus fera*). *Water Research* 14: 1573-1584.
- Gustafson D.I. (1989). Groundwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 8, 339-357.
- Gustafson K.D., Belden J.B. y Bolek M.G. (2015). Atrazine reduces the transmission of an amphibian trematode by altering snail and ostracod host-parasite interactions. *Parasitological Research*. DOI 10.1007/s00436-015-4893-1
- Gutierrez M.F., Gagneten A.M. y Paggi J.C. (2013). Acute and Behavioral Sensitivity of *Mesocyclops longisetus* to Atrazine and Endosulfan Formulations under Predation Pressure. *Water Air and Soil Pollution* 224:1375. DOI 10.1007/s11270-012-1375-2
- Guzzella, L.; Pozzoni, F.; Giuliano, G. (2006). Herbicide contamination of surficial groundwater in Northern Italy. *Environmental Pollution*, V.142, p.344-356.
- Hall Jr L.W., Anderson R.D., Kilian J., Tierney D.P., 1999. Concurrent exposure assessments of atrazine and metolachlor in the mainstem, major tributaries and small streams of the Chesapeake Bay watershed: Indicators of ecological risk. *Environ Monit Assess*; 59: 155-190.
- Hanazato, T. (2001). Pesticide effects on freshwater zooplankton: an ecological perspective. *Environmental Pollution*. 112: 1-10.
- Hang S., Andriulo A., Sasal C., Nassetta M.M., Portela S., y Cañas A.I. (2010). Integral study of atrazine behavior in field lysimeters in argentinean humid pampas soils. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70:104-112.
- Hang S., Barriuso E., y Houot S. (2003). Behavior of ^{14}C -Atrazine in Argentinean topsoils under different cropping managements. *Journal of Environmental Quality* 32:2216-2222.
- Hang S., Barriuso E., y Houot S. (2005). Atrazine behaviour in the different pedological horizons of two Argentinian no-till soil profiles. *Weed Research* 45: 130–139.
- Hang S., Bocco M., Sereno R. (2000). Adsorption of atrazine in two profiles of Argentinian soils during direct sowing. *Agrochimica* 44:115-122.
- Hang, S. (2012). Fate of atrazine in argentinean soils. LAP Lampert Academic Publishing. 215 pp.
- Hang, S. y Sereno, R. (2002). Adsorción de atrazina y su relación con las características sedimentológicas y el desarrollo del perfil de dos suelos de la Provincia de Córdoba. *Revista de Investigación Agropecuaria*, Vol. 31, No. 3. pp. 73-87, ISSN 1669-2314
- Hang, S., Rampoldi E.A., y Más L.I. (2011). Behavior of atrazine in Argentinean soils. A mini review. Lampert Academic Publishing.
- Hang, S.; Ceppi, S. y Velasco, M. (1996a). Adsorción de atrazina e imazetapir sobre suelos, Actas del XXII Congreso Latinoamericano y XXI Jornadas Chilenas de Química, Concepción, Chile, enero 7-12, pp. 148
- Hang, S.; Ceppi, S. y Velasco, M. (1996b). Movilidad y adsorción-desorción de atrazina pura y comercial: adsorción sobre suelos, óxido de hierro y ácido húmico, *Actas del XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*, Aguas de Lindoia, Brasil, Agosto 4-8, 1996
- Hang, S.; Houot, S. y Barriuso, E. (2007a). Vertical variation of atrazine mineralization capacity in soils. *Agriscientia*, Vol. 24, No. 2 (July-December 2007), pp. 87-95, ISSN 1668-298X
- Hang, S.; Houot, S. y Barriuso, E. (2007b). Mineralization of ^{14}C -atrazine in an entic haplustoll as affected by selected winter weed control strategies. *Soil y Tillage Research*, Vol. 96, No. 1-2 (October 2007), pp. 234-242, ISSN 0167-1987

- Hang, S.; y Nassetta, M. (2003). Evolución de la degradación de atrazina en dos perfiles de suelo de la provincia de Córdoba. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 32(1), 57–69.
- Hansen, A. M., Treviño-Quintanilla, L. G., Márquez-Pacheco, H., Villada-Canela, M., González-Márquez, L. C., Guillén-Garcés, R. A., y Hernández-Antonio, A. (2013). Atrazina: Un herbicida polémico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(SPEC.ISSUE), 65–84.
- Hanson M.L., Solomon K.R., Van Der Kraak G.J., Brian R.A., (2019). Effects of atrazine on fish, amphibians, and reptiles: update of the analysis based on quantitative weight of evidence. *Critical Reviews in Toxicology*; 49: 670-709.
- Hayes T., Haston K., Tsui M., Hoang A., Haeffele C., Vonk A., (2002a). Feminization of male frogs in the wild. *Nature*; 419: 895-896.
- Hayes T., Haston K., Tsui M., Hoang A., Haeffele C., Vonk A., (2003). Atrazine-induced hermaphroditism at 0.1 ppb in American leopard frogs (*Rana pipiens*): Laboratory and field evidence. *Environmental Health Perspectives*; 111: 568-575.
- Hayes T.B., Collins A., Lee M., Mendoza M., Noriega N., Stuart A.A., et al., (2002b). Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*; 99: 5476-5480.
- Hayes, T.B.; Anderson, L.L.; Beasley, V.R.; de Solla, S.R.; Iguchi, T.; Ingraham, H.; Kestemont, P.; Kniewald, J.; Kniewald, Z.; Langlois, V.S.; Luque, E.H.; McCoy, K.A.; Muñoz-de-Toro, M.; Oka, T.; Oliveira, C.A.; Orton, F.; Ruby, S.; Suzawaf, M.; Tavera-Mendoza, L.E.; Trudeau, V.L.; Victor-Costa, A.B. y Willingham, E. (2011). Demasculinization and feminization of male gonads by atrazine: consistent effects across vertebrate classes. *Journal Steroid Biochemistry Molecular Biology*. 127, 64–73.
- He, X., Deng, H., y Hwang, H. (2019). The current application of nanotechnology in food and agriculture. *Journal of Food and Drug Analysis*, 27(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.12.002>
- Health and Welfare Canada (1987). Guidelines for Canadian drinking water quality. 3d ed. Prepared by the Federal–Provincial Subcommittee on Drinking Water of the Federal–Provincial Advisory Committee on Environmental and Occupational Health.
- Helmer, SH., Kerbaol, A., Aras, P., Jumaric, C., y Boily, M. (2015). Effects of realistic doses of atrazine, metolachlor, and glyphosate on lipid peroxidation and diet-derived antioxidants in caged honey bees (*Apis mellifera*). *Environmental Science Pollution Research*. 22,8010-8021.
- Hirano L.Q.L., Alves L.D.S., Menezes-Reis L.T., Mendonça J.D.S., Simões K., Santos A.L.Q., et al., (2019). Effects of egg exposure to atrazine and/or glyphosate on bone development in *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 30,182:109400. doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.109400.
- Holásková, I.; Elliott, M.; Brundage, K.; Lukomska, E.; Schafer, R. y Barnett, J.B. (2019). Long-term immunotoxic effects of oral prenatal and neonatal atrazine exposure. *Toxicology. Sci.* 168, 497–507.
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., y Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of the Total Environment*, 586, 127–141. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190>.
- Hovey, R.C.; Coder, P.S.; Wolf, J.C.; Sielken Jr. R.L.; Tisdell M.O. y Breckenridge, C.B. (2011). Quantitative assessment of mammary gland development in female Long Evans rats following in utero exposure to atrazine. *Toxicology. Sci.* 119, 380–390.
- Howe G.E., Gillis R., and Mowbray R.C., (1998). Effect of chemical synergy and larval stage on the toxicity of atrazine and alachlor to amphibian larvae. *Environmental Toxicology and Chemistry* 17: 519-525.
- Hsu, F. C., y Kleier, D. A. (1996). Phloem mobility of xenobiotics VIII. A short review. *Journal of Experimental Botany*, 47(SPEC. ISS.), 1265–1271. https://doi.org/10.1093/jxb/47.special_issue.1265.
- <http://www.weedscience.org/Home.aspx>. International Herbicide Resistant Weed Database Consultado el 18 de marzo 2021
- Huber W., (1993). Ecotoxicological relevance of atrazine in aquatic systems. *Environmental Toxicology and Chemistry* 12: 1865-1881.
- Huff, J. (2016). Letters Industry Influence and Atrazine Carcinogenicity. January.
- Hussain S, Devers-Lamrani M, El-Azhari N, Martin-Laurent F (2011b) Isolation and characterization of an isoproturon mineralizing *Sphingomonas* sp. strain SH from a French agricultural soil. *Biodegradation* 22:637–650.

- Hussain S, Sorensen SR, Devers-Lamrani M, El-Sebai T, Martin-Laurent F (2009) Characterization of an isoproturon mineralizing bacterial culture enriched from a French agricultural soil. *Chemosphere* 77: 1052–1059.
- Hussain, R., Mahmood, F., Khan, M.Z., Khan, A. y Muhammad, F. (2011a). Pathological and genotoxic effects of atrazine in male Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Ecotoxicology*. 20:1–8. DOI 10.1007/s10646-010-0515-y.
- Hussain, R., Mahmood, F., Mehdi, T., Khan, A., Javed, M.T. y Rehan, S. (2012). Cellular and biochemical effects induced by atrazine on blood of male Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 103:38–42.
- IARC (2014). Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for IARC Monographs during 2015–2019. Internal Report 14/002. Lyon, France. Available from: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/08/14-002.pdf>
- IARC (2020). Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for the IARC Monographs during 2020–2024. In IARC Monographs On The Evaluation Of Carcinogenic Risks To Humans. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol83/mono83-1.pdf>
- IARC. (1991). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: volume 73. Some chemicals that cause tumours of the kidney or urinary bladder in rodents and some other substances. Lyon, France.
- IARC. (1999). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: volume 73. Some chemicals that cause tumours of the kidney or urinary bladder in rodents and some other substances. Lyon, France.
- INA (Instituto Nacional del Agua) (2002). Disponible en: <http://www.ina.gob.ar/cra/index.php?cra=39j>
- INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina) (2010) (n.d.). Consultas del Comercio Exterior de Bienes. <https://comex.indec.gov.ar/#/>
- Inoue-Choi, M., Weyer, P.J., Jones, R.R., Booth, B.J., Cantor, K.P., Robien, K. y Ward, M.H. (2016). Atrazine in public water supplies and risk of ovarian cancer among postmenopausal women in the Iowa Women's Health Study. *Occupational Environmental Medicine*. 73(9): 582–587. doi:10.1136/oemed-2016-103575.
- INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España). (n.d.).
- ATRAZINA ICSC: 0099. Retrieved October 29, 2020, from http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=99&p_edit=&p_version=2&p_lang=es
- IRIS, U. (1993). Integrated Risk Information System (IRIS) Chemical Assessment Summary U.S. Environmental Protection Agency National Center for Environmental Assessment; Atrazine. 1–14.
- 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 of chemicals contribution. *Sci. Total Environ.*; 691: 476–482.
- Jacomini, A.E.; Paiva Avelar, W.E.; Souto Martinez, A. y Sueli Bonato, P. (2006). Bioaccumulation of atrazine in freshwater bivalves *Anodonta trapesialis* (Lamarck, 1819) and *Corbicula fluminea* (Muller, 1774). *Archives Environmental Contamination and Toxicology*. 51, 387–391.
- Jaeger, L. L., Daniel Jones, A., y Hammock, y B. D. (1998). Development of an enzyme-linked immunosorbent assay for atrazine mercapturic acid in human urine. *Chemical Research in Toxicology*, 11(4), 342–352. <https://doi.org/10.1021/tx9701844>
- James, K. A., y Hall, D. A. (2015). Groundwater pesticide levels and the association with parkinson disease. *International Journal of Toxicology*, 34(3), 266–273. <https://doi.org/10.1177/1091581815583561>
- Jestadi DB, Phaniendra A, Babji U, Srinu T, Shanmuganathan B, Periyasamy, L (2014) Effects of Short Term Exposure of Atrazine on the Liver and Kidney of Normal and Diabetic Rats. *Journal of Toxicology* 2014: 536759.
- Jiang J.L., Shi Y., Yang L.Y., Shan Z.J., Wang X.R., y Bu Y.Q., 2013. Histopathological effects of combined pollution of microcystin and atrazine on cyprinus carpio. *Journal of Ecology and Rural Environment* 29: 241–247.
- Jin-Clark, Y., Lydy, M. J., y Yan Zhu, K. (2002). Effects of Atrazine and Cyanazine on Chlorpyrifos Toxicity in *Chironomus Tentans* (Diptera: Chironomidae). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21(3), 598. [https://doi.org/10.1897/1551-5028\(2002\)021<0598:eoaco>2.0.co;2JMPR](https://doi.org/10.1897/1551-5028(2002)021<0598:eoaco>2.0.co;2JMPR) (2005).
- Atrazine.http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/eport07/Atrazine.pdf.
- Jones T.W., Kemp W.M., Stevenson J.C. y Means J.C. (1982). Degradation of Atrazine in Estuarine Water/Sediment Systems and Soils. *Journal of Environmental Quality*. Volume11, (4):

- 632-638 .<https://doi.org/10.2134/jeq1982.00472425001100040015x>.
- Joo, H., Choi, K., y Hodgson, E. (2010). Human metabolism of atrazine. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 98(1), 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2010.05.002>
- Jowa, L., y HOWD, R. (2011): Should Atrazine and Related Chlorotriazines Be Considered Carcinogenic for Human Health Risk Assessment?, *Journal of Environmental Science and Health, Part C: Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*, 29:2, 91-144
- Kabra, A.N.; Ji, M.; Choi, J.; Kim, J.R.; Govindwar, S.P. y Jeon, B. (2014). Toxicity of atrazine and its bioaccumulation and biodegradation in a green microalga, *Chlamydomonas mexicana*. *Environmental Science Pollution Research International*. 21, 12270–12278.
- Kah, M., Machinski, P., Koerner, P., Tiede, K., Grillo, R., Fraceto, L. F., y Hofmann, T. (2014). Analysing the fate of nanopesticides in soil and the applicability of regulatory protocols using a polymer-based nanoformulation of atrazine. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(20), 11699–11707. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-2523-6>
- Kah, M., Tufenkji, N., y White, J. C. (2019). Nano-enabled strategies to enhance crop nutrition and protection. *Nature Nanotechnology*, 14(6), 532–540. <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0439-5>
- Kerle E.A., Jenkins J.J. y Vogue P.A. (2007). Understanding pesticide persistence and mobility for groundwater and surface water protection. Oregon State Univ Extension Service, EM8561-E.
- Khan, S. U., y Saidak, W. J. (1981). Residues of atrazine and its metabolites after prolonged usage. *Weed Research*, 21(1), 9–12. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1981.tb00090.x>
- Kim, J., Swartz, M. D., Langlois, P. H., Romitti, P. A., Weyer, P., Mitchell, L. E., Luben, T. J., Ramakrishnan, A., Malik, S., Lupo, P. J., Feldkamp, M. L., Meyer, R. E., Winston, J. J., Reefhuis, J., Blossom, S. J., Bell, E., y Agopian, A. J. (2017). Estimated maternal pesticide exposure from drinking water and heart defects in offspring. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph1408088>
- Klementová Š., Hornychová L., Šorf M., Zemanová J. y Kahoun D. (2019). Toxicity of atrazine and the products of its homogeneous photocatalytic degradation on the aquatic organisms *Lemna minor* and *Daphnia magna*. *Environmental Science and Pollution Research* (2019) 26:27259–27267. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05710-0>.
- Knauert, S., Escher, B., Singer, H., Hollender, J., y Knauer, K. (2008). Mixture toxicity of three photosystem II inhibitors (atrazine, isoproturon, and diuron) toward photosynthesis of freshwater phytoplankton studied in outdoor mesocosms. *Environmental Science and Technology*, 42(17), 6424–6430. <https://doi.org/10.1021/es072037q>
- Kniewald J, Jakominic M, Tomljenovic A, Simic P, Romac P, Vranesic D, Kniewald Z (2000) Disorders of male rat reproductive tract under the influence of atrazine. *J Appl Toxicol* 20:61–68.
- Komsky-Elbaz, A., Zubov, A., y Roth, Z. (2019). Effect of the herbicide atrazine and its major metabolite, DACT, on bovine sperm cryotolerance. *Theriogenology*, 140, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.08.026>.
- Kortekamp A (ed). (2011). *Herbicides and Environment* (Kortekamp A ed.). intech.
- Kosinski, R. J. (1984) The effect of terrestrial herbicides on the community structure of stream periphyton. *Environ. Pollut. Ser. 36*: 165-189. En: CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999. Canadian Environmental Quality Guidelines.
- Koskinen, W.C. Y S. A. Clay (1997). Factors affecting atrazine fate in North Central U.S. Soils. *Rev. Environ. Contam. Toxicol*, 151:117-165.
- Kotrikla, A; Gatidpu, G; Lekkas, T. (2018). Toxic effects of Atrazine, Deethyl-Atrazine, Deisopropyl-Atrazine and Metolachlor on *Chlorella fusca* var *fusca*. *Global NEST Journal* Global NEST: The International Journal, 1(1), 39–46. <https://doi.org/10.30955/gnj.000110>.
- Kramer K., Lepschy J., Hock B., (2001). Long-Term Monitoring of Atrazine Contamination in Soil by ELISA. *Journal of AOAC International*; 84: 150-155.
- Kreutz L.C., Barcellos L.J.G., dos Santos E.D., Pivato M., Zanatta R., (2012). Innate immune response of silver catfish (*Rhamdia quelen*) exposed to atrazine. *Fish and Shellfish Immunology*; 33: 1055-1059.
- Kreutz L.C., Barcellos L.J.G., Silva T.O., Anziliero D., Martins D., Lorenson M., et al., (2008). Acute toxicity test of agricultural pesticides on silver catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings. *Ciencia Rural*; 38: 1050-1055.
- Kreutz L.C., Pavan T.R., Alves A.G., Correia A.G., Barriquel B., dos Santos E.D., et al., (2014). Increased immunoglobulin production in silver catfish (*Rhamdia quelen*) exposed to agrichemicals. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*; 47: 499-504.
- Kulikova, N.A., Perminova, I.V., 2002, Binding of atrazine to humic substances from soil, peat and coal related to their structure: *Environmental Science and Technology*, 36(17), 3720–3724.
- Lang, D. H., Rettie, A. E., y Böcker, R. H. (1997). Identification of enzymes involved in the

- metabolism of atrazine, terbutylazine, ametryne, and terbutryne in human liver microsomes. *Chemical Research in Toxicology*, 10(9), 1037–1044. <https://doi.org/10.1021/tx970081l>
- Lantieri, MJ (2018). Evaluación de la exposición ocupacional a plaguicidas de aplicadores de cultivos extensivos de la provincia de Córdoba, Argentina. [tesis doctoral]. Secretaría de Graduados en Ciencias de la Salud. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Córdoba. 150 p
- LaVerda, N. L., Goldsmith, D. F., Alavanja, M. C. R., y Hunting, K. L. (2015). Pesticide Exposures and Body Mass Index (BMI) of Pesticide Applicators from the Agricultural Health Study. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues*, 78(20), 1255–1276. <https://doi.org/10.1080/15287394.2015.1074844>
- Lawa (2019). Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2013 bis 2016. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. beschlossen auf der 157. LAWA-Vollversammlung am 03./04.04.2019 in Gotha.
- Leboulanger Ch, Rimet, F. Heame de Lacotte, M. y Bearard (2001). Effects of atrazine and nicosulfuron on freshwater microalgae. *Environment International* 26 (2001) 131±135
- Leiva, P., y Picapietra, G. (2012). Compatibilidad para mezclas de tanque de tres herbicidas utilizados en barbecho químico. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. Argentina.
- Lenardon, A.; Maitre, M.; Enrique, S. y Bernasconi, V. (2000). Extracción y cuantificación de atrazina en el suelo, *Actas del XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*, Mar del Plata, Argentina, Abril 11-14, 2000
- Li X, He J, Li S (2007) Isolation of a chlorpyrifos-degrading bacterium, *Sphingomonas* sp. strain Dsp-2, and cloning of the mpd gene. *Res Microbiol* 158:143–149.
- Lim, S., Ahn, S.Y., Song, I.C., Chung, M.H., Jang, H.C., Park, K.S., Lee, K.U., Pak, Y.K., Lee, H.K., (2009). Chronic exposure to the herbicide, atrazine, causes mitochondrial dysfunction and insulin resistance. *PloS One* 4, e5186.
- Lin, J., Li, H.X., Qin, L., Du, Z.H., Xia, J. y Li, J.L. (2016). A novel mechanism underlies atrazine toxicity in quails (*Coturnix Coturnix coturnix*): triggering ionic disorder via disruption of ATPases. *Oncotarget*. 7-51, pp: 83880-83892.
- Lin, J., Zhao, H.S., Qin, L., Li, X.N., Zhang, C., Xia, J. y Li, J.L. (2018). Atrazine Triggers Mitochondrial Dysfunction and Oxidative Stress in Quail (*Coturnix C. coturnix*) Cerebrum via Activating Xenobiotic Sensing Nuclear Receptors and Modulating Cytochrome P450 Systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66, 6402–6413.
- Liu T., Zhang Z., Chen D., Wang L., Yao H., Zhao F., et al., (2013). Effect of atrazine and chlorpyrifos exposure on heat shock protein response in the brain of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 107: 277-283.
- Liu, X., Hui, C., Bi, L., Romantschuk, M., Kontro, M., Strommer, R., and Hui, N. (2015) Bacterial community structure in atrazine treated reforested farmland in Wuying China. *Appl Soil Ecol* 98: 39–46.
- Loewy RM, Monza LB, Kirs VE, Savini MC. (2011) Pesticide distribution in an agricultural environment in Argentina. *J. Environ. Sci. Health B*. (46): 662-670
- Loiseau, L., Barriuso, E., 2002, Characterization of the atrazine's bound (non-extractable) residues using fractionation techniques for soil organic matter: *Environmental Science and Technology*, 36, 683–689.
- López Aca V., González P.V., Marino D.M., Carriquiriborde P., (2014). Comparative toxicity of insecticides, fungicides and herbicides widely used in the Pampas (Argentina) on the “Pejerrey” (*Odontesthes bonariensis*). SETAC North America 35th Annual Meeting. Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Lopez Sarmiento, C; Moreno, I.; Sagardoyburu, S. (2002). Tercer Informe Estadístico de Consultas Registradas por los CIAATs (Centros de Información, Asesoramiento y Asistencia Toxicológica) de la República Argentina. Ministerio de Salud de la Nación. Disponible en: https://www.toxicologia.org.ar/wp-content/uploads/2016/03/III_informe_estadistico_2002.pdf
- Lovejoy, P. C., y Fiumera, A. C. (2019). Effects of dual exposure to the herbicides atrazine and paraquat on adult climbing ability and longevity in *Drosophila melanogaster*. *Insects*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/insects10110398>.
- Lowry, G. V., Avellan, A., y Gilbertson, L. M. (2019). Opportunities and challenges for nanotechnology in the agri-tech revolution. *Nature Nanotechnology*, 14(6), 517–522. <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0461-7>
- Lucas, A. D., Jones, A. D., Goodrow, M. H., Saiz, S. G., Blewett, C., Seiber, J. N., y Hammock, B. D. (1993). Determination of Atrazine Metabolites in Human Urine: Development of a Biomarker of Exposure. *Chemical Research in Toxicology*, 6(1), 107–116. <https://doi.org/10.1021/tx00031a017>

- Ma Q, Rahman A, Holland PT, James TK, y Mcnaughton D.E. (2004). Field dissipation of acetochlor in two New Zealand soils at two application rates. *Journal Environmental Quality* 33:930–938.
- Mac Loughlin T.M., Peluso M.L., Etchegoyen M.A., Alonso L.L., de Castro M.C., Percudani M.C., et al., (2018). Pesticide residues in fruits and vegetables of the Argentine domestic market: Occurrence and quality. *Food Control*; 93: 129-138.
- Mac Loughlin, T. M., Peluso, L., y Marino, D. J. G. (2017). Pesticide impact study in the peri-urban horticultural area of Gran La Plata, Argentina. *Science of the Total Environment*, 598, 572–580. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.116>
- Machete M., y Shadung J.M., 2019. Detection of selected agricultural pesticides in river and tap water in Letsitele, Lomati and Vals–Renoster catchments, South Africa. *Water SA*; 45: 716-720. [management/public/consultations/re-evaluation-note/2015/special-review-atrazine/document.html](https://www.watermanagement/public/consultations/re-evaluation-note/2015/special-review-atrazine/document.html)
- Mahé, I., Gauvrit, C., Angevin, F., y Chauvel, B. (2020). Quels enseignements tirer du retrait de l'atrazine dans le cadre de l'interdiction prévue du glyphosate ? *Cahiers Agricultures*, 29, 29. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020026>
- Mañas, F., Peralta, L., Nora, G., Bosch, B., y Aissa, D. (2009) Aberraciones Cromosómicas en Trabajadores Rurales de la Provincia de Córdoba Expuestos a Plaguicidas. *Journal of Basic y Applied Genetics* 20 (1): 09-13
- Maqbool, Z., Hussain, S., Imran, M., Mahmood, F., Shahzad, T., Ahmed, Z., Azeem, F., Muzammil, S. (2016) Perspectives of using fungi as bioresource for bioremediation of pesticides in the environment: a critical review. *Environ Sci Pollut Res*.
- Marchi, G., Marchi, E. C. S., y Guimarães, T. G. (2008). Herbicidas: mecanismos de ação e uso. In Documentos.
- Marcus SR, y Fiumera AC. (2016). Atrazine exposure affects longevity, development time and body size in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Insect Physiology*.91-92:18-25. doi: 10.1016/j.jinsphys.2016.06.006.
- Martínez Borda G. (2014) Estudio de percepción de riesgo a la salud y dinámica de uso de plaguicidas en la localidad de Maimará, provincia de Jujuy. Residencia en Epidemiología. Programa de prevención y control de las intoxicaciones. Ministerio de Salud. Presidencia de la nación. 56 p. Disponible en: <http://www.lavaca.org/wp-content/uploads/2015/10/agrotoxicos-vs-saludcap3b.pdf>
- Martínez Perez, L. (1996). Estudio del comportamiento en el medioambiente de los herbicidas empleados en el maíz. Universidad Autónoma Madrid.
- Martín-Olmedo, P., Carroquino Saltó, M., Ordóñez Iriarte, J., y Moya, J. (2016). La evaluación de riesgos en salud. Guía metodológica. Aplicaciones prácticas de la metodología de evaluación de riesgos en salud por exposición a químicos.
- Mas L.I., Aparicio V.C., De Gerónimo E., y Costa J.L. (2020) Pesticides in water sources used for human consumption in the semiarid region of Argentina. *Applied Sciences*, 2:691 | <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2513-x>
- Matsushita, S., Yamashita, J., Iwasawa, T., Tomita, T. y Ikeda, M. (2006). Effects of In Ovo Exposure to Imazalil and Atrazine on Sexual Differentiation in Chick Gonads. *Poultry Science* 85:1641–1647.
- Mehler, W.T., Schuler, L. J., y Lydy, M. J. (2008). Examining the joint toxicity of chlorpyrifos and atrazine in the aquatic species: *Lepomis macrochirus*, *Pimephales promelas* and *Chironomus tentans*. *Environmental Pollution*, 152(1), 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.04.028>
- Mela M., Guiloski I.C., Doria H.B., Randi M.A.F., De Oliveira Ribeiro C.A., Pereira L., et al., (2013). Effects of the herbicide atrazine in neotropical catfish (*Rhamdia quelen*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*; 93: 13-21.
- Mena, C.: Bettini, M.; Cerda, P.; Concha, F.; Paris, E. (2004). Epidemiología de las intoxicaciones en Chile: una década de registros. *Revista de Medicina de Chile*. 132:493-499. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rmc/v132n4/art13.pdf>.
- Méndez, M.E.; Regaldo, L.; Reno, U. Gagneten, A.M. (2019). Dinámica de la comunidad zooplanctónica en humedales periurbanos de San Justo (Santa Fe) impactados por la actividad agrícola. Tesina de licenciatura en Biodiversidad. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.
- Menezes, C. W. G., Santos, J. B., Assis Júnior, S. L., Fonseca, A. J., A.C., F., Soares, M. A., y Fernandes, A. (2012). Seletividade de atrazine e nicosulfuron a *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Planta Daninha*, 327–334. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582012000200011&lang=pt.

- Meng, S.; Chen J.; Wu W.; Hu G.; Qu, J. y You Y. (2011). Effect of Atrazine on Antioxidant Enzyme and Its Bioaccumulation in Kidney of Crucian Carp, *Carassius auratus*. J. Northeast Agricultural Univ. 18: 16-21.
- Merini L.J., Cuadrado, V. y Giulietti A.M. (2012). Biotechnological Strategies for Phytoremediating Triazinic Herbicides in the Humid Pampa (Argentina). *Journal of Life Sciences* 6 (2012) 1068-1076.
- Messaad I.A., Peters E.J., y Young L. (2000). Thermal tolerance of red shiner (*Cyprinella lutrensis*) after exposure to atrazine, terbufos, and their mixtures. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*; 64: 748-754.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (n.d.). Regulaciones Provinciales sobre aplicación de Agroquímicos. <https://datos.agroindustria.gob.ar/dataset/regulaciones-sobre-aplicacion-de-agroquimicos/archivo/84737e69-f494-488a-81d0-4c7748698865>
- Ministerio de Salud de Argentina (2009). Manual de Salud Ambiental Infantil para la Enseñanza de Grado en Escuelas de Medicina. Ministerio de Salud de Argentina, Ministerio de Salud de Chile, Organización Panamericana de la Salud. Santiago de Chile.
- Ministerio de Salud de la Nación (2014). Intoxicaciones e indicadores de efecto y exposición a agentes Tóxicos. Normativa y tutorial para la vigilancia a través del Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud – SNVS (C2 y SIVILA). Actualización 2014 Buenos Aires, 2014. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/images/stories/epidemiología/vigilancia/sivila/tutoriales/intoxicaciones-tutorial-consensuado-2014.pdf>.
- Miota, F., Siegfried, B. D., Scharf, M. E., y Lydy, M. J. (2000). Atrazine induction of cytochrome P450 in *Chironomus tentans* larvae. *Chemosphere*, 40(3), 285–291. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00257-X](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00257-X).
- Miquel, G. (2003). Rapport sur la qualité de l'eau et de l'assainissement en France - Tome II. <http://www.senat.fr/rap/l02-215-2/l02-215-21.pdf>
- Miranda A.L., Roche H., Randi M.A.F., Menezes M.L., y Ribeiro C.A.O., (2008). Bioaccumulation of chlorinated pesticides and PCBs in the tropical freshwater fish *Hoplias malabaricus*: Histopathological, physiological, and immunological findings. *Environment International*; 34: 939-949.
- Mohamed AT, El-Hussain AA, El-Siddig MA, Osman AG (2011) Degradation of oxyfluorfen herbicide by soil microorganisms biodegradation of herbicides. *Biotechnol* 10(3):274–279.
- Monaco, T., Weller, S., y Ashton, F. (2002). *Weed Science: Principles and Practices* (Fourth edi). Jhon Wiley y Sons.
- Montiel-León J.M., Duy S.V., Munoz G., Verner M.A., Hendawi M.Y., Moya H., et al., 2019a. Occurrence of pesticides in fruits and vegetables from organic and conventional agriculture by QuEChERS extraction liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Food Control*; 104: 74-82.
- Montiel-León J.M., Vo Duy S., Munoz G., Bouchard M.F., Amyot M., y Sauvé S., 2019b. Quality survey and spatiotemporal variations of atrazine and desethylatrazine in drinking water in Quebec, Canada. *Science Total Environment*; 671: 578-585. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.228>
- Montoya, J.; Bedmar, F.; Daniel, P. y Costa, J. (2003). Sorption of atrazine and three of its degradation products in different soils and tillage systems, *Proceedings of the 2nd International Workshop on Groundwater Risk Assessment at Contaminated Sites (GRACOS) and Integrated Soil and Water Protection (SOWA)*, pp. 253-257, ISSN 0935-4948, Tübingen, Germany, May 20-21, 2003
- Montoya, J.; Costa, J.; Liedl, R.; Bedmar, F. y Daniel, P. (2006). Effects of soil type and tillage practice on atrazine transport through intact soil cores. *Geoderma*, Vol. 137, No. 1-2 (December 2006), pp. 161-173
- Moore A., Scott A.P., Lower N., Katsiadaki I., y Greenwood L., (2003). The effects of 4-nonylphenol and atrazine on Atlantic salmon (*Salmo salar* L) smolts. *Aquaculture*; 222: 253-263.
- Moore, M. T., y Locke, M. A. (2012). Phytotoxicity of atrazine, S-metolachlor, and permethrin to *Typha latifolia* (Linnaeus) germination and seedling growth. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89(2), 292–295. <https://doi.org/10.1007/s00128-012-0682-z>.
- Moreira R.A., da Silva Mansano A., da Silva L.C., y Rocha O. (2014). A comparative study of the acute toxicity of the herbicide atrazine to cladocerans *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia silvestrii* and *Macrothrix flabelligera*. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26 (1):1-8.
- Moreno, J.L., Aliaga, A., Navarro, S., Hernández, T., and García, C. (2007) Effects of atrazine on microbial activity in semiarid soil. *Appl Soil Ecol* 35: 120–127.
- Muir, D.C.G., J.Y. Yoo y B.E. Baker (1978). Residues of atrazine and N-dealkylated atrazine in water from five agricultural watersheds in Quebec. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 7: 221-225.

En: CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). December 1996. Canadian Water Quality Guidelines.

Muñoz-Quezada MT, Lucero BA, Barr DB, Steenland K, Levy K, Ryan PB, Iglesias V, Alvarado S, Concha C, Rojas E, Vega C. (2013). Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: a systematic review. *NeuroToxicology*. 39:158–168.

Murphy M.B., Hecker M., Coady K.K., Tompsett A.R., Jones P.D., Du Preez L.H., et al., (2006). Atrazine concentrations, gonadal gross morphology and histology in ranid frogs collected in Michigan agricultural areas. *Aquatic Toxicology*; 76: 230-245.

Namulanda, G., Taylor, E., Maisonet, M., Boyd Barr, D., Flanders, W.D., Olson, D., Qualters, J.R., Vena, J., Northstone, K., Naeher, L. (2016). In utero exposure to atrazine analytes and early menarche in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children Cohort. *Environmental Research* 156: 420–425. doi:10.1016/j.envres.2017.04.004.

Nations B.K., Hallberg G.R., 1992. Pesticides in Iowa Precipitation. *Journal of Environmental Quality*; 21: 486-492.

NCR (National Research Council) (1991) *Frontiers in assessing human exposures to environmental toxicants*. Washington, DC. National Academy Press. Disponible en: <https://www.nap.edu/catalog/21344/frontiers-in-assessing-human-exposures-to-environmental-toxicants-report-of>

Nelson K. J. (1996). *Chronic Effects of Baseflow Levels of Atrazine on Platte River Algae*. Dissertations & Theses in Natural Resources Natural Resources, School of University of Nebraska – Lincoln

Novais S. C., De Coen W., y Amorim M. J. B. (2012) Gene Expression Responses Linked to Reproduction Effect Concentrations (EC10,20 50,90) of Dimethoate, Atrazine and Carbendazim, in *Enchytraeus albidus*. *PLoS ONE* | www.plosone.org 1 April 2012 | Volume 7 | Issue 4 | e36068

Nwachukwu EO, Osuji JO (2007) Bioremedial degradation of some herbicides by indigenous white rot fungus, *Lentinus subnudus*. *J Plant Sci* 2:619–624.

OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos). (2020). OCDE Environmental Risk Assessment Toolkit: Tools for environmental risk assessment and management. Disponible en: <https://www.oecd.org/env/ehs/risk-assessment/environmental-risk-assessment-toolkit.htm>

OJEU (Official Journal of the European Union). (2004). DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 13 de octubre de 2000 relativa a la no inclusión del clozolinato en el anexo I de la Directiva 91/414/CEE del Consejo y a la retirada de las autorizaciones de los productos fitosanitarios que contengan esta sustancia activa (Issue 4, pp. 32–33).

Okeola FO y Odebunmi O. E. (2010). Comparison of Freundlich and Langmuir isotherms for adsorption of Methylene Blue by agrowaste derived activated Carbon. *Advanced Environmental Biology*, 4(3), 329–335.

Oliveira, H. C., Stolf-Moreira, R., Martinez, C. B. R., Grillo, R., De Jesus, M. B., y Fraceto, L. F. (2015a). Nanoencapsulation enhances the post-emergence herbicidal activity of atrazine against mustard plants. *PLoS ONE*, 10(7), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132971>

Oliveira, H. C., Stolf-Moreira, R., Martinez, C. B. R., Sousa, G. F. M., Grillo, R., de Jesus, M. B., y Fraceto, L. F. (2015b). Evaluation of the side effects of poly(epsilon-caprolactone) nanocapsules containing atrazine toward maize plants. *Frontiers in Chemistry*, 3(OCT), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fchem.2015.00061>

Olsson, A. O., Baker, S. E., Nguyen, J. V., Romanoff, L. C., Udunka, S. O., Walker, R. D., Flemmen, K. L., y Barr, D. B. (2004). A Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry Multiresidue Method for Quantification of Specific Metabolites of Organophosphorus Pesticides, Synthetic Pyrethroids, Selected Herbicides, and DEET in Human Urine. *Analytical Chemistry*, 76(9), 2453–2461. <https://doi.org/10.1021/ac0355404>

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2011). Atrazine and Its Metabolites in Drinking-water Background document for development of OMS Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/HSE/WSH/10.01/11/Rev/1.

OMS (Organización Mundial de la Salud). (1995). Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1. Recomendaciones

OMS (Organización Mundial de la Salud). (2017). Herramienta de evaluación de riesgos para la salud humana de la OMS: peligros químicos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; Documento n°. 8 del Proyecto de armonización del IPCS.

OMS/OPS (Organización Mundial de la Salud/Organización Panamericana de la Salud). (2013). La enfermedad renal crónica en comunidades agrícolas de Centroamérica. Documento conceptual. 52° Reunión Consejo Directivo. Washington. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=22777&Itemid=270&ang=es

- OPS (Organización Panamericana de la Salud). Evaluación de Exposición en Estudios de Epidemiología Ocupacional. Curso de Autoaprendizaje. 2006. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/cursoa_epi/e/pdf/modulo4.pdf
- Orton F., Carr J.A., y Handy R.D., (2006). Effects of nitrate and atrazine on larval development and sexual differentiation in the northern Leopard frog *Rana pipiens*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25: 65-71.
- Palma P., Palma V.L., Matos C., Fernandes R.M., Bohn A., Soares A.M.V.M., y Barbosa I.R. (2009). Effects of atrazine and endosulfan sulphate on the ecdysteroid system of *Daphnia magna*. *Chemosphere* 74: 676–681
- PAN (Pesticide Action Network). (2020). Consolidated List of Banned Pesticides. <http://pan-international.org/pan-international-consolidated-list-of-banned-pesticides/>
- Panuwet, P., Nguyen, J. V., Kuklenyik, P., Udunka, S. O., Needham, L. L., y Barr, D. B. (2008). Quantification of atrazine and its metabolites in urine by on-line solid-phase extraction-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 391(5), 1931–1939. <https://doi.org/10.1007/s00216-008-2102-0>.
- Pape-Lindstrom, P. A., y Lydy, M. J. (1997). Synergistic toxicity of atrazine and organophosphate insecticides contravenes the response addition mixture model. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(11), 2415–2420. [https://doi.org/10.1897/1551-5028\(1997\)016<2415:STOAAO>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1897/1551-5028(1997)016<2415:STOAAO>2.3.CO;2).
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2008). Reglamento (CE) N° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea. *Diario Oficial de La Unión Europea*, 353(1), 1 a 1355. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:353:0001:1355:es:PDF>
- Paulino M.G., Souza N.E.S., y Fernandes M.N., (2012). Subchronic exposure to atrazine induces biochemical and histopathological changes in the gills of a Neotropical freshwater fish, *Prochilodus lineatus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*; 80: 6-13.
- Payá-Pérez, A.B., Cortés, A., Sala, M.N., Larsen, B., 1992, Organic matter fractions controlling the sorption of atrazine in sandy soils: *Chemosphere*, 25(6), 887–898.
- Peng X, Huang J, Liu C, Xiang Z, Zhou J, Zhong G (2012) Biodegradation of bensulphuron-methyl by a novel *Penicillium pinophilum* strain BP-H-02. *J Hazard Mater* 213:216–221.
- Peralta, L., Mañas, F., Gentile, N., Bosch, B., Méndez, A., y Aissa, 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.
- Pereira de Albuquerque, F. P., de Oliveira, J. L., Moschini-Carlos, V., y Fraceto, L. F. (2020). An overview of the potential impacts of atrazine in aquatic environments: Perspectives for tailored solutions based on nanotechnology. *Science of the Total Environment*, 700. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134868>.
- Pereira, A. E. S., Grillo, R., Mello, N. F. S., Rosa, A. H., y Fraceto, L. F. (2014). Application of poly(epsilon-caprolactone) nanoparticles containing atrazine herbicide as an alternative technique to control weeds and reduce damage to the environment. *Journal of Hazardous Materials*, 268, 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.01.025>
- Pérez J., Domingues I., Monteiro M., Soares A.M.V.M., y Loureiro S., (2013). Synergistic effects caused by atrazine and terbuthylazine on chlorpyrifos toxicity to early-life stages of the zebrafish *Danio rerio*. *Environmental Science and Pollution Research* 20: 4671-4680.
- Pérez, D. J., Iturburu, F. G., Calderon, G., Oyesqui, L. A. E., De Gerónimo, E., y Aparicio, V. C. (2021). Ecological risk assessment of current-use pesticides and biocides in soils, sediments and surface water of a mixed land-use basin of the Pampas region, Argentina. *Chemosphere*, 263, 128061. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128061>
- Pérez, D. J., Okada, E., De Gerónimo, E., Menone, M. L., Aparicio, V. C., y Costa, J. L. (2017). Spatial and temporal trends and flow dynamics of glyphosate and other pesticides within an agricultural watershed in Argentina. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 36(12), 3206–3216. <https://doi.org/10.1002/etc.3897>
- Pérez, J., Monteiro, M. S., Quintaneiro, C., Soares, A. M. V. M., y Loureiro, S. (2013). Characterization of cholinesterases in *Chironomus riparius* and the effects of three herbicides on chlorpyrifos toxicity. *Aquatic Toxicology*, 144–145, 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.10.014>
- Persch T.S.P., da Silva P.R., dos Santos S.H.D., de Freitas B.S., y Oliveira G.T., (2018). Changes in intermediate metabolism and oxidative balance parameters in sexually matured three-barbeled catfishes exposed to herbicides from rice crops (Roundup®, Primoleo® and Facet®). *Environmental Toxicology and Pharmacology*; 58: 170-179.

- Persch T.S.P., Weimer R.N., Freitas B.S., y Oliveira G.T., (2017). Metabolic parameters and oxidative balance in juvenile *Rhamdia quelen* exposed to rice paddy herbicides: Roundup®, Primoleo®, and Facet®. *Chemosphere*; 174: 98-109.
- Peter L, Gajendiran A, Mani D, Nagaraj S, Abraham J (2015) Mineralization of malathion by *Fusarium oxysporum* strain JASA1 isolated from sugarcane fields. *Environ Prog Sustainable Energy* 34(1):112–116.
- Phyu, Y. L., Palmer, C. G., Warne, M. S. J., Hose, G. C., Chapman, J. C., y Lim, R. P. (2011). A comparison of mixture toxicity assessment: Examining the chronic toxicity of atrazine, permethrin and chlorothalonil in mixtures to *Ceriodaphnia cf. Dubia*. *Chemosphere*, 85(10), 1568–1573. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.07.061>
- Phyu, Y.L., Warne M.S.J., y Lim R.P. (2004). Toxicity of Atrazine and Molinate to the Cladoceran *Daphnia carinata* and the effect of river water and bottom sediment on their bioavailability. *Archives Environmental Contamination and Toxicology*. 46: 308–315. DOI: 10.1007/s00244-004-0010-0.
- Porfido, O.D. (2014) Los plaguicidas en la República Argentina. 1a ed. - Buenos Aires : Ministerio de Salud de la Nación, 2013. 192 p. ISBN 978-950-38-0160-4
- Portocarrero, R., Aparicio, V. C., De Gerónimo, E., Morales, C., Lizondo, M., y Costa, J. L. (2016). Presencia de ametrina y atrazina en los sistemas hídricos superficiales y subterráneos del este cañero de la provincia de Tucumán. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 1(Figura 1), 6. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-presencia_de_ametrina_y_atrazina_en_los_sistemas_hidricos_superficiales_y_subterranos_en_el_este_canero_de_la_provincia_de_tucuman.pdf
- Portocarrero, R., Aparicio V., de Gerónimo E. y Costa J.E. (2019). Soil properties of sugarcane fields controlling triazine leaching potential. *Soil Research*, 57, 729–737 <https://doi.org/10.1071/SR18342>
- Prado, O. Zamora, C. Siebe M. Salazar-Ledesmaa, B. (2018) Mobility of atrazine in soils of a wastewater irrigated maize field. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 255.
- Pratt J. R., Melendez A. E., Barreiro R., y Bowers N. J. (1997). Predicting the ecological effects of herbicides *Ecological Applications*, 7(4): 1117–1124
- Principiano, M. A. y H. A. Acciaresi (2017). Costo financiero e impacto ambiental del control de malezas en diferentes secuencias de cultivos en el NO de la provincia de Buenos Aires. *RTA: Revista de Tecnología Agropecuaria*. Vol. 10(34):37-41.
- Propersi, P. (2004). Los sistemas del cinturón verde del Gran Rosario y la salud de la población productora. *Agromensajes*; 14:32-34.
- PubChem. National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information USA. (n.d.). Atrazine | C₈H₁₄ClN₅ - PubChem. Retrieved November 10, 2020, from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2256>
- Puricelli, E. (2004). Herbicidas: Características y fundamentos de su actividad. In *Ed. Universidad Nacional de Rosario*. Universidad Nacional de Rosario. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999001100009>
- Qin et al., (2015). Atrazine triggers developmental abnormality of ovary and oviduct in quails (*Coturnix Coturnix coturnix*) via disruption of hypothalamo-pituitary-ovarian axis. *Environmental Pollution*. 207, 299-307.
- Quero, A., Ferré, D., Zarco, A., Cuervo, P. y Gorla, N. (2016). Erythrocyte micronucleus cytome assay of 17 wild bird species from the central Monte desert, Argentina. *Environmental Science and Pollution Research* DOI 10.1007/s11356-016-7638-5.
- Radosevich, M., Traina, S. J., Hao, Y. L., y Tuovinen, O. H. (1995). Degradation and mineralization of atrazine by a soil bacterial isolate. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(1), 297–302. <https://doi.org/10.1128/aem.61.1.297-302.1995>
- Rayner, J.L.; Enoch, R.R. y Fenton, S.E. (2005). Adverse effects of prenatal exposure to atrazine during a critical period of mammary gland growth. *Toxicology Science*. 87, 255–266.
- Rayner, J.L.; Wood, C. y Fenton, S.E. (2004). Exposure parameters necessary for delayed puberty and mammary gland development in Long-Evans rats exposed in utero to atrazine. *Toxicological Applied Pharmacology*. 195, 23–34.
- Regaldo, L., Gutierrez, Reno U., Fernández V., Gervasio S., Repetti M.R., Gagneten A.M. (2018) Water and sediment quality assessment in the Colastiné-Corralito stream system (Santa Fe, Argentina): impact of industry and agriculture on aquatic ecosystems *Environmental Science and Pollution Research*. 25 (7): 6951-6968. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0911-4>.
- Regaldo, L., Troiani, H., y Gagneten A.M. (2013). Efecto de metales pesados y plaguicidas sobre organismos planctónicos de diferente nivel trófico y eficiencia de acumulación por microalgas. Tesis Doctoral. FBCB. Universidad Nacional del Litoral. DOI: <https://doi.org/10.14409/fabicib.v18i0.4874>.

- Reis, T. C., Soares, M. A., Dos Santos, J. B., Dos Santos, C. A., Serrão, J. E., Zanuncio, J. C. y Ferreira, E. A. (2018). Atrazine and nicosulfuron affect the reproductive fitness of the predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 90(4), 3625–3633. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170748>
- Remor AP, Caprini Totti C, Alves Moreira D, Pimentel Dutra G, Dahlström Heuser V, Marlei Boeira J. (2009) Occupational exposure of farm workers to pesticides: Biochemical parameters and evaluation of genotoxicity. *Environ. Internat*; 35: 273-278.
- Ren X-M, Kuo Y, Blumberg B (2020) Agrochemicals and obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology* 515: 110926.
- Rheinheimer dos Santos D., Monteiro de Castro Lima J.A., Paranhos Rosa de Vargas J., Camotti Bastos M., Santanna dos Santos M.A., Mondamert L., et al., 2020. Pesticide bioaccumulation in epilithic biofilms as a biomarker of agricultural activities in a representative watershed. *Environmental Monitory Assessment*; 192.
- Rocha, T. L., Gomes, T., Sousa, V. S., Mestre, N. C., y Bebianno, M. J. (2015). Ecotoxicological impact of engineered nanomaterials in bivalve molluscs: An overview. *Marine Environmental Research*, 111, 74–88. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.06.013>
- Rodríguez N. (2000). Calidad de agua y agroquímicos. INTA EEA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”. *Boletín de Divulgación Técnica* N° 68. 10 p.
- Rohr J.R., McCoy K.A., (2010). A Qualitative Meta-Analysis Reveals Consistent Effects of Atrazine on Freshwater Fish and Amphibians. *Environmental Health Perspectives*; 118: 20-32.
- Romero, MC, Urrutia MI, Reinoso, EH, Vedova, RD, Reynaldi, FJ. (2014) Atrazine degradation by wild filamentous fungi. *Global Research Journal of Microbiology* 4:10 –16.
- Ross, M., Goberna, M., Moreno, J.L., Hernández, T., García, C., Insam, H., 2006, Molecular and physiological bacterial diversity of a semiarid soil contaminated with different levels of formulated atrazine: *Applied Soil Ecology*, 34, 93–102.
- Saavedra Mahía, J. (2012). *Dinámica de la atrazina y efectos de su aplicación en suelos agrícolas de Galicia* [Universidad de Santiago de Compostela]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=109366>
- Salam JA, Lakshmi V, Das D, Das N (2013) Biodegradation of lindane using a novel yeast strain, *Rhodotorula* sp. VITJzN03 isolated from agricultural soil. *World J Microbiol Biotechnol* 29(3):475–487.
- Salazar-Ledesma, M., Prado, B., Zamora, O., y Siebe, C. (2018). Mobility of atrazine in soils of a wastewater irrigated maize field. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 255(May 2017), 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.018>
- Santos T.G., y Martinez C.B.R., (2012). Atrazine promotes biochemical changes and DNA damage in a Neotropical fish species. *Chemosphere*; 89: 1118-1125.
- Schaefer, M. C. (2002). Evaluation of Manufacturing Processes for the by (Issue January).
- Scheyer A., Morville S., Mirabel P., Millet M., 2007. Variability of atmospheric pesticide concentrations between urban and rural areas during intensive pesticide application. *Atmospheric Environment*; 41: 3604-3618.
- Schmidt, A. M., Sengupta, N., Saski, C. A., Noorai, R. E., y Baldwin, W. S. (2017). RNA sequencing indicates that atrazine induces multiple detoxification genes in *Daphnia magna* and this is a potential source of its mixture interactions with other chemicals. *Chemosphere*, 189, 699–708. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.09.107>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (2020) (n.d.). Argentina. Resolución 350/99.
- Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina. (n.d.). *PRODUCTOS FITOSANITARIOS-Ley 27279*. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/265000-269999/266332/norma.htm>
- SENSA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria de Argentina) (2016). LMR de principios activos por cultivo. Available at <http://www.senasa.gov.ar/informacion/prod-vet-fito-y-fertilizantes/prodfitosanitarios>
- SENSA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria de Argentina) (n.d.). Registro Nacional de Terapéutica Vegetal. Retrieved November 1, 2020, from <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productosveterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal>
- SENSA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) (n.d.). *Límites máximos de residuos permitidos* Title. 2020. <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productosveterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal>

- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). Argentina. Decreto 3489-1958.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). Argentina. (n.d.). Decreto 5769-59.pdf.
- SENASA (Servicio Nacional de Seguridad y Calidad Agropecuaria) (1998). Límites máximos de residuos de plaguicidas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.
- Sene L, Converti A, Secchi GAR, Simão RCG (2010) New aspects on atrazine biodegradation. *Braz Arch Biol Technol* 53(2):487–496.
- Severo E.S., Marins A.T., Cerezer C., Costa D., Nunes M., Prestes O.D., et al. (2020). Ecological risk of pesticide contamination in a Brazilian river located near a rural area: A study of biomarkers using zebrafish embryos. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*; 190.
- Shipitalo, M. J., y Owens, L. B. (2003). Atrazine, deethylatrazine, and deisopropylatrazine in surface runoff from conservation tilled watersheds. *Environmental Science and Technology*, 37(5), 944–950. <https://doi.org/10.1021/es020870b>
- Shrestha, S., Parks, C. G., Goldner, W. S., Kamel, F., Umbach, D. M., Ward, M. H., Lerro, C. C., Koutros, S., Hofmann, J. N., Beane Freeman, L. E., y Sandler, D. P. (2019). Pesticide use and incident hyperthyroidism in farmers in the Agricultural Health Study. *Occupational and Environmental Medicine*, 76(5), 332–335. <https://doi.org/10.1136/oemed-2018-105518>
- Silva LOC, Silva AA, D'Ántonino L, Quieroz MEL, Lima CF, y Freitas FCL (2012) *Daninha* 30, 633–640. doi:10.1590/S0100-83582012000300020
- Solares, J.J., Aparecido Braz, B., y Busoli, A. (1995). Impacto de herbicidas sobre artrópodos benéficos asociados ao algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30(9), 1135–1140.
- Solomon K.R., Carr J.A., Du Preez L.H., Giesy J.P., Gross T.S., Kendall R.J., et al., (2005). Ecotoxicological risk assessment of atrazine in amphibians. *ACS Symposium Series*. 899, pp. 124-137.
- Solomon K.R., Carr J.A., Du Preez L.H., Giesy J.P., Kendall R.J., Smith E.E., et al., (2008). Effects of atrazine on fish, amphibians, and aquatic reptiles: A critical review. *Critical Reviews in Toxicology*; 38: 721-772.
- Solomon, K.R., Baker, D.B., Richards, P., Dixon, K.R., Klaine, S.J., La Point, T.W., Kendall, R.J., Giddings, J.M., Giesy, J.P., Hall, L.W.J., Weisskopf, C., and Williams, M. (1996). Ecological risk assessment of atrazine in North American surface waters. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 15:31–76
- Souza, P. M. S., Lobo, F. A., Rosa, A. H., y Fraceto, L. F. (2012). Desenvolvimento de nanocápsulas de poli-ε-caprolactona contendo o herbicida atrazina. *Química Nova*, 35(1), 132–137. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000100024>
- Souza-Casadinho, O. J., y Bocero, S. L. (2008). Agrotóxicos: Condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 9, 87–101.
- Spolyarich N., Hyne R., Wilson S., Palmer C., y Byrne M., (2010). Growth, development and sex ratios of Spotted Marsh Frog (*Limnodynastes tasmaniensis*) larvae exposed to atrazine and a herbicide mixture. *Chemosphere* 78: 807-813.
- SRHN (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación Argentina) 2003. Desarrollos de Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente Correspondientes a Atrazina. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Buenos Aires, pp. 27.
- SRT (2014). Encuesta sobre Empleo, Protección Social y Condiciones de Trabajo de los Asalariados Agrarios. Resultados seleccionados. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/srt/observatorio-srt/encuestas-salud-trabajo/asalariados-agrarios-2013-2014>
- SRT (2020) Boletín Estadístico Anual de Accidentabilidad por Sector. Disponibles en: https://www.srt.gob.ar/estadisticas/acc_anual_sector.php
- Stara, A., Kouba, A. Velisek. J. (2018). Biochemical and histological effects of sub-chronic exposure to atrazine in crayfish *Cherax destructor*. *Chemico-Biological Interactions* 291: 95–102
- Stoker C., Beldoménico P.M., Bosquiaz V.L., Zayas M.A., Rey F., Rodríguez H., et al., (2008). Developmental exposure to endocrine disruptor chemicals alters follicular dynamics and steroid levels in *Caiman latirostris*. *General and Comparative Endocrinology*; 156: 603-612.
- Stoker, T. E., Guidici, D. L., Laws, S. C., y Cooper, R. L. (2002). The effects of atrazine metabolites on puberty and thyroid function in the male Wistar rat. *Toxicological Sciences*, 67(2), 198–206. <https://doi.org/10.1093/toxsci/67.2.198>
- Stoker, T.E.; Robinette, C.L. y Cooper, R.L. (1999). Maternal exposure to atrazine during lactation suppresses suckling-induced prolactin release and results in prostatitis in the adult offspring. *Toxicological Science*. 52, 68–79.

- Stratton, G. W. (1984). Effects of the Herbicide Atrazine and its Degradation Products, Alone and in Combination, on Phototrophic Microorganisms. 42, 35–42.
- Sui, Y. y Yang, H. (2013). Bioaccumulation and degradation of atrazine in several Chinese ryegrass genotypes. *Environmental Science Process. Impacts* 15: 2338–2344.
- Sullivan K.B., y Spence K.M., (2003). Effects of sublethal concentrations of atrazine and nitrate on metamorphosis of the African clawed frog. *Environmental Toxicology and Chemistry*; 22: 627–635.
- Sun J.T., Pan L.L., Zhan Y., Tsang D.C.W., Zhu L.Z., Li X.D., (2017). Atrazine contamination in agricultural soils from the Yangtze River Delta of China and associated health risks. *Environmental Geochemistry and Health*; 39: 369–378. <https://doi.org/10.1007/s10653-016-9853-x>
- Supelco. (2020). *Ficha de datos de Seguridad de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006 Atrazina. Versión 8.1* (Issue 1907). www.sigmaaldrich.com
- Svartz G.V., Herkovits J., Pérez-Coll C.S., (2012). Sublethal effects of atrazine on embryo-larval development of *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae). *Ecotoxicology*; 21: 1251–1259.
- Swan, S. H., Kruse, R. L., Liu, F., Barr, D. B., Drobnis, E. Z., Redmon, B., Wang, C., Brazil, C., y Overstreet, J. W. (2003). Semen quality relation to biomarkers of pesticide exposure. *Environmental Health Perspectives*, 111(12), 1478–1484. <https://doi.org/10.1289/ehp.6417>
- Taverna, M. E., Busatto, C. A., Lescano, M. R., Nicolau, V. V., Zalazar, C. S., Meira, G. R., y Estenoz, D. A. (2018). Microparticles based on ionic and organosolv lignins for the controlled release of atrazine. *Journal of Hazardous Materials*, 359, 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.07.010>.
- Tongo I. y Ezemonye L., (2015). Human health risks associated with residual pesticide levels in edible tissues of slaughtered cattle in Benin City, Southern Nigeria. *Toxicology Reports*; 2: 1117–1135.
- Torri, S. (2015). Dinámica de los plaguicidas en los agroecosistemas. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/305905415_Dinamica_de_los_plaguicidas_en_los_agroecosistemas.
- Trautner, F., Huber, K., Niessner, R. (1992). Appearance and concentration ranges of atrazine in spring time cloud and rainwater from the Vosges (France). *J. Aerosol Sci.* 23 (S1999–S1002).
- Trevisan, M., Montepani, C., Ragozza, L., Bartoletti, C., Ioannilli, E. and Del Re, A.A.M. (1993). Pesticides in rainfall and air in Italy. *Environ. Pollut.*, 80, 31–39.
- ONU y OMS (United Nations and World Health Organization). (2017). *Manual sobre la elaboración y uso de las especificaciones de plaguicidas de la FAO y la OMS: Tercera revisión de la primera edición*.
- UnIDA (Ministerio de Salud, Organización Panamericana de la Salud, Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente, y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable). (2007). *La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta y el ambiente de estudio colaborativo multicéntrico*.
- University Hertfordshire. (n.d.). Atrazine (Ref: G 30027). Retrieved November 10, 2020, from <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/43.htm>
- USDA (United States Department of Agriculture) (2017). *Agricultural 2016 Agricultural Chemical Use Survey. Corn*. http://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Chemical_Use/
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (1977). *Silviculture and chemicals and protection of water quality*. EPA 910/9-77-036. U.S. Environmental Protection Agency, Region X, Seattle, WA.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (1988). *Liquid-Solid Extraction and Capillary Column Gas*.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (1992). Framework for ecological risk assessment. EPA/630/R92/001. Risk Assessment Forum, Washington, DC., pp. 58.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (1997). IRIS (Integrated Risk Information System). April 1, 1997. 0209. Atrazine.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (2006). *Atrazine*. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/atrazine>
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (2006). Standard Soil Mobility Classification Guidance. Memorandum From S. Bradbury to the Environmental Fate and Effects Division. January 23, 2004. Environmental Fate and Effects Division. Office of Pesticide Programs. United States Environmental Protection Agency.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (2018). Memorandum: Chlorotriazines: Cumulative Risk Assessment - Atrazine, Propazine, and Simazine. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2>

- ahUKEwjD173fj7_tAhWtLLkGHXsZAIMQFjAdegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fdownloads.regulations.gov%2FEPA-HQ-OPP-2013-0266-1160%2Fcontent.pdf&usg=AOvVaw2pNNsP3_I_iwYLMExC6noH
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) 2019. Atrazine Proposed Interim Registration Review Decision, Case Number 0062. US Environmental Protection Agency, Pesticide Re-evaluation Division (EPA-HQ-OPP-2013-0266), Washington, D.C., pp. 59.
- Ustarroz, D., y Rainero, H. (2011). Persistencia y fitotoxicidad de atrazina en el cultivo de soja. *Aapresid*, 75–78.
- van den Brink P. J., van Donk E., Gylstra R, Crum SJH. y Brock TCM (1995). Effects of chronic low concentrations of the pesticides Chlorpyrifos and atrazine in indoor freshwater microcosms. *Chemosphere*, Vol. 31 (5): 3181-3200.
- Van Der Kraak G.J., Hosmer A.J., Hanson M.L., Kloas W., Solomon K.R., (2014). Effects of Atrazine in Fish, Amphibians, and Reptiles: An Analysis Based on Quantitative Weight of Evidence. *Critical Reviews in Toxicology*; 44: 1-66.
- Victor-Costa, A.B.; Carozzi Bandeira, S.M.; Oliveira, A.G.; Bohórquez Mahecha, G.A.; Oliveira, C.A. (2010). Changes in testicular morphology and steroidogenesis in adult rats exposed to Atrazine. *Reprod. Toxicol.* 29: 323–331.
- Vidal, E. (2014). Gestión de envases de agroquímicos. En: *Tesis Doctoral*. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina.
- Villaamil Lepori, E Bovi Mitre G, Nassetta M. (2013). Situación Actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. *Rev Int Contam Ambient*; 29: 25-43.
- Vogel A, Jocque H, Sirot LK, Fiumera AC. (2015). Effects of atrazine exposure on male reproductive performance in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Insect Physiology*. 72:14-21. doi: 10.1016/j.jinsphys.2014.11.002.
- Vogel J.R., Majewski M.S., Capel P.D. (2008). Pesticides in rain in four agricultural watersheds in the United States. *Journal of Environmental Quality*; 37: 1101-1115.
- Vryzas, Z., Papadakis, E.N., Oriakli, K., Moysiadis, T.P., Papadopoulou-Mourkidou, E. (2012) Biotransformation of atrazine and metolachlor within soil profile and changes in microbial communities. *Chemosphere* 89: 1330–1338.
- Wacksman M.N., Maul J.D., y Lydy M.J., (2006). Impact of atrazine on chlorpyrifos toxicity in four aquatic vertebrates. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 51: 681-689.
- Waite D.T., Bailey P., Sproull J.F., Quiring D.V., D.F. Chau Bailey J. y Cessna A.J. (2005). Atmospheric concentrations and dry and wet deposits of some herbicides currently used on the Canadian Prairies. *chemosphere*.2004.09.105 doi: 10.1016/j.chemosphere.2004.09.105.
- Wang C., Zhang Z., Yao H., Zhao F., Wang L., Wang X., et al., (2014b). Effects of atrazine and chlorpyrifos on DNA methylation in the liver, kidney and gill of the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 108: 142-151.
- Wang L.L., Liu T., Wang C., Zhao F.Q., Zhang Z.W., Yao H.D., et al., (2013b). Effects of atrazine and chlorpyrifos on the production of nitric oxide and expression of inducible nitric oxide synthase in the brain of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 93: 7-12.
- Wang Y., An X., Shen, W., Chen, L., Jiang, J., Wang, O., y Cai, L (2016). Individual and combined toxic effects of herbicide atrazine and three insecticides on the earthworm, *Eisenia foetida*. *Ecotoxicology*. 25:991–999. DOI 10.1007/s10646-016-1656-4
- Wang, F.; Ji, R.; Jiang, Z. y Chen, W. (2014a). Species-dependent effects of biochar amendment on bioaccumulation of atrazine in earthworms. *Environmental Pollution*. 186, 241–247.
- Wang, X.; Xing, H.; Jiang, Y.; Wu, H.; Sun, G.; Xu, Q. y Xu, S. (2013a). Accumulation, histopathological effects and response of biochemical markers in the spleens and head kidneys of common carp exposed to atrazine and chlorpyrifos. *Food Chemistry and Toxicology*. 62, 148-158.
- Wang, Z., D. Gamble y C. Langford (1992). Interaction of atrazine with Laurentian soil. *Environ. Sci. Technol*, 26,560-565.
- Wauchope, R.D. y R.S. Myers (1985). Adsorption-desorption kinetics of atrazine and linuron in fresh water-sediment aqueous slurries. *J. Environ. Qual.* 14:132-136.
- OMS (1993). *Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines*.
- OMS (2011). Atrazine and Its Metabolites in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. *World Health Organization*, 23. http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/chemicals/Fourth_Edition_Atrazine_Document_Draft.doc
- WHO International Programme on Chemical Safety. (2010). The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2009 p.34

- Wilhelms, K.W., Fitzpatrick, K.F., Scanes, C.G. y Anderson, L.L. (2006). In Ovo Exposure to a Triazine Herbicide: Effects of Atrazine on Circulating Reproductive Hormones and Gonadal Histology in Young Japanese Quail. *Archives of Environmental Contamination and toxicology*. 51, 117–122. DOI: 10.1007/s00244-005-0165-x
- Williams, J.R. (2016). Biomarkers of oxidative stress in atrazine-treated honey bees: A laboratory and in-hive study. Thesis submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Life Science In Entomology.
- Winchester, P. D., Huskins, J., y Ying, J. (2009). Agrichemicals in surface water and birth defects in the United States. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*, 98(4), 664–669. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2008.01207.x>
- Winkelman, D. A., y Klaine, S. J. (1991). Degradation and bound residue formation of atrazine in a Western Tennessee soil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 10(3), 335–345. <https://doi.org/10.1002/etc.5620100306>
- Winston, J. J., Emch, M., Meyer, R. E., Langlois, P., Weyer, P., Mosley, B., Olshan, A. F., Band, L. E., y Luben, T. J. (2016). Hypospadias and maternal exposure to atrazine via drinking water in the National Birth Defects Prevention study. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 15(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0161-9>
- Wood R.J., Mitrovica S.M., Lima R.P., y Kefford B. J. (2017). Chronic effects of atrazine exposure and recovery in freshwater benthic diatoms from two communities with different pollution histories. *Aquatic Toxicology* 189: 200-208.
- Wrubleswski J., Reichert F.W., Jr., Galon L., Hartmann P.A., Hartmann M.T., (2018). Acute and chronic toxicity of pesticides on tadpoles of *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae). *Ecotoxicology*; 27: 360-368.
- Wu, T.L. (1980). Dissipation of the Herbicides Atrazine and Alachlor in a Maryland Corn Field. *J. of Environment. Quality*. Vol. 9,3. 459-465
[p.p.https://doi.org/10.2134/jeq1980.00472425000900030029x](https://doi.org/10.2134/jeq1980.00472425000900030029x)
- Xing H., Li S., Wang X., Gao X., y Xu S., (2013). Effects of atrazine and chlorpyrifos on the mRNA levels of HSP70 and HSC70 in the liver, brain, kidney and gill of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Chemosphere* 90: 910-916.
- Xing H., Li S., Wang Z., Gao X., Xu S., y Wang X., (2012a). Oxidative stress response and histopathological changes due to atrazine and chlorpyrifos exposure in common carp. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 103: 74-80.
- Xing H., Wang J., Li J., Fan Z., Wang M., y Xu S., (2010). Effects of atrazine and chlorpyrifos on acetylcholinesterase and Carboxylesterase in brain and muscle of common carp. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 30: 26-30.
- Xing H., Wang X., Sun G., Gao X., Xu S., y Wang X., (2012b). Effects of atrazine and chlorpyrifos on activity and transcription of glutathione S-transferase in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Environmental Toxicology and Pharmacology* 33: 233-244.
- Xing H., Wang Z., Wu H., Zhao X., Liu T., Li S., et al., (2015). Assessment of pesticide residues and gene expression in common carp exposed to atrazine and chlorpyrifos: Health risk assessments. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 113: 491-498.
- Xing H., Zhang Z., Yao H., Liu T., Wang L., Xu S., et al., (2014). Effects of atrazine and chlorpyrifos on cytochrome P450 in common carp liver. *Chemosphere*; 104: 244-250.
- Yang L, Zhao Y, Zhang B, Yang C, Zhang X (2005) Isolation and characterization of a chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2 pyridinol degrading bacterium. *FEMS Microbiol Lett* 251:67–73.
- Yang, G., Chen, C., Wang, Y., Cai, L., Kong, X., Qian, Y., y Wang, Q. (2015). Joint toxicity of chlorpyrifos, atrazine, and cadmium at lethal concentrations to the earthworm *Eisenia fetida*. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(12), 9307–9315. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4097-3>
- Yao Y., Harner T., Blanchard P., Tuduri L., Waite D., Poissant L., et al. (2008). Pesticides in the atmosphere across Canadian agricultural regions. *Environmental Science Technology*; 42: 5931-5937.
- Zabaloy M.C., Gómez M.A. (2005). Diversity of rhizobia isolated from an agricultural soil in Argentina based on carbon utilization and effects of herbicides on growth. *Biology Fertility Soils* 42: 83-88.
- Zhang, C., Li, H., Qin, L., Ge, J., Qi, Z. Talukder, M., Li, Y.H. y Li, J.L. (2019). Nuclear receptor AHR-mediated xenobiotic detoxification pathway involves in atrazine-induced nephrotoxicity in quail (*Coturnix C. coturnix*). *Environmental Pollution* 253, 889-898.

- Zhang, C., Li, X.L., Xiang, L.R., Qin, L., Lin, J. Li, J.L. (2017). Atrazine triggers hepatic oxidative stress and apoptosis in quails (*Coturnix C. coturnix*) via blocking Nrf2-mediated defense response. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 137, 49–56.
- Zhang, C., Qin, L., Dou, D.C., Li, X.N., Ge, J. y Li, J.L. (2018). Atrazine induced oxidative stress and mitochondrial dysfunction in quail (*Coturnix C. coturnix*) kidney via modulating Nrf2 signaling pathway. *Chemosphere*. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.08.138.
- Zhao, F., Li, Y., Huang, L., Gu, Y., Zhang, H., Zeng, D. y Tan, H. (2018). Individual and combined toxicity of atrazine, butachlor, halosulfuron-methyl and mesotrione on the microalga *Selenastrum capricornutum*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148(September 2017), 969–975. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.11.069>.
- Zubillaga, M. S.; Rimski-Korsacov, H. y Zubillaga, M. M. (2010). Mobility of atrazine in a Vertic Argiudoll without agricultural history, *Actas del 2º Latin American Pesticide Residue Workshop (LAPRW)*, pp. 265, Santa Fe, Argentina, June 8-11, 2009.

14. ANEXO

Tabla A1. Criterios de categorización de los documentos relevados para la elaboración del informe. Se considera la relevancia, pertinencia, validez y rigurosidad científica.

Categoría C 1
- Publicaciones técnicas y científicas de revistas indexadas nacionales o internacionales; libros o capítulos de libros con proceso de aceptación de evaluación por pares. Este grupo de documentos incluirá: Comunicaciones Cortas, Artículos de Investigación Original, Relevamientos, Revisiones Temáticas, Resúmenes Extendidos de Presentaciones en Congresos Nacionales e Internacionales.
- Documentos oficiales – Comités de expertos de organismos públicos internacionales y sociedades científicas reconocidas de países de alta vigilancia ambiental y epidemiológica (principalmente EEUU, Canadá, Japón, UE, Reino Unido, Australia) oficiales, entes internacionales para los temas específicos a tratar (MINCYT, CONICET, CICIPBA, Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Society of Toxicology, Society for Risk Analysis, INTA, INTI, INA, Min. Ambiente, MINSAL, ANMAT, RSA-CONAL, WHO, PAHO, FAO/Codex, USEPA, OECD, EFSA, ECHA, entre otros).
- Informes elaborados por otros grupos académicos, científicos, agroeconómicos, multilaterales y ONGs (Asociación Toxicológica Argentina, Sociedad de Toxicología y Química Ambiental-ARG, Sociedad Iberoamericana de Salud Ambiental, International Institute of Life Sciences [ILSI Internacional], ILSI Argentina, Colegios de Agrónomos Provinciales, Oficinas de Gobierno Municipales, Provinciales o Regionales de las Áreas Salud, Ambiente, Economía-Aduanas, Agricultura, Seguridad y Desarrollo Social, Cámaras y Corporaciones del sector privado, otros a considerar; cuando al menos la mitad de los firmantes pertenezcan a Instituciones técnico-científicas, Universidades Nacionales, etc.
A los efectos de la construcción de una base de datos (en el gestor bibliográfico on line Mendeley u otra afín) los documentos se subdividirán en:
1-A. (Argentina): cuando la información de peligro, exposición y riesgo presente en el documento sea referente a nuestro país.
1-I. (Internacional): cuando la información de peligro, exposición y riesgo sea referente a otros países.
Categoría: C 2
- Publicaciones técnicas y científicas de revistas sin proceso de evaluación por pares, pero que incluyan detalles metodológicos completos y no se presente evidencia de no validez o ambigüedad.
- Compilaciones de comunicaciones en congresos con resumen extendido (presentaciones orales y/o posters completos) que incluyan un grado avanzado de detalles metodológicos.
- Tesis* de grado y posgrado. *Nota: generalmente se encuentran incluidas en una base de datos de acceso libre-público una vez que ha pasado un cierto tiempo para la publicación de los resultados principales.

- Libros o capítulos de libros sin proceso de evaluación por pares (por invitación), siempre y cuando se justifique su relevancia, pertinencia y haya suficiente información para considerar su validez.
2-A. (Argentina)
2-I. (Internacional)
Categoría: C 3
- Otras publicaciones, boletines no indicados y/o sin revisión por pares (revistas varias de organismos públicos y privados, Universidades Nacionales).
- Artículos de divulgación científica (tales como: Revistas Investigación y Ciencia; Drug Discovery Today; Waste Magazine; Revistas Ciencias de la Salud y Ciencia agraria y otras), cuando los contenidos del artículo queden respaldados por documentos de las Categorías C1-C2.
3-A. (Argentina)
3-I. (Internacional)
Categoría: C 4
- Resúmenes breves de congresos nacionales y/o internacionales. Estos documentos podrán pasar a la categoría C3 más como excepción que como regla y sólo en el caso por el cual para ese tópico/tema no haya una masa crítica de documentos de grupos C1-C2-C3. En todos los casos, si llegara a incluirse información de documentos de clase C4 en la elaboración de conclusiones preliminares o finales, se explicitará y justificará su inclusión en función de su relevancia, pertinencia, utilidad y validez.
Criterios de clasificación de trabajos según características de la investigación (A)

Tabla A2. Empresas que tienen registrada en Argentina formulaciones comerciales de ATZ (solo o en mezcla con otros principios activos). Referencias: N° Reg: N° de Registro en SENASA. I.A: Ingrediente Activo. CT: Clase Toxicológica. C: Concentración. EST: Estado para asegurar que las propiedades de las formulaciones no sean afectadas por el almacenamiento. SC: suspensión acuosa concentrada. WG: gránulos dispersables en agua. SE: suspoemulsión.

N°	EMPRESA	N° REG	MARCA COMERCIAL	I.A	CT	C	EST
1	ATANOR S.C.A.	30228	TRAC 50 FL	ATRAZINA	II	50	SC
2	DOW AGROSCIENCES ARGENTINA S.R.L.	32957	ATRAZINA DOW AGROSCIENCES	ATRAZINA	II	50	SC
3	SYNGENTA AGRO S.A.	33137	GESAPRIM 48	ATRAZINA	II	48	SC
4	MONSANTO ARGENTINA S.R.L.	33253	ATRAZINA EQUIPAGRO	ATRAZINA	II	50	SC
5	SYNGENTA AGRO S.A.	33921	GESAPRIM 50 FW A	ATRAZINA	II	50	SC
6	ATANOR S.C.A.	39390	TRAC 50 D	ATRAZINA	II	50	SC
7	MONSANTO ARGENTINA S.R.L.	34585	ATRAZINA 50 LA TIJERETA	ATRAZINA	II	50	SC
8	BAYER S.A.	34745	ATRAZINA BAYER	ATRAZINA	II	50	SC
9	UPL ARGENTINA S.A.	35852	ATRAZINA ICONA SC	ATRAZINA	II	50	SC
10	ATANOR S.C.A.	36131	YPF ATRAZINA HA	ATRAZINA	II	50	SC
11	SHARDA CROP-CHEM LIMITED SUC. EMP.EXT.	36373	ATRAZINA SHARDA 50	ATRAZINA	II	50	SC
12	AGROFINA S.A.	38658	ATRAFINA 50	ATRAZINA	II	50	SC
13	ATANOR S.C.A.	38659	GRANERO ATRAZINA	ATRAZINA	II	50	SC
14	AGRICULTORES FEDERADOS ARGENTINOS S.C.L.	38660	EFIMAX ATRAZINA 50	ATRAZINA	II	50	SC
15	SIPCAM AGRICOLA S.A.	34015	EXTRAZIN	ATRAZINA + SIMAZINA	II	45+45	WG
16	ATANOR S.C.A.	39286	SIMTRAC ATANOR	ATRAZINA + SIMAZINA	II	25+25	SC
17	SYNGENTA AGRO S.A.	31220	GESAPRIM 90 WDG	ATRAZINA	III	90	WG
18	ADAMA ARGENTINA S.A.	31520	ADAMA ESSENTIALS ATRANEX	ATRAZINA	III	50	SC
19	COFCO INTERNATIONAL ARGENTINA S.A.	33712	ATRAZINA ZAMBA	ATRAZINA	III	50	SC
20	CAMPO CROP S.A.	33803	ATRAMARK 50 FL	ATRAZINA	III	50	SC
21	GLEBA S.A.	33810	ATRA GLEX	ATRAZINA	III	50	SC

22	BIESTERFELD ARGENTINA S.A.	33977	ATRAZINA BIESTERFELD	ATRAZINA	III	50	SC
23	AGM ARGENTINA S.A.	34013	ATRAZINA 50 AGM	ATRAZINA	III	50	SC
24	REOPEN S.A.	34029	DAARGUS ATRAZINA	ATRAZINA	III	50	SC
25	ARANAMI S.A.	34031	ARAZINA 50	ATRAZINA	III	50	SC
26	SEMBRADO S.A.	34043	ATRASEM 50	ATRAZINA	III	50	SC
27	CHEMOTECNICA S.A.	34114	MAZORCA	ATRAZINA	III	50	SC
28	PRODINSA ARGENTINA S.A.	34173	ATRAZINA PRODINSA	ATRAZINA	III	50	SC
29	PROQUIMUR S.A.	34349	VETRA	ATRAZINA	III	50	SC
30	DVA AGRO GMBH	34492	ATRAZINA 50 DVA	ATRAZINA	III	50	SC
31	YERCO S.A.	34522	ATRAZINA 50 YERCO	ATRAZINA	III	50	SC
32	REOPEN S.A.	34531	ATRAZINA DAARGUS	ATRAZINA	III	50	SC
33	BILAB S.A.	34582	ATRAZINA 50 BILAB	ATRAZINA	III	50	SC
34	GRUPO AGROS S.A.	34597	MAZINA	ATRAZINA	III	50	SC
35	MARKETING AGRICOLA S.R.L.	34680	ATRAZINA MARKETING AGRICOLA	ATRAZINA	III	50	SC
36	ASOCIACION DE COOPERATIVAS ARGENTINAS COOP.LTD.	34692	ATRAZINA 50 ACA	ATRAZINA	III	50	SC
37	AGM ARGENTINA S.A.	34946	TERRA 90 AGM	ATRAZINA	III	90	WG
38	SINER S.A.	35155	ATRAZINA SINER	ATRAZINA	III	50	SC
39	ENRIQUE M. BAYA CASAL S.A.	35187	ATRAZINA 50 ARN EBC	ATRAZINA	III	50	SC
40	ENRIQUE M. BAYA CASAL S.A.	35200	ATRAZINA 90 ARN EBC	ATRAZINA	III	90	WG
41	AGM ARGENTINA S.A.	35207	ATRAZINA 90 AGM	ATRAZINA	III	90	WG
42	FORMULAGRO S.R.L.	35226	ATRAZINA FORMULAGRO	ATRAZINA	III	50	SC
43	RED SURCOS S.A.	35282	MAIZAL FG	ATRAZINA	III	90	WG
44	CHEM.ECO ARGENTINA S.R.L.	35370	ATREX PLUS OCH	ATRAZINA	III	50	SC
45	AGROFACIL S.R.L.	35682	ATRAZINA CONTROLLER	ATRAZINA	III	50	SC
46	CAMPO CROP S.A.	35733	ATRACAMPO 90 WDG	ATRAZINA	III	90	WG
47	BIESTERFELD ARGENTINA S.A.	35796	ATRAZINA 90 BIESTERFELD	ATRAZINA	III	90	WG

48	MEDICARE S.A.	35992	ATRAZINA 50 DANKEN MAX	ATRAZINA	III	50	SC
49	FALCROP S.A.	36024	ATRED 50	ATRAZINA	III	50	SC
50	BORCHES Y CIA S.A.	36041	ATRAZIN MAX 90	ATRAZINA	III	90	WG
51	BORCHES Y CIA S.A.	36305	ATRAZIN MAX 50	ATRAZINA	III	50	SC
52	AGRO IYASI S.A.	36334	ATRAZINA IYASI	ATRAZINA	III	50	SC
53	RAINBOW AGROSCIENSES S.A.	36385	ATRAKING SC	ATRAZINA	III	50	SC
54	AGROFINA S.A.	36585	ATRAFINA	ATRAZINA	III	50	SC
55	SUCESION DE ANTONIO MORENO S.A.C.A.I.F.E.I.	36730	ATRAZINA SAMSA	ATRAZINA	III	50	SC
56	STOCKTON S.A.	36933	SEAL ULTRA MAX	ATRAZINA	III	90	WG
57	SIGMA AGRO S.A.	36973	ATRAZINA MAX SIGMA	ATRAZINA	III	90	WG
58	ARECO SEMILLAS S.A.	37155	ATRAZINA ASSA	ATRAZINA	III	50	SC
59	EFEL S.A.S.	37219	ATRAZINA 90 SINO CHEMICALS	ATRAZINA	III	90	WG
60	BURATOVICH HNOS S.A.C.A.F.I.T.	37335	ATRAZINA BH	ATRAZINA	III	50	SC
61	RED SURCOS S.A.	37346	MAIZAL SURCOS	ATRAZINA	III	50	SC
62	AGROEMPRESA COLON S.A.	37376	ATRAZINA 90 WG KEMSURE	ATRAZINA	III	90	WG
63	TECNOMYL S.A.	37465	ATRAZINA TM 50	ATRAZINA	III	50	SC
64	RED SURCOS S.A.	37548	MAIZAL WG SURCOS	ATRAZINA	III	90	WG
65	SYNGENTA AGRO S.A.	37866	GOTEN	ATRAZINA	III	90	WG
66	SHARDA CROP CHEM LIMITED SUC. EMP.EXT.	38057	ATRACTIVO 90 WG	ATRAZINA	III	90	WG
67	SYNGENTA AGRO S.A.	38303	VOLERIS	ATRAZINA	III	90	WG
68	SYNGENTA AGRO S.A.	38304	BLONTER	ATRAZINA	III	90	WG
69	AAGROCO S.A.	38950	AGROZINA 90 WDG	ATRAZINA	III	90	WG
70	AGRARIA54 S.R.L.	38967	YAPU 90 WG ATRAZINA	ATRAZINA	III	90	WG
71	ATANOR S.C.A.	39376	TRAC 90 WG AL	ATRAZINA	III	90	WG
72	RAINBOW AGROSCIENSES S.A.	39434	ARDIA	ATRAZINA	III	50	SC
73	RAINBOW AGROSCIENSES S.A.	39454	SUNTRAX	ATRAZINA	III	50	SC

74	ENRIQUE M. BAYA CASAL S.A.	39542	ATRAZINA 90 % EBC	ATRAZINA	III	90	WG
75	RURALCO SOLUCIONES S.A.	39593	ATRAZINA 90 GR RURALCO	ATRAZINA	III	90	WG
76	NUTRIEN AG SOLUTIONS ARGENTINA S.A.	39659	ATRA 90 WG	ATRAZINA	III	90	WG
77	COFCO INTERNATIONAL ARGENTINA S.A.	39660	ATRAPLUS 90 ZAMBA	ATRAZINA	III	90	WG
78	ATANOR S.C.A.	39664	YPF ATRAZINA GRANULADA HA	ATRAZINA	III	90	WG
79	ASOCIACION DE COOPERATIVAS ARGENTINAS COOP.LTD.	39665	ATRAPTOP ACA 90 WG	ATRAZINA	III	90	WG
80	NUFARM S.A.	39666	NUFARM ATRAZINA HL	ATRAZINA	III	90	WG
81	ATANOR S.C.A.	39740	TRAC 90 WG G	ATRAZINA	III	90	WG
82	ATANOR S.C.A.	39741	TRAC 90 WG H	ATRAZINA	III	90	WG
83	SIGMA AGRO S.A.	39742	ATRAZINA 90 MAX SIGMA	ATRAZINA	III	90	WG
84	AGROFACIL S.R.L.	39804	ATRAZINA CONTROLLER 90 WG	ATRAZINA	III	90	WG
85	ATANOR S.C.A.	39822	TRAC 90 WG J	ATRAZINA	III	90	WG
86	ATANOR S.C.A.	39823	TRAC 90 WG I	ATRAZINA	III	90	WG
87	SYNGENTA AGRO S.A.	39914	TUNDRAN	ATRAZINA	III	90	WG
88	ADAMA ARGENTINA S.A.	37550	ADAMA PARALLEL PLUS	METOLACLO R + ATRAZINA	III	32,4+3 3,6	SE
89	SUMMIT AGRO ARGENTINA S.A.	35342	PLEDGE	ATRAZINA + FLUMIOXAZIN	III	40+4	SC
90	SYNGENTA AGRO S.A.	32914	BICEP PACK GOLD	S- METOLACLO R + ATRAZINA	III	96+90	WG
91	SYNGENTA AGRO S.A.	31212	GESAPRIM 50 FW	ATRAZINA	IV	50	SC
92	MEDICARE S.A.	36187	ATRAZINA 90 WG DANKEN MAX	ATRAZINA	IV	90	WG
93	NUFARM S.A.	36523	NUFARM ATRAZINA 90	ATRAZINA	IV	90	WG
94	GREEN CROPS S.A.	36651	ATRAZINA 90 GREEN CROPS	ATRAZINA	IV	90	WG
95	ASOCIACION DE COOPERATIVAS ARGENTINAS COOP.LTD.	36710	ATRAPTOP 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
96	HELM ARGENTINA S.R.L.	36712	PROA	ATRAZINA	IV	90	WG
97	PRODINSA ARGENTINA S.A.	36714	ATRAZINA PRODINSA 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG



98	COFCO INTERNATIONAL ARGENTINA S.A.	36716	ATRAPLUS ZAMBA	ATRAZINA	IV	90	WG
99	GREEN CROPS S.A.	36785	ATRAZINA 50 DICOACTION	ATRAZINA	IV	50	SC
100	SIPCAM AGRICOLA S.A.	32487	SIPTRAN	ATRAZINA	IV	50	SC
101	ADAMA ARGENTINA S.A.	33950	ADAMA ESSENTIALS ATRANEX 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
102	SIPCAM AGRICOLA S.A.	34008	GENIUS	ATRAZINA	IV	90	WG
103	QUIMICOS PUNTANOS S.A.	34646	MAGNAZINA	ATRAZINA	IV	50	SC
104	CAMPO CROP S.A.	35393	ATRACAMPO 50 FL	ATRAZINA	IV	50	SC
105	TECNOMYL S.A.	35416	PROA 90	ATRAZINA	IV	90	WG
106	RAINBOW AGROSCIENSES S.A.	36174	ATRAKING	ATRAZINA	IV	90	WG
107	MONSANTO ARGENTINA S.R.L.	36259	ATRAZINA EQUIPAGRO 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
108	MONSANTO ARGENTINA S.R.L.	36440	ATRAZINA EQUIPAGRO 90 WG D	ATRAZINA	IV	90	WG
109	SIPCAM ARGENTINA S.R.L.	36591	ATRAZINA 90 SUMAGRO	ATRAZINA	IV	90	WG
110	INSUMOS AGROQUIMICOS S.A.	36610	ATRAZINA 90 WG INSUAGRO	ATRAZINA	IV	90	WG
111	PHILAGRO S.A.	36621	ATRAZINA 90 PHILAGRO	ATRAZINA	IV	90	WG
112	FALCROP S.A.	36623	ATRED 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
113	REOPEN S.A.	36696	ATRAZINA 90 WG DAARGUS	ATRAZINA	IV	90	WG
114	ATANOR S.C.A.	36755	TRAC 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
115	NUTRIEN AG SOLUTIONS ARGENTINA S.A.	36762	ATRA 90 WG ASP	ATRAZINA	IV	90	WG
116	AGROEMPRESA COLON S.A.	36795	ATRAZINA 90 KEMSURE	ATRAZINA	IV	90	WG
117	SINER S.A.	36798	ATRA 90	ATRAZINA	IV	90	WG
118	LDC ARGENTINA S.A.	36806	MACRO PROTECT AGRAZINE 90	ATRAZINA	IV	90	WG
119	BONQUIM S.A.	37044	ATRAZINA 50 MELTHIS	ATRAZINA	IV	50	SC

120	NUFARM S.A.	37154	ATRAZINA 90 NUFARM	ATRAZINA	IV	90	WG
121	TECNOMYL S.A.	37197	ATRAGEN 90	ATRAZINA	IV	90	WG
122	LANTHER QUIMICA S.A.	37313	ATRAZINA LQ 90	ATRAZINA	IV	90	WG
123	TECNOMYL S.A.	37487	ATRAZINA EQUIPAGRO 90 WG T	ATRAZINA	IV	90	WG
124	TECNOMYL S.A.	37493	ATRAMYL 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
125	ADAMA ARGENTINA S.A.	37577	ADAMA ATRANEX	ATRAZINA	IV	90	WG
126	AGROEMPRESA COLON S.A.	37593	ATRA 90 WG KEMSURE	ATRAZINA	IV	90	WG
127	MOLINO CAÑUELAS S.A.C.I.F.I.A.	37621	GREEN ATRAZINA 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
128	HELM ARGENTINA S.R.L.	37709	REZINA 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
129	MONSANTO ARGENTINA S.R.L.	37744	ATRAZINA LA TIJERETA 90	ATRAZINA	IV	90	WG
130	SINER S.A.	37755	ATRA 90 WG	ATRAZINA	IV	90	WG
131	GRUPO AGROS S.A.	37800	MAZINA 90	ATRAZINA	IV	90	WG
132	MONSANTO ARGENTINA S.R.L.	37829	ATRAZINA EQUIPAGRO 90 WG R	ATRAZINA	IV	90	WG
133	HUAGRO S.A.	37835	GREEN CHOICE ATRAZINA	ATRAZINA	IV	90	WG
134	TECNOMYL S.A.	37987	TERRA 90	ATRAZINA	IV	90	WG
135	LANTHER QUIMICA S.A.	38063	ATRAZINA LQ 50	ATRAZINA	IV	50	SC
136	GRUPO AGROS S.A.	38153	MAZINA 50	ATRAZINA	IV	50	SC
137	AGRICULTORES FEDERADOS ARGENTINOS S.C.L.	38255	FIDEMAX ATRAZINA 50	ATRAZINA	IV	50	SC
138	TECNOMYL S.A.	38583	ATRANEX 90	ATRAZINA	IV	90	WG
139	TECNOMYL S.A.	38584	YPF ATRAZINA GRANULADA HD	ATRAZINA	IV	90	WG
140	YPF S.A.	38877	YPF ATRAZINA HG	ATRAZINA	IV	50	SC

141	AGRICULTORES FEDERADOS ARGENTINOS S.C.L.	39000	ATRAZINA LEMBU	ATRAZINA	IV	50	SC
142	AGRICULTORES FEDERADOS ARGENTINOS S.C.L.	39001	ATRAZINA ARATIRI	ATRAZINA	IV	50	SC
143	AGRICULTORES FEDERADOS ARGENTINOS S.C.L.	39002	ATRAZINA ANGIRU	ATRAZINA	IV	50	SC
144	LDC ARGENTINA S.A.	39311	ATRAZINA 90 WG MACRO PROTECT	ATRAZINA	IV	90	WG
145	RAINBOW AGROSCIENSES S.A.	39312	ATRADRY 90	ATRAZINA	IV	90	WG
146	RAINBOW AGROSCIENSES S.A.	39316	ATRADRY XTRA	ATRAZINA	IV	90	WG
147	AGROINSUMOS B Y L S.A.	39380	ATRAZINA 90 WG DELTA AGRO	ATRAZINA	IV	90	WG
148	TECNOMYL S.A.	39578	ATRATOP 0 WG ACA	ATRAZINA	IV	90	WG
149	TECNOMYL S.A.	39579	ATRAZINA 90 LANTHER	ATRAZINA	IV	90	WG
150	TECNOMYL S.A.	39580	ATRAZINA CC	ATRAZINA	IV	90	WG
151	MONSANTO ARGENTINA S.R.L.	36150	GUARDIAN X-TRA	ACETOCLOR + ATRAZINA	IV	51,6+2 0,40	SC
152	RAINBOW AGROSCIENSES S.A.	39536	ARMAIZE	ATRAZINA + MESOTRIONE	IV	76+12	WG

Tabla A3. Legislaciones sobre aplicación de agroquímicos sancionadas en distintas provincias argentinas (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2020). Referencias: P= Prohibida; SL=Sin Ley; SD=Sin Decreto, RAA= Restricción aplicación aérea; RAT= Restricción aplicación terrestre; DCURA= Distancia a centros urbanos restricción aérea; RAC Ia y Ib=Restricción aérea Clase Ia y Ib; RAC Ia, Ib y II= Restricción aérea clase Ia, Ib y II; RAC III y IV= Restricción aérea clase III y IV; RAC IV= Restricción aérea clase IV; DCURT= Distancia a centros urbanos restricción terrestre; RTC Ia y Ib= Restricción terrestre clase Ia y Ib; RTC Ia, Ib y II= Restricción terrestre clase Ia, Ib y II; RTC III y IV= Restricción terrestre clase III y IV; SR= Sin Restricción; RAO= Receta agronómica obligatoria.

Provincia	Ley N°	Año	Decreto N°	RAA	RAT	DCUR A (m)	RAC Ia y Ib (m)	RAC Ia, Ib y II (m)	RAC III y IV (m)	RAC IV (m)	DCU RT (m)	RTC Ia y Ib (m)	RTC Ia, Ib y II (m)	RTC III y IV (m)	Sanciones	RAO
Buenos Aires	10.699	1988	499/91	Si	No	2000									Multas, decomiso, inhabilitación dto. 8.785/77 (Ley de Faltas Agrarias).	Si
Catamarca	4.395	1986	3175/87	Si	No	1000									Multas, inhabilitación, decomiso, clausura y secuestro.	Si
Chaco	2026-R	2012	1567/13	Si	Si	1500					500				Apercibimiento, multas, suspensión, decomiso y cancelación de inscripción	Si
Chubut	4.073	1995	2139/03	No	No										Apercibimiento, multas, suspensión, decomiso y cancelación de inscripción	Si
Córdoba	9.164	2004	132/05	Si	Si			1500	500					500	Apercibimiento, multas, inhabilitación	Si

															ón, clausura y arresto.	
Corrientes	5.300	1998	593/94	Si	No	1000									Multas e inhabilitaci ón.	Si
Entre Ríos	6.599	1980	279/03	Si	Si	3000					300 0				Multas e inhabilitaci ón en el colegio de profesional es de la agronomía	Si
Formosa	1.163	1995	1228/04	Si	Si	3000							500	100	Multas, decomiso, clausura e inhabilitaci ón.	Si
Jujuy	4.975	1996	3214/13	Si	No	2000									Multas, decomiso, clausura e inhabilitaci ón.	Si
La Pampa	1.173	1989	618/90	Si	Si	1000					500				Apercibimi ento, multas, decomiso y clausura.	Si
La Rioja	9.170	2011	SD	Si	Si			150 0	500				500	SR	Llamado de atención, apercibimi ento, multas, clausura, suspensió n y secuestro.	Si
Mendoza	5.665	1991	1469/93	Si	No	1000									Multas, clausura e inhabilitaci ón.	Si
Misiones	2.980	1992	2867/93	P	No										Multas, inhabilitaci ón, inutilizació n, suspensió n, cancelació n, clausura y destrucció n de producción	Si
Neuquén	2.774	2011	1112/13	No	No										Actuación de oficio	Si

															en denuncias, deber de actuación modalidad operativa incompati- bilidad, actuación, prevención e instrucción , clausura y resolución de pago de gastos.	
Rio Negro	2.175	1987	729/94	Si	No	2000									Inspección, intervención, sanción y multas.	Si
Salta	7.812	2013	3924/15	Si	Si			300 0		500		500			Apercibimi- ento, multas, decomiso, clausura e inhabilitaci- ón.	Si
San Juan	6.744	1996	2343/97	No	No										Multas, decomiso, clausura e inhabilitaci- ón.	Si
San Luis	5.559	2004	1675/09	Si	Si	1500					150 0				Apercibimi- ento, multas, clausura, inhabilitaci- ón e incautació n.	Si
Santa Cruz	2.529	1999	095/08	No	No										Multas, decomiso, clausura e inhabilitaci- ón.	Si
Santa Fe	11.273	1995	552/97	Si	Si		300 0		500			500		SR	Multas e inhabilitaci- ón.	Si
Santiago del Estero	6.312	1996	Serie A 0038/01	Si	Si		300 0		500			500		SR	Multas e inhabilitaci- ón.	Si
Tierra del Fuego	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL						SL	SL
Tucumán	6.291	1991	299/96	Si	No	2000					SR				Decomiso, clausura, inhabilitaci- ón y multas.	Si

Tabla A4. Concentraciones de ATZ en distintos compartimientos ambientales (agua superficial, sedimentos, agua subterránea, agua de lluvia, biota y suelo). Incluye Matrices de Argentina y Uruguay. Referencias: ATZ: Atrazina. DEA: desetilatrazina. DEIA: desisopropilatrazina. HyA: hidroxiatrazina. AD: Acuático dulceacuático. T: Terrestre. NC: No Cuantificable. ND: No Detectable. FD: Frecuencia de Detección. EDAR: Estación depuradora de aguas residuales.

ID	Sustancia	Sistema	Compartimiento	Descripción	Conc. Mín. (ppb)	Conc. Media (ppb)	Conc. Máx. (ppb)	FD (%)	n	Técnica analítica	País	Provincia	Localidad	Sito	Lat	Long	Fecha	Referencia	Medio y	Grupo
1	ATZ	AD	Agua Superficial		0,01	0,036	0,13	100	12	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Estación Coronel Rodríguez	A. Colastiné	31°43'03.3"	61°10'01.1"	2011 - 2012	Regalado et al., 2018	si	G1.A
2	ATZ	AD	Agua Superficial		0,01	0,05	0,14	100	12	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Santa Clara de la Buena Vista	A. Corralito	31°47'13.44"	61°18'40"	2011 - 2012	Regalado et al., 2018	si	G1.A
3	ATZ	AD	Agua Superficial		0,02	0,21	0,86	75	12	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Gessler	A. Colastiné	31°54'36.8"	61°08'49.54"	2011 - 2012	Regalado et al., 2018	si	G1.A
4	ATZ	AD	Agua Superficial		0,01	0,16	1,73	100	12	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Corondá	A. Colastiné	31°01'02.15"	60°59'24.97"	2011 - 2012	Regalado et al., 2018	si	G1.A
5	ATZ	AD	Agua Superficial	Agua Tot.	1	11,75	44	100	4	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Gessler	A. Colastiné	31°54'36.9"	61°08'48.1"	2016 - 2017	Frau et al., 2020	si	G1.A
6	ATZ	AD	Agua Superficial	Agua Tot.	1	1,75	3	100	4	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Cañada Rosquín		32°04'52.2"	61°34'10.6"	2016 - 2017	Frau et al., 2020	si	G1.A
7	ATZ	AD	Agua Superficial	Agua Tot.	1	1,75	4	100	4	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Las Bandurrias		32°09'37.8"	61°31'10.3"	2016 - 2017	Frau et al., 2020	si	G1.A
8	ATZ	AD	Agua Superficial	Agua Tot.	1	1,75	3	100	4	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Centeno	Río Bajo Las Turbias	32°19'55.4"	61°23'18.9"	2016 - 2017	Frau et al., 2020	si	G1.A
9	ATZ	AD	Agua Superficial	Agua Tot.	1	5,5	18	100	4	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Clason	Río Bajo Las Estacas	32°26'27.5"	61°18'14.4"	2016 - 2017	Frau et al., 2020	si	G1.A
10	ATZ	AD	Agua Superficial	Agua Tot.	1	4	12	100	4	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Lucio V. López	Río Carcarañá	32°43'05.5"	61°00'46.5"	2016 - 2017	Frau et al., 2020	si	G1.A
11	ATZ	AD	Agua Superficial	Agua Tot.	1	1,25	2	100	4	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	Rosario	Río Saladillo	33°01'47.3"	60°40'51.6"	2016 - 2017	Frau et al., 2020	si	G1.A
12	ATZ	AD	Agua Superficial		0,03	0,06	0,1	100	6	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	San Justo	A. Periurbanos			2012 - 2013	Méndez et al., 2019	si	G2.A
13	ATZ	AD	Agua Superficial		0,02	0,09	0,17	100	6	UHP LC-MS/MS	Argentina	Santa Fe	San Justo	A. Periurbanos			2012 - 2013	Méndez et al., 2019	si	G2.A

14	AT Z	AD	Agua Superfi cial		0,07	0,1	0,1 3	10 0	6	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	San Justo	A. Periu rban os			2012 - 2013	Méndez et al., 2019	si	G2.A
15	AT Z	AD	Agua Superfi cial		0,04	0,4	1,0 3	10 0	6	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	San Justo	A. Periu rban os			2012 - 2013	Méndez et al., 2019	si	G2.A
16	AT Z	AD	Agua Superfi cial		0,30	1,2 2	3,4 0	10 0	5	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	San Geróni mo del Sauce	Cana l Sant a Marí a	31°36'2 3.5"	61°0 9'34. 5"	2018 - 2019	Andrade et al., (2020)	si	G2.A
17	AT Z	AD	Agua Superfi cial		0,30	0,8 0	1,3 0	10 0	5	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	Sa Pereira	Cana l Cola stiné	31°34'5 3.2"	61°1 6'34. 0"	2018 - 2019	Andrade et al., (2020)	si	G2.A
18	AT Z	AD	Agua Superfi cial		0,20	0,7 6	2,4 0	10 0	5	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	Pilar	A. del Sauc e	31°31'1 3.2"	61°1 5'55. 4"	2018 - 2019	Andrade et al., (2020)	si	G2.A
19	AT Z	AD	Agua Superfi cial	Fracc · solub le (0,45 um)		0,0 2	0,1 1	97	3 1	UPLC - MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Balcarc e	A. Cres po	37°44'1 7.44"	58°2 1'2.8 1"	2014 - 2015	Perez et al., 2017	si	G1.A
20	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,3 2			1	HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Tandil	A. Lang ueyú			2014	Banda Noriega et al., 2018	si	G2.A
21	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,7 8			1	HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Tandil	A. Napa leofú			2014	Banda Noriega et al., 2018	si	G2.A
22	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,6 4			1	HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Tandil	A. Queq uén			2014	Banda Noriega et al., 2018	si	G2.A
23	AT Z	AD	Agua Superfi cial			2,3			1	HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Tandil	A. Los Hues os			2014	Banda Noriega et al., 2018	si	G2.A
24	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,0 25			1	HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Tandil	A. Las Chilc as			2014	Banda Noriega et al., 2018	si	G2.A
25	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,4 3			1	HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Tandil	A. Chap aleof ú			2014	Banda Noriega et al., 2018	si	G2.A
26	AT Z	AD	Agua Superfi cial	Fracc · solub le (0,45 um)	0,000 02	0,0 4	0,1 35	10 0	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarrí a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
27	DE A- AT Z	AD	Agua Superfi cial	Fracc · solub le (0,45 um)	0,002	0,0 12	0,0 25	89	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarrí a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
28	DE A- AT Z	AD	Agua Superfi cial	Fracc · solub le (0,45 um)	0,015	0,0 17	0,0 21	67	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarrí a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
29	Hy A- AT Z	AD	Agua Superfi cial	Fracc · solub le (0,45 um)	0,013 3	0,0 6	0,1 51 7	83	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarrí a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
30	AT Z	AD	Agua Superfi cial	Fracc · solub le	0,64	1,0 2	1,4	10 0	7	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Azul				2012	De Gerónimo et al., 2014	si	G1.A

				(0,45 um)																
31	AT Z	AD	Agua Superfi cial	Fracc solub le (0,45 um)	0,025	0,0 25	0,0 26	88	4 4	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aíres	Sureste de la provinci a				2012	De Gerónimo et al., 2014	si	G1.A
32	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,1 42				LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aíres		Lago Brav a			2014 - 2015	Corcoran et al., 2020	si	G1.A
33	AT Z	AD	Agua Superfi cial			2,1 79				LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aíres		Lago Brav a			2014 - 2015	Corcoran et al., 2020	si	G1.A
34	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,0 5	0,2		1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	La Paz	A. Estac as	30°38'5 .22"	59°1 4'53. 82"	2017 - 2018	Gagneten et al., 2020 & Van Opstal et al., datos no publicado s	si	G2.A
35	AT Z	AD	Agua Superfi cial			2,7	18		1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	San Gustav o	A. Estac as	30°37'5 9.80"	59°1 6'43. 70"	2017 - 2018	Gagneten et al., 2020 & Van Opstal et al., datos no publicado s	si	G2.A
36	AT Z	AD	Agua Superfi cial			5,2	40		1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	La Paz	A. Estac as	30°41'5 6.60"	59°2 3'21. 20"	2017 - 2018	Gagneten et al., 2020 & Van Opstal et al., datos no publicado s	si	G2.A
37	AT Z	AD	Agua Superfi cial			15, 8	86		1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	La Paz	A. Estac as	30°41'4 9.81"	59°2 7'40. 00"	2017 - 2018	Gagneten et al., 2020 & Van Opstal et al., datos no publicado s	si	G2.A
38	AT Z	AD	Agua Superfi cial			2,3	16		1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	La Paz	A. Estac as	30°44'9 .70"	59°2 7'40. 00"	2017 - 2018	Gagneten et al., 2020 & Van Opstal et al., datos no publicado s	si	G2.A
39	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,3	0,8		1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	La Paz	A. Estac as	30°45'5 8.80"	59°2 8'14. 80"	2017 - 2018	Gagneten et al., 2020 & Van Opstal et al., datos no publicado s	si	G2.A
40	AT Z	AD	Agua Superfi cial			0,4	0,7		1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	La Paz	A. Estac as	30°49'1 6.26"	59°2 8'34. 14"	2017 - 2018	Gagneten et al., 2020 & Van Opstal et al., datos no publicado s	si	G2.A

41	AT Z	AD	Agua Superfi- cial		0,000 4		0,4	10 0	3 3	UHP LC- MS	Ar- ge- nti- na	Tucu- mán	Depto. Cruz Alta y Leales	A. Mista y A. Salad- illo			2013 - 2015	Portocarr- ero et al., 2016	si	G1.A
42	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Fracc- solub- le (0,45 um)	0,088	0,2 06	0,3 24	40	5	UHP LC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Tucu- mán		A. Mista			2012	De Gerónimo et al., 2014	si	G1.A
43	AT Z	AD	Agua Superfi- cial			0,2 09 8				LC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba		Río Ctala- moc- hita			2015	Corcoran et al., 2020	si	G1.A
44	AT Z	AD	Agua Superfi- cial			0,1 99				LC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba		Río Ctala- moc- hita			2015	Corcoran et al., 2020	si	G1.A
45	AT Z	AD	Agua Superfi- cial			0,1 66				LC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba		Río Ctala- moc- hita			2015	Corcoran et al., 2020	si	G1.A
46	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Agua s arrib- a de la EDAR		0,0 41				LC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba		Río Suquí- a			2015	Corcoran et al., 2020	si	G1.A
47	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Agua s abajo de la EDAR		0,0 38				LC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba		Río Suquí- a			2015	Corcoran et al., 2020	si	G1.A
48	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Agua s abajo de la EDAR		0,1 21				LC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba		Río Suquí- a			2015	Corcoran et al., 2020	si	G1.A
49	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Fracc- solub- le (0,45 um)	ND	0,0 00 6	0,0 04 8		4	GC- MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba	La Calera	Río Suquí- a	31°21'2 4.7"	64°2 3'18. 7"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2013	si	G1.A
50	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Fracc- solub- le (0,45 um)	ND	0,0 08	0,0 64		4	GC- MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba	Villa Corazó- n de María	Río Suquí- a	31°26'5 0.1"	63°5 9'30. 6"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2013	si	G1.A
51	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Fracc- solub- le (0,45 um)	ND	0,0 47 4	0,1 9		4	GC- MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba	Río Primer- o	Río Suquí- a	31°20'2 0.5"	63°3 6'35. 2"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2013	si	G1.A
52	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Fracc- solub- le (0,45 um)	ND	0,0 95 6	0,4 34		4	GC- MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba	Santa Rosa	Río Suquí- a	31° 9'26.15 "	63°2 3'38. 86"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2013	si	G1.A
53	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Fracc- solub- le (0,45 um)	ND	0,0 15	0,0 69 6		4	GC- MS	Ar- ge- nti- na	Córd- oba	La Para	Río Suquí- a	30°55'1 .10"	62°5 5'7.4 2"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2013	si	G1.A
54	AT Z	AD	Agua Superfi- cial	Fracc- solub- le (0,45 um)	NC	NC	NC	80	5	UHP LC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Misio- nes		A. San Vicen- te			2011	De Gerónimo et al., 2014	si	G1.A
1	AT Z	AD	Sedime- ntos			0,1 2	2,0 0	10	5 7	UPLC- MS/ MS	Ar- ge- nti- na	Buen- os Aires	Balcar- e	A. Cres- po	37°44'1 7.44"	58°2 1'2.8 1"	2014 - 2015	Perez et al., 2017	si	G1.A

2	AT Z	AD	Sedime ntos		5,1	nr	32, 70	80	n r	HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	La Plata	A. Carn aval			2015 - 2016	Mac Loughling et al., 2017	si	G1.A
3	AT Z	AD	Sedime ntos			1		33	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarri a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
4	DE A- AT Z	AD	Sedime ntos			NC		6	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarri a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
5	DE A- AT Z	AD	Sedime ntos			NC		17	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarri a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
6	Hy A- AT Z	AD	Sedime ntos		2,6	6,0 6	17, 3	10 0	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarri a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
7	AT Z	AD	Sedime ntos		ND	ND	ND		4	GC- MS	Ar ge nti na	Córd oba	La Calera	Río Suquí a	31°21'2 4.7"	64°2 3'18. 7"	2010 - 2011	Bonansea , 2015	si	G2.A
8	AT Z	AD	Sedime ntos		ND	ND	ND		4	GC- MS	Ar ge nti na	Córd oba	Villa Corazó n de María	Río Suquí a	31°26'5 0.1"	63°5 9'30. 6"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2015	si	G2.A
9	AT Z	AD	Sedime ntos		ND	ND	ND		4	GC- MS	Ar ge nti na	Córd oba	Río Primer o	Río Suquí a	31°20'2 0.5"	63°3 6'35. 2"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2015	si	G2.A
10	AT Z	AD	Sedime ntos		ND	ND	ND		4	GC- MS	Ar ge nti na	Córd oba	Santa Rosa	Río Suquí a	31° 9'26.15 "	63°2 3'38. 86"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2015	si	G2.A
11	AT Z	AD	Sedime ntos		ND	ND	ND		4	GC- MS	Ar ge nti na	Córd oba	La Para	Río Suquí a	30°55'1 .10"	62°5 5'7.4 2"	2010 - 2011	Bonansea et al., 2015	si	G2.A
1	AT Z	AD	Agua Subterr ánea			ND			1 5	HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Tandil	Perfo racion es en estab lecim ientos rural es			2014	Banda Noriega et al., 2018	si	G2.A
2	AT Z	AD	Agua Subterr ánea	pozo s some ros	0,000 4		0,0 5	77	3 9	UHP LC- MS	Ar ge nti na	Tucu mán	Depto. Cruz Alta y Leales	Cuen ca del río Salí			2013 - 2015	Portocarr ero et al., 2016	si	G1.A
1	AT Z	AD	Biota	Pece s (Jeny nsia multi dent ata) W/W	nr	nr	nr	1	6 0	HPL C-MS or CG- MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino	A. Perga min o	33°52'4 8"	60°4 6'40"	2011 - 2012	Brodeur et al., 2017	si	G1.A
2	AT Z	AD	Biota	pcec e (Piar actus meso pota micu s) taja mar agríc ola	70,4	86, 17 1	10 5,6	10 0	1 0	UHP LC- MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	Paraná	Taja mar	31°50'1 8"	60°3 1'47"	2015 - 2016	Brodeur et al., 2021	si	G1.A
3	AT Z	AD	Biota	pece s (Piar actus meso	16,88	22, 15	25, 32	30	1 0	UHP LC- MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	La Paz	Pisci cultu ra	30°45'1 "	59°3 9'17"	2015 - 2016	Brodeur et al., 2021	si	G1.A

				potam ic s) pisci cultu ra																
4	AT Z	AD	Biota	pece s		1,6		16 ,1	1 4 9	GC- MS	Ur gu ay	Rio Negr o- Soria no- Dura zno	San Javier- Nueva Berlin- Merced es-San Gregori o de Polanc o				2015	Ernst et al., 2018	si	G1.A
5	AT Z	AD	Biota	Pece s		24 1,4	89 5,4	96		UHP LC- MS	Ar ge nti na- Ur gu ay							CARU 2015- 2016	no	
6	AT Z	AD	Biota	Pece s		26 7,1	86 4,5	91		UHP LC- MS	Ar ge nti na- Ur gu ay							CARU 2015- 2016	no	
1	AT Z	T	Agua de Lluvia		0,1	0,2 0	0,4 9	75		HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	La Plata		34°55'2 6.64"	57°5 5'57. 33"	2012 - 2014	Alonso et al., 2018	si	G1.A
2	AT Z	T	Agua de Lluvia		0,1	2,1 0	26, 90	94		HPL C-MS	Ar ge nti na	Córd oba	Malvina s Argenti nas		31°22'4 2.88"	64°3' 8.27"	2012 - 2014	Alonso et al., 2018	si	G1.A
3	AT Z	T	Agua de Lluvia		0,1	0,3 0	0,7 7	10 0		HPL C-MS	Ar ge nti na	Entre Ríos	Urdinar rain		32°41'1 7.57"	58°5 3'10. 19"	2012 - 2014	Alonso et al., 2018	si	G1.A
4	AT Z	T	Agua de Lluvia		0,1	0,1 7	0,4 9	60		HPL C-MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	Hersilia		30°0'14 .38"	61°5 0'21. 43"	2012 - 2014	Alonso et al., 2018	si	G1.A
5	AT Z	T	Agua de Lluvia	Escor rentí a	NC	0,1 3	0,2 0	67	3	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	San Geróni mo del Sauce	Cana l Sant a Marí a	31°36'2 3.5"	61°0 9'34. 5"	2018 - 2019	Andrade et al., (2020)	si	G2.A
6	AT Z	T	Agua de Lluvia	Escor rentí a	NC	0,7 4	1,3 6	10 0	3	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	Sa Pereira	Cana l Cola stiné	31°34'5 3.2"	61°1 6'34. 0"	2018 - 2019	Andrade et al., (2020)	si	G2.A
7	AT Z	T	Agua de Lluvia	Escor rentí a	0,16	0,9 5	2,5 0	10 0	3	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	Pilar	A. del Sauc e	31°31'1 3.2"	61°1 5'55. 4"	2018 - 2019	Andrade et al., (2020)	si	G2.A
1	AT Z	T	Suelo		6	12, 00	17, 00	23		HPL C-MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	La Plata		34°55'2 6.64"	57°5 5'57. 33"	2012 - 2014	Alonso et al., 2018	si	G1.A
2	AT Z	T	Suelo			NC		33	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarrí a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
3	DE A- AT Z	T	Suelo			NC		N D	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarrí a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
4	DE A- AT Z	T	Suelo			NC		22	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarrí a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A

5	Hy A- AT Z	T	Suelo		2,3	7,8 1	9,7	10 0	1 2	UHP LC- MS/ MS	Ar ge nti na	Buen os Aires	Olavarri a	A. Tapal qué			2014 - 2015	Perez et al., 2021	si	G1.A
6	AT Z	T	Suelo	0-5 cm profu ndida d con rotac ión de cultiv o		2,9 2					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
7	AT Z	T	Suelo	5-20 cm profu ndiad con rotac ión de cultiv o		2,8 8					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
8	AT Z	T	Suelo	20-30 cm profu ndiad con rotac ión de cultiv o		1,4 0					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
9	AT Z	T	Suelo	30-57 cm profu ndiad con rotac ión de cultiv o		1,8 6					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
10	AT Z	T	Suelo	57-82 cm profu ndiad con rotac ión de cultiv o		1,0 6					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
11	AT Z	T	Suelo	82-100 cm profu ndiad con rotac ión de cultiv o		2,0 1					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
12	AT Z	T	Suelo	0-5 cm profu ndida d sólo soja		1,9 0					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
13	AT Z	T	Suelo	5-20 cm profu ndiad sólo soja		2,2 8					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A

14	AT Z	T	Suelo	20-30 cm profu ndiad sólo soja		2,0 5					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
15	AT Z	T	Suelo	30-57 cm profu ndiad sólo soja		2,0 0					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
16	AT Z	T	Suelo	57-82 cm profu ndiad sólo soja		1,5 4					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
17	AT Z	T	Suelo	82-100 cm profu ndiad sólo soja		2,1 7					Ar ge nti na	Buen os Aires	Pergam ino				2015	Caprile et al., 2019	si	G1.A
18	AT Z	T	Suelo		ND	7,0 0	nd	25		HPL C-MS	Ar ge nti na	Sant a Fe	Hersilia	30°0'14 .38"	61°5 0'21. 43"	2012 - 2014	Alonso et al., 2018	si	G1.A	
19	AT Z	T	Suelo		4	14, 00	66, 00	47		HPL C-MS	Ar ge nti na	Córd oba	Malvina s Argenti nas	31°22'4 2.88"	64°3' 8.27"	2012 - 2014	Alonso et al., 2018	si	G1.A	

Tabla A5. Impactos de la ATZ en la salud humana

Referencia Bibliográfica	Objetivo	Resultados*						
		1	2	3	4	5	6	7
Agopian, A.J., Cai, Y., Langlois, P.H., Canfield, M.A. & Lupo, P.J. (2013) Maternal Residential Atrazine Exposure and Risk for Choanal Atresia and Stenosis in Offspring. J Pediatr. 2013 March ; 162(3): 581–586. doi:10.1016/j.jpeds.2012.08.012.	Evaluar la relación entre la exposición materna residencial a la atrazina durante el embarazo y el riesgo de atresia o estenosis coanal en la descendencia, en Texas durante 1999 a 2008.	-	-	x	-	-	-	-
Albouy-Llaty, M., Limousi, F., Carles, C., Dupuis, A., Rabouan, S., & Migeot, V. (2016). Association between exposure to endocrine disruptors in drinking water and preterm birth, taking neighborhood deprivation into account: A historic cohort study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 13(8), 1–16. https://doi.org/10.3390/ijerph13080796	Explorar la relación entre la exposición a los metabolitos de atrazina, y de los metabolitos nitrato/atrazina, en el agua potable medida en los sistemas de agua de la comunidad durante el embarazo y la prevalencia de nacimientos prematuros entre 2005 y 2010 en el distrito de Deux-Sèvres (Francia) teniendo en cuenta las privaciones del vecindario.	-	-	-	-	-	x	-
Almberg, K. S., Turyk, M. E., Jones, R. M., Rankin, K., Freels, S., & Stayner, L. T. (2018). Atrazine contamination of drinking water and adverse birth outcomes in community water systems with elevated atrazine in Ohio, 2006–2008. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(9), 12–15. https://doi.org/10.3390/ijerph15091889	Examinar la asociación entre las concentraciones de atrazina en el agua potable y determinados resultados adversos de los nacimientos en las comunidades que reciben agua potable de los sistemas de agua comunitarios que formaban parte del Programa de Vigilancia de la Atrazina de la USEPA entre 2006 y 2008 en el estado de Ohio. Explorar la utilidad de los datos ambientales y de salud reunidos mediante la vigilancia rutinaria por los organismos estatales y federales para abordar cuestiones epidemiológicas, en consonancia con el Programa de seguimiento de la salud pública ambiental de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades	-	-	-	-	-	x	-
Boffetta, P., Adami, H. O., Berry, S. C., & Mandel, J. S. (2013). Atrazine and cancer: A review of the epidemiologic evidence. European Journal of Cancer Prevention, 22(2), 169–180. https://doi.org/10.1097/CEJ.0b013e32835849ca	Evaluar los informes contradictorios del Organismo de Protección del Medio Ambiente y del Grupo de Asesoramiento Científico sobre la carcinogenicidad de la atrazina a fin de determinar si los resultados de los estudios epidemiológicos apoyan una relación causal entre la atrazina y cualquier cáncer específico.	-	-	-	x	-	-	-
Butinof, M., Fernández, R. A., Lerda, D., Lantieri, M. J., Filippi, I., & Díaz, M. del P. (2019). Biomonitoring in exposure to pesticides, its contribution to epidemiological surveillance of pesticide applicators in Cordoba, Argentina. Gaceta Sanitaria, 33(3), 216–221. https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.12.002	Evaluar el nivel de exposición a plaguicidas y su correlación con indicadores de salud percibida y biomarcadores de daño (alteraciones genotóxicas y de la actividad enzimática de la butirilcolinesterasa), en la población de agroaplicadores de cultivos extensivos de la provincia de Córdoba, en Argentina	x	-	-	-	-	-	x
Butinof, M., Fernandez, R. A., Stimolo, M. I., Lantieri, M. J., Blanco, M., Machado, A. L., Franchini, G., & Díaz, M. del P. (2015). Exposição aos agrotóxicos e condições de saúde dos aplicadores de pesticidas da Província de Córdoba, Argentina. Cadernos de Saude Publica, 31(3), 633–646. https://doi.org/10.1590/0102-311X00218313	Describir y estudiar el estado de salud de los aplicadores terrestres en la provincia de Córdoba, en relación con sus prácticas de trabajo y características sociodemográficas.	-	-	-	-	-	-	x
Caballero, M., Amiri, S., Denney, J. T., Monsivais, P., Hystad, P., & Amram, O. (2018). Estimated residential exposure to agricultural chemicals and premature mortality by Parkinson's disease in Washington state. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(12), 1–11. https://doi.org/10.3390/ijerph15122885	Examinar la relación entre las exposiciones relacionadas con la agricultura residencial y la mortalidad relacionada con la Enfermedad de Parkinson (EP) en el Estado de Washington. Estimar y modelar la exposición de los individuos a los productos químicos agrícolas Atrazina, Diazinón, Glifosato y Paraquat, y la mortalidad prematura atribuida a la EP.	-	-	-	-	-	-	x
Chevrier, C., Limon, G., Monfort, C., Rouget, F., Garlandezec, R., Petit, C., Durand, G., & Cordier, S. (2011). Urinary biomarkers of prenatal atrazine exposure and adverse birth outcomes in the pelagic birth cohort. Environmental Health Perspectives, 119(7), 1034–1041. https://doi.org/10.1289/ehp.1002775	Evaluar la asociación entre los resultados adversos del nacimiento y los biomarcadores urinarios de la exposición prenatal a la atrazina, teniendo en cuenta otros herbicidas potencialmente utilizados en el maíz, como la simazina, el alacloro, el metolacloro y el acetoclor.	-	-	x	-	-	-	-
Cragin, L. A., Kesner, J. S., Bachand, A. M., Barr, D. B., Meadows, J. W., Krieg, E. F., & Reif, J. S. (2011). Menstrual cycle characteristics and reproductive hormone levels in women exposed to atrazine in drinking water. Environmental Research, 111(8), 1293–1301. https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.09.009	Explorar la relación entre la exposición a la atrazina en el agua potable y la función del ciclo menstrual humano, incluyendo las características del ciclo menstrual y los niveles hormonales asociados.	-	-	-	-	x	x	-

Informe técnico-científico sobre el uso
e impactos del herbicida atrazina en Argentina

Díaz, M.d.P., Antolini, L., Eandi, M., Gieco, M., Filippi, I., Ortiz, P. (2015) Valoración de la exposición a plaguicidas en cultivos extensivos de la Argentina y su potencial impacto sobre la salud. Informe final presentado ante la Comisión Nacional Salud Investiga. Ministerio de Salud de la Nación.	Describir la distribución espacial de la exposición a plaguicidas en Argentina, su asociación con indicadores de carga de cáncer y construir índices, incorporando prácticas laborales y de vida. Validarlos con biomarcadores y salud de sujetos laboralmente expuestos y sus familias.	-	-	-	-	-	-	x
Franchini, G.; Butinof, M.; Blanco, M.; Machado, A.L.; Fernández, R.A.; Díaz, M.P. (2016). Occupational risks associated with the use of pesticides in the green belt of Córdoba, Argentina. Acta Toxicol. Argent. 24 (1): 58-67.	Explorar las características sociodemográficas, productivas y laborales de los trabajadores del cinturón verde alrededor de la Ciudad de Córdoba (GBCC), con el fin de identificar los grupos vulnerables a la exposición laboral a los plaguicidas y determinar los factores asociados a la ocurrencia de accidentes con plaguicidas en esta población.	-	-	-	-	-	-	x
Freeman, L. E. B., Rusiecki, J. A., Hoppin, J. A., Lubin, J. H., Koutros, S., Andreotti, G., Zahm, S. H., Hines, C. J., Coble, J. B., Barone-adesi, F., Sloan, J., Sandler, D. P., Blair, A., & Alavanja, M. C. R. (2011). Atrazine and Cancer Incidence Among Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study (1994–2007). Environmental Health, 119(9), 1253–1259. /pmc/articles/PMC3230407/?report=abstract	En el marco del Estudio de Salud Agrícola (AHS), una gran cohorte prospectiva de aplicadores de plaguicidas autorizados y sus cónyuges, se realizó un análisis previo del cáncer y el uso de atrazina entre los aplicadores de plaguicidas y se encontraron asociaciones que sugerían asociación con el Linfoma No Hodgkiniano (LNH), el mieloma múltiple y los cánceres de vejiga y pulmón, pero ninguna fue estadísticamente significativa. El presente estudio actualiza el análisis previo con 6 años adicionales de incidencia de cáncer y datos de seguimiento, incluyendo más del doble de cáncer incidente	-	-	-	x	-	-	-
García S. (2016). La vigilancia de las intoxicaciones en Argentina y en América Latina. Notificación, análisis y gestión de eventos. Acta Toxicol. Argent. 24 (2): 134-160	En esta revisión se presentan algunas experiencias latinoamericanas que ilustran los pasos dados en materia de vigilancia de las intoxicaciones desde los Sistemas Nacionales de Vigilancia Epidemiológica, los Centros de Información y Asesoramiento Toxicológicos y los Laboratorios de Análisis Clínicos Toxicológicos, las iniciativas de los gobiernos, el rol de los convenios internacionales, la cooperación internacional de Naciones Unidas y las Agencias de países donantes.	-	-	-	-	-	-	x
Gentile N., Mañas, F., Bosch, B., Peralta, L., Gorla, N. & Aissa, D. (2012) Micronucleus Assay as a Biomarker of Genotoxicity in the Occupational Exposure to Agrochemicals in Rural Workers. Bull Environ Contam Toxicol (2012) 88:816–822. doi: 10.1007/s00128-012-0589-8	Evaluar el efecto genotóxico de los productos agroquímicos en los trabajadores rurales expuestos ocupacionalmente por el ensayo de micronúcleos en los linfocitos de la sangre periférica y promover el desarrollo de prácticas preventivas y protectoras de la salud y el medio ambiente	x	-	-	-	-	-	-
Goodman, M., Mandel, J. S., Desesso, J. M., & Scialli, A. R. (2014). Atrazine and pregnancy outcomes: A systematic review of epidemiologic evidence. Birth Defects Research Part B - Developmental and Reproductive Toxicology, 101(3), 215–236. https://doi.org/10.1002/bdrb.21101	Se evalúa sistemáticamente tanto la coherencia como la calidad de los estudios epidemiológicos que prueban la hipótesis de que la exposición a las RTA (solas o consideradas junto con otras triazinas), a los niveles que se encuentran comúnmente, es un factor de riesgo para los resultados adversos del embarazo, incluidas las malformaciones congénitas, el parto prematuro, los abortos espontáneos y los problemas de crecimiento y desarrollo del feto.	-	-	x	-	-	-	-
Huff, J. (2016). Letters Industry Influence and Atrazine Carcinogenicity. January.	-	-	-	-	x	-	-	-
IARC MONOGRAPHS VOLUME 73	-	-	-	-	x	-	x	-
Inoue-Choi, M., Weyer, P.J., Jones, R.R., Booth, B.J., Cantor, K.P., Robien, K. & Ward, M.H. (2016). Atrazine in public water supplies and risk of ovarian cancer among postmenopausal women in the Iowa Women's Health Study. Occup Environ Med. 2016 September; 73(9): 582–587. doi:10.1136/oemed-2016-103575.	Vincular los datos de atrazina de la base de datos histórica de monitoreo de suministros públicos de agua de Iowa con el IWHS, en un gran estudio prospectivo de cohorte con información sobre fuentes de agua potable en 1989, para evaluar si los niveles de atrazina en suministros públicos de agua están asociados con el cáncer de ovario postmenopáusico contados con nitrato y trihalometanos totales (TTHM).	-	-	-	x	-	-	-
James, K. A., & Hall, D. A. (2015). Groundwater pesticide levels and the association with parkinson disease. International Journal of Toxicology, 34(3), 266–273. https://doi.org/10.1177/1091581815583561	Los niveles ambientalmente relevantes de exposición a herbicidas solubles en agua en las aguas subterráneas en todo el estado de Colorado pueden llevar a comprender el riesgo de EP a gran escala y, por lo tanto, en esta investigación exploraron la asociación entre la prevalencia de EP en Colorado con los niveles de plaguicidas en las aguas subterráneas, incluida la atrazina, en 2007.	-	x	-	-	-	-	-
Jowa, L., & HOWD, R. (2011): Should Atrazine and Related Chlorotriazines Be Considered Carcinogenic for Human Health Risk Assessment?, Journal of Environmental Science and Health, Part C: Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews, 29:2, 91-144	Analizar la información relativa a los efectos cancerígenos relacionados con la exposición a ATZ.	-	-	-	x	x	-	-

Kass, L., Gomez, A. L., & Altamirano, G. A. (2020). Relationship between agrochemical compounds and mammary gland development and breast cancer. <i>Molecular and Cellular Endocrinology</i> , 508(September 2019), 110789. https://doi.org/10.1016/j.mce.2020.110789	El objetivo de este review es resumir cómo la exposición a diferentes plaguicidas agroquímicos que se sospecha que son químicos disruptores endócrinos puede interferir en el desarrollo normal de la glándula mamaria y la posible asociación con el cáncer de mama.	-	-	-	x	-	-
Kaur, G., Dogra, N., & Singh, S. (2018). Health risk assessment of occupationally pesticide-exposed population of cancer prone area of punjab. <i>Toxicological Sciences</i> , 165(1), 157–169. https://doi.org/10.1093/toxsci/kfy140	Evaluar la asociación del estrés oxidativo con la variación genética de CYP1A2, CYP2B6, CYP2C9, CYP3A4 y PON1 en la población expuesta (ocupacionalmente) al pesticida del distrito de Bathinda en el Punjab (India).	x	-	-	-	-	-
Kim, J., Swartz, M. D., Langlois, P. H., Romitti, P. A., Weyer, P., Mitchell, L. E., Luben, T. J., Ramakrishnan, A., Malik, S., Lupo, P. J., Feldkamp, M. L., Meyer, R. E., Winston, J. J., Reefhuis, J., Blossom, S. J., Bell, E., & Agopian, A. J. (2017). Estimated maternal pesticide exposure from drinkingwater and heart defects in offspring. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> , 14(8). https://doi.org/10.3390/ijerph1408088	Examinar la asociación entre la exposición materna estimada a la atrazina, a través de los datos de los distritos de aguas residenciales de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y el riesgo de enfermedades coronarias en la descendencia, utilizando dos fuentes de datos independientes: el Registro de Defectos de Nacimiento de Texas y el Estudio Nacional de Prevención de Defectos de Nacimiento.	-	-	x	-	-	-
LaVerda, N. L., Goldsmith, D. F., Alavanja, M. C. R., & Hunting, K. L. (2015). Pesticide Exposures and Body Mass Index (BMI) of Pesticide Applicators from the Agricultural Health Study. <i>Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues</i> , 78(20), 1255–1276. https://doi.org/10.1080/15287394.2015.1074844	Se trata del primer estudio longitudinal para examinar una posible asociación entre el aumento de peso y los plaguicidas utilizando datos sobre 8.365 aplicadores masculinos de plaguicidas de la cohorte del Estudio de Salud Agrícola (AHS) establecida en 1993.	-	-	-	-	-	x
Lebov, J.F., Engel, L.S., Richardson, D., Hogan, S.L., Hoppin, J.A. & Sandler, D.P. (2016) Pesticide use and risk of end-stage renal disease among licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. <i>Occup Environ Med</i> . 2016 January ; 73(1): 3–12. doi:10.1136/oemed-2014-102615.	Se evaluó la asociación entre la exposición a 41 plaguicidas específicos y la incidencia de la enfermedad renal terminal (ERT) en el Estudio de Salud Agrícola (AHS), un estudio de cohorte prospectivo de aplicadores de plaguicidas autorizados en Iowa y Carolina del Norte.	-	-	-	-	-	x
Lerro CC, Koutros S, Andreotti G, Hines CJ, Blair A, Lubin J, Ma X, Zhang Y, Freeman LEB. Use of acetochlor and cancer incidence in the Agricultural Health Study. <i>Int J Cancer</i> . 2015 Sep 1;137(5):1167-75. doi: 10.1002/ijc.29416.	Debido a la limitada información sobre el riesgo de cáncer con la exposición al acetoclor, examinaron la exposición ocupacional al acetoclor y los subsiguientes resultados de cáncer entre los aplicadores de plaguicidas en el Estudio de Salud Agrícola (AHS).	-	-	-	x	-	-
Lerro, C. C., Beane Freeman, L. E., Portengen, L., Kang, D., Lee, K., Blair, A., Lynch, C. F., Bakke, B., De Roos, A. J., Vermeulen, R. C. H. H., Freeman, L. E. B., Portengen, L., Kang, D., Lee, K., Blair, A., Lynch, C. F., Bakke, B., Roos, A. J. De, & Vermeulen, R. C. H. H. (2018). oxidative stress markers among Iowa corn farmers. <i>Environmental and Molecular Mutagenesis</i> , 58(1), 30–38. https://doi.org/10.1002/em.22069.A	Examinar mediante un diseño de estudio longitudinal el efecto de plaguicidas, en especial la atrazina y el 2,4-D, en los marcadores de estrés oxidativo en los seres humanos.	x	-	-	-	-	x
Mañas, F., Peralta, L., Nora, G., Bosch, B., & Aissa, D. (2009) Aberraciones Cromosómicas en Trabajadores Rurales de la Provincia de Córdoba Expuestos a Plaguicidas. <i>Journal f Basic & Applied Genetics</i> , (2009) 20 (1): 09-13	Se presenta un monitoreo citogenético preliminar de trabajadores rurales de la Provincia de Córdoba expuestos a plaguicidas por la intensa actividad agrícola que desarrollan, determinada principalmente por plantaciones de soja.	x	-	-	-	-	-
Mendaš, G., Vuletić, M., Galić, N., & Drevenkar, V. (2012). Urinary metabolites as biomarkers of human exposure to atrazine: Atrazine mercapturate in agricultural workers. <i>Toxicology Letters</i> , 210(2), 174–181. https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2011.11.023	Investigar los niveles de ATZ y mercapturato en un grupo de trabajadores agrícolas que pueden considerarse representativos del comportamiento y los procedimientos típicos durante la aplicación de la atrazina en Croacia, y comparar los resultados con los datos de la literatura sobre la mercaptura de atrazina en la orina medida en los trabajadores agrícolas de otros países.	-	-	-	-	-	x
Meyer, A., Sandler, D. P., Beane Freeman, L. E., Hofmann, J. N., & Parks, C. G. (2017). Pesticide exposure and risk of rheumatoid arthritis among licensed male pesticide applicators in the agricultural health study. <i>Environmental Health Perspectives</i> , 125(7), 1–7. https://doi.org/10.1289/EHP1013	Investigar el riesgo de artritis reumatoidea (AR) asociada a la exposición a plaguicidas entre los aplicadores masculinos de plaguicidas autorizados inscritos en el Estudio de Salud Agrícola (AHS).	-	-	-	-	-	x
Namulanda G, Taylor E, Maisonet M, Boyd Barr D, Flanders WD, Olson D, Qualters JR, Vena J, Northstone K, Naeher L. In utero exposure to atrazine analytes and early menarche in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children Cohort. <i>Environ Res</i> . 2017 July; 156: 420–425. doi:10.1016/j.envres.2017.04.004.	Determinar la asociación entre la exposición en el útero a analitos de atrazina y la presencia de una menarquia más temprana en un estudio de control de casos anidados del Estudio longitudinal Avon de padres e hijos.	-	-	-	-	x	-
Peralta, L., Mañas, F., Gentile, N., Bosch, B., Méndez, A., & Aissa, D. (2011) Evaluación del daño genético en pobladores de Marcos Juárez expuestos a plaguicidas: estudio de un caso en Córdoba, Argentina. <i>diáLogos - Universidad Nacional de San Luis - Facultad de Ciencias Humanas</i> . 2 (1):7-26.	Evaluar el daño genético en pobladores de la ciudad de Marcos Juárez (Córdoba) expuestos laboral o ambientalmente a plaguicidas.	x	-	-	-	-	-
Perry, M. J., Christiani, D. C., Mathew, J., Degenhardt, D., Tortorelli, J., Strauss, J., & Sonzogni, W. C. (2000). Urinalysis of atrazine exposure in farm pesticide applicators. <i>Toxicology and Industrial</i>	Examinar los niveles de atrazina y sus metabolitos en la orina de los aplicadores de campo utilizando tres métodos de laboratorio relativamente comunes: cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) y dos ensayos	-	-	-	-	x	-

Health, 16(8), 285–290. https://doi.org/10.1177/074823370001600705	inmunoenzimáticos (ELISA). Estos tres métodos se evaluaron por separado porque se formuló la hipótesis de que cada uno de ellos sería cualitativamente distinto en cuanto a su capacidad para detectar la exposición a la atrazina en la orina.										
Rinsky, J. L., Hopenhayn, C., Golla, V., Browning, S., & Bush, H. M. (2012). Atrazine exposure in public drinking water and preterm birth. Public Health Reports, 127(1), 72–80. https://doi.org/10.1177/003335491212700108	Examinar la relación entre el parto prematuro y la exposición a un herbicida de uso común, la atrazina, en el agua potable.	-	-	-	-				x	-	
Rosania, K. (2011). Herbicide in drinking water linked to hormonal changes. Lab Animal, 41(1), 3. https://doi.org/10.1038/labon0112-3a	-	-	-	-	-				x	-	-
Ruiz-Guzmán, J. A., Gómez-Corrales, P., Cruz-Esquivel, Á., & Marrugo-Negrete, J. L. (2017). Cytogenetic damage in peripheral blood lymphocytes of children exposed to pesticides in agricultural areas of the department of Córdoba, Colombia. Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 824(October), 25–31. https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2017.10.002	Evaluar la exposición a los plaguicidas y la frecuencia de los daños citogenéticos en las poblaciones infantiles de las zonas agrícolas del departamento de Córdoba, Colombia.	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Shrestha, S., Parks, C. G., Goldner, W. S., Kamel, F., Umbach, D. M., Ward, M. H., Lerro, C. C., Koutros, S., Hofmann, J. N., Beane Freeman, L. E., & Sandler, D. P. (2019). Pesticide use and incident hyperthyroidism in farmers in the Agricultural Health Study. Occupational and Environmental Medicine, 76(5), 332–335. https://doi.org/10.1136/oemed-2018-105518	Evaluar las asociaciones entre pesticidas específicos y el hipertiroidismo incidente en los aplicadores privados de pesticidas en el Estudio de Salud Agrícola (AHS).	-	-	-	-			x	-	-	
U.S. Department of Health and Human Services. (2003). ToxGuide for Atrazine.	-	-	-	x	x	-			x	-	
Vandenberg, L. N., Colborn, T., Hayes, T. B., Heindel, J. J., Jacobs, D. R., Lee, D. H., Shioda, T., Soto, A. M., vom Saal, F. S., Welshons, W. V., Zoeller, R. T., & Myers, J. P. (2012). Hormones and endocrine-disrupting chemicals: Low-dose effects and nonmonotonic dose responses. Endocrine Reviews, 33(3), 378–455. https://doi.org/10.1210/er.2011-1050	Revisar los datos mecanicistas para los efectos de dosis bajas mediante un enfoque de peso de la evidencia para analizar cinco ejemplos de la literatura de disruptores endocrinos. Explorar las curvas no monótonas de dosis-respuesta, definidas como una relación no lineal entre la dosis y el efecto donde la pendiente de la curva cambia de signo en algún lugar dentro del rango de dosis examinadas. Ilustrar que las respuestas no monótonas y los efectos de dosis bajas son notablemente comunes en los estudios de las hormonas naturales y los disruptores endocrinos.	-	-	-	-			x	-	-	
Villanueva, C. M., Durand, G., Coutté, M. B., Chevrier, C., & Cordier, S. (2005). Atrazine in municipal drinking water and risk of low birth weight, preterm delivery, and small-for-gestational-age status. Occupational and Environmental Medicine, 62(6), 400–405. https://doi.org/10.1136/oem.2004.016469	Evaluar la asociación entre los niveles de atrazina en el agua potable municipal y los siguientes resultados reproductivos adversos: aumento del riesgo de parto prematuro, bajo peso al nacer y condición de pequeño para la edad gestacional.	-	-	-	-	-			x	-	
Wickerham, E.L., Lozoff, B., Shao, J., Kaciroti, N., Xia, Y. & Meeker, J.D. (2012). Reduced birth weight in relation to pesticide mixtures detected in cord blood of full-term infants. Environ Int. 2012 October 15; 47: 80–85. doi:10.1016/j.envint.2012.06.007.	Cuantificar la exposición del feto a 20 plaguicidas no persistentes en la sangre del cordón umbilical, comparar las concentraciones con estudios anteriores de plaguicidas en muestras de sangre del cordón umbilical de los Estados Unidos y evaluar la relación transversal entre los plaguicidas de la sangre del cordón umbilical y el peso al nacer como parte de un estudio prospectivo de cohorte en la provincia rural de Zhejiang.	-	-	-	-	-			x	-	
Winston, J. J., Emch, M., Meyer, R. E., Langlois, P., Weyer, P., Mosley, B., Olshan, A. F., Band, L. E., & Luben, T. J. (2016). Hypospadias and maternal exposure to atrazine via drinking water in the National Birth Defects Prevention study. Environmental Health: A Global Access Science Source, 15(1), 1–9. https://doi.org/10.1186/s12940-016-0161-9	Ampliar la investigación existente que examina la relación potencial entre la atrazina y las hipospadias; incorporando información sobre el consumo de agua de la madre, así como otros factores de riesgo demográficos y de comportamiento conocidos.	-	-	x	-	-	-	-	-	-	

*Resultados:

- 1- Genotoxicidad / daño oxidativo.
- 2- Neurotoxicidad
- 3- Teratogenicidad y afecciones placentarias
- 4- Cáncer
- 5- Disrupción endócrina
- 6- Salud Reproductiva
- 7- Daño Renal u otros efectos

Tabla A6. Resumen de estudios relevados en diferentes países donde se explicitan los efectos de la ATZ en la población humana expuesta, el tipo de exposición, los impactos sobre la salud, las patologías estudiadas y las clasificaciones regulatorias existentes.

País	Población	N° casos	Exposición	Impacto sobre la salud humana	Patología evaluada	Tiempo de aparición del efecto	Clasifi- cación GHS**	Clasifi- cación OSHA ***	Fecha	Asocia- ción existent e	Referenci a
Estados Unidos	Descendencia de mujeres con exposición residencial (nacimientos únicos)	280	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Atresia o estenosis de coanas	Largo plazo	-	HE3	1999 a 2008	Si	Agopian et al., 2013
Francia	Madres y neonatos	13.654	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Parto prematuro	Largo plazo	-	HE3	2005 a 2010	No	Albouy-Llaty et al., 2016
Estados Unidos	Descendencia de mujeres con exposición residencial (nacimientos únicos)	14.445	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Edad gestacional, peso al nacer, nacimiento prematuro o muy prematuro.	Largo plazo	-	HE3	2006 a 2008	Si	Almberg et al., 2018
Internacional (Review)	-	-	Crónica	Efectos cancerígenos	Cáncer de ovario, de tiroides, de próstata, de mama, de esófago y de hígado, cáncer infantil, leucemia de células pilosas, linfoma no-Hodgkin,	Largo plazo	-	-	1995 a 2012	No	Boffetta et al., 2013
Argentina	Aplicadores de plaguicidas terrestres (hombres)	880	Sub aguda	Toxicidad dérmica o sensorial	Irritación dérmica, ocular	Corto plazo	H317	HE16	2007 a 2010	Si	Butinof et al., 2015
Argentina	Aplicadores de plaguicidas terrestres (hombres)	880	Crónica	Neurotoxicidad	Depresión	Largo plazo	H373	HE3	2007 a 2010	Si	Butinof et al., 2015
Argentina	Aplicadores de plaguicidas terrestres (hombres)	47	Crónica	Genotoxicidad	Butirilcolinesterasa plasmática, aberraciones cromosómicas, micronúcleos y ensayo cometa	Largo plazo	H373	HE3	2014 a 2015	Si	Butinof et al., 2019
País	Población	N° casos	Exposición	Impacto sobre la salud humana	Patología evaluada	Tiempo de aparición	Clasifi- cación GHS	Clasifi- cación OSHA	Fecha	Asocia-	Referenci a

						n del efecto				ción existent e	
Argentina	Aplicadores de plaguicidas terrestres (hombres)	47	Crónica	Toxicidad dérmica o sensorial	No especificado	Largo plazo	H317	HE16	2015 a 2015	Si	Butinof et al., 2019
Argentina	Aplicadores de plaguicidas terrestres (hombres)	47	Crónica	Toxicidad respiratoria/ cardiovascular	No especificado	Largo plazo	H373	HE3	2016 a 2015	Si	Butinof et al., 2019
Estados Unidos	Registros de mortalidad	4.591	Crónica	Neurotoxicidad	Enfermedad de Parkinson	Largo plazo	-	-	2011 a 2015	No *	Caballero et al., 2018
Francia	Descendencia de mujeres con exposición residencial (nacimientos únicos)	601	Crónica	Toxicidad endocrina u hormonal	Anomalías genitales masculinas (micropene, hipospadias y testículos no descendidos)	Largo plazo	-	HE3	2002 a 2006	No	Chevrier et al., 2011
Francia	Descendencia de mujeres con exposición residencial (nacimientos únicos)	601	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Crecimiento fetal restringido y perímetro cefálico pequeño	Largo plazo	-	HE3	2002 a 2006	Si	Chevrier et al., 2011
Estados Unidos	Mujeres premenopáusicas de 18 a 40 años	67	Crónica	Toxicidad Reproductiva	Irregularidades en el ciclo menstrual	Largo plazo	H373	HE3	2003 a 2007	Si	Cragin et al., 2011
Estados Unidos	Mujeres premenopáusicas de 18 a 40 años	67	Crónica	Toxicidad endocrina u hormonal	Niveles de hormona luteinizante, estradiol y progesterona	Largo plazo	H373	HE3	2003 a 2007	Si	Cragin et al., 2011
Argentina	Agroaplicadores terrestres de cultivos extensivos (hombres)	47	Crónica	Genotoxicidad	Micronúcleos, ensayo cometa, aberraciones cromosómicas y butirilcolinesterasa plasmática	Largo plazo	-	-	2014 a 2015	Si	Díaz et al., 2015
Argentina	Agroaplicadores terrestres de cultivos extensivos (hombres)	47	Crónica	Toxicidad dérmica o sensorial	No especificado	Largo plazo	-	-	2014 a 2015	Si	Díaz et al., 2015
País	Población	N° casos	Exposición	Impacto sobre la salud humana	Patología evaluada	Tiempo de aparición	Clasificación GHS	Clasificación OSHA	Fecha	Asociación	Referencia

						n del efecto				ción existente	
Argentina	Agroaplicadores terrestres de cultivos extensivos (hombres)	47	Crónica	Toxicidad respiratoria/ cardiovascular	No especificado	Largo plazo	-	-	2014 a 2015	Si	Díaz et al., 2015
Argentina	Agroaplicadores terrestres de cultivos extensivos (hombres)	47	Crónica	Neurotoxicidad	No especificado	Largo plazo	-	-	2014 a 2015	No	Díaz et al., 2015
Argentina	Estudio ecológico a nivel nacional	-	Crónica	Efectos cancerígenos	Carga de cáncer total, cáncer de mama y de próstata	Largo plazo	-	-	2008 a 2012	No *	Díaz et al., 2015
Estados Unidos	Aplicadores de pesticidas con licencia	36357	Crónica	Efectos cancerígenos	Casos de cáncer	Largo plazo	-	-	1994 a 2007	No	Freeman et al., 2011
Estados Unidos	Aplicadores de pesticidas con licencia	36357	Crónica	Efectos cancerígenos	Casos de cáncer	Largo plazo	-	-	1994 a 2007	No	Freeman et al., 2011
Argentina	Sujetos expuestos laboralmente a plaguicidas (hombres)	20	Crónica	Genotoxicidad	Micronúcleos y células binucleadas con micronúcleos	Largo plazo	-	-	No especificado	Si	Gentile et al., 2012
Internacional (Review)	-	-	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Desenlaces adversos en el embarazo: malformaciones, abortos o pérdidas, bajo peso al nacer, perímetro cefálico pequeño, pequeño para edad gestacional, parto prematuro	Largo plazo	-	-	1992 a 2013	No	Goodman et al., 2014
Estados Unidos	-	-	Crónica	Efectos cancerígenos	Casos de cáncer	Largo plazo	-	-	No especificado	No *	Huff, 2016
País	Población	N° casos	Exposición	Impacto sobre la salud humana	Patología evaluada	Tiempo de aparición del efecto	Clasificación GHS	Clasificación OSHA	Fecha	Asociación existente	Referencia

Internacio nal (Review)	-	-	Crónica	Toxicidad Reproducti va	Desenlaces adversos en el embarazo: malformaciones, abortos o pérdidas, bajo peso al nacer, perímetro cefálico pequeño, pequeño para edad gestacional, parto prematuro	Largo plazo	-	-	1997	No	IARC MONOGR APHS VOLUME 73
Internacio nal (Review)	-	-	Crónica	Toxicidad Reproducti va	Desenlaces adversos en el embarazo: malformaciones, abortos o pérdidas, bajo peso al nacer, perímetro cefálico pequeño, pequeño para edad gestacional, parto prematuro.	Largo plazo	-	-	1997	No	IARC MONOGR APHS VOLUME 73
Internacio nal (Review)	-	-	Crónica	Efectos canceríge nos	Linfoma no-Hodgkin, linfoma de Hodgkin, leucemia, mieloma múltiple, sarcoma de tejidos blandos, cáncer de ovario, mama y de colon.	Largo plazo	-	-	1985 a 1993	No	IARC MONOGR APHS VOLUME 73
Estados Unidos	Registros de mortalidad	145	Crónica	Efectos canceríge nos	Cáncer de ovario	Largo plazo	-	-	1986 a 2010	No	Inoue- Choi et al., 2016
Estados Unidos	Pacientes mayores de 64 años	4207	Crónica	Neurotoxi cidad	Enfermedad de Parkinson	Largo plazo	-	HE3	2007	Si	James & Hall, 2015
Internacio nal (Review)	-	-	Crónica	Efectos canceríge nos	Cáncer de próstata, leucemia, linfoma no- Hodgkin, de mama, de estómago y de colon	Largo plazo	H373	HE3	No especi fi- cado	No	Jowa & Howd, 2011
Internacio nal (Review)	-	-	Crónica	Toxicidad endócrina u hormonal	Niveles de estrógeno, andrógeno y progesterona	Largo plazo	H373	HE3	No especi fi- cado	Si	Jowa & Howd, 2011
País	Población	N° caso s	Exposici ón	Impacto sobre la salud humana	Patología evaluada	Tiempo de aparició n del efecto	Clasifi- cación GHS	Clasifi- cación OSHA	Fecha	Asocia- ción existent e	Referenci a
Internacio nal (Review)	-	-	Crónica	Efectos canceríge nos	Cáncer de mama	Largo plazo	H373	HE3	No especi fi- cado	No *	Kass et al., 2020
India	Aplicadores de plaguicidas	120	Crónica	Daño por estrés oxidativo	Menor mecanismo de defensa antioxidante (Glutación, catalasa, superóxido dismutasa, glutación peroxidasa, glutación reductasa)	Largo plazo	H373	HE3	2014 a 2017	Si	Kaur et al., 2018
India	Aplicadores de plaguicidas	120	Crónica	Genotoxici dad	Mutaciones genéticas (citocromos: CYP2B6, CY3A4 y CYP2C9), actividad de la acetilcolinesterasa y	Largo plazo	H373	HE3	2014 a 2017	Si	Kaur et al., 2018



					de la butirilcolinesterasa						
Estados Unidos	Nacidos con defectos de nacimiento estructural o de una anomalía cromosómica dentro del año del parto a una madre que resida en Texas en el momento del nacimiento.	1620	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Defectos congénitos del corazón	Largo plazo	H373	HE3	1998 a 2005	No *	Kim et al., 2017
Estados Unidos	Aplicadores de pesticidas con licencia	8365	Crónica	Toxicidad endocrina u hormonal	Aumento de peso	Largo plazo	H373	HE3	1993 a 1997	Si	LaVerda et al., 2015
Estados Unidos	Aplicadores de pesticidas con licencia	320	Crónica	Toxicidad renal o nefrotoxicidad	Enfermedad renal terminal	Largo plazo	H373	HE3	1993 a 2011	Si	Lebov et al., 2016
Estados Unidos	Aplicadores de pesticidas con licencia	33017	Crónica	Efectos cancerígenos	Cáncer de pulmón, colorrectal, melanoma, pancreático.	Largo plazo	-	-	1993 a 2005	No *	Lerro et al., 2015
Estados Unidos	Aplicadores de pesticidas con licencia	29	Crónica	Daño por estrés oxidativo	Niveles de MDA, 8-OHdG y 8-isoPGF	Largo plazo	-	-	2002 a 2003	No *	Lerro et al., 2018
País	Población	N° casos	Exposición	Impacto sobre la salud humana	Patología evaluada	Tiempo de aparición del efecto	Clasificación GHS	Clasificación OSHA	Fecha	Asociación existente	Referencia
Argentina	Trabajadores rurales (fumigadores)	14	Crónica	Genotoxicidad	Aberraciones cromosómicas de tipo estructural y de tipo numérico	Largo plazo	-	-	No especificado	Si	Mañas et al., 2009
Croacia	Trabajadores agrícolas	11	Aguda	Exposición a través de metabolitos en orina	-	Corto plazo	-	-	2005	Si	Mendaš et al., 2012
Estados Unidos	Aplicadores de pesticidas con licencia	220	Crónica	Inmunotoxicidad	Artritis reumatoide	Largo plazo	-	-	1993 a 1997	Si	Meyer et al., 2017
Inglaterra	Hijas nacidas de madres expuestas a plaguicidas	174	Crónica	Toxicidad Reproductiva	Menarquía temprana	Largo plazo	-	HE3	1991 a 2009	No *	Namulanda et al., 2017

	durante el embarazo										
Argentina	Trabajadores agrícolas	17	Crónica	Genotoxicidad	Aberraciones cromosómicas, micronúcleos y ensayo cometa	Largo plazo	-	-	2008	Si	Peralta et al., 2011
Estados Unidos	Aplicadores de plaguicidas certificados	99	Aguda	Exposición a través de metabolitos en orina	-	Corto plazo	-	-	1996 a 1997	Si	Perry et al., 2000
Estados Unidos	Niños/as nacidos entre 2004 a 2006	71768	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Edad gestacional y nacimientos prematuros	Largo plazo	-	HE3	2000 a 2008	Si	Rinsky et al., 2012
Estados Unidos	-	-	Crónica	Toxicidad endócrina u hormonal	Niveles de estrógeno	Largo plazo	-	HE3	No especificado	Si	Rosania, 2011
Estados Unidos	-	-	Crónica	Toxicidad Reproductiva	Períodos irregulares	Largo plazo	-	HE3	No especificado	Si	Rosania, 2011
País	Población	N° casos	Exposición	Impacto sobre la salud humana	Patología evaluada	Tiempo de aparición del efecto	Clasificación GHS	Clasificación OSHA	Fecha	Asociación existente	Referencia
Colombia	Niños de 5 a 15 años de edad de ambos sexos (varón y mujer), con una exposición mínima de tres años	50	Crónica	Genotoxicidad	Micronúcleos, células apoptóticas en los linfocitos	Largo plazo	-	-	No especificado	Si	Ruiz-Guzmán et al., 2017
Estados Unidos	Aplicadores de pesticidas con licencia	1100	Crónica	Toxicidad endócrina u hormonal	Hipertiroidismo e hipotiroidismo	Largo plazo	H373	HE3	1993 a 1997	Si	Shrestha et al., 2019
Internacional (Review)	-	-	Crónica	Efectos cancerígenos	Casos de cáncer	Largo plazo	H317 / H373	HE16 / HE3	1964 a 1993	No	U.S. Department of Health and Human Services, 2003
Internacional (Review)	-	-	Crónica	Toxicidad endócrina u hormonal	Función de disruptores endocrinos	Largo plazo	H373	HE3	No especificado	Si	Vandenbergh et al., 2012
Francia	Nacimientos entre 1997 a 1998	3510	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Bajo peso al nacer, parto prematuro y pequeño para edad gestacional	Largo plazo	-	HE3	1997 a 1998	No	Villanueva et al., 2005

Informe técnico-científico sobre el uso
e impactos del herbicida atrazina en Argentina

China	Descendencia de mujeres con exposición residencial (nacimientos únicos)	112	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Peso al nacer	Largo plazo	-	HE3	2008 a 2009	Si	Wickerham et al., 2012
Estados Unidos	Embarazos y nacimientos registrados en el Centro para el Control de Enfermedades (CDC) entre 1996-2002.	30,11 millones	Crónica	Toxicidad al desarrollo	22 categorías de defectos de nacimiento con la tasa general de defectos de nacimiento definida como cualquier defecto de nacimiento.	Largo plazo	-	HE3	1996 a 2002	Si	Winchester et al., 2009
País	Población	N° casos	Exposición	Impacto sobre la salud humana	Patología evaluada	Tiempo de aparición del efecto	Clasificación GHS	Clasificación OSHA	Fecha	Asociación existente	Referencia
Estados Unidos	Datos del Estudio Nacional de Prevención de Defectos de Nacimiento (NBDPS)	343	Crónica	Toxicidad al desarrollo	Hipospadias	Largo plazo	-	HE3	1998 a 2005	No *	Winston et al., 2016

*Se observaron asociaciones con otros plaguicidas, o se sugiere continuar con la investigación por haber hallado resultados sugestivos.

**Clasificación por sistema GHS:

- H317: Puede causar reacciones alérgicas en la piel – Sensibilizante dermal
- H373: Causa daños a órganos luego de exposición repetida o prolongada

***Clasificación regulatoria de efectos (health effects, HE) en la salud humana según la OSHA (USA):

- HE3 – Toxicidad crónica (acumulable) – Toxicidad en órganos a largo plazo, además de nerviosos, en respiratorios, hematológicos o reproductivos.
- HE16 - Irritante de ojos, nariz, garganta y piel

Tabla A7. Efectos sinérgicos de las mezclas de ATZ y otros plaguicidas sobre vertebrados.

ID	Grupo	Sustancia	Clase	Especie	Efecto	Punto final	Interacción	Referencia	Mendele	Grupo
1	Herbicida	Alacloro	Anfibios	<i>Rana pipiens</i>	Mortalidad	CL50	S	Howe et al., 1998	Si	1-I
2	Herbicida	Alacloro	Anfibios	<i>Bufo americanus</i>	Mortalidad	CL50	S	Howe et al., 1998	Si	1-I
3	Herbicida	alacloro	Peces	<i>Ictalurus punctatus</i>	Mortalidad	CL50	S	Howe et al., 1998	Si	1-I
4	Herbicida	alacloro	Peces	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Mortalidad	CL50	S	Howe et al., 1998	Si	1-I
5	Insecticida	terbufós	Peces	<i>Cyprinella lutrensis</i>	Tolerancia térmica	TL	NI	Messaad et al., 2000	Si	1-I
6	Detergente	4-nonilfenol	Peces	<i>Salmo salar</i>	Osmoregulación	Na/K-ATPasa	NI	Moore et al., 2003	Si	1-I
7	Detergente	4-nonilfenol	Peces	<i>Salmo salar</i>	Mortalidad	%M	NI	Moore et al., 2003	Si	1-I
8	Nutriente	nitrato	Anfibios	<i>Xenopus laevis</i>	Crecimiento	Peso/talla	S/A	Sullivan and Spence, 2003	Si	1-I
9	Nutriente	nitrato	Anfibios	<i>Xenopus laevis</i>	Diferenciación gonadal	Proporción de sexos	S	Orton et al., 2006	Si	1-I
10	Nutriente	nitrato	Anfibios	<i>Rana pipiens</i>	Diferenciación gonadal	Proporción de sexos	S	Orton et al., 2006	Si	1-I
11	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalidad/Neurotoxicidad	CL50/AchE	AD/S	Wacksman et al., 2006	Si	1-I
12	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mortalidad/Neurotoxicidad	CL50/AchE	NE	Wacksman et al., 2006	Si	1-I
13	Insecticida	clorpirifós	Anfibios	<i>Xenopus laevis</i>	Mortalidad/Neurotoxicidad	CL50/AchE	S	Wacksman et al., 2006	Si	1-I
14	Insecticida	clorpirifós	Anfibios	<i>Rana clamitans</i>	Mortalidad/Neurotoxicidad	CL50/AchE	NE	Wacksman et al., 2006	Si	1-I
15	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Neurotoxicidad	AchE/Cbe	S	Xing et al., 2010	Si	1-I
16	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Histopatología	Índice de daño histopatológico	NE	Xing et al., 2012a	Si	1-I
17	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Estrés oxidativo	SOD/CAT/GPx/MD	NE	Xing et al., 2012a	Si	1-I
18	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Detoxificación	GST	NI	Xing et al., 2012b	Si	1-I
19	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Estrés Celular	HSP60, HSP70, HSP90	NI	Liu et al., 2013	Si	1-I
20	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Estrés Celular	HSP70	NI	Xing et al., 2013	Si	1-I
21	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Estrés Celular	HSP60, HSP70, HSP90	NI	Xing et al., 2015	Si	1-I
22	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Fisiología	óxido nítrico-sintetasa/NO	NI	Wang et al., 2013	Si	1-I
23	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Detoxificación	CYP1A/1B/1C/APND/ERND	AN	Fu et al., 2013	Si	1-I
24	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Detoxificación	CYP1A1/EROD/PROD	NI	Xing et al., 2014	Si	1-I
25	Insecticida	clorpirifós	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Metabolismo AND	AND metil-transferasa/	NI	Wang et al., 2014	Si	1-I

						metilación AND				
26	Insecticida	clorpirif ós	Peces	<i>Danio rerio</i>	Neurotoxicida d/Comportami ento	AchE/comp ortamiento natatorio	S	Pérez et al., 2013	Si	1-I
27	Metaloide	arsénico	Peces	<i>Danio rerio</i>	Estrés oxidativo/gen otoxicidad	LPO/Momen toColaADN	P	Adeyemi et al., 2015	Si	1-I
28	Metaloide	arsénico	Peces	<i>Danio rerio</i>	Teratogénesis	edema/eclo sión/escolio sis	NE	Adeyemi et al., 2015	Si	1-I
29	Cianotoxina s	Microcis tina-LR	Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Histopatología	Indice de daño histopatológ ico	P	Jiang et al., 2013	Si	1-I
30	Herbicida	metolaclo ro/tiob encarb	Anfibi os	<i>Limnodynaste s tasmaniensis</i>	Desarrollo/Cre cimiento/Rela ción sexos		NE	Spolyarich et al., 2010	Si	1-I
31	Herbicida	desetilA TZ/deis opropilA TZ/acet oclor/m etolaclo ro	Anfibi os	<i>Pimephales promelas</i>	Feminización/ Desfeminizaci ón	ER-α/Vtg	AN	Ali et al., 2018	Si	1-I
32	Herbicida	desetilA TZ/deis opropilA TZ/acet oclor/m etolaclo ro	Anfibi os	<i>Rana pipiens</i>	Feminización/ Desfeminizaci ón	ER-α/Vtg	AN	Ali et al., 2018	Si	1-I
33	Herbicida	glifosato	Reptile s	<i>Podocnemis unifili</i>	Teratogénesis	Nro costillas/Ani llo esclerótico	NE	Hirano et al., 2019	Si	1-I

Efecto. S= Sinérgico; AN= Antagónico; AD= Aditivo; P=potenciación; NE=No efecto; NI= No informado.
CL50= Concentración Letal 50.



Argentina unida



Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible
Argentina



17 de octubre de 2023

Buscar...



El riesgo se potencia cuando entra en contacto con el arsénico

Sociedad

> [Glifosato](#)

Glifosato: una investigación argentina confirma su peligro

Científicos argentinos confirmaron que ese herbicida junto con arsénico (presente de forma natural en amplias regiones) producen alteración hormonal y daño genético, antesala posible de enfermedades como el cáncer.

Por Darío Aranda

9 de diciembre de
2019 - 00:28



"Los resultados presentados aquí deberían ser motivo de preocupación para los sistemas (responsables) de la salud humana y de la vida silvestre", alerta un trabajo científico inédito a nivel mundial, realizado por científicos argentinos, que determinó los riesgos del glifosato, herbicida estrella del

modelo de agronegocio, en contacto con el arsénico (químico presente de forma natural en amplias zonas fumigadas). Existen numerosas pruebas científicas de los efectos en la salud y el ambiente del glifosato, y ahora **se confirma su efectivo perjudicial potenciado**: produce alteración de las hormonas y daño genético, males asociados a enfermedades como el cáncer. "No tengo dudas de las consecuencias del glifosato. **Es tóxico y causa efectos muy nocivos**. Hay más de 1000 trabajos científicos que lo confirman", afirmó Rafael Lajmanovich, científico a cargo de la investigación.

Rafael Lajmanovich es profesor titular de la Cátedra de Ecotoxicología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral e investigador del Conicet. Trabaja desde 1998 en el estudio del impacto de los agroecosistemas y los agroquímicos sobre la fauna silvestre de anfibios. **Cuenta con más de cien trabajos internacionales y capítulos de libros sobre el tema.**

Durante más de seis meses analizó (junto a un grupo de investigadores) el efecto del glifosato con el arsénico (que se encuentra presente de forma natural en agua y suelos de Argentina --muchas de las zonas agrícolas--). **Y confirmó lo temido: tienen un efecto sinérgico, se potencian, y producen consecuencias muy graves.**

Confirmaron disrupción hormonal (aumento en la concentración de hormonas tiroideas), la mayor proliferación celular (aumentan su tasa normal de división celular) y genotoxicidad (daño en el material genético). "Estos tres marcadores son fuertes indicadores de mayor riesgo ecotóxico de procesos de daño en el ADN y/o de los mecanismos de regulación del mismo (llamado daño epigenético), que resultan en una proliferación celular incontrolada", explicó Lajmanovich. Es una obviedad en el mundo científico, probado desde hace décadas: **a mayor daño genético, mayor probabilidad de contraer enfermedades como el cáncer y malformaciones.**

En el mismo sentido, la experimentación en anfibios es una de las mejores maneras de prever lo que pasará en humanos. Por eso se los denomina los "canarios de la mina" (por esa práctica antigua de, en las galerías de carbón, tener un canario como alerta de gases tóxicos). El investigador detalla que **los anfibios son excelentes modelos experimentales para estudiar el efecto agudo y crónico de sustancias tóxicas** sobre el desarrollo de los vertebrados inferiores hasta los mamíferos. El desarrollo embrionario de una larva de anfibio está regulado por una gran proporción de los mismos genes humanos. En el año 2010 se secuenció por primera vez el genoma completo de un anfibio y se comprobó que comparten hasta el 80 por ciento de los genes humanos asociados con enfermedades genéticas.

El trabajo experimental consistió en dos etapas. La primera del tipo "aguda a concentraciones letales" de ambos tóxicos, en la que se demostró que existía "sinergia". Lajmanovich lo explica de forma didáctica: **si la toxicidad del glifosato es 100 y la del arsénico es 100. Juntos tienen una toxicidad de 300 o más**. La segunda etapa fue una medición de efecto crónico, de un mes, expuesto a dosis sub-letales (en cantidades que se pueden encontrar en escenarios naturales). El resultado fue el daño genético y alteración hormonal.

La investigación, única en su tipo, cobra mayor relevancia por la gran cantidad de herbicidas utilizado en Argentina y las amplias zonas con exceso de arsénico: desde Santiago del Estero, Chaco, Salta y Entre Ríos, hasta regiones de la Pampa Húmeda del agronegocio (Buenos Aires, Córdoba, La Pampa y Santa Fe).

El trabajo académico está **especialmente dedicado al médico y científico Andrés Carrasco**, que en 2009 publicó en este diario su investigación sobre el efecto letal del glifosato en embriones anfibios y su vinculación con la salud en humanos. Carrasco, que había sido presidente del Conicet y director del Laboratorio de Embriología Molecular de la UBA, sufrió una

campaña de desprestigio encabezada por las empresas del agronegocio (Monsanto, Bayer, Syngenta, Aapresid, entre otras), los diarios La Nación y Clarín (y sus periodistas "agrarios") y el ministro de Ciencia Lino Barañao.

"El profesor y doctor Andrés Carrasco fue un destacado científico y una motivación para todos los interesados en detener el impacto social y medioambiental de las empresas transnacionales y los establecimientos gubernamentales que legalizan el uso de pesticidas nocivos", resalta el paper científico en su página nueve. Lajmanovich denunció las maniobras contra Carrasco: "El Conicet conformó una comisión para desacreditarlo, pero sin dudas logró el efecto contrario. **Las evidencias sobre la toxicidad y los efectos del glifosato sobre el ambiente y la salud han sido abrumadoras en Argentina y el mundo**".

Entre las empresas que comercializan glifosato en Argentina figuran Bayer-Monsanto, Syngenta, Red Surcos, Atanor, Asociación de Cooperativas Argentinas, Nufram, Agrofina, Nidera, DuPont, YPF y Dow.

La investigación fue publicada en la revista científica Eliyon, de la prestigiosa editorial internacional Elsevier, de Reino Unido. El título de la investigación es "Primera evaluación de nuevos efectos sinérgicos potenciales del glifosato y mezcla de arsénico". Lleva la firma de otros siete investigadores. Paola Peltzer, Andrés Attademo, Candela Martinuzzi, María Fernanda Simioniello, Carlina Colussi, Ana Paula Cuzziol Boccioni y Mirna Sigrist.

Lajmanovich remarcó que "no hay dudas" del efecto nocivo del glifosato. Por un lado, están las víctimas de las fumigaciones con agrotóxicos, prueba territorial de las consecuencias. Y, por otro, precisa que existen "1079 trabajos científicos de todo el mundo que lo dicen, muchos de ellos de científicos de universidades públicas de Argentina y del Conicet, indexados y accesible en Medline".

Problema de salud pública

El científico Rafael Lajmanovich insiste una y otra vez que, luego de 30 años de agronegocio transgénico, no hay dudas del efecto devastador de los agrotóxicos. En particular del glifosato. Y tiene una hipótesis de por qué sectores de gobiernos aún minimizan las consecuencias: "Lo niegan porque es un problema económico-político muy difícil de resolver. No se trata de un problema científico, donde ya se confirmó sus efectos tóxicos". Recuerda que hasta la Organización Mundial de la Salud (OMS --mediante su espacio oficial de estudio del cáncer--) clasificó como "probable cancerígeno" al glifosato. El académico apunta sobre todo al rol del Estado, que desde sus entidades regulatorias avalan el uso de estos tóxicos: "Los residuos de glifosato empiezan a encontrarse a niveles alarmantes en el agua y sedimento de ríos y arroyos, en el aire, en la lluvia, hasta en las aguas subterráneas y en los abrevaderos donde toman agua las vacas de los tambos y en la orina de las personas adultas y niños. Entonces ya no caben dudas, estamos ante un verdadero problema ambiental de salud pública".

Noticias PM

Terminá la jornada con todo lo que necesitás saber. En tu correo, **todos los días a las 7 pm.**

[ver más newsletters](#)



Suscribite

Este es un contenido original realizado por nuestra redacción. Sabemos que valorás la información rigurosa, con una mirada que va más allá de los datos y del bombardeo cotidiano.

Hace 36 años **Página | 12** asumió un compromiso con el periodismo, lo sostiene y cuenta con vos para renovarlo cada

día.

Unite a Página | 12

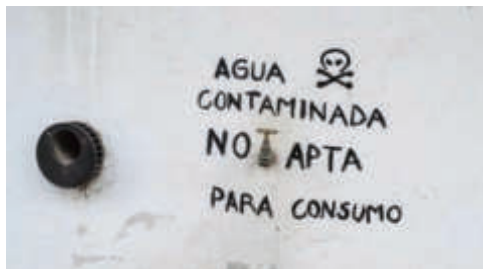
EN VIVO

Estudio

Glifosato y arsénico, un dúo peligroso

Martes 19 de noviembre de 2019 / Actualizado el miércoles 20 de noviembre de 2019

En la Universidad Nacional del Litoral detectaron que la mezcla de glifosato con arsénico en el agua genera daños en el ADN, así como mutaciones en el metabolismo y afecciones en el sistema hormonal de los anfibios.



(https://web9.unl.edu.ar/noticias/img/thumbs/v-ars3_vga.png)

Agencia TSS – Universidad General San Martín (UNSAM) En la Argentina se utilizan 107 plaguicidas prohibidos en todo el mundo, de los cuales el 33% son considerados como altamente peligrosos según los criterios establecidos por la OMS y la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), tal como lo indica un informe elaborado por el ingeniero agrónomo Javier Sousa Casadinho (<https://rap-al.org/argentina-informe-sobre-los-plaguicidas-altamente-peligrosos-registrados-en-argentina/>), realizado para la Red de acción en plaguicidas y alternativas para América Latina (<https://rap-al.org/>). Entre ellos, se destacan la “Atrazina”, un herbicida que se

utiliza para controlar el crecimiento de malas hierbas en la agricultura, el “Paraquat”, que se aplica en los cultivos de tabaco y hortalizas, por ejemplo, y el glifosato, tal vez es el más conocido y utilizado en el país. El nombre comercial del glifosato en la Argentina es Roundup, está patentado por Bayer/Monsanto y se estima que cada año se esparcen mas de 200 millones de litros en las distintas regiones del país.

Este herbicida –por el cual Bayer/Monsanto están enfrentando un centenar de juicios en Estados Unidos y ha sido condenada por un tribunal extraordinario de la Haya (<http://www.unsam.edu.ar/tss/un-tribunal-contra-monsanto/>)–, es considerado “inocuo” en la Argentina y se lo utiliza indiscriminadamente desde hace más de 20 años, lo que ha provocado altas acumulaciones no solo en los campos, sino que también se han detectado niveles de glifosato superiores a los de los cultivos, aun debajo del agua, en el lecho del Río Paraná (<http://www.unsam.edu.ar/tss/un-campo-con-glifosato-en-el-lecho-del-parana/>), por ejemplo, o en aljibes del impenetrable chaqueño, en los que los pobladores colectan agua de lluvia para consumir, ya que el agua de pozo que se obtiene en el lugar no es apta para consumo humano porque tiene elevados niveles de sales.

“Nadie puede pensar que las poblaciones humanas o animales están sólo expuestas a glifosato, en general están expuestas a múltiples estresores ambientales y hay algunos que actúan en forma mas sinérgica que otros”, le dijo a **TSS** el investigador Rafael Lajmanovich, del Laboratorio de Ecotoxicología de Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL), que junto a colegas del Laboratorio de la cátedra de Toxicología, Farmacología y Bioquímica Legal de la misma facultad y del Programa de Investigación y Análisis de Residuos y Contaminantes Químicos (PRINARC) de la Facultad de Química de la UNL, elaboraron el primer estudio que da cuenta de los efectos combinados del glifosato y el arsénico en anfibios.

“La Argentina es uno de los sitios con mayor hidroarsenicismo del planeta y uno de los países con mayor uso de glifosato, lo que la vuelve un escenario de riesgo ecotoxicológico bastante importante, pero muchas veces hay que demostrar ese riesgo de manera experimental”, agregó el especialista, que investiga sobre el efecto ambiental y biológico de los plaguicidas desde hace más de 20 años.

Se han detectado niveles de glifosato superiores a los de los cultivos, aun debajo del agua, en el lecho del Río Paraná, por ejemplo, o en aljibes del impenetrable chaqueño.

En su investigación, Lajmanovich partió de de la hipótesis del médico Channa Jayasumana, de Sri Lanka, que en 2014 postuló que el glifosato mezclado con metaloides (como el arsénico) producía enfermedad renal crónica. Bajo esta premisa, el grupo del Laboratorio de Ecotoxicología comenzó los análisis para este estudio en el año 2017. “Antes que ser un herbicida, el glifosato es un quelante de metales, es decir, que tiene afinidad por los metales. De hecho, fue patentado por Monsanto en 1964 como un producto para destapar cañerías”, advirtió Lajmanovich.

El arsénico es un metal presente de manera natural en muchas zonas del país, que genera una enfermedad crónica que se caracteriza, entre otras cosas, por lesiones en la piel, conocida como hidroarsenicismo. Según la OMS, la cantidad máxima de esta sustancia permitida en agua es de 10 microgramos por litro (mcg/l), aunque se está evaluando modificar esa cantidad y llevarla a cero. Sin embargo, muchas regiones del país superan esa cifra, entre las cuales se encuentran las provincias de Buenos Aires, Chaco, Córdoba, Santa Fe y Santiago del Estero, que son además las más fumigadas con glifosato. Al respecto, por ejemplo, un relevamiento de la Red de Seguridad Alimentaria Nacional del CONICET (<https://rsa.conicet.gov.ar/arsenico-en-la-mira-un-relevamiento-advierde-sobre-la>

contaminacion-del-agua/), demuestra que, según los resultados de más de 400 muestras analizadas desde 2011, el agua que se consume en más de la mitad de esos puntos, ciudades o áreas rurales, contiene cantidades de arsénico superiores a la recomendación de la OMS para prevenir el hidroarsenicismo.

“Si se considera la toxicidad de la sustancia A, que es uno, y la de la sustancia B, que también es uno, la mezcla de ambas no es dos sino tres”, subraya Lajmanovich y detalla que los resultados más contundentes en cuanto a la potenciación de arsénico con glifosato fueron que producen daño en el ADN, disrupción en las hormonas tiroideas y un aumento en la proliferación celular.

“Ambas sustancias mezcladas producen un efecto que solas no producen, lo que da una fuerte potencia para producir teratología o malformaciones en el desarrollo”, advirtió el investigador y agregó que también evaluaron la exposición aguda (por ejemplo, cuando ocurre una intoxicación), en la que se analiza la letalidad que provocan las sustancias, y la exposición crónica, es decir prolongada en el tiempo, para la cual usaron una dosis ocho veces menor a la dosis que no causa efecto.

El arsénico es un metal presente de manera natural en muchas zonas del país, que genera una enfermedad crónica que se caracteriza, entre otras cosas, por lesiones en la piel, conocida como hidroarsenicismo. Según la OMS, la cantidad máxima de esta sustancia permitida en agua es de 10 mcg/l (aunque se está evaluando modificar esa cantidad y llevarla a cero). Sin embargo, muchas regiones del país superan esa cifra.

Esto es importante ya que muchas veces solo se considera la toxicidad aguda para determinar si una sustancia es o no peligrosa. “Este es uno de los miles de trabajos que echan por tierra esa hipótesis: muchas cosas que no se vieron en el ensayo agudo, sí aparecieron en el crónico. Hay muchas cosas que en el ensayo agudo no se muestran, a pesar de ser con dosis mucho más altas, pero que sí se ven en el ensayo crónico con dosis extremadamente más bajas”, explicó Lajmanovich.

Los datos preliminares de este estudio, que fue publicado el mes pasado en la revista *Heliyon*, habían sido presentados en el Congreso de Salud Socioambiental que se desarrolló en Rosario en junio de este año. “Presenté el adelanto porque suponía que tenía cierta implicancia ambiental y me parecía que no podía esperar el tiempo que lleva la publicación”, sostuvo el investigador y destacó que, desde entonces, los datos fueron tenidos en cuenta, por ejemplo, como referencia por la Justicia Federal en el procesamiento a tres productores rurales por considerarlos coautores penalmente responsables del delito de contaminación del ambiente de un modo peligroso para la salud, en el marco de la causa penal por fumigaciones con agrotóxicos en las adyacencias de tres barrios de Pergamino (<http://colonbuenosaires.com.ar/elfaro/fallo-historico-en-pergamino-procesan-a-tres-productores-por-contaminacion-con-agrotoxicos/>).

“Siempre trato de resaltar la labor de las organizaciones ambientales en la Argentina, que de alguna manera se están encargando de defender el ambiente y a la gente de diferentes riesgos como los de los plaguicidas”, subrayó Lajmanovich y aseguró: “La gente se da cuenta de las cosas antes que los científicos. En este caso, yo había leído que en algunos pueblos, sobre todo en la provincia de Buenos Aires, los vecinos se estaban enfermando y sabían que estaban expuestos a mucho arsénico y glifosato. Este estudio simplemente vino a corroborar cosas que tal vez algunas personas, sobre todo afectadas, ya se estaban dando cuenta o por lo menos sospechaban”.

Fuente: Por Vanina Lombardi

Agencia TSS – Universidad General San Martín (UNSAM)

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

Prevenir derivas en las aplicaciones de productos fitosanitarios



Así como los productos fitosanitarios han ido mejorando y evolucionando, haciéndose más seguros y amigables con el ambiente; de la misma manera, las técnicas de aplicación han avanzado y se han ido tecnificando para lograr aplicaciones más eficientes cada día. Es por esto que, al momento de realizar una aplicación con productos fitosanitarios, es indispensable conocer las técnicas y tecnologías de aplicación que existen a fin de realizar la aplicación de la mejor manera posible. De lo contrario la aplicación podría no ser eficaz y generar la indeseada deriva. Se llama “deriva” a todas aquellas gotas que no alcancen el objetivo y constituye una pérdida de producto, reduciendo la eficiencia de la pulverización así como puede generar efectos indeseados en el ambiente. La deriva puede ocurrir tanto durante la aplicación, como después, en el caso de productos volátiles.

En general puede decirse que la deriva está influenciada por 4 factores:

- > **Características de la pulverización (tamaño de gotas)**
- > **Técnica de aplicación y equipos empleados.**
- > **Condiciones ambientales al momento de la aplicación**
- > **Habilidad del operador.**

Existen dos tipos de deriva, una es conocida como **ENDODERIVA**. Esta ocurre a pocos metros del lote y se produce debido al escurrimiento de la gota o depósito de ella sobre el canopeo, en el caso que este no sea el objetivo. En general este tipo de deriva es producido debido al uso de gotas extremadamente grandes, donde las mismas no se esparcen adecuadamente en el lote y se mantienen sobre el canopeo o caen al suelo. Este es el caso de utilizar gotas demasiado grandes, por ejemplo, para la aplicación de insecticidas. Sin embargo, es importante remarcar que el uso de gotas medianamente grandes no sería inadecuado en el caso de aplicar fungicidas o herbicidas sistémicos.

Por otro lado, la **EXODERIVA** ocurre en general cuando se utilizan gotas pequeñas aplicadas con vientos mayores a los recomendados para una aplicación (mayores de 15km/h). Esta deriva puede generar daños en cultivos adyacentes así como afectar la seguridad de personas cercanas. Este tipo de deriva también puede ocurrir al aplicar productos volátiles con condiciones climáticas no recomendadas, siendo temperaturas mayores a 25°C y humedades relativas inferiores al 50%.

A fin de evitar que ocurra, siempre se deberá utilizar maquinaria en condiciones adecuadas para realizar aplicaciones con productos fitosanitarios. Esto se logra controlando que los picos no se encuentren

obstruidos ni resecos y verificando también la presión adecuada a utilizar y las boquillas (factores que incidirán en el tamaño de las gotas generadas). Asimismo, es importante que la calibración de la máquina sea realizada por un operario capacitado, que conozca la misma y sepa adecuarla a fin de poder aplicar la dosis correcta, de acuerdo a lo que indique la etiqueta del producto a utilizar. En cuanto a la calibración, además de controlar la presión, es también importante la altura del botalón, ya que una posición del mismo demasiado alta aumenta el riesgo de que ocurra la deriva del producto.

Es recomendable también en algunos casos recurrir a aditivos o coadyuvantes que ayudan a que la aplicación sea eficaz. Por ejemplo los antievaporantes, que ayudan a reducir las pérdidas por volatilización.

Por último, y no menos importante, es siempre fundamental respetar las condiciones climáticas adecuadas al momento de realizar una aplicación: temperaturas menores a 25°C, HR entre 45 y 65% y vientos entre 5 a 15km/h. Cuando las mismas no sean las observadas en el lote, bajo ninguna circunstancia se deberá llevar a cabo la aplicación.

La aplicación de productos fitosanitarios constituye una técnica de alta tecnificación, donde conocer las tecnologías disponibles así como las recomendaciones adecuadas para realizar una aplicación definirán si la misma será o no eficiente. Realizarla de la manera correcta, siguiendo las recomendaciones de la etiqueta de los productos y contar con un profesional idóneo al momento de llevarla a cabo, nos permitirá realizar aplicaciones responsables y eficaces.



Reconquista 661, 1º A (C1003ABM)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

(+54 11) 4893-7772

(+54 11) 4893-7773

contacto@casafe.org

[Términos y Condiciones](#)

[Ir a Contacto](#)

Asociada a:

AGRO CULTURA



PODER JUDICIAL DE TUCUMÁN

CENTRO JUDICIAL MONTEROS
Juzgado en lo Civil y Comercial Común I

ACTUACIONES N°: 149/23



H3020167162

**AUTOS: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS
c/ SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. s/ AMPARO. EXPTE N°149/23.-**

En el día de la fecha comparece la Dra. Alcy Adriana García Romano, a los fines de presentar ante esta secretaria la documentación que a continuación se detalla:

Documentación original:

1- Un pen drive etiquetado como SESTO CABRAL Y OTRO C/SOTILLO Y OTROS S/AMPARO EXPTE 149/23 que dice contener vídeos de fumigaciones de fecha 15/12/2023.

En este acto y a los fines de corroborar el contenido del pen drive se procede a la descarga en presencia del Tec. Luciano Murcani Prosecretario de la Oficina de Sistemas de este Centro Judicial y de la Dra Alcy A. García Romano.

En este acto se procede a la descarga de los 12 videos contenidos en el pen drive y se procede a realizar copia de los mismos en una carpeta identificada "*Documentación original -Pendrive 2 - expte n°149/23 s/ Amparo*" en la computadora de Secretaría de este Juzgado.

El presentante manifiesta que procede a retirar el pen drive, firmando los presentes ante mi que doy fe. Monteros, 28 de Diciembre de 2023. **FDO. MARIA EMILSE ROBLES - PROSECRETARIA.-**

FIRMADO DIGITALMENTE

Certificado Digital:

CN=ROBLES María Emilse, C=AR, SERIALNUMBER=CUIL 27289198933, Fecha:28/12/2023;

La autenticidad e integridad del texto puede ser comprobada en el sitio oficial del Poder Judicial de Tucumán <https://www.justucuman.gov.ar>

PODER JUDICIAL DE TUCUMÁN

CENTRO JUDICIAL MONTEROS
Juzgado en lo Civil y Comercial Común I

ACTUACIONES N° 149/23



H3020167162

**AUTOS: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS
c/ SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. s/ AMPARO. EXPTE N°149/23.-**

En el día de la fecha comparece la Dra. Alcy Adriana García Romano, a los fines de presentar ante esta secretaria la documentación que a continuación se detalla:

Documentación original:

1- Un pen drive etiquetado como SESTO CABRAL Y OTRO C/SOTILLO Y OTROS S/AMPARO EXPTE 149/23 que dice contener videos de fumigaciones de fecha 15/12/2023.

En este acto y a los fines de corroborar el contenido del pen drive se procede a la descarga en presencia del Tec. Luciano Murcani Prosecretario de la Oficina de Sistemas de este Centro Judicial y de la Dra Alcy A. García Romano.

En este acto se procede a la descarga de los 12 videos contenidos en el pen drive y se procede a realizar copia de los mismos en una carpeta identificada "Documentación original -Pendrive 2 - expte n°149/23 s/ Amparo en la computadora de Secretaria de este Juzgado.

El presentante manifiesta que procede a retirar el pen drive, firmando los presentes ante mi que doy fe. Monteros, 28 de Diciembre de 2023. FDO. MARIA EMILSE ROBLES - PROSECRETARIA.-

MARIA EMILSE ROBLES

LUCIANO MURCANI
PROSECRETARIO
SISTEMAS



Expediente: 149/23

Carátula: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS C/ SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. S/ AMPARO

Unidad Judicial: JUZGADO EN LO CIVIL Y COMERCIAL COMÚN I

Tipo Actuación: CEDULA CASILLERO VIRTUAL FIRMA DIGITAL

Fecha Depósito: 18/12/2023 - 04:40

Notificación depositada en el/los domicilio/s digital/es:
30648815758938 - JUZG. PAZ VILLA QUINTEROS -

PODER JUDICIAL DE TUCUMÁN

CENTRO JUDICIAL MONTEROS

Juzgado en lo Civil y Comercial Común I

ACTUACIONES N°: 149/23



H3020166279

Monteros, 13 de diciembre de 2023.-

CÉDULA DE NOTIFICACIÓN

ACORDADA N° 102/86

Juez de Paz de Villa Quinteros

**AUTOS: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS c/
SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. s/ AMPARO .**

EXPTE. N°: 149/23.

SE NOTIFICA A: LABORES Y TRABAJOS DEL SUR S.A.

DOMICILIO: SARGENTO JUAREZ S/N, LEON ROUGÉS, CP 4143, TUCUMAN.

PROVEIDO

"Monteros, 06 de diciembre de 2023.(...), b)-...A tal fin y por aplicación del principio de flexibilidad de las formas: librese cédula, para que los mencionados informen de manera circunstanciada los antecedentes, motivos y fundamentos de la actuación impugnada, los preceptos legales en que se

fundan y la prueba que existe acerca de la posición procesal de la parte actora. Hágase constar en la cédula a librar que el escrito de demanda y la 1ª prueba documental allí ofrecida podrá ser compulsada ingresando con el numero de expediente, a través del sitio web del Poder Judicial de Tucumán (<https://www.justucuman.gov.ar/>, opción: "consulta expedientes") al presente expediente digital.- MER FDO. DRA. LUCIANA ELEAS. JUEZA.-. QUEDA UD. DEBIDAMENTE NOTIFICADO.- Se adjunta OFICIO 01 archivo pdf en 02 carillas.

Se adjunta a la presente los datos de comprobante de pago: -Fecha: 11/12/2023 - 27240569219 GARCIA ROMANO ALCY ADRIANA -Concepto: BONOS DE MOVILIDAD - JUSTICIA DE PAZ -Nro Comp: 276848147 -Monto: 2000." -SMJ

JUZG. PAZ VILLA QUINTEROS,- - 30648815758938

Actuación firmada en fecha 15/12/2023

Certificado digital:
CN=ROBLES Maria Emile, C=AR, SERIALNUMBER=CUIL 27289198933

La autenticidad e integridad del texto puede ser comprobada en el sitio oficial del Poder Judicial de Tucumán <https://www.justucuman.gov.ar>.

PODER JUDICIAL DE TUCUMÁN

JUSTICIA DE PAZ
Juzgado de Paz de Villa Quinteros

ACTUACIONES N° 65069/23



H20978294784

SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS c/

SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. s/ AMPARO - TRAMITE

VILLA QUINTEROS, 18 de diciembre de 2023 RECIBIDO EN LA FECHA PASE

A CAROLINA GISSEL MORENO PARA QUE DE CUMPLIMIENTO CON LO
ORDENADO. MSP




GARCIA MARCELO JAVIER
PROSEC. JUD. CAT. C
JUZG. DE PAZ VILLA QUINTEROS

... Leon Moufer, 26 de Diciembre de 2023, SIENDO HS/100 SE
hace entrega DE ESTA CÉDULA Y SE DEJA DUPLICADO EN EL DOMICILIO
INDICADO A Sotillo Jesus (Portero) QUIEN RECIBE Y Si FIRMA
PARA CONSTANCIA. SE ADJUNTAN 01 FS. PARA TRASLADO.

 ATMAN

42.312.922.




MORENO CAROLINA GISSEL
ENCARGADA
JUZGADO DE PAZ DE VILLA QUINTEROS

--- VILLA QUINTEROS, 28 de Diciembre de 2023. CUMPLIDO CON LO ORDENADO
POR S.S, VUELVA LA PRESENTE CEDULA AL JUZGADO OFICIENTE.
SIRVA LA PRESENTE DE ATENTA NOTA DE REMISIÓN. -



PODER JUDICIAL DE TUCUMÁN

CENTRO JUDICIAL MONTEROS
Juzgado en lo Civil y Comercial Común I

ACTUACIONES N°: 149/23



H3020167155

**AUTOS: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS
c/ SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. s/ AMPARO. EXPTE. N°149/23.-**

Monteros, 28 de diciembre de 2023.

A)- Agréguese cédula debidamente diligenciada por el Juzgado de Paz de Villa Quinteros en la que se notifica a Labores y Trabajos del Sur S.A. y póngase a conocimiento del intresado.

B)- Proveyendo presentación de fecha 27/12/2023 realizada por la Dra Garcia Romano Alcy Adriana:

I)- Téngase presente la ampliación de demanda en relación las manifestaciones de nuevas fumigaciones.

II)- Téngase presente la documentación acompañada.

III)- A la presentación del pen drive: estese a la nota actuarial del día d ela fecha

IV)- Téngase presente la ratificación dela planteo de reserva federal.

V)- A la habilitación de días y horas de la medida cautelar, teniendo en cuenta que, de la cédula de notificación agregada en el día de la fecha surge que Labores y Trabajos del Sur S.A. fue notificado en fecha 26/12/2023 y por la tanto no se encuentra vencido el plazo para la presentación del informe requerido: no ha lugar.- MER **FDO. DRA. MARIANA REY GALINDO - JUEZ P/T.-**

FIRMADO DIGITALMENTE

Certificado Digital:

CN=REY GALINDO Mariana Josefina, C=AR, SERIALNUMBER=CUIL 27184335080, Fecha:28/12/2023;

La autenticidad e integridad del texto puede ser comprobada en el sitio oficial del Poder Judicial de Tucumán <https://www.justucuman.gov.ar>

Presenta informe art. 21 ley 6944

Señora Juez en lo Civil y Comercial Común I. Centro Judicial Monteros.

Juicio: Sesto Cabral Maria Eugenia y Gonzalez Exequiel Elías c/ Sotillo Silvio Carlos y ot. s/ Amparo. Expte. 149/23

Rodolfo J. Sánchez, abogado de la Matrícula, con domicilio en Lamadrid 377 piso 8º B de San Miguel de Tucumán, y constituyendo domicilio a los efectos legales en el casillero digital N° 20224147334, a V.S. respetuosamente digo:

I.- Personería.

Conforme lo acredito con copias de escrituras públicas que acompaño, revisto la calidad de apoderado de Labores y Trabajos del Sur SA, cuyas demás condiciones societarias surgen del instrumento referenciado, el cual declaro se encuentra vigentes y es copia fiel de su original.

En tal carácter solicito intervención de ley.

II.- Objeto.

Vengo por el presente a dar cumplimiento con la notificación recibida por mi mandante el día 26 de diciembre de 2023, por la cual se le comunicaba la decisión de V.S. de citarlo como tercero, a los fines de que presente el informe del art. 21 Ley 6944.

III.- Complejidad de la cuestión. Necesaria intervención de organismos nacionales y provinciales. Se los cite a comparecer y a presentar informe art. 21 ley 6944.-

Advierte esta representación letrada que la complejidad de la cuestión sometida a juicio por los actores en autos, excede con creces el objeto del proceso especial de amparo.

En efecto, los actores controvierten en sus innumerables escritos todo el sistema fitosanitario argentino, debiendo ser parte de este proceso organismos nacionales como el SENASA o la Secretaría de Agricultura, tanto nacional como provincial.-

Pido se tenga en consideración esta cuestión, y que V.S. aplique el criterio amplio que ha mantenido hasta ahora, citando a Labores y Trabajos del Sur SA por el pedido de los actores en autos, conforme surge del escrito del 30-11-23 horas 21:33 presentado por los mismos actores.

A todo evento, y respecto de esa presentación, aclaramos que mi mandante no tiene vinculación alguna con las fumigaciones o prácticas agrícolas que terceros han realizado en los fundos linderos de los actores en autos.

IV.- Adhesión a informes ya presentados.

Atento el estado de la causa, y los informes presentados por los demás codemandados, adhiero a los mismos en lo que resulta compatible con la posición de esta parte, ya que ninguna participación hemos tenido en las supuestas fumigaciones ilegales que los actores invocan como causa de esta confusa litis.

Advertimos de las constancias de autos que V.S. habría dividido dos actos de defensa diferentes a favor de los demandados, a saber: 1) en primer lugar el informe que en este acto se nos ha requerido y 2) La contestación de demanda propiamente dicha. (Decreto del 6/12/2023, segunda parte).

Ajustándonos a ese criterio procesal, mal podría esta parte informar sobre hechos en los que no ha participado.

Asimismo, una vez que se concrete la demanda en contra de esta parte, se ejercerá el derecho de defensa, conforme la pretensión que los actores esgriman.

V.- Petitorio.

Por lo expuesto a V.S. pido:

1. Me tenga por parte en el carácter invocado.
2. Tenga por cumplida la exigencia de presentar el informe previsto por el art. 21 de la ley 6.944 y por adherido a los informes ya presentados en lo pertinente.-
3. Tenga presente el pedido de integración de litis o citación de terceros, respecto del SENASA, Secretaria de Agricultura de la Nación y Secretaría de Agricultura de la Provincia, aplicando para ello el criterio amplio, demostrado en autos cuando citó a esta parte a la presente litis.

Proveer de conformidad, Será Justicia

Rodolfo J. Sánchez

Abogado Mat 703



N 01420761
CE UN CU DO CE SI SE UN

(013) - PODER GENERAL PARA JUICIOS Y ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS.-

Otorga LABORES Y TRABAJOS DEL SUR S.A. a favor de los Dres. EDUARDO SIXTO MARTINEZ FOLQUER, RODOLFO JOSE SÁNCHEZ y/o MARIA ALEJANDRA ALBIERO.- Abogados.- ESCRITURA NUMERO TRECE.- En la ciudad de Yerba Buena, departamento Yerba Buena, provincia de Tucumán, República Argentina, a diez (10) días del mes de febrero de dos mil veinte, ante mi JUANA ISABEL HAEL, Escribana Adscripta al Registro Notarial Número Ciento Tres, comparece el señor SILVIO CARLOS SOTILLO, argentino, con Documento Nacional de Identidad N° 22.397.031, argentino, mayor de edad, nacido el nacido el 20 de octubre de 1971, casado, domiciliado en Ingenio La Corona Casa 9, ciudad de Concepción, departamento Chicligasta de esta provincia; persona por mi individualizada en los términos del art. 306 inc. b de Código Civil y Comercial Doy Fe.- El compareciente concurre en nombre y representación, en su carácter de en su carácter de Director Titular y Presidente de la razón social "LABORES Y TRABAJOS DEL SUR S.A.", CUIT 30-71093837-3, con domicilio legal en calle San Martín N° 573, primer piso oficina 4 de la ciudad de San Miguel de Tucumán, departamento capital de esta provincia, y domicilio fiscal y administrativo en calle Sargento Juárez s/n de la localidad de León Rouges, departamento Monteros de esta provincia; conforme acredita con los siguientes instrumentos: 1) Estatuto Social otorgado por Escritura N° 405 de fecha 05/12/2008 pasada ante el Registro Notarial N° 43 A de esta provincia; conformado por la Dirección de Personas Jurídicas mediante Resolución N° 28/09 del 19/02/09, Expte. 6527/211-L-08; inscripta en el Registro Público de Comercio el 21/04/2009, bajo el N° 13, Fs. 121/130 Tomo X del Protocolo de Contratos Sociales año 2009; y 2) Actas de Asamblea General de fecha 03 de enero de 2018 y de fecha 27 de abril de 2018, de elección de autoridades y aceptación de cargos; y fijación del número y elección de miembros del Directorio, respectivamente.- Instrumentos relacionados que tengo a la vista para este acto y en fotocopias agrego a la presente a sus

efectos Doy Fe.- Y expone, que en el carácter invocado y acreditado, por la presente confío **PODER GENERAL PARA JUICIOS y ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS** a favor de los doctores **EDUARDO SIXTO MARTINEZ FOLQUER**, D.N.I. N° 21.745.486 Matricula Profesional 3664 y/o **RODOLFO JOSE SÁNCHEZ**, D.N.I. N° 22.414.733, Matricula Profesional 4430 y/o **MARIA ALEJANDRA ALBIERO**, D.N.I. N° 29.532.215, Matricula Profesional 6274, abogados de esta provincia, para que en nombre y representación de "LABORES Y TRABAJOS DEL SUR S.A.", y actuando en forma conjunta, alternada o indistinta, entiendan en todos los asuntos judiciales, extrajudiciales y administrativos que al presente tenga o surgieren en el futuro; se apersonen ante el Ministerio de Trabajo; Secretarías y Direcciones, realicen todo tipo de gestiones, peticiones y/o recursos ante las Autoridades Administrativas públicas, nacionales, provinciales, municipales y/o comunales, sus dependencias y reparticiones en general, de la Administración Pública Centralizada o Descentralizada, Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP); Dirección General de Rentas y Receptorías; ANSES y demás Organismos e Instituciones que correspondan, presenten escritos, partidas y documentos de toda índole; realicen todo tipo de gestiones y peticiones; tomen vista de expedientes, soliciten devolución de importes abonados; ofrezcan pruebas en el acto de la vista de la causa, aleguen sobre el mérito de aquella y hagan observaciones; se notifiquen de resoluciones, decretos y disposiciones; interpongan recursos sobre el trámite y discusión del derecho peticionado; aporten pruebas, contesten vistas; pudiendo suscribir los instrumentos públicos o privados que fueren necesarios para efectuar los actos enumerados, con los requisitos propios de cada acto y con las cláusulas y condiciones que fueren menester; facultándolos incluso para asistir a audiencias de conciliación previstas en ley 6204; celebren acuerdos transaccionales, conciliatorios o liberatorios.- Asimismo los faculta para intervenir en mediaciones preliminares voluntarias, en las obligatorias y demás actos previstos por la Ley provincial N° 7844, su decreto reglamentario N° 2960/09, Ley



Milena
MILANA PABLO
Ada Reginaldo



N 01420762
CE UN CU DO CE SI SE DO

provincial N° 8482 y acordada N° 455/10, y/o la legislación vigente en las jurisdicciones que corresponda, recusar con o sin causa al mediador y notificarse de la asignación del juzgado; remitir el formulario intervenido al mediador; concurrir a las audiencias, aducir pruebas, proponer terceros, pedir prorrogas de plazos; celebrar acuerdos suscribiendo los mismos y toda la documentación requerida y efectuar todas las diligencias necesarias.- Para que se apersonen ante los Tribunales Superiores e Inferiores, Provinciales y Federales, Corte Suprema de Justicia de Provincias y de la Nación, atendiendo, atendiendo los reclamos administrativos y judiciales que al presente tenga o surgieren en el futuro, sean civiles, comerciales, laborales, administrativos u otros de la naturaleza que fueran, en los que deba intervenir como parte demandante o demandada, querellante o querellada, tanto en lo principal como en sus incidentes; facultándolos para presentar escritos, escrituras, testigos y otros justificativos necesarios; entablen y contesten demandas, reconvencciones y tercerías; prorroguen o declinen de jurisdicción, presten y exijan juramentos, cauciones y declaraciones, pongan y absuelvan posiciones, asistan a audiencias, celebren arreglos, labren y firmen actas, propongan y nombren peritos, formulen protestas y protestos, recusen, revoquen, tachen, apelen, desistan, pidan, concedan o rechacen quitas o esperas, daciones en pago, fianzas y otras cauciones; deduzcan las acciones posesorias y petitorias necesarias para defender y asegurar derechos de propiedad; propongan, acepten o rechacen acreedores, avalúos y particiones; soliciten reconocimiento de firma y cotejo de letras, embargos, secuestros, inhibiciones y sus levantamientos, venta en remate y adjudicación de los bienes embargados; desalojos, lanzamientos, la quiebra de sus deudores; produzcan informaciones, hagan declaraciones, ratificaciones y rectificaciones; transen en toda divergencia pendiente o que se suscitare o bien la sometan a juicio arbitral o de amigables componedores otorgando las escrituras del caso; intervengan en juicios sucesorios, reconozcan o desconozcan coherederos y acreedores, acepten herencias con beneficio de inventario, tomen posesión de los bienes que se le

N 01420762
CE UN CU DO CE SI SE DO

adjudiquen, soliciten autorizaciones de venta u otras que fueren pertinentes.- Para agregar partidas, acreditar servicios, anexas planillas, comprobantes, depósitos, certificaciones; asistir a audiencias de conciliación; ofrecer pruebas en el acto de la vista de la causa, alegar sobre el mérito de aquella y hacer observaciones; notificarse de resoluciones, decretos y disposiciones, interponer recursos de revocatoria y apelación en subsidio u otros recursos sobre el trámite y discusión del derecho o causa peticionada o alegada, aportar pruebas, contestar vistas.- Para hacer cargos por daños y perjuicios con todas las facultades que otorga el Código de Procedimiento Penal; para que asuman el rol de querellante y actor civil en los juicios penales existentes o que surgieren en el futuro, pudiendo ratificar denuncias en nombre de la poderdante, solicitar imposición de penas y costas, indemnizaciones de daños y perjuicios, condena de los demandados.- Faculta especialmente a sus nombrados apoderados para que en representación de la entidad asistan a audiencias con las más amplias facultades, incluso para comparecer en las audiencias previstas en el art. 38 del C.P.C.T.; solicitando homologación de acuerdos; y en fin para que realicen todos los actos, gestiones y diligencias necesarias al mejor desempeño del presente mandato que en cuanto a su objeto lo extiende sin limitación de facultades.- Deja constancia que el presente no implica revocación de otros poderes otorgados con anterioridad.- Leída que le es, así la otorga y firma por ante mí, escribana autorizante que doy fe.- Dos Sellos de Protocolo Notarial M 01263091 y M 01263092.- SILVIO CARLOS SOTILLO, ante mí JUANA ISABEL HAEL, está mi sello.- CONCUERDA CON SU MATRIZ, que pasó ante mí en el protocolo del registro de mi adscripción la que fue repuesta con el sellado de Ley.- CONSTE.- Para los interesados expido este Primer Testimonio que firmo y sello en el lugar y fecha de su otorgamiento.- Sellos de Actuación Notarial N 01420761 y N 01420762.-



Juana Isabel Hael
Escribana Pública



Expediente: 149/23

Carátula: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS C/ SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. S/ AMPARO

Unidad Judicial: JUZGADO EN LO CIVIL Y COMERCIAL COMÚN I

Tipo Actuación: CEDULA CASILLERO VIRTUAL FIRMA DIGITAL

Fecha Depósito: 18/12/2023 - 04:40

Notificación depositada en el/los domicilio/s digital/es:
30648815758943 - JUZG. PAZ SANTA CRUZ -

PODER JUDICIAL DE TUCUMÁN

CENTRO JUDICIAL MONTEROS

Juzgado en lo Civil y Comercial Común I

ACTUACIONES N°: 149/23



H3020166277

Monteros, 13 de diciembre de 2023.-

CÉDULA DE NOTIFICACIÓN

ACORDADA N° 102/86

Juez de Paz de Santa Cruz

AUTOS: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS c/
SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. s/ AMPARO .

EXPTE. N°: 149/23.

SE NOTIFICA A: AGROPECUARIA DON EDUARDO S.A. (EN FORMACION)

**DOMICILIO: RUTA 38 KM 740 0 - LOTE /KM: SOBRE RUTA 38, VIEJA ARCADIA, CP 4147,
TUCUMÁN.**

PROVEIDO

"Monteros, 06 de diciembre de 2023.(...), b)-...A tal fin y por aplicación del principio de flexibilidad de las formas: librese cédula, para que los mencionados informen de manera circunstanciada los

antecedentes, motivos y fundamentos de la actuación impugnada, los preceptos legales en que se fundan y la prueba que existe acerca de la posición procesal de la parte actora. Hágase constar en la cédula a librar que el escrito de demanda y la prueba documental allí ofrecida podrá ser compulsada ingresando con el numero de expediente, a través del sitio web del Poder Judicial de Tucumán (<https://www.justucuman.gov.ar/>, opción: "consulta expedientes") al presente expediente digital.- MER FDO. DRA. LUCIANA ELEAS. JUEZA.-. QUEDA UD. DEBIDAMENTE NOTIFICADO.- Se adjunta OFICIO 01 archivo pdf en 02 carillas

Se adjunta a la presente los datos de comprobante de pago: -Fecha: 11/12/2023 - 27240569219 GARCIA ROMANO ALCY ADRIANA -Concepto: BONOS DE MOVILIDAD - JUSTICIA DE PAZ -Nro Comp: 276846422 -Monto: 4400."-SMJ

JUZG. PAZ SANTA CRUZ,-- 30648815758943

Actuación firmada en fecha 15/12/2023

Certificado digital:

CN=ROBLES Maria Emile, C=AR, SERIALNUMBER=CUIL 27289198933

La autenticidad e integridad del texto puede ser comprobada en el sitio oficial del Poder Judicial de Tucumán <https://www.justucuman.gov.ar/>.

Aracelia Chidigasta, siendo
hs. _____, se notifica del contenido de esta cédula y se deja duplicado en el
domicilio indicado a _____
_____ quien recibe y _____ firma para constancia



Melisa Medina
MELISA J. MEDINA
JUZGADO DE PAZ
SANTA CRUZ - SIMOCA

Santa Cruz. 28 de Diciembre de 2023

Diligenciado en tres oportunidades se informa al Juzgado de origen que no se realiza la presente notificación ordenada en autos porque por averiguaciones practicadas en el Km 740 Ruta 38, es empresa desconocida, solicitando al mismo mayor precisión. Sirva la presente de atenta nota.

Firmado digitalmente por: MOLINA
Luis Esteban
Fecha y hora: 01.02.2024 11:52:24

PODER JUDICIAL DE TUCUMÁN
CENTRO JUDICIAL MONTEROS
Juzgado en lo Civil y Comercial Común I



**AUTOS : SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS
c/ SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. s/ AMPARO. EXPTE N°149/23**

NOTA ACTUARIAL: Dejo constancia que en el día de la fecha envío oficio en archivo PDF al correo oficial de la Unidad Fiscal de Decisión Temprana de este Centro Judicial, desde el correo electrónico de la suscripta. Monteros, 01 de febrero de 2024. JJW **FDO. MARÍA EMILSE ROBLES - PROSECRETARIA .**

FIRMADO DIGITALMENTE
Certificado Digital:
CN=ROBLES Maria Emilse, C=AR, SERIALNUMBER=CUIL 27289198933, Fecha:01/02/2024;
La autenticidad e integridad del texto puede ser comprobada en el sitio oficial del Poder Judicial de Tucumán <https://www.justucuman.gov.ar>

PODER JUDICIAL DE TUCUMÁN
CENTRO JUDICIAL MONTEROS
Juzgado en lo Civil y Comercial Común I

ACTUACIONES N°: 149/23



H3020167358

**AUTOS: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZALEZ EXEQUIEL ELIAS
c/ SOTILLO SILVIO CARLOS Y OT. s/ AMPARO. EXPTE N°149/23**

NOTA ACTUARIAL: Dejo constancia que en fecha 01/02/2024 a hs. 11.07 se recibió en la casilla oficial de este juzgado correo electrónico enviado por la Unidad Fiscal de Delitos contra la Propiedad desde la siguiente dirección de mail (delitoscontralapropiedadmonteros@mpftucuman.gob.ar), por el que acompaña contestación de oficio que se adjunta a la presente. Monteros, 01 de febrero de 2024. **FDO. MARÍA EMILSE ROBLES - PROSSECRETARIA.**-JJW

FIRMADO DIGITALMENTE

Certificado Digital:

CN=ROBLES Maria Emilse, C=AR, SERIALNUMBER=CUIL 27289198933, Fecha:01/02/2024;

La autenticidad e integridad del texto puede ser comprobada en el sitio oficial del Poder Judicial de Tucumán <https://www.justucuman.gov.ar>

MPF MINISTERIO PÚBLICO FISCAL DE TUCUMÁN

Centro Judicial Monteros

Unidad Fiscal de Investigación y Enjuiciamiento Especializada en Delitos
contra la Propiedad y la Integridad Física

LEGAJOS: M-000948/2023, M-000949/2023, M-000951/2023, M-000953/2023 y M-
000954/2023 S/ SU DENUNCIA VICT: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA

Monteros, 30 de Mayo 2023.-

VISTO: Las presentes actuaciones se inician a través de reiteradas denuncias realizadas por la ciudadana SESTO CABRAL MARIA EUGENIA en el marco de supuestos delitos contra el medio ambiente previstos y penados por la Ley 24.051, ello en virtud de fumigaciones llevadas a cabo por un mosquito en campos linderos a su domicilio ubicado sobre Ruta Provincial 326 KM 3 (a 1,5 km al Norte- localidad de Amberes), durante los días 29/10/2022, 16/11/2022, los días 09, 11, 21, 22 y 23 de enero 2023, y por fumigación aérea con agroquímicos llevada a cabo el día 19/04/2023.

Que de acuerdo a las manifestaciones vertidas por la denunciante tanto en sus presentaciones como en entrevista testimonial llevada a cabo en esta Unidad Fiscal, las fumigaciones se estaría llevando a cabo mediante la utilización de agroquímicos compuestos con sustancias que se encuentran prohibidas, esto es 24D y MSMA, derivados vetilados del ácido arsénico. Relata Sesto Cabral que el 24D "se trata de un veneno denominado 24 diclorofenol, prohibido por ley 24.051, específicamente en el anexo 1, Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles..."

Cuenta que como consecuencia de esas aplicaciones, "perdimos nuestros cultivos de la granja, cultivos que son de nuestra alimentación diaria ya que somos veganos estrictos y cultivamos lo que consumimos"

Respecto las fumigaciones de tipo aérea, la denunciante acompaña registros filmicos donde se observa un avión que realiza maniobras de vuelo por encima de donde sería su vivienda, dirigiéndose luego a un campo lindero, pero no se observa que dicha aeronave realice fumigaciones o aplicaciones de agroquímicos por sobre la vivienda de la denunciante.

Que en fecha 05/04/2023 esta UF solicitó a la Cria de Rio Seco información sumaria tendiente a determinar sobre quiénes resultarían ser los propietarios y/o arrendatarios de la finca colindante a la de la denunciante, arrojando que los terrenos serían de propiedad de la familia Estofán, siendo su arrendatario el ciudadano Zotillo. En referencia a la firma Don Eduardo, son los que realizarían las fumigaciones con un mosquito. En dicha acta documenta la policía actuante además, que vecinos del lugar

manifiestan no estar en desacuerdo con las fumigaciones que se realizan y que no les causa ningún problema, agregando que la denunciante Sesto Cabral se encuentra viviendo en esa zona de Amberes desde hace 6 meses, y que desde su llegada tuvo problemas con los vecinos.

En ese entendimiento, es que esta U.F. requirió el asesoramiento técnico de un experto en la materia, a lo que se le realizó entrevista testimonial al Ing. Gustavo Eduardo Páez, quien presta actualmente y desde hace 12 años, funciones como Director de la Dirección de Agricultura de la Prov. de Tucumán.

En primera medida el experto señala que "Soy ingeniero agrónomo desde el año 1985, además, desde esa fecha, me dediqué a la comercialización y uso de fitosanitarios hasta el año 2002". Indica además que la repartición a su cargo "es el organismo de aplicación de la Ley de Agroquímicos de la Provincia N° 6291 y sus decretos reglamentarios. Como organismo de aplicación, nosotros entendemos lo que respecta a la autorización de la comercialización, uso y demás derivación de fitosanitarios (agroquímicos) en la provincia. Los fitosanitarios que se utilizan en la provincia, son los autorizados por el SENASA, organismo que autoriza el uso de los mismos a nivel nacional. Es decir, el producto que es aprobado por ese organismo, puede ser utilizado en nuestra provincia."

En relación a los productos 24D y MSMA, señalados por la denunciante como prohibidos para su aplicación, esta instrucción le consultó al experto sobre si dichos agroquímicos efectivamente se encuentra prohibidos para su aplicación en plantación de cañas de azúcar, y nos indique sobre cómo se encuentran clasificados los mismos en cuanto a su toxicología, a lo que el testigo respondió oportunamente: "El SENASA es quien determina las bandas toxicológicas, esto es en cuanto a la peligrosidad del uso del producto en base a su toxicidad para los seres humanos. Los clasifica en bandas rojas, amarillas, azules y verdes. Según la legislación de la provincia los productos de banda roja y amarilla, se tienen que expender bajo receta fitosanitaria otorgadas por la Dirección. En cuanto a su formulación, el MSMA de acuerdo a su banda toxicológica, puede ser tanto de banda amarilla (78% de concentración o cantidad principios activos) como de banda azul (48 % de concentración o cantidad principios activos). En algunos casos el 24D, puede ser además de banda verde. El producto MSMA se utiliza habitualmente para el cultivo de caña de azúcar, está aprobado por el SENASA, en todas sus bandas toxicológicas. El 24D que se utiliza para caña de azúcar generalmente, es el tipo Amina 500, aprobado por el SENASA. Ese tipo de fitosanitario no se encuentra prohibido. En cuanto a la volatilidad del MSMA es muy baja casi nula. En cuanto al 24D si es un producto volátil en cuanto a todas sus formulaciones autorizadas"

Con esa información, la instrucción le consultó al experto sobre qué medidas toma su organismo cuando toma conocimiento (denuncias) sobre un hecho cuando un producto agroquímico aplicado en un campo lindero afecta los cultivos de su vecino, a lo que respondió: "Técnicamente esa situación se llama Deriva. El propietario afectado recurre a la Dirección con una denuncia policial, y nosotros verificamos in situ sobre si existe o no la deriva. Verificada la situación, se toma muestras y a través Estación Experimental se puede constatar el tipo de fitosanitario que le habría realizado daño al

cultivo. De ahí generalmente toman acciones civiles a los fines de que resarza económica la situación. Nosotros podemos sancionar en algunos casos administrativamente al aplicador que realizó las fumigaciones. Estas denuncias son realizadas en nuestra Dirección en calle Córdoba 1035 de SM de Tucumán, de 8 a 12.30".

Finalmente concluye que "este tipo de Deriva en nada tiene que ver con la ley de medio ambientes y residuos peligrosos, ya que todos estos elementos (24D y MSMSA) se encuentran autorizados para su aplicación".

Así las cosas, y de acuerdo a las consideraciones expuesta ut supra, es que entiende este Ministerio Público Fiscal que el hecho denunciado no se encuadra dentro de algunas de las conductas típicas que sanciona el Código Penal ni leyes complementarias, por lo que de conformidad a lo normado por el art. 153 inc. 1 del Código Procesal Penal,

DISPONGO: Desestimar las presentes actuaciones instruidas con motivos de lo antes enunciado, por la aplicación del Art. 153 INC. 1 del C.P.P.T. Ley 8933 y modificatorias.

GARCIA
Mónica
Andrea

Firmado digitalmente
por GARCIA Mónica
Andrea
Fecha: 2023.05.30
11:31:55 -03'00'

[Handwritten signature]

* Marea. Agencia Sexto Cenal.

* 26685498

* 0381-4143240.

* 30-05-2023

* 20:50hr.

[Handwritten signature]
CARLOS EDUARDO RUIZ
SUB OFICIAL C. 3352
POLICIA DE TUCUMÁN



FORMULAMOS DENUNCIA PENAL

VÍCTIMAS: SESTO CABRAL MARIA EUGENIA Y GONZÁLEZ EXEQUIEL ELÍAS

CAUSA: DENUNCIA POR INFRACCIÓN LEY 24.051

Señor Fiscal de la Unidad de Decisión Temprana

María Eugenia Sesto Cabral, argentina, DNI 26.685.498, Doctora en Ciencias Químicas, Farmacéutica, Licenciada en Química e Investigadora Científica del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y **Exequiel Elías González**, argentino, DNI 34.160.155, Doctor en Ciencias Biológicas, Licenciado en Biotecnología e Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), ambos con domicilio sito en camino vecinal a 1,5 km al norte de RP N° 326 Km 3 desde Villa Quinteros, con direcciones de correo electrónico, eugenia.sestocabral@gmail.com y exequieleliaszgonzalez@gmail.com al Señor Fiscal nos dirigimos y exponemos:

I. OBJETO

Presentamos denuncia en relación a la fumigación terrestre con agroquímicos llevada a cabo el día 9-1-2023 por personas desconocidas en el campo situado a 100 metros de nuestra vivienda familiar y sede del emprendimiento productivo agroecológico que desarrollamos, y que, de acuerdo a la información recabada, estaría siendo explotado en calidad de titular dominial y/o arrendatario por un tal ingeniero agrónomo Silvio Sotillo y/o Ingenio y Destilería Santa Rosa; por revestir nuestra parte condición de víctima de contaminación producto de dicha actividad riesgosa con residuos peligrosos, realizada por los sujetos y/o los representantes del ingenio mencionados.

Esa conducta típica está encuadrada en los supuestos contemplados en los arts. 55, 56 y 57 de la ley 24.051.

Consecuentemente, solicitamos que se inicie la investigación preparatoria correspondiente.

II. LOS HECHOS

El día lunes 9 de enero de 2023 a horas 17:45 aproximadamente, observamos que en el campo sembrado con soja ubicado al oeste de nuestra propiedad en la que residimos desde el 1° de agosto de 2022 y de la que se halla separado por 100 metros de cultivo de caña de azúcar, se hicieron presentes una máquina tipo mosquito junto con tres camionetas, dos marca Hilux simple cabina y doble cabina respectivamente y otra Chevrolet Silverado simple cabina, que cargaban tanques de pesticidas y otro tanque de color azul aparentemente con agua para realizar la mezcla con los plaguicidas.

Si bien las personas que conducían esos vehículos son desconocidas para nuestra parte, de acuerdo a la escasa información que pudimos recabar, el fundo estaría siendo explotado en condición de propietario y/o arrendatario por el ingeniero agrónomo Silvio Sotillo y/o el Ingenio y Destilería Santa Rosa.

Dado los antecedentes -se trata de la **sexta fumigación** de la que somos víctimas y parte afectada¹ -, apenas advertimos la situación nos vestimos con ropa de seguridad -anteojos, guantes y máscara- y portamos un banderín para indicar la dirección del viento que, en ese momento y durante toda la pulverización, fue de oeste a este, es decir con orientación directa hacia nuestra casa.

Dejamos sentado que la humedad relativa ambiente era del 58% y la temperatura alcanzaba los 30,5°C, datos registrados por un termómetro ambiental, que mide humedad porcentual y deja registro horario, como se observa en los videos.

Seguidamente y sin ningún tipo de consideración de la orientación del viento, la alta temperatura y la cercanía de otras viviendas vecinas con sus cultivos y animales, prepararon el agroquímico -probablemente glifosato² (El glifosato es un **aminofosfonato** compuesto orgánico del fósforo y un análogo del aminoácido natural glicina, N° de CAS: 1071-83-6) por el

¹ Dos de ellas, acaecidas en fechas 29-10-2022 y 16-11-2022, fueron denunciadas por nuestra parte en la Comisaría de Río Seco dando origen a las siguientes actuaciones: la primera N° de sumario D170718/2022 y N° de Legajo M-005811/2022 UFDT Monteros; y la segunda N° de sumario D175823/2022 y N° de legajo M-006213/2022.

² En relación a este herbicida en Argentina existen profusos estudios e investigaciones sobre su toxicidad, destacándose, verbigracia: el equipo liderado por Argelia Lenardón en el Laboratorio de Medioambiente del INTEC, UNL-CONICET en Santa Fe que ha estudiado la presencia de organoclorados en leche materna en un grupo de mujeres del norte de esa localidad así como los trabajos que el mismo grupo realizó sobre el problema en medios acuáticos estáticos y en vertebrados silvestres del litoral fluvial; las investigaciones eco-toxicológicas de Rafael Lajmanovich en el Laboratorio de Ecotoxicología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la UNL en Santa Fe; los estudios efectuados por Amalia Dellamea en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA sobre la existencia de residuos de agroquímicos en productos lácteos; las indagaciones sobre las consecuencias toxicológicas del uso de agroquímicos realizados por Jorge Kaczewer investigador de la UBA y, a la vez, miembro de la organización no gubernamental Grupo de Reflexión Rural; las conclusiones construidas por el médico Alejandro Oliva de la Unidad de Andrología del Hospital Italiano de Rosario que analizó el efecto de esta sustancia en el sistema reproductivo masculino y el riesgo de empobrecimiento del nivel de esperma; las investigaciones sobre embriología molecular realizadas por Andrés Carrasco, quien fuera Director del Laboratorio de Embriología Molecular de la Universidad de Buenos Aires e Investigador de CONICET y cuyos aportes fueron medulares para las luchas contra este modelo de producción agraria (**BERROS** MaríaValeria y **PEITEADO** Rodrigo, “De la experiencia de los agroquímicos a los incipientes desafíos de los nano-agroquímicos: riesgos manufacturados y derecho a un ambiente sano en Argentina”, Araucaria. Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades, año 17, n° 33. Primer semestre de 2015, nota 7, página 233).