

Construyendo
conocimiento en
epidemiología popular:
valoración de la
evidencia científica de
los efectos del
glifosato sobre la
biodiversidad a partir
de una revisión
bibliográfica
comunitaria.

LICENCIATURA EN CIENCIAS
AMBIENTALES

UNDAV

Estudiante: IGLESIAS, Rocío Haydeé

DNI: 37.113.923

Legajo N°: 1518

Correo electrónico: rociohiglesias@gmail.com

Director: AMABLE, Marcelo Jorge

DNI: 17.836.858

Correo electrónico: marcelo.amable@gmail.com

Departamento
de Ambiente y
Turismo

Fecha de presentación:

ÍNDICE

Resumen.....	3
Palabras clave.....	5
Agradecimientos.....	6
PRIMERA PARTE: EXPOSICIÓN Y DEFINICIONES DE LA TESINA.....	7
1. Introducción.....	7
1.1. Justificación.....	9
1.2. Objetivos.....	11
2. Antecedentes y estado del arte.....	12
2.1 Los agrotóxicos en la agricultura industrial.....	12
2.2 .Consecuencias de la agricultura industrial sobre la salud y el ambiente.....	13
2.2.1. El glifosato como posible cancerígeno para la salud humana.....	15
2.2.2. La biodiversidad como indicador de salud ambiental.....	17
3. Marco teórico.....	21
3.1. Epidemiología popular.....	21
3.2. Salud colectiva.....	23
4. Metodología.....	26
4.1. Procedimiento de clasificación.....	28
SEGUNDA PARTE: RESULTADOS Y DEMOSTRACIÓN.....	31
5. Clasificación y valoración de los artículos según criterios de calidad científica.....	31
6. Componentes de biodiversidad sensibles para el monitoreo ambiental.....	39
7. Indicadores de efectos por grupos de especies.....	41
TERCERA PARTE: CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.....	48
8. Conclusiones.....	48

8.1. Biodiversidad y salud.....	49
8.2. De los datos científicos a la información comunitaria.....	51
9. Propuestas.....	56
Referencias bibliográficas.....	60
Anexos.....	63

Resumen

En nuestro país desde la detección de los problemas posiblemente generados a partir del uso del glifosato, distintos sectores de la sociedad han organizado movimientos sociales, exigiendo estudios de salud ambiental. Es necesario entonces recoger la información obtenida, tanto desde ámbitos académicos y científicos, como populares, tal como la epidemiología popular propone, y disponerla con una lógica que permita valorar las relaciones del glifosato con sus diversos efectos sobre la biodiversidad y la salud.

La importancia de revisiones como este trabajo final, se basa en la necesidad de divulgar los resultados obtenidos en estudios académicos ya que existen barreras que se generan en la cadena de difusión del conocimiento científico. Esto se relaciona con: la complejidad de los textos académicos, el idioma en el cual están escritos y con el acceso a estos documentos.

A lo largo de este trabajo se menciona el concepto de salud directamente relacionado al de biodiversidad, ya que el impacto que pueda tener el glifosato en la biodiversidad condiciona a la salud de todas las especies, inclusive la humana.

Objetivos

Generar una base de datos a partir de una revisión bibliográfica comunitaria, valorando la evidencia científica sobre el impacto del glifosato en la biodiversidad, que permita la difusión de conocimiento entre la población general.

Antecedentes

En 2015 la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) dependiente de la Organización Mundial de la Salud, publicó su informe sobre el glifosato clasificándolo como “grupo A2”, es decir, “probablemente cancerígeno para los humanos”.

Metodología

El marco metodológico de esta revisión es la “Antología toxicológica del glifosato” (Rossi, 2018), que consiste en una recopilación de 830 trabajos académicos de Argentina e internacionales, que se buscaron en portales de información científica como Pubmed, Scielo y Scholar de Google. Entre ellos hay artículos científicos, informes de investigaciones clínicas, experimentales y revisiones que han sido objeto de publicación en revistas científicas. Todos estos dan cuenta de los efectos adversos resultantes de la exposición al glifosato. En esta tesina se trabajó con el cuarto capítulo denominado “En la biodiversidad”, que recopila 335 artículos basados en estudios sobre la toxicidad del glifosato en organismos vivos, cursos de agua y suelos.

Resultados

Se ha observado que el **metabolismo** es el parámetro que más afectado se registra. Del total de estudios, casi el 50% reflejó afectaciones en el metabolismo de los individuos expuestos. Luego le sigue la **reproducción** y finalmente las alteraciones en el **crecimiento**.

En cuanto a las especies más sensibles, en el grupo de los **peces**, que fueron los organismos que más estudios relevados tuvieron en esta tesina, se puede ver que las alteraciones en el metabolismo aparecieron en el 62,22% de los casos. Luego en más de la mitad de los trabajos aparecieron alteraciones en el hígado, otro efecto en común entre distintos peces. Y en tercer lugar figuraron las afecciones al sistema respiratorio de estos animales, siendo evidentes los daños a las células branquiales también. Hubo estudios en los cuales hasta se alcanzó la mortalidad de ejemplares expuestos.

Los cuatro países que encabezan la lista respecto a la mayor cantidad de estudios (Brasil, Argentina, Estados Unidos y Canadá), pertenecen al continente americano. Esto demuestra de alguna manera el intenso uso del glifosato en la región mencionada, mientras que existe un rechazo más fuerte al uso del mismo en muchos países pertenecientes a la Unión Europea.

Conclusiones

Esta tesina ha explorado un conjunto de indicadores de la biodiversidad como una manera de valorar su utilidad como indicadores tempranos de posibles exposiciones ambientales. El uso de los agrotóxicos en sistemas industrializados de producción agrícola ya no puede seguir observándose desde el mero manual de buenas prácticas de protección a los trabajadores y sus familias que viven en el ámbito rural. En este sentido, la protección de la biodiversidad se sitúa en el campo de las preocupaciones de la salud pública porque pone de manifiesto la dependencia de nuestra especie respecto a la vida que nos rodea y nos envuelve.

Se ha podido realizar la clasificación y valoración de la evidencia recopilada de tal manera que le permita a la población general una mejor comprensión de la misma. Sin embargo, todavía es necesario realizar mayores esfuerzos para generar contenidos e información de esta problemática que puedan sustentar programas de educación ambiental. Un sistema de información de epidemiología popular requiere de la pluralidad y la cooperación entre diferentes actores sociales.

Resulta necesario por un lado, fomentar un trabajo interdisciplinario para evaluar la relación entre la exposición ambiental y la salud humana de manera integral, a partir del cual

profesionales de la ecología y el ambiente; investigadores de las ciencias sociales y de la salud puedan trabajar en conjunto, logrando conseguir una visión integradora del problema que estamos enfrentando, brindando distintas herramientas desde sus formaciones y sus puntos de vista.

Por el otro, es fundamental la colaboración intersectorial entre los ámbitos académicos, las organizaciones no gubernamentales y los movimientos sociales en lo que respecta a la generación del conocimiento epidemiológico.

Palabras Clave

Glifosato – Efectos en la biodiversidad – Epidemiología popular – Revisión bibliográfica – Modelo agroindustrial

Agradecimientos

En primer lugar quiero expresar un profundo agradecimiento a mi director de trabajo final, profesor Marcelo Amable. Desde el momento en el que transité las cursadas de sus materias, sabía que tenía en frente a un profesional totalmente comprometido con su tarea de enseñanza universitaria, siempre dispuesto a transmitir su conocimiento, fomentando el debate en las aulas e incentivando a formar pensamiento crítico en los estudiantes. Luego durante el proceso de escritura de la tesina, ha dedicado días y horas en la Universidad para pensar y guiarme en la producción de los textos que finalmente fueron desarrollados en este trabajo. Mi admiración hacia él y total agradecimiento por su paciencia, compromiso y comprensión.

A mis padres, Mabel y Jorge, les agradezco por brindarme siempre el acceso a la educación. A su vez por haberme transmitido la importancia de seguir estudiando, la curiosidad por adquirir nuevos conocimientos desde pequeña y por haberme apoyado en cada una de mis instancias educativas. Gracias por haber sido ejemplos en mi vida.

Por último y no menos importante quiero agradecer a quien fue mi jefe, Lucas, que siempre fomentó el estudio y la relevancia de avanzar en la carrera. A Armenia, quien a través de nuestras conversaciones me recordaba la importancia de finalizar la tesis y obtener el título por el cual durante tantos años había estudiado. Y a mi pareja, Sergio, quien me ayudó este último tiempo a concentrarme y fue un ejemplo de dedicación.

PRIMERA PARTE:

EXPOSICIÓN Y DEFINICIONES DE LA TESINA

1. Introducción

En el año 1996 se comenzaron a cultivar semillas genéticamente modificadas en nuestro país. Este tipo de cultivos tiene la capacidad de sobrevivir en ambientes saturados de diversos plaguicidas, lo que ha transformado la forma de producción agrícola tradicional hacia lo que se conoce como agricultura industrial (Pengue, 2005). Uno de los herbicidas más utilizados es el glifosato. Éste interfiere con el metabolismo vital de cualquier planta, excepto aquellas modificadas genéticamente para las cuales se generó una vía metabólica alternativa a través de la bioingeniería.

Debido al alto beneficio económico generado por la comercialización y fácil cosecha, se ha dado un aumento en la extensión de este tipo de cultivos, lo que trajo aparejado un aumento en el uso del glifosato. Además, como consecuencia de las malezas resistentes a los herbicidas, año tras año se requieren dosis cada vez más altas de glifosato, incluso el uso combinado con otros herbicidas como el 2,4-D y la atrazina, entre otros. Es decir, que a medida que pasa el tiempo, se necesitan cada vez más litros de plaguicidas para poder sostener esta producción. En la actualidad, en Argentina se están utilizando aproximadamente entre 240.000 y 260.000 toneladas de glifosato por año (Ávila Vázquez et al., 2017).

Si se analiza desde una perspectiva más focalizada, el consumo de glifosato por hectárea también viene aumentando en la misma parcela de tierra año tras año. En 1996 se comenzó fumigando con menos de 2 litros por hectárea, mientras que actualmente se utilizan hasta 15 litros, incluso junto a otros agrotóxicos, como los mencionados en el párrafo anterior (Ávila Vázquez et al., 2017). Esto a su vez puede traducirse como 5 kilogramos de glifosato por persona por año promedio, como carga potencial de exposición para todos los habitantes del país, número que a su vez es mayor en áreas agrícolas.

Cabe destacar que el glifosato fue desarrollado y comercializado en sus inicios por la firma Monsanto, aunque en el año 2000 se venció la licencia y en la actualidad lo producen un centenar de empresas. Entre ellas Monsanto-Bayer, Syngenta, Red Surcos, Atanor, Asociación de Cooperativas Argentinas, Nufram, Agrofina, Nidera, DuPont, YPF y Dow.

La empresa Monsanto, al introducir este herbicida en el país, se encargó de realizar campañas publicitarias a favor de este producto, resaltando los beneficios que el mismo generaba para la producción agrícola. Pero se introdujo sin tener información previa, ni

antecedentes de su uso en relación a su incidencia en el ambiente, ecosistemas y salud humana. A su vez, tampoco se implementaron medidas de monitoreo ambiental, que pudieran analizar los impactos (ya sean a corto y largo plazo) de este herbicida a medida que se incrementaba su uso en el país.

El glifosato se encuentra entre los pesticidas más utilizados a nivel mundial. Sin embargo, en la actualidad los estudios que evalúan su genotoxicidad escasean o no se encuentran de manera accesible para el público en general. Además, los lugares donde se esparce de manera directa el glifosato sobre los cultivos, son los sectores agropecuarios que muchas veces se encuentran cercanos a pueblos, en los que la posibilidad de acceder a la información se puede ver dificultada por diversos factores.

Es por esto que resulta necesario hacer un aporte para que este tipo de conocimiento llegue cada vez a más personas. Siendo tanto profesionales del área, como vecinos que vivan en pueblos agrícolas, cercanos a las áreas fumigadas, que se encuentran con un grado de exposición más alto.

Tras años de debate, en el 2015 la Organización Mundial de la Salud (OMS), más específicamente, su órgano especializado sobre el cáncer, el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC siglas en inglés), declaró al glifosato como sustancia “probablemente cancerígena para los humanos”, ubicándolo en segundo nivel de peligrosidad (de una escala de cinco), pasando a formar parte del “grupo 2A”.

A pesar de lo mencionado anteriormente, en nuestro país se sigue utilizando el glifosato, aunque no sin controversias legislativas, como fue el caso de la Resolución N° 246/18 de la Provincia de Buenos Aires dada a conocer en enero del año 2019, que permitía la fumigación en zonas cercanas a las escuelas. Si bien la misma, luego de la fuerte polémica que desató, quedó suspendida por el término de un año, como bien se indica, se suspende de manera “provisoria”, dando a entender que más adelante se retomará y se pondrá en efecto.

En consecuencia, las poblaciones más afectadas continúan estando expuestas a todo tipo de agrotóxicos que se aplican en las zonas rurales y sus alrededores. Si estas controversias existen para la protección humana, ¿cuánto más difícil se hace la protección de la biodiversidad o de los ecosistemas ante los contaminantes derivados de los agrotóxicos? Sin embargo, el conocimiento del impacto sobre el ecosistema puede ser un importante antecedente como efecto sobre la vida en general y la salud humana en particular. Por lo tanto, es necesario realizar un esfuerzo por monitorear las consecuencias del glifosato en la

biodiversidad, ya que la misma es responsable de garantizar el equilibrio de los ecosistemas de todo el mundo y la especie humana depende de ella para sobrevivir.

En esta tesina nos proponemos sistematizar y clasificar la información disponible a partir de una revisión bibliográfica no sistemática que resulte fundamentada académicamente, útil desde una perspectiva ecosanitaria y comprensible para la comunidad.

1.1 Justificación

En nuestro país, desde la detección de los problemas posiblemente generados a partir del uso del glifosato, distintos sectores de la sociedad se han organizado a fin de recopilar evidencia e investigar los efectos del herbicida. En numerosas ciudades rurales, se han organizado movimientos sociales formados principalmente por vecinos, que se movilizaron exigiendo estudios de salud ambiental debido al aumento de casos de cánceres u otras patologías entre las poblaciones expuestas a distintos herbicidas.

Resulta necesario entonces recoger la información obtenida, ya sea desde ámbitos académicos y científicos, como populares, tal como la epidemiología popular propone, y disponerla con una lógica que permita valorar las relaciones del glifosato con sus diversos efectos sobre la biodiversidad y la salud.

Entre las iniciativas comunitarias por buscar, recopilar y sistematizar información, se encuentra la “Antología toxicológica del glifosato” realizada por Eduardo Martín Rossi y Fernando Cabaleiro, en conjunto con la organización no gubernamental “Naturaleza de Derechos”. La misma consiste en una recopilación de trabajos académicos apuntados al estudio sobre la toxicidad del glifosato, abordados desde distintas áreas, como ser la salud humana, los sistemas orgánicos, la biodiversidad, entre otras.

Según nuestra perspectiva, consideramos que desde el enfoque de la epidemiología popular, se puede complementar lo realizado en la “Antología toxicológica del glifosato” (Rossi, 2018) con una profundización en la valoración de la evidencia científica identificada, así como la disponibilidad de la información para que se transforme en conocimiento que sustente las medidas y acciones preventivas y precautorias. El proceso que plantea la epidemiología popular, se puede considerar como uno de los pasos a seguir en la construcción de conocimiento entre los movimientos sociales y sectores académicos. Resultan muy enriquecedores los aportes que pueden realizar cada uno de los actores en este tipo de relaciones. Este trabajo final de Licenciatura se propone sumar a la Universidad

Nacional de Avellaneda a la participación de esa co-construcción del conocimiento sobre el impacto del glifosato en la biodiversidad del ecosistema.

La importancia de este tipo de revisiones se basa en la necesidad de divulgación de resultados relacionados a los efectos del glifosato en seres vivos y el ambiente. No sólo este proceso de comunicación de la ciencia es ineficiente, sino que a su vez existen distintas barreras que se generan en la cadena de difusión del conocimiento científico.

Una de ellas, es la complejidad de los textos académicos. No todo el público en general tiene la capacidad de comprender metodologías y resultados, que muchas veces se expresan con tecnicismos propios del área de estudio. Asimismo, en el caso de la “Antología toxicológica del glifosato” (Rossi, 2018) casi la totalidad de los artículos científicos seleccionados en la revisión, están escritos en inglés, lo que representa un problema para todas aquellas personas que no entiendan ese idioma.

Otra dificultad detectada es el acceso a estos documentos. Un gran porcentaje de ellos sólo presentan de manera gratuita el resumen o abstract de los mismos. Para obtener la versión completa hay que abonar un arancel a ciertas Universidades. Otros, deben ser solicitados desde algún correo que pertenezca a alguna institución académica. Es decir, no son de fácil acceso al público en general.

Estas características y el hecho de que sean estudios aislados, hacen que la información sea específica pero se encuentre dispersa. Se debe apuntar a ordenar esta información y disponerla de manera tal, que se pueda generar una herramienta de construcción de un conocimiento que permita valorar la exposición al glifosato y su impacto para la biodiversidad y la salud. Esto permitirá que, quienes sientan interés en informarse sobre los efectos del glifosato en la biodiversidad, puedan hacerlo de manera práctica y actualizada.

En este contexto es fundamental mencionar la importancia de garantizar el derecho a la información. La Declaración Universal de Derechos Humanos protege el derecho de acceso a la información al establecer que “toda persona tiene derecho a la libertad de opinión y de expresión”, entendiendo que “este derecho incluye (...) el de investigar y recibir informaciones y opiniones, y el de difundirlas sin limitaciones de fronteras, por cualquier medio de expresión” (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1948).

A lo largo de este trabajo se menciona el concepto de salud directamente relacionado al de biodiversidad, ya que el impacto que pueda tener el glifosato en la biodiversidad condiciona a la salud de todas las especies, inclusive la humana. Si bien son conceptos íntimamente relacionados y que se abordan en la “Antología toxicológica del glifosato” (Rossi, 2018), para realizar esta tesina, se tomó en cuenta el capítulo 4 de la misma, que recopila las

publicaciones donde se presentan los efectos del herbicida sobre la biodiversidad. Esto se debe a la gran cantidad de información que se maneja en la antología y al hecho de considerar que puede ser un primer paso para el surgimiento de nuevas preguntas que requieran futuros estudios o búsquedas de respuestas por parte de la Carrera Licenciatura en Ciencias Ambientales.

1.2 Objetivos

General

Generar una base de datos a partir de una revisión bibliográfica comunitaria, valorando la evidencia científica sobre el impacto del glifosato en la biodiversidad, que permita la difusión de conocimiento entre la población general.

Específicos

- Identificar los componentes de la biodiversidad que resulten sensibles para el monitoreo ambiental.
- Valorar los trabajos de investigación hallados según criterios científicos.
- Destacar aquellos efectos similares entre mismas especies.
- Disponer la información de una manera más accesible al público en general.

2. Antecedentes y estado del arte

2.1 Los agrotóxicos en la agricultura industrial

Durante la década de los años noventa se generaron profundos cambios en el campo argentino, lo que llevó a una fuerte consolidación de una agricultura industrial continua. La soja transgénica llegó al país generando una reorientación del sistema de producción agropecuario, transformando a la Argentina en una importante productora de oleaginosas y granos. En diez años, se duplicó la producción granaria pero a un costo importante en cuanto al desplazamiento de otras producciones y sistemas agroproductivos completos, erosionando una base productiva y diversa y provocando una degradación de los recursos naturales (Pengue, 2005).

La extensión territorial donde se pulveriza glifosato es muy amplia. En Argentina se aplica en más de 28 millones de hectáreas, pertenecientes a las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, Santiago del Estero, San Luis, Chaco, Salta, Jujuy, Tucumán, La Pampa y Corrientes. Los campos de soja, maíz y algodón son rociados con el herbicida para que nada crezca, salvo los transgénicos. También se utiliza en cítricos, frutales de pepita (manzana, pera, membrillo), vid, yerba mate, girasol, pasturas, pinos y trigo (Médicos de pueblos fumigados, 2010).

El volumen aplicado de glifosato no tiene precedentes, siendo la consecuencia ambiental un aumento obligado de mayor cantidad en el consumo de éste y otros productos similares o acompañantes, a medida que más y más malezas se hagan tolerantes (Pengue, 2005).

Antes de la llegada de la soja transgénica, los productores usaban varios herbicidas diferentes tales como el 2-4 D, la atrazina o el paraquat. La alternancia química impedía que las malezas desarrollaran una resistencia a uno de los productos. El uso exclusivo del Roundup (uno de los herbicidas cuyo principio activo es el glifosato) hizo aparecer biotipos que fueron primero “tolerantes” al glifosato: para acabar con ellos hubo que aumentar las dosis de herbicida (Robin, 2018).

El modelo agroindustrial dominante resulta muy problemático no sólo porque es dependiente de productos químicos peligrosos tales como los herbicidas a base de glifosato, sino además porque contribuye al calentamiento climático, a la extinción de la biodiversidad y amenaza la soberanía alimentaria de los pueblos (Robin, 2018). El glifosato afecta a los organismos y ecosistemas acuáticos, pero también la salud y fertilidad de los suelos, favorece la erosión de las tierras agrícolas y las inundaciones.

2.2 Consecuencias de la agricultura industrial sobre la salud y el ambiente

La promoción de una agricultura altamente intensiva y el objetivo de superar cifras cada vez mayores en la producción de materias primas, esconde un proceso de degradación y contaminación que pone en riesgo la estabilidad y el aprovechamiento sostenible futuro de todos los recursos naturales de una gran parte de la superficie de Argentina. Esta intensificación agrícola ha generado transformaciones importantes, como ser (Pengue, 2005):

- La desaparición de paisajes enteros y de la biodiversidad en ellos inserta.
- La pérdida de la diversidad productiva.
- El rápido desplazamiento de la agricultura comunal productora de alimentos de consumo local.
- El crecimiento de la agricultura de exportación que empujó a los sistemas de producción tradicional hacia tierras más frágiles y marginales.
- Cambios sociales, sanitarios y nutricionales con la aparición de nuevas infecciones y enfermedades crónicas.
- Fuerte injerencia de las corporaciones en las decisiones nacionales sobre el desarrollo rural.

Al retomar el primer punto de esta enumeración, es decir, la desaparición de paisajes enteros y de la biodiversidad en ellos inserta, es que cabe destacar que en la agricultura y ganadería tradicionales se ha dado siempre un gran aislamiento geográfico entre unas regiones y otras, lo que facilitó el mejoramiento de cada planta o animal domesticado. Esto supone una gran riqueza genética que fue aprovechada por la fitotecnia convencional y por supuesto por la agricultura tradicional en un proceso de mejora que duró siglos. Pero luego, con la llegada de las variedades de alto rendimiento y la selección por productividad, se ha seleccionado en contra de muchas líneas y variedades. Esto supone en primera instancia un empobrecimiento de la base genética de la especie, que luego se ve reflejado en los impactos sobre el hábitat y las relaciones interespecíficas (Pengue, 2005).

En Argentina, a pesar de la falta de información sobre los posibles efectos del glifosato, o mejor dicho la escasa difusión de dicho conocimiento, la aparición y detección de problemas de contaminación ambiental en el ambiente físico-biológico y humano comenzaron a generar sospechas y denuncias desde hace tiempo. La sumatoria de denuncias sobre intoxicaciones y problemas varios de salud en todo el país llevó a la creación de la Comisión Nacional de Investigación en el ámbito del Ministerio de Salud en el año 2009, cuyo propósito era “la investigación, prevención, asistencia y tratamiento en casos de intoxicación o que afecten,

de algún modo, la salud de la población y el ambiente, con productos agroquímicos en todo el Territorio Nacional” (Artículo N°1, Decreto 21/2009 del Poder Ejecutivo Nacional). En especial se definió como prioritaria la investigación en torno al glifosato por el uso masivo que se hace del mismo y la creciente preocupación por parte de la sociedad en cuanto a sus efectos sobre la salud y el ambiente.

La Comisión generó un informe denominado “Evaluación de la información científica vinculada al glifosato en su incidencia sobre la salud humana y el ambiente” (Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos, 2009). Este fue el resultado de un análisis extensivo de las publicaciones científicas con referato, vinculadas al estudio de los efectos del glifosato y sus formulados sobre la salud humana y el ambiente.

A lo largo del informe se repite constantemente que ciertos efectos son observables a dosis difícilmente alcanzables en ambientes rurales en los que se aplique el producto en forma “apropiada”, pero cabe aclarar que no sólo la cantidad de glifosato utilizada cada vez es mayor, sino que también es muy difícil controlar que se cumplan las “buenas prácticas” relacionadas a la aplicación y el manejo del glifosato.

Otro punto que aparece en todos los apartados del informe, es la falta de información existente. Esto alerta sobre la necesidad de contar con más pruebas respecto a los efectos a largo plazo y de exposición a aplicaciones reiteradas sobre las poblaciones, a las interacciones entre organismos y a la consecuente pérdida de hábitats en agroecosistemas.

Finalmente concluyen que en Argentina no existen suficientes datos sobre los efectos del glifosato en la salud humana, por lo cual destacan la importancia de promover la realización de los estudios exhaustivos de laboratorio y de campo sostenidos en el tiempo bajo las condiciones actuales de uso de nuestro país. La resolución final de este informe, en resumen, fue la dificultad de establecer evidencia clara a partir de bibliografía existente (Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos, 2009).

En contraposición a esta postura, se encontraba la del Doctor Andrés Carrasco, investigador del CONICET, quien alarmaba acerca del control y manipulación de la información por parte de las corporaciones. Él llevó a cabo estudios sobre efectos del glifosato a partir de denuncias de enfermedades en territorios sometidos a intensas pulverizaciones de éste y otros herbicidas. Además resaltaba el hecho de que “los experimentos de uso extensivo en millones de hectáreas hacen imposible cualquier tipo de predicción sobre simulaciones tanto para la salud humana (...), como el impacto en la biodiversidad” (Carrasco, 2011). A pesar de haber logrado demostrar en sus investigaciones el efecto negativo del glifosato en distintos seres vivos y que, al compararlos con efectos en la salud detectados en niños

habitantes de zonas rurales, los resultados eran similares, Carrasco fue duramente criticado y desacreditado por instituciones, cuyos intereses se veían afectados a partir de la evidencia presentada.

Otro caso de gran relevancia que se dio a partir de la detección de la contaminación ambiental es la movilización de los médicos argentinos. En agosto del año 2010 se organizó el Primer Encuentro Nacional de Médicos de Pueblos Fumigados, a instancias de los Doctores Medardo Ávila y Carrasco. Luego de esto, se lanzó una iniciativa llamada “campamento sanitario”, que se organiza desde entonces una vez por trimestre universitario, en la que estudiantes y profesores de la Universidad Nacional de Rosario, se instalan durante una semana en una ciudad distinta para realizar encuestas domiciliarias, a fin de construir un perfil epidemiológico de morbimortalidad informado por la comunidad (Robin, 2018).

Según un informe surgido del Primer Encuentro Nacional de Médicos de Pueblos Fumigados, desde hace casi veinte años distintos pobladores de las zonas rurales y periurbanas, donde se desarrollan actividades agropecuarias basadas en el actual modelo de producción agroindustrial, vienen reclamando, ante las autoridades políticas y la justicia, porque sienten que la salud de sus comunidades está siendo afectada ambientalmente, principalmente por las fumigaciones con agroquímicos que se utilizan en las diferentes producciones agrarias, pero también por la manipulación y depósito de estos químicos en zonas pobladas, el deshecho de envases y el acopio de granos impregnados de químicos dentro de los pueblos (Médicos de pueblos fumigados, 2010).

Estos médicos destacaron que ellos atienden, en general, desde hace más de 25 años a las mismas poblaciones, pero lo que encuentran en los últimos años es absolutamente inusual y lo vinculan directamente a las fumigaciones sistemáticas con plaguicidas. Se percibe un cambio en el perfil de morbilidad y mortalidad en áreas agrícolas. El cáncer parece prevalecer (Ávila Vázquez et al., 2017). Es importante destacar que son escasos los informes epidemiológicos oficiales.

2.2.1. El glifosato como posible cancerígeno para la salud humana

El 20 de marzo del 2015 la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) dependiente de la Organización Mundial de la Salud, publicó su informe sobre el glifosato clasificándolo como “grupo A2”, es decir, “probablemente cancerígeno para los humanos”. Este organismo de la ONU creado en 1965 es el encargado de redactar informes cuyos objetivos son clasificar los productos químicos, materiales industriales o productos de

consumo, según su potencial peligro como cancerígeno para las personas. Su metodología de trabajo es a través de la convocatoria a especialistas internacionales, seleccionados por sus antecedentes y su independencia respecto a los productos evaluados.

La IARC posee un sistema de clasificación según los siguientes criterios. El grupo A1, es el que incluye las sustancias “cancerígenas confirmadas para los humanos”, para lo cual se requieren estudios epidemiológicos sobre humanos, de resultados contundentes. El siguiente es el grupo A2, el cual incluye sustancias “probablemente cancerígenas para los seres humanos”; es decir que, se requiere de evidencia suficiente para animales en laboratorio pero es limitada para estudios en humanos. El tercero es el grupo A3, “posiblemente cancerígeno”, se clasifican las sustancias cancerígenas en los animales de experimentación a dosis relativamente elevadas pero los estudios epidemiológicos disponibles no confirman un incremento del riesgo de cáncer en los humanos expuestos. El siguiente es el grupo A4 cuyos agentes evaluados pueden ser carcinógenos en los humanos pero no pueden evaluarse de forma concluyente por ausencia de datos. Finalmente, el grupo A5 que incluye aquellas sustancias que no son sospechosas de ser carcinógenos en humanos basándose en los estudios epidemiológicos realizados.

En el caso del glifosato se conformó un grupo de 17 expertos/as con la finalidad de evaluar la evidencia científica sobre su posible carcinogénesis. A partir de la revisión de más de mil artículos se seleccionaron un total de 250 artículos para la elaboración del informe. La monografía elaborada por este grupo consideró tres tipos de pruebas científicas. Un primer grupo de estudios donde los cánceres se observaron en los humanos a través de estudios epidemiológicos en personas que utilizaron glifosato. El diseño de tres de estos estudios fueron casos y controles, demostrando un incremento de padecer cáncer entre los usuarios respecto a quienes no lo usaban. Además, se registró un cáncer en sistema linfático que es muy poco usual en los humanos. El segundo grupo de pruebas refiere a los cánceres generados en animales por pruebas de laboratorio y en el último grupo se clasificaron las pruebas encontradas en los daños generados en el ADN de los organismos vivos. En base al conjunto de estas evidencias, la IARC logró emitir su dictamen sobre el glifosato como probablemente cancerígeno para los humanos.

Por otra parte, resulta de interés para esta tesina, mencionar la experiencia de los “campamentos sanitarios” que desde el año 2010 organiza el Instituto de Salud Socioambiental de la Universidad Nacional de Rosario, bajo la coordinación del Dr. Damián Verzeñassi. Estos campamentos son parte del proceso de formación en medicina de dicha universidad, y consisten en una salida hacia ciudades de unos 10 mil habitantes aproximadamente del área rural con el propósito de configurar el perfil epidemiológico de

morbimortalidad informado por la comunidad. Algunos de los datos recolectados luego de la realización de 26 campamentos sanitarios resultan relevantes en términos del impacto del glifosato sobre la salud. Se reporta un aumento de casi tres veces en la cantidad de abortos espontáneos en la provincia de Santa Fe, entre 1995 al 2014. Las malformaciones congénitas entre el 2000 y el 2014 se duplicaron. También se ha registrado una importante cantidad de casos de hipotiroidismo. Así como aumentos de patologías entre niños/as, como obesidad o asma.

El cáncer se reportó como primera causa de mortalidad en 25 de las 26 ciudades relevadas en los campamentos sanitarios de la UNR. La prevalencia durante el 2010 y 2014 fue la misma que la acumulada durante los 15 años anteriores. Los cánceres más frecuentes fueron de pulmón, mama, colon, hígado, páncreas, cerebro y sangre, con gran cantidad de leucemias y linfomas.

2.2.2. La biodiversidad como indicador de salud ambiental

Un ecosistema está constituido por diferentes comunidades de organismos (vegetales, animales y microorganismos) y por los factores físicos que se encuentran presentes en un ambiente definido (León-Cortes, 2018). La biodiversidad es el conjunto de todos los ecosistemas, de los seres vivos, del ambiente en el que viven, de la variación genética característica de cada una de las especies y de la relación que tienen con otras especies. Este concepto refleja el número, la variedad, la variabilidad de los organismos y cómo éstos cambian de un lugar a otro con el paso del tiempo (Oberhuber, 2010). Núñez (2003) plantea que la biodiversidad abarca todos los tipos y niveles de variación biológica, desde los genes en una población local o especie, hasta las especies que componen toda o una parte de una comunidad local, así como también las mismas comunidades que forman parte de los diversos ecosistemas del mundo.

Según López (2007), “los procesos ecológicos que operan en un ecosistema son, en gran medida, consecuencia de los organismos que lo habitan. Sin embargo, muchos de los procesos que regulan el funcionamiento de los ecosistemas son difícilmente asignables a una especie particular, y a menudo no es posible determinar la contribución relativa de cada especie a un proceso concreto”. Si bien cada especie contribuye al funcionamiento de los ecosistemas, la naturaleza y magnitud de sus aportes individuales varían considerablemente dependiendo del ecosistema o del proceso al que se haga referencia.

Pengue (2005) a su vez, propone definir la biodiversidad como “el producto de un proceso biológico evolutivo constante y de las sociedades humanas que han ido adaptándose,

conociéndola y utilizándola, a través de múltiples etapas culturales que en diferentes épocas y contextos ecológicos, socioeconómicos e históricos han marcado una particular relación sociedad-naturaleza. Relación que en América Latina ha sido en muchos casos conflictiva y azarosa, donde el territorio fue visto en los tiempos históricos de la colonia como fuente inagotable de recursos y de riquezas, primero minerales y luego biológico productivas”.

Cabe destacar que la formulación del concepto de biodiversidad se ha abordado desde diferentes disciplinas científicas para dar respuesta y explicación al fenómeno del deterioro del ambiente, siendo todavía un campo en construcción. Las múltiples definiciones que ha recibido este concepto son un reflejo de la gran complejidad y generalidad del tema. En una primera instancia se enfocaban principalmente en la pérdida de especies y la deforestación tropical. Luego se amplió la definición en las publicaciones científicas, con orientación política. Hasta que hoy en día abarca la variabilidad de genes, especies y ecosistemas, así como los servicios que proveen a los sistemas naturales y a los humanos (Núñez, 2003).

Retomando lo mencionado en párrafos anteriores, podemos decir que el funcionamiento de los ecosistemas depende básicamente y en gran parte de la biodiversidad. Aquellos procesos y servicios ambientales que brindan los ecosistemas sanos, aportan al bienestar de las personas, no sólo cubriendo las necesidades materiales básicas para la supervivencia, sino también garantizando la salud y la seguridad humanas, entre otras cosas (Oberhuber, 2010). Algunos de estos servicios son: la formación de suelos y el control de la erosión, la fijación del nitrógeno, el incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producción, el control biológico de plagas, la polinización de plantas, la regulación del clima, los productos farmacéuticos y naturistas, el secuestro de dióxido de carbono y muchos más (Núñez, 2003).

La intervención humana ha afectado la dinámica poblacional de diversos organismos a través de las transformaciones ambientales. Esto produjo perturbaciones de distintas dimensiones, que han modificado la abundancia, la necesidad de adaptación o de desplazamiento y la dispersión de muchos organismos. Las investigaciones que se llevaron a cabo sobre el impacto que tienen los agentes contaminantes en distintos organismos, como es el caso de los trabajos que se recopilan en la antología, han dejado en evidencia la interacción entre elementos naturales y sociales. El ambiente puede determinar la permanencia, el incremento o reducción de la morbilidad de enfermedades transmisibles y de aquellas no transmisibles también, como ser el cáncer, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, las cardiopatías y las enfermedades cerebrovasculares. Los procesos de contaminación ambiental tienen hoy en día un alto impacto sobre la salud, no sólo de la

población humana, sino también de muchos otros seres vivos, manifestándose en el aumento sostenido de patologías vinculadas a la calidad ambiental (León-Cortes, 2018).

A través de los registros fósiles se sabe que durante los períodos de extinción normal, es decir sin que intervenga ninguna catástrofe, la pérdida fue de una especie cada cuatro años. Sin embargo, durante los últimos cien años, se puede decir que el hombre ha acelerado el ritmo de extinción posiblemente 1.000 veces respecto al ritmo natural, lo que ha provocado una pérdida neta de biodiversidad (Oberhuber, 2010). Actualmente se observa una creciente degradación y agotamiento de los sistemas biológicos y de su diversidad. Los seres humanos en su afán por obtener mejoras económicas en los sistemas de producción, han fomentado la transformación de ecosistemas complejos en ecosistemas simples, poniendo en peligro la estabilidad de los procesos biofísicos de la vida (Núñez, 2003).

Debido a las presiones ejercidas por las poblaciones humanas en constante crecimiento y el desarrollo de la agricultura moderna, se viene dando una rápida destrucción de la biodiversidad local y regional en los sistemas agrícolas, despreciando a la vegetación natural y la fauna silvestre como recurso natural. Esto se debe a que la agricultura moderna se basa en una menor variedad de cultivos y en el uso intensivo de fertilizantes, riego y pesticidas para el control de plagas y malezas, lo que ha originado cultivos estables, pero con una significativa reducción de la diversidad genética de las cosechas más utilizadas y del ganado (Núñez, 2003). A su vez, la acumulación de fosfatos y nitratos provenientes de fertilizantes agrícolas y de efluentes de drenajes, puede hacer que los ecosistemas de lagos y otras masas de agua dulce pasen a un estado en el que predominan las algas (denominado estado eutrófico) a largo plazo. Esto podría traer aparejada la disminución de la disponibilidad de peces, tal como vemos reflejado en varios artículos revisados en la antología, con repercusiones en la seguridad alimentaria de muchos países que tengan como actividad principal la pesca (Oberhuber, 2010).

Estas relaciones entre biodiversidad y bienestar humano tan estrechas, se evidencian mayormente en el caso de las poblaciones más pobres y desfavorecidas. Éstas con frecuencia dependen íntimamente de la fertilidad de los suelos, de la existencia de aguas limpias, o de la presencia de flora y fauna silvestre como fuente de proteínas y medicamentos, entre otros factores esenciales para su subsistencia; siendo por ello, las más vulnerables a los cambios en la biodiversidad. Por lo general, las sociedades más desarrolladas tienen acceso a una mayor variedad de servicios y pueden adaptarse con cierta facilidad a los cambios en la disponibilidad de los mismos, dada su mayor capacidad para adquirir servicios o sustituirlos cuando éstos se vuelven escasos a través de la tecnología (López, 2007).

Contrariamente, las comunidades rurales de los países menos desarrollados, habitualmente carecen de acceso a servicios alternativos y resultan por ello mucho más vulnerables a los cambios en la integridad de los ecosistemas, que como mencionamos anteriormente, se traducen en pérdidas de productividad agrícola, contaminación de las aguas, erosión y pérdida de fertilidad de los suelos, o falta de capacidad de protección ante eventos climáticos extremos o catástrofes naturales. La conservación de la diversidad funcional, como garantía de la integridad y adecuado funcionamiento de los ecosistemas es, para ciertos países o sectores desfavorecidos de la sociedad, no sólo una mera cuestión de opción sino de verdadera supervivencia (López, 2007).

3. Marco teórico

3.1. Epidemiología popular

Las evidencias sobre las consecuencias para la salud de los agrotóxicos se pueden generar a través de estudios experimentales como el mencionado caso del Dr. Carrasco, o bien a través de estudios observacionales provenientes de estudios epidemiológicos (Almeida Filho & Rouquayrol, 2008). Los enfoques que permiten generar evidencias a través de los diseños epidemiológicos son diversos y complejos, y en muchos casos resultan extremadamente costosos.

Por ello, en numerosas oportunidades una parte importante de los datos y la información que permite generar nuevos conocimientos, proviene de las propias personas o poblaciones afectadas por algún evento. En este contexto surge la corriente o escuela de la epidemiología popular. Phil Brown, la define como “el proceso mediante el cual las personas que habitan en una misma comunidad reúnen datos científicos y se organizan para manejar los recursos de los expertos con el fin de comprender la epidemiología de las enfermedades detectadas por el grupo” (traducido del inglés, Brown, 1992). En algunos puntos, la epidemiología popular es similar a la epidemiología científica, por ejemplo, cuando las personas realizan encuestas de salud comunitaria. Sin embargo, la epidemiología popular es más que la participación pública en la epidemiología tradicional, ya que enfatiza los factores estructurales sociales como parte de la cadena de la enfermedad causal. Además, involucra a movimientos sociales que utilizan enfoques políticos y judiciales para remediar los problemas.

Según la experiencia acumulada por esta corriente de la epidemiología, existen determinados pasos que suelen darse a lo largo de este proceso de participación ciudadana. Sin ánimo de excluir especificidades históricas y localizadas, esos pasos se pueden resumir en los siguientes (Brown, 1992):

- 1) En una primera instancia, se observan efectos en la salud de los vecinos que pertenecen a una comunidad, en la que hay presencia de contaminantes.
- 2) Se crea un hipótesis, generalmente estos efectos son asociados a los contaminantes presentes en el ambiente.
- 3) Se comparte la información entre los vecinos, creándose así una visión colectiva del problema.

4) Los vecinos, ya más organizados, se informan sobre posibles causantes de las enfermedades, contactan a autoridades del gobierno y científicos buscando explicaciones para los efectos en la salud encontrados entre ellos. Buscan respuestas en el gobierno y el ámbito científico.

5) Los habitantes se organizan en grupos, para seguir profundizando su investigación.

6) Las autoridades del gobierno, llevan a cabo estudios en respuesta a la presión generada por los grupos de vecinos. Estos estudios generalmente no encuentran relación entre los contaminantes presentes y los efectos generados en la salud.

7) Los activistas, vecinos organizados, traen sus propios expertos, o contratan a sus propios profesionales para que hagan un estudio sobre la salud de los mismos y para que estudien las fuentes de los contaminantes.

8) Los grupos de vecinos participan en litigios y confrontaciones.

9) Estos grupos presionan para corroborar los resultados de sus investigaciones, con los que han mandado a hacer desde el gobierno.

Estos pasos no se dan en todos los casos y en este mismo orden exacto, pero sí suceden de manera general. A su vez, cabe destacar que en el presente trabajo se adopta este paradigma, dada la posibilidad de que se repitan estas etapas en los distintos lugares del país donde existe un conflicto generado a partir del uso del glifosato, debido a las similitudes que se encuentran con los casos estudiados.

Con el paso de los años, a causa de distintos problemas generados en el proceso de búsqueda de respuestas por parte de los gobiernos frente a problemas de salud relacionados con contaminantes, el público en general se ha vuelto más crítico con la ciencia. Esta desconfianza pública general a la ciencia oficial, lleva a los grupos de vecinos a organizarse en movimientos sociales a fin de buscar rutas alternativas en la obtención de la información para perseguir sus reclamos.

Estos grupos, generalmente tienen menos recursos científicos y económicos que los gobiernos y las corporaciones. Y se enfrentan a dificultades debido a las diferentes concepciones de riesgo, el acceso deficiente a la información y la falta de respuesta de los gobiernos. Sin embargo, pueden iniciar acciones e incluso dirigir la formulación de hipótesis, trabajando en conjunto con científicos (Brown, 1992). En la epidemiología popular, como en otros movimientos relacionados con la salud, el activismo de los afectados es necesario para avanzar en el cuidado y la política de salud.

3.2. Salud colectiva

La salud ha sido concebida como un estado de bienestar físico, psíquico y social (OMS, 1948), que implica un normal funcionamiento orgánico y una adaptación biológica del individuo al ambiente. Sin embargo, esa definición representa un estado ideal que difícilmente se logra y que no contempla la dinámica social. Por lo tanto, es necesario concebir la salud como un proceso cambiante donde la salud y enfermedad son momentos de un mismo proceso (Laurell, 1982).

El conjunto de condiciones que determina la situación de salud-enfermedad tiene componentes biológicos y genéticos, pero otros que se expresan en el ambiente externo físico y biológico donde viven las personas (Lalonde, 1974). No se puede negar este nivel biológico de determinación de la enfermedad, menos aún ante las exposiciones ambientales. Sin embargo, también es evidente que el proceso salud-enfermedad depende de otros determinantes que configuran la manera de vivir en sociedad. Los determinantes biológicos y sociales configuran una estructura causal compleja, debido a la cantidad, características y distintas maneras de combinarse las variables en los distintos niveles empíricos (CSDH, 2008).

Se pueden reconocer distintos niveles de determinación social de la salud (Castellanos, 1990). El primer nivel es el de la estructura social o nivel macro. La organización social implica la estructura económica, las instituciones políticas, el nivel científico-tecnológico disponible y la cultura e ideología. A los fines de esta tesina, interpretamos que en este nivel de determinación podemos encontrar las razones que conllevan a relacionar el proceso salud-enfermedad con el modo en cómo los humanos se apropian de la naturaleza para asegurar su reproducción social. Es decir, los procesos de trabajo que intervienen en esa apropiación son producto de la tecnología que se emplea, en este caso expresada por los agrotóxicos, y de las relaciones sociales de producción, que caracterizan un modelo de explotación agropecuaria como es la agroindustria. En este nivel vamos a encontrar las exposiciones laborales durante la producción de productos agropecuarios que afectan de manera directa a trabajadores, trabajadoras y a sus familias. Pero también el conjunto de relaciones sociales que definen una manera de apropiarse y distribuir la riqueza entre las clases sociales, definen un nivel de vida mediado por el consumo, la vivienda y el acceso a servicios sociales como la educación y la atención a la salud.

Para esta tesina nos interesa subrayar un nivel intermedio en la determinación de la salud colectiva. Este nivel comunitario o familiar se define por las actividades laborales que

puedan realizar las personas y de manera destacada para nuestra tesina, el lugar donde viven. En este segundo nivel, entonces, nos encontramos con las condiciones materiales de vida como la alimentación, la vivienda, las características del barrio y las políticas sociales. A su vez destacamos que en este nivel situamos las exposiciones a los contaminantes ambientales como los agrotóxicos en general y el glifosato en particular. Los “estilos de vida” son los comportamientos que las personas desarrollan de manera “compartida” por su pertenencia a un grupo social, familiar o de clase. Estos comportamientos y costumbres definirán la exposición ambiental de las personas (Castellanos, 1990).

Finalmente la salud colectiva dependerá de las características demográficas de la población, es decir, de los aspectos individuales, como pueden ser las susceptibilidades del organismo frente a las condiciones nocivas en las que viven y determinan la existencia misma de condiciones ambientales riesgosas para la salud.

Según Robin (2018) la agricultura es la base de la existencia de cualquier sociedad. La salud de los suelos, la salud de las plantas, la salud animal y humana están todas vinculadas y son interdependientes. La globalización y las interacciones sociales, comerciales y económicas, la sobreexplotación de los recursos del planeta, el cambio climático, así como diversos acontecimientos naturales extremos, han contribuido desde hace algunos años a tomar conciencia respecto a la interdependencia que existe entre las sociedades humanas y el bienestar del planeta. La reciente pandemia de COVID-19 ha dejado en evidencia de manera crítica, cruel y brutal la necesidad de pensar estas dependencias mutuas entre salud humana y la salud del planeta.

Las actividades de desarrollo pueden cambiar los ecosistemas en forma tal que amenacen las posibilidades de vida de las personas, especialmente, en cuanto a la manera de obtener alimentos y agua. Los ecosistemas sobreexplotados no pueden sustentar modos de vida saludables. La agroindustria genera la necesidad de pensar de manera sistémica la interrelación entre todas estas variables. El enfoque de Ecosalud puede generar una aproximación más completa con evidencias más contundentes respecto a las interrelaciones entre la transformación social y los cambios ambientales (Charron, 2014). Es necesario brindar atención al estado de los ecosistemas y las inequidades socioeconómicas entre personas que dependen de los mismos ecosistemas. La aparición de nuevas enfermedades para los humanos y reaparición de viejas infecciosas debido a la degradación del ambiente, pone de manifiesto el estrés al que la sociedad somete a los ecosistemas, afectando la salud humana ante la imposibilidad de generar alimentos nutritivos o agua y aire limpios. La salud humana y los ecosistemas se deben mejorar de manera conjunta.

Esta tesina, realiza una aproximación a un enfoque ecosistémico de la salud. Se trata de focalizar en la interacción entre las dimensiones ecológica y socioeconómica y su incidencia en la salud, así como en la manera como las personas usan o impactan los ecosistemas, afectando la calidad de los servicios que los mismos prestan. Por ello, tomamos la biodiversidad como un marcador de la calidad de los ecosistemas pero interpretado desde la visión de la salud humana. Porque, tal como lo ha destacado la OMS, el enfoque de “UNA SOLA SALUD” es particularmente relevante en este contexto de pandemia, ya que requiere de la transdisciplinariedad e intersectorialidad en las políticas para mejorar la salud pública (OMS, 2021). Este concepto resume la idea de que la salud humana, la sanidad animal y vegetal; y la salud del medio ambiente están intrínsecamente conectadas y son interdependientes. Esto significa que la salud de uno afecta la salud de todos. Los esfuerzos de un solo sector no pueden prevenir ni eliminar el problema.

Para lograr acercarse cada vez más a este enfoque, desde la OMS se considera que “los datos epidemiológicos y los resultados de investigaciones llevadas a cabo en los laboratorios, deben compartirse entre sectores. Los funcionarios gubernamentales, investigadores y trabajadores de todos los sectores a nivel local, nacional, regional y mundial deberían implementar respuestas conjuntas ante las amenazas para la salud”.

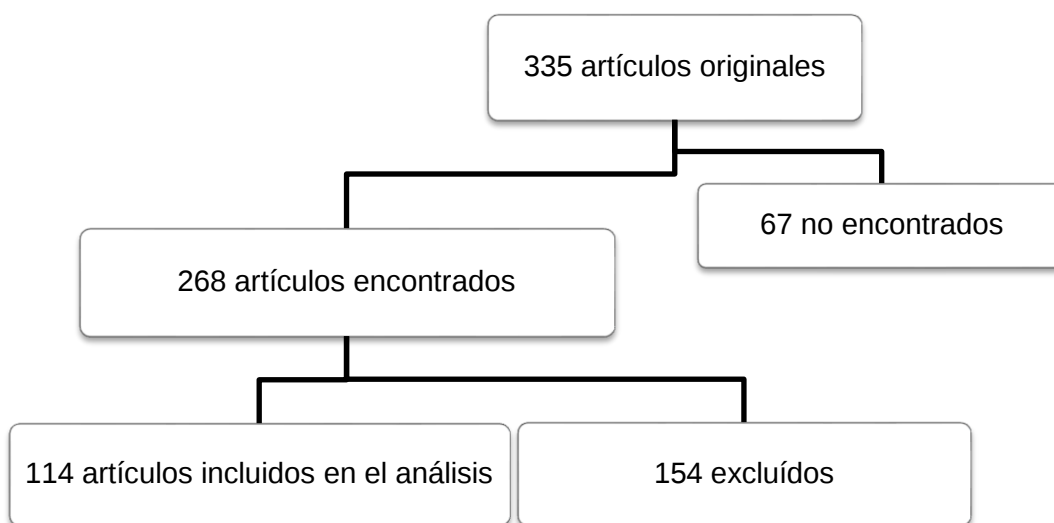
4. Metodología

El marco metodológico de esta revisión es la “Antología toxicológica del glifosato” (Rossi, 2018), que consiste en una recopilación de ochocientos treinta (830) trabajos académicos de Argentina e internacionales, que se buscaron en portales de información científica como Pubmed, Scielo y Scholar de Google. Entre ellos hay artículos científicos o papers, informes de investigaciones clínicas, experimentales, de laboratorio, revisiones, contestaciones y resúmenes de congresos que han sido objeto de publicación en revistas científicas. Todos estos dan cuenta, desde distintos enfoques, sobre los efectos adversos resultantes de la exposición al glifosato. Y se dividen en distintos capítulos a lo largo de la antología. Tal como se ha mencionado en el apartado de justificación, si bien en la antología existen otros capítulos, como el dedicado exclusivamente a la “Salud”, en este trabajo final se trabajó con el cuarto capítulo denominado: “En la biodiversidad”. Éste recopila trescientos treinta y cinco (335) artículos basados en estudios sobre la toxicidad del glifosato en organismos vivos, cursos de agua y suelos. Cabe destacar que ésta es la cuarta edición de la antología y está actualizada hasta abril del año 2018. A su vez, los artículos enumerados en la misma corresponden al período comprendido entre los años 1989 y 2018.

En cuanto al proceso de identificación de los artículos, éste fue hecho por los autores de la antología, demostrando ciertos sesgos. Uno de ellos por ejemplo, es que todos los estudios que se recopilaron exhiben como resultados al menos un impacto negativo respecto al glifosato. Aquellos trabajos que muestran resultados neutros o positivos no fueron seleccionados o incluidos en la misma. Esto se traduce en una debilidad, ya que puede presentarse como tendenciosa. Otra debilidad que se ha detectado es que en más de una ocasión, los enlaces no dirigen a ninguna página que se encuentre funcionando en la actualidad. La desventaja de recopilar los artículos de esta manera, es la dificultad que se genera para poder acceder a los mismos.

Nuestro trabajo consistió en una primera instancia en la búsqueda de todos los artículos del capítulo “En la biodiversidad”. De un total de trescientos treinta y cinco (335) que figuraban, hubo sesenta y siete (67) a los cuales no se pudieron acceder por: no estar disponibles en la web de manera gratuita, debido a que no contestaron los autores ante el pedido de los mismos o porque los enlaces habían caducado. Una vez conseguidos los doscientos sesenta y ocho (268) trabajos restantes, se procedió a leer cada uno de ellos en su totalidad, es decir, no basándose solamente en los abstracts o resúmenes, sino realizando una lectura completa, a fin de poder identificar qué tipo de estudio era cada uno y los resultados obtenidos detalladamente.

Figura 1: Artículos identificados y seleccionados en la revisión



Criterios de inclusión: trabajos escritos en español e inglés.

Criterios de exclusión: trabajos incompletos, trabajos escritos en otro idioma que no sea español o inglés.

A partir de este primer análisis quedó en evidencia que existían artículos con determinadas características que se consideraban limitantes para el fin de esta tesina. Estos son estudios que:

- Están escritos en idiomas que no son español o inglés, como por ejemplo: polaco, portugués, chino. Esto escapa a la comprensión de quien escribe para poder analizarlos.
- En el desarrollo de su investigación estudian los efectos del glifosato en más de una especie a la vez. Esto dificulta la clasificación de los resultados en la tabla que explicaremos más adelante, ya que la misma está planteada por tipo de especie.
- Consisten en revisiones bibliográficas, por lo que se presenta el mismo problema a la hora de elaborar la tabla, tal cual lo indicado en el punto anterior.
- Tienen como autores a investigadores que pertenecen a la firma Monsanto, quedando excluidos por conflictos de intereses en sus conclusiones.
- Son resúmenes de la investigación, no es el trabajo completo, por lo tanto faltan datos para poder clasificarlos y valorar la evidencia.
- Estudian hongos, por no poder compartir la misma tabla que se utiliza para las demás especies.

- Estudian efectos en cursos de agua y suelos, por el mismo motivo del punto anterior.

Por todo esto, se decidió trabajar con aquellas investigaciones que se presentaban completas, descartando así los trabajos que exponían sólo sus resúmenes, ya que se necesitaba la información para el desglose de los parámetros al volcarlos en la tabla comparativa principal.

Cuando se habla de información en esta tesina, nos referimos a aquellos temas que fueron tomados en cuenta para observar de manera simple si existen alteraciones en el metabolismo, el sistema nervioso, el sistema reproductivo, el sistema respiratorio, en órganos como ser el hígado, el riñón, afectaciones al crecimiento del organismo, entre otros. A su vez se clasificaron por los años en los que fueron realizados los trabajos, el diseño de los mismos, la duración y los objetivos.

En una segunda instancia se presentan de manera ordenada los resultados de las investigaciones recopiladas según los indicadores de biodiversidad seleccionados para esta tesina.

De esta manera, no sólo se puede realizar una valoración de las relaciones del glifosato y sus efectos en la biodiversidad, sino que también es posible encontrar en un mismo lugar la información necesaria para la difusión de este conocimiento entre más personas. De esta manera, esperamos poder contribuir a que los resultados nos aproximen a una mayor integración del ámbito ecológico en la salud pública.

A partir de la revisión de los artículos científicos seleccionados, se extrajeron los principales resultados de aquellas investigaciones en las que se han propuesto analizar el efecto que genera el glifosato en distintos organismos vivos. Es decir, el impacto del glifosato en la biodiversidad, comprendiendo que la misma cumple un rol central en el equilibrio de los ecosistemas de todo el mundo y que la especie humana depende de ella para sobrevivir.

4.1. Procedimiento de clasificación

A continuación se definen las variables utilizadas para clasificar los artículos seleccionados.

1. *Código*: es el mismo número con el cual cada artículo o trabajo de investigación está identificado en la Antología toxicológica del glifosato (Rossi, 2018). Se mantuvieron los mismos números para poder ir a la fuente y consultar fácilmente.

2. *Primer autor/a*: es el nombre del primer autor/a del trabajo. Se utilizó esta clasificación para simplificar el espacio en las tablas.
3. *Filiación institucional*: es el nombre del organismo que respalda la investigación.
4. *Tipo de institución*: esta columna se refiere a la anterior, es decir, aclara el tipo de institución. Si es una Universidad, un organismo público u otra.
5. *País*: es el país en donde se llevó a cabo el trabajo de investigación.
6. *Año de la publicación*: es el año o los años durante los cuales se llevó a cabo la investigación. En caso de presentar un asterisco, significa que hay una diferencia con el año en el que se publicó el trabajo, pero el año señalado es aquel durante el cual se realizaron los ensayos.
7. *Diseño del estudio*: aquí se detalla si se trata de un estudio experimental, de campo o mixto.
8. *Si es de campo, dónde*: en caso de que el trabajo sea de campo, se aclara en qué lugar físico se llevó adelante.
9. *Duración del estudio*: aquí se detalla el tiempo de duración del estudio concretamente.
10. *Efectos orgánicos*:
 - 10.1. *Teratogénicos*: si durante el proceso de investigación se llegó a la conclusión de que la exposición al glifosato del organismo en estudio presentó efectos teratogénicos en el mismo o no. Al hablar de efectos teratogénicos se refiere a la muerte fetal o embrionaria, el retardo del crecimiento y patrones distintivos de malformación.
 - 10.2. *Genotóxicos*: si se comprobó en el estudio que el glifosato o alguna de sus fórmulas actuó como sustancia genotóxica. Estas pueden unirse directamente al ADN o actuar indirectamente mediante la afectación de las enzimas involucradas en la replicación del ADN causando, en consecuencia, mutaciones que pueden o no desembocar en un cáncer.
 - 10.3. *Mutagénicos*: si en el trabajo se demostró que el glifosato o alguna de sus fórmulas actuaron como agentes mutagénicos sobre el organismo estudiado. Estos agentes son aquellos que alteran o cambian la información genética de un organismo y ello incrementa la frecuencia de mutaciones por encima del nivel natural.
 - 10.4. *Cancerígenos*: si se concluyó en el estudio que el glifosato o alguna de sus fórmulas resultó cancerígeno para el organismo analizado. Se considera a una sustancia cancerígena o carcinógena, si la misma puede ocasionar cáncer o incrementar su frecuencia a través de su inhalación, ingestión o penetración cutánea.

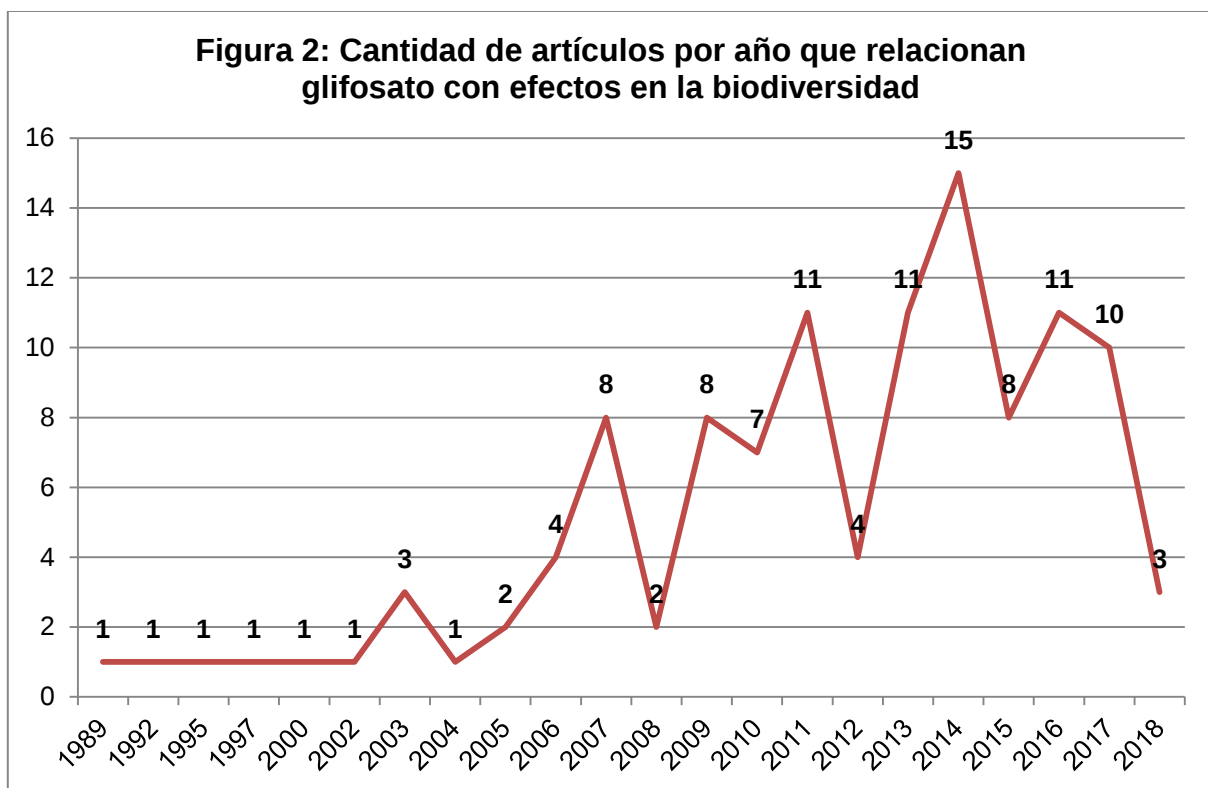
- 10.5. *DL 50*: si miden la dosis letal 50% o no. Concepto que se refiere a la cantidad de dosis de una sustancia, radiación o patógeno necesaria para provocar la muerte de la mitad de un conjunto de animales de prueba después de un tiempo determinado. Estos valores se suelen utilizar como indicadores generales de la toxicidad aguda de una sustancia.
- 10.6. *Daño en el ADN*: si se comprobó mediante la investigación que haya existido daño en el ADN del organismo estudiado ante la exposición al glifosato o alguna de sus fórmulas.
11. *Alteraciones en*:
- 11.1. el metabolismo.
 - 11.2. el sistema nervioso.
 - 11.3. el sistema reproductivo.
 - 11.4. el sistema respiratorio.
 - 11.5. el crecimiento de los organismos expuestos.
12. *Impactos en órganos*: Hígado; Riñón.
13. *Exposición*:
- 13.1. *Exposición aguda*: si el estudio consiste en una exposición aguda ocurre en un período de tiempo muy breve, en general 24 horas.
 - 13.2. *Exposición crónica*: Las exposiciones crónicas tienen lugar durante períodos prolongados de tiempo como semanas, meses o años.
14. *Evaluación dosis-respuesta*: describe la distribución de respuestas a diferentes dosis en una población de individuos. Se caracteriza por un aumento del número de individuos afectados al aumentar la dosis.

SEGUNDA PARTE:

RESULTADOS Y DEMOSTRACIÓN

5. Clasificación y valoración de los artículos según criterios de calidad científica

A continuación se presenta la clasificación de los artículos incluidos en el análisis, reflejada en distintos gráficos según: años, países, tipos de instituciones que los avalan, diseños de los estudios y tiempos de duración de los mismos.



Fuente: elaboración propia.

Los artículos analizados en esta tesina, se llevaron a cabo en alguno de los siguientes años: 1989, 1992, 1995, 1997, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018.

En el 2014 se publicó la mayor cantidad de los artículos que se analizan en esta revisión. Cabe destacar que un año después, en el 2015, la Organización Mundial de la Salud (OMS), más específicamente su órgano especializado sobre el cáncer, el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC siglas en inglés), declaró al glifosato como sustancia

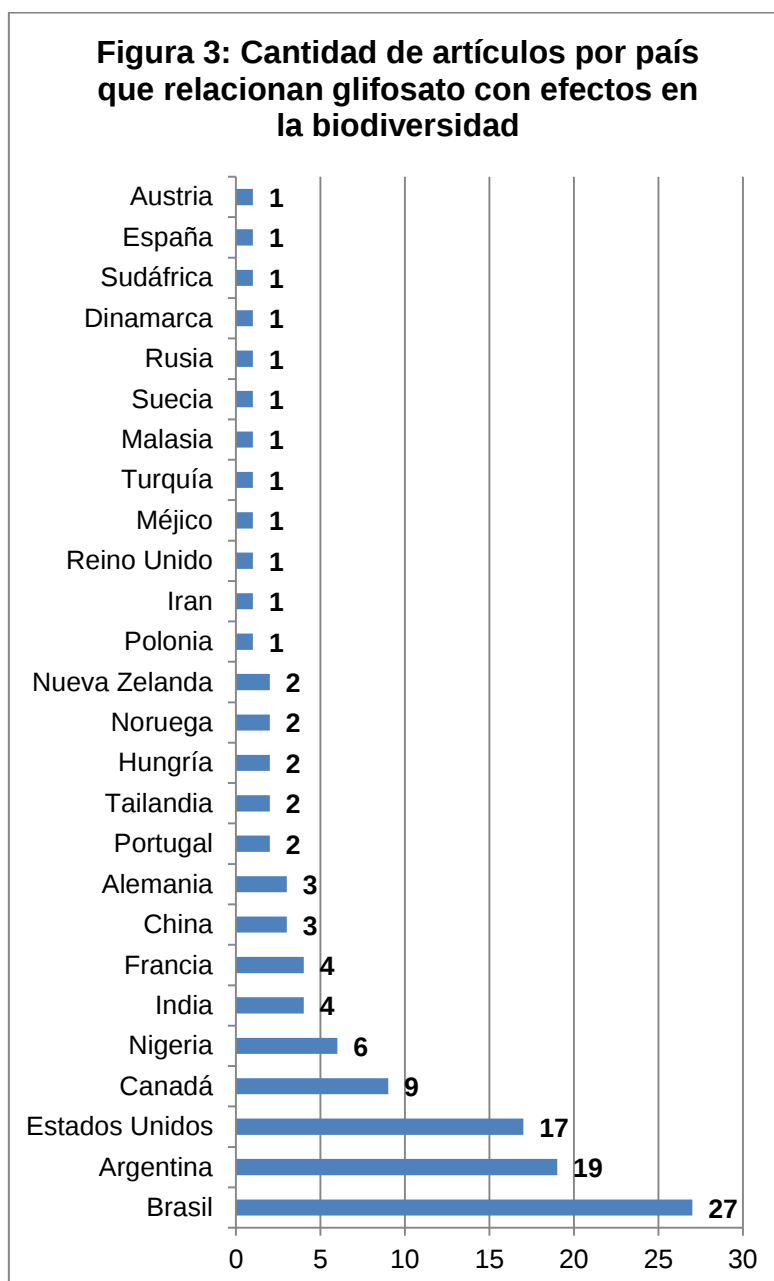
“probablemente cancerígena para los humanos”, ubicándolo en segundo nivel de peligrosidad (de una escala de cinco), pasando a formar parte del “grupo 2A”.

Tabla 1: Clasificación de artículos publicados por año según especie estudiada.

Año	Especie							Totales
	Peces	Anfibios	<i>Daphnia magna</i>	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Abeja europea	Rata	Otras especies	
1989	-	-	-	-	-	-	1	1
1992	-	-	-	-	-	-	1	1
1995	-	-	-	-	-	-	1	1
1997	-	-	-	-	-	-	1	1
2000	1	-	-	-	-	-	-	1
2002	1	-	-	-	-	-	-	1
2003	1	2	-	-	-	-	-	3
2004	-	-	-	-	-	1	-	1
2005	1	-	-	-	-	1	-	2
2006	2	-	-	-	-	-	2	4
2007	3	1	1	-	-	1	2	8
2008	1	-	-	-	-	-	1	2
2009	1	2	1	-	-	1	3	8
2010	3	-	-	-	-	-	4	7
2011	5	1	-	2	-	-	3	11
2012	3	-	1	-	-	-	-	4
2013	4	3	-	-	1	1	2	11
2014	5	4	-	-	4	-	2	15
2015	4	3	1	-	-	-	-	8
2016	4	2	1	1	-	-	3	11
2017	5	2	-	1	-	-	2	10
2018	1	-	-	-	-	-	2	3
Total	45	20	5	4	5	5	30	114

Fuente: elaboración propia.

De esta tabla se observa que a partir del año 2011 hay un aumento en la cantidad de artículos que estudian distintas especies de peces. A su vez se puede notar lo mismo en aquellos que estudian a los anfibios a partir del año 2013.



Fuente: elaboración propia.

Estos artículos fueron llevados a cabo en los siguientes países, ordenados de mayor a menor en cuanto a cantidad perteneciente a cada uno de ellos: Brasil, Argentina, Estados Unidos, Canadá, Nigeria, India, Francia, China, Alemania, Portugal, Tailandia, Hungría, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Irán, Reino Unido, Méjico, Turquía, Malasia, Suecia, Rusia, Dinamarca, Sudáfrica, España y Austria. Se puede ver cómo los primeros cuatro países que encabezan la lista, teniendo la mayor cantidad de estudios, pertenecen al

continente americano. Esto demuestra de alguna manera el intenso uso del glifosato en la región mencionada, mientras que existe un rechazo más fuerte al uso del mismo en muchos países pertenecientes a la Unión Europea.

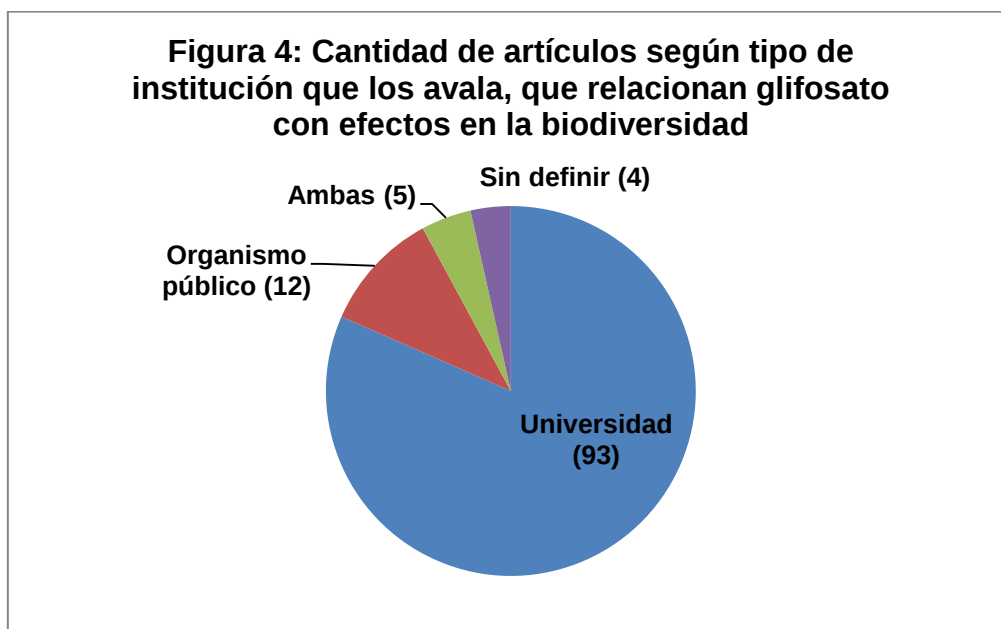
En la tabla expuesta a continuación se observa la cantidad de artículos clasificados por especies o grupos de animales según los países anteriormente mencionados.

Tabla 2: Clasificación de artículos publicados por país según especie estudiada.

País	Especie							Totales
	Peces	Anfibios	<i>Daphnia magna</i>	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Abeja europea	Rata	Otras especies	
Brasil	19	3	-	-	-	2	3	27
Argentina	4	4	-	-	1	1	9	19
Estados Unidos	0	5	1	3	1	-	7	17
Canadá	2	4	-	-	2	-	1	9
Nigeria	5	-	-	-	-	1	-	6
India	4	-	-	-	-	-	-	4
Francia	1	-	-	-	-	-	3	4
China	1	-	-	1	-	-	1	3
Alemania	-	1	-	-	1	-	1	3
Portugal	1	-	-	-	-	1	-	2
Tailandia	2	-	-	-	-	-	-	2
Hungría	-	2	-	-	-	-	-	2
Noruega	-	-	2	-	-	-	-	2
Nueva Zelanda	-	-	-	-	-	-	2	2
Polonia	1	-	-	-	-	-	-	1
Irán	1	-	-	-	-	-	-	1
Reino Unido	1	-	-	-	-	-	-	1
Méjico	1	-	-	-	-	-	-	1
Turquía	1	-	-	-	-	-	-	1
Malasia	1	-	-	-	-	-	-	1
Suecia	-	1	-	-	-	-	-	1
Rusia	-	-	1	-	-	-	-	1
Dinamarca	-	-	1	-	-	-	-	1
Sudáfrica	-	-	-	-	-	-	1	1
España	-	-	-	-	-	-	1	1
Austria	-	-	-	-	-	-	1	1
Total	45	20	5	4	5	5	30	114

Fuente: elaboración propia.

En Brasil se nota la mayor cantidad de artículos que estudian a los peces. En Estados Unidos la mayoría de los estudios de anfibios. De las demás especies que no están agrupadas, Argentina es el país que más reúne este tipo de investigaciones.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 3: Clasificación de artículos publicados por Institución que lo realizó, según especie estudiada.

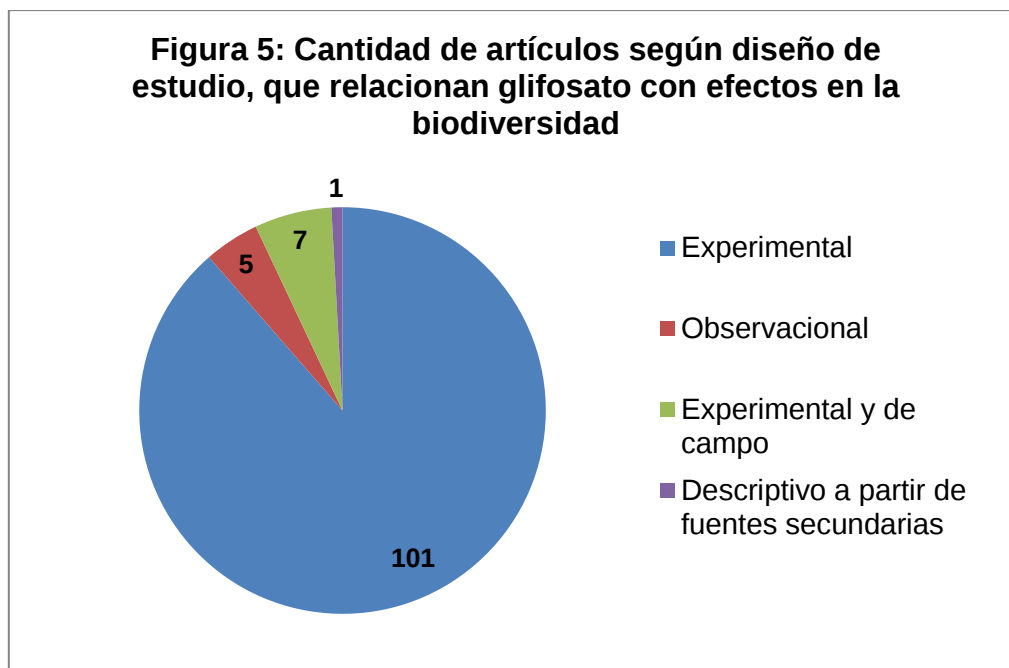
Tipo de institución	Especie							Totales
	Peces	Anfibios	<i>Daphnia magna</i>	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Abeja europea	Rata	Otras especies	
Universidad	43	14	3	4	4	4	21	93
Organismo público	1	4	2	-	-	1	4	12
Ambas	-	-	-	-	1	-	4	5
Sin definir	1	2	-	-	-	-	1	4
Total	45	20	5	4	5	5	30	114

Fuente: elaboración propia.

La información que contienen la figura 4 y la tabla 3 refleja la cantidad de trabajos de investigación según el tipo de institución que los avala. De 114 que es el total de estudios, 93 fueron desarrollados en una universidad, 12 en algún organismo público, 5 en ambas instituciones anteriormente mencionadas en conjunto y 4 no especifican. Por lo tanto, la

mayoría se llevan a cabo en universidades, dejando en evidencia la importancia que tienen las casas de altos estudios a la hora de desarrollar investigaciones, que no respondan a intereses de grupos económicos y que lo hagan en pos del conocimiento científico, para apuntar a mejorar la calidad de vida de las sociedades.

En cuanto a la cantidad de artículos diferenciados por especies e instituciones que los avalan, en todas las especies indicadas, la mayor cantidad se estudió desde las universidades.



Fuente: elaboración propia.

En cuanto al diseño de los estudios, del total que son ciento catorce artículos: 101 son experimentales; 5 son observacionales o de campo; 7 son experimentales y de campo, esto quiere decir que en el mismo artículo se han realizado dos ensayos en paralelo, uno de campo y otro experimental; y por último 1 es descriptivo a partir de fuentes secundarias, lo que significa que los autores/as llegaron conclusiones en base a datos que ellos no obtuvieron de forma directa.

Se puede observar que la mayoría son estudios experimentales, caracterizados por la manipulación artificial del factor de estudio por el investigador y por la aleatorización de los casos o sujetos en dos grupos, llamados grupo control y grupo experimental. Una de las debilidades de la mayoría de los diseños experimentales puros es el excesivo control de la situación en estudio y que, al ser experiencias que suelen tener lugar en asentamientos artificiales, pueden diferir la población de estudio de la de referencia en algunas características.

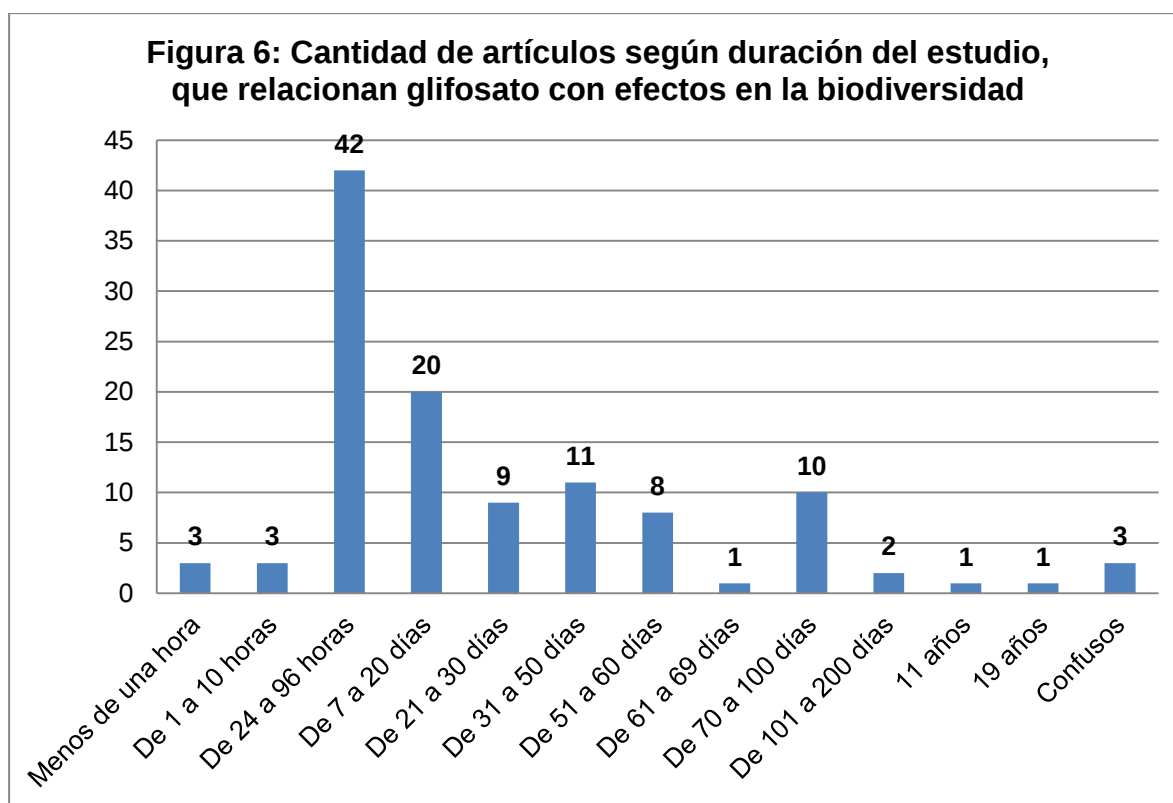
Como podemos observar en la tabla 4, expuesta a continuación, la totalidad de los estudios hechos sobre ratas, el gusano *Caenorhabditis elegans* y la especie *Daphnia magna*, son experimentales.

Luego en las demás especies se mantiene la proporción de que la mayor parte son experimentales, le siguen los de campo u observacionales y por último los combinados.

Tabla 4: Clasificación de artículos publicados por diseño del estudio según especie estudiada.

Diseño del estudio	Especie							Totales
	Peces	Anfibios	<i>Daphnia magna</i>	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Abeja europea	Rata	Otras especies	
Experimental	43	15	5	4	3	5	26	101
De campo/ Observacional	-	3	-	-	2	-	2	7
Experimental y de campo	2	2	-	-	-	-	1	5
Descriptivo a partir de fuentes secundarias	-	-	-	-	-	-	1	1
Total	45	20	5	4	5	5	30	114

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

La mayor cantidad de artículos de investigación, concretamente 42 de 114, tienen como duración de los ensayos de 24 a 96 horas. En este período de tiempo se suelen realizar los ensayos de toxicidad aguda.

En orden descendente siguen aquellos estudios cuyos ensayos duran de 7 a 20 días; y en tercer lugar los que duran de 31 a 50 días.

Tabla 5: Clasificación de artículos publicados por duración del estudio según especie estudiada.

Duración del estudio	Especie							Totales
	Peces	Anfibios	<i>Daphnia magna</i>	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Abeja europea	Rata	Otras especies	
Menos de una hora	1	-	-	-	-	1	1	3
De 1 a 10 horas	1	1	-	-	-	-	1	3
De 24 a 96 horas	22	8	2	4	-	-	6	42
De 7 a 20 días	7	4	1	-	3	-	5	20
De 21 a 30 días	7	1	-	-	-	-	1	9
De 31 a 50 días	4	2	1	-	-	2	2	11
De 51 a 60 días	-	1	1	-	1	1	4	8

De 61 a 69 días	-	1	-	-	-	-	-	1
De 70 a 100 días	3	-	-	-	-	1	6	10
De 101 a 200 días	-	-	-	-	1	-	1	2
11 años	-	-	-	-	-	-	1	1
19 años	-	-	-	-	-	-	1	1
Confusos	-	2	-	-	-	-	1	3
Total	45	20	5	4	5	5	30	114

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 5 podemos observar que la mayor cantidad de estudios sobre peces y sobre anfibios tienen una duración de 24 a 96 horas. A su vez la totalidad de los estudios que se hicieron sobre *Caenorhabditis elegans* tienen una duración de 24 a 96 horas.

Artículos que midieron dosis-respuesta

De los 114 artículos analizados, 112 evaluaron el efecto dosis-respuesta. Los únicos dos (2) artículos que no lo midieron fueron aquellos dos que se realizaron durante once (11) y diecinueve (19) años; y casualmente ambos estudiaron la especie *Danaus plexippus*, conocida como mariposa monarca.

6. Componentes de biodiversidad sensibles para el monitoreo ambiental

Algunas especies estudiadas en los 114 artículos que se consideraron para elaborar la tabla principal fueron agrupadas al presentar similitudes o características que permitían este tipo de aglomeración. Se reunieron por un lado los peces, los anfibios y por otro, especies en particular que tenían muchos trabajos de investigación destinados a ellas mismas, como ser: *Daphnia magna*, *Caenorhabditis elegans*, *Apis mellifera* y ratas.

Dentro del grupo de peces, se analizaron: *Anguilla anguilla* (Anguila europea), *Channa punctatus* (pez cabeza de serpiente), *Clarias gariepinus* (bagre africano), *Rhamdia quelen* (Bagre plateado), *Cyprinus carpio* (carpas), *Danio rerio* (pez cebra), *Goodea atripinnis* (pez tiro), *Cnesterodon decemmaculatus* (madrecita de agua overo), *Piaractus mesopotamicus* (pacú), *Leporinus obtusidens* (piava), *Oncorhynchus kisutch* (salmón coho), *Oreochromis niloticus* (tilapia del Nilo), *Poecilia vivipara/reticulata* (lebistes), *Prochilodus lineatus* (sábalo), *Pseudoplatysoma fasciatum* (surubí), *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoiris), *Odontesthes bonariensis* (pejerrey), *Oryzias javanicus* (java medaka), *Astyanax* (mojarra), *Chrysichthys furcatus* (pez de color negro), *Dicentrarchus labrax* (lubina), *Colossoma macropomum* (pachama negra), *Heteropneustes fossilis* (bagre asiático), *Anabas testudineus* (perca trepadora) y *Misgurnus anguillicaudatus* (dojo).

Dentro de los anfibios, se encuentran: *Anaxyrus boreas* (sapo occidental), *Bufo americanus* (sapo americano), *Bufo bufo* (sapo común), *Rhinella arenarum* (sapo sudamericano), *Scinax nasicus* (rana), *Leptodactylus latinasus* (rana piadora), *Lithobates sylvaticus* (rana de la madera), *Hyla versicolor* (rana arbórea gris), *Lithobates catesbeianus* (rana toro - bull frog), *Xenopus laevis* (rana africana de garras), *Eurycea wilderae* (salamandra de dos líneas) y *Rana temporaria* (rana común europea).

Tal cual lo aclarado al inicio de este punto, también se destacaron: *Daphnia magna* (crustáceo planctónico), *Apis mellifera* (abeja europea), *Caenorhabditis elegans* (gusano) y ratas. Esto se debió a que de cada una de ellas, se encontraron más de dos artículos de investigación, lo que permitió analizar similitudes en los resultados obtenidos.

De los demás organismos, que se ven representados en las tablas de esta tesina como “otras especies”, sólo se encontraron uno o dos estudios por cada uno de ellos. Estos son: *Trachemys scripta elegans* (tortuga de agua dulce), *Chelonia mydas* (tortuga verde hawaiana), *Cherax quadricarinatus* (cangrejo de río), *Neohelice granulata* (cangrejo de barro), *Caridina nilotica* (camarones de agua dulce), *Crassostrea gigas* (ostras), fitoplancton, *Chlorella pyrenoidosa* (alga verde), *Pseudosuccinea columella* (caracol rayado de canaleta), *Helix aspersa* (caracol común), *Potamopyrgus antipodarum* (caracol de barro), *Eisenia fetida*

(lombriz roja), *Lumbriculus variegatus* (gusano negro), *Eisenia andrei* (lombriz roja común), *Aporrectodea caliginosa* (lombriz), *Lumbricus terrestris* (lombriz de tierra común), *Danaus plexippus* (mariposa monarca), *Chrysoperla externa* (crisópido), *Eriopis connexa* (escarabajo mariquita), *Alpaida veniliae* (araña tejedora naranja), *Pardosa milvina* (araña lobo), *Anas platyrhynchos* (pato azulón), *Meriones unguiculatus* (jerbo), *Chaetophractus villosus* (armadillo peludo) y *Caiman latirostris* (yacaré overo).

Aquellas especies que permitieron mejores observaciones de efectos fueron las pertenecientes al grupo de los peces. Quizá el principal motivo sea porque fue el grupo con mayor cantidad de artículos enfocados en los mismos. Esto da cuenta de la importancia de dos cosas: primero, de contar con cada vez más investigaciones que tengan como objetivo analizar el efecto de la exposición al glifosato. Y segundo la actualización de trabajos de recopilación tan fundamentales, como lo es la Antología Toxicológica del Glifosato (Rossi, 2018). A medida que se lleven adelante más trabajos de investigación de esta índole y que los resultados de los mismos puedan ser publicados y volcados a tablas o bases de datos donde se reúna toda la información, la misma se encontrará de forma más accesible para la población en general.

7. Indicadores de efectos por grupos de especies

A continuación se exponen los resultados según las principales variables de impacto sobre los organismos de las especies, que son relevantes para la salud humana: efectos orgánicos (Tabla 6), alteraciones en distintos sistemas biológicos y órganos (Tabla 7) y el nivel de exposición (Tabla 8).

En las columnas de las tablas están representadas aquellas especies que se agruparon a fin de poder comparar y sacar conclusiones de aquellos efectos observados en común entre ellos y con los demás grupos estudiados. Estas son: peces, anfibios, *Daphnia magna*, *Caenorhabditis elegans*, abeja europea y rata. También se encuentran “otras especies”, que incluye a todas aquellas que tienen uno o dos artículos por cada una.

Las tablas presentan una doble información. Por una parte, el número en cada una de las celdas refleja la cantidad de estudios de investigación por especies que han evaluado alguna de las variables orgánicas de interés. Es importante aclarar que un mismo estudio puede ser clasificado en diversas celdas debido a que estudia simultáneamente diversas variables orgánicas.

Por otra parte, cada celda posee un color que representa la proporción (porcentaje) de estudios que encuentran efectos en la variable orgánica sobre la totalidad de investigaciones que estudian cada especie o grupo de especie. El color rojo destaca las variables orgánicas donde más impacto se ha podido identificar.

Proporción de artículos que encuentran relación entre la especie seleccionada	Color
De 0% a 5%	Sin color
De 6% a menos de 25%.	Amarillo
De 25% a menos de 50%.	Anaranjado
De 50% hasta 100%.	Rojo

De esta manera en cada una de ellas tenemos la información de cuántos trabajos han arrojado como resultado el parámetro en cuestión y el porcentaje que esa cantidad implica respecto al total de estudios que se observan para esa especie. Es una manera de presentar los resultados de modo tal que sea práctica su lectura y comprensión.

Como se puede ver en la tabla 6, los peces y el gusano *Caenorhabditis elegans* han presentado efectos teratogénicos a partir de la exposición al glifosato en un 2,22% y un 25% respectivamente. En cuanto a los efectos genotóxicos, estos aparecen en peces en un

6,66% y en “otras especies” también en un 6,66%. De estos últimos, específicamente figuran en artículos que han estudiado al yacaré overo y al armadillo peludo. Si nos detenemos a observar la tercera fila, aquella que nos indica los efectos mutagénicos, podemos observar que se evidenciaron en peces en un 6,66%, en anfibios en un 5%, en ratas en un 20%, y en otras especies (concretamente yacaré overo, armadillo peludo y crisópido) en un 10%. Estas últimas 3 especies mencionadas son también las que figuran en la cuarta fila, indicando que el herbicida resultó cancerígeno para las mismas en un 13,33%.

El daño en el ADN apareció en investigaciones donde se estudiaban peces, en un 13,33%; en anfibios, en un 10%; en ratas, en un 40%; y por último en otras especies en un 10%. Cabe destacar que al igual que en el caso de las filas de efectos mutagénicos y la de cancerígenos, las especies afectadas dentro del grupo “otras especies” fueron yacaré overo, armadillo peludo y crisópido.

La DL50 (dosis letal 50) se midió en todas las especies, a excepción de la abeja europea, en los siguientes porcentajes: en peces, en un 31,11%; en anfibios, en un 30%; en *Daphnia magna*, en un 80%; en *Caenorhabditis elegans*, en un 75%, en ratas, en un 20%; y en otras especies, en un 3,33% (en el camarón de agua dulce).

Tabla 6: Clasificación de artículos según efectos orgánicos diferenciados por especies estudiadas.

Efectos orgánicos	Especie							Totales
	Peces	Anfibios	<i>Daphnia magna</i>	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Abeja europea	Rata	Otras especies	
Teratogénicos	1	-	-	1	-	-	-	2
Genotóxicos	3	-	-	-	-	-	2	5
Mutagénicos	3	1	-	-	-	1	3	8
Cancerígenos	-	-	-	-	-	-	4	4
Daño en el ADN	6	2	-	-	-	2	3	13
DL 50	14	6	4	3	-	1	1	29
Cantidad de estudios totales	45	20	5	4	5	5	30	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 se presentan los resultados de los diferentes estudios con impacto sobre los sistemas orgánicos según especies.

Al analizar los porcentajes de los resultados de los estudios que se han agrupado (peces, anfibios, ratas y abejas) se puede observar que en todos los casos el metabolismo es el parámetro que más afectado se ve. A excepción de: la *Daphnia magna*, que representa el tercer lugar con un 20%; y el *Caenorhabditis elegans*, en el cual figura en el segundo lugar con un 25%. De todas formas continúa figurando en porcentajes significativos.

De los ciento catorce (114), cincuenta y seis (56) exhiben efectos en el metabolismo a partir de la exposición de los organismos ante el glifosato o alguna de las fórmulas comerciales que contienen el mismo. Esto se traduce en un 49,12% del total. Es decir, casi la mitad de los resultados.

En líneas generales los efectos en la reproducción parece ser el parámetro más generalizado, es decir que atraviesa a todas las especies y que no se destacó por aparecer específicamente en una sola en particular. En cuanto a las alteraciones en el crecimiento de los individuos estudiados, también están bastante generalizadas.

Cabe aclarar que más allá del análisis de los parámetros que se utilizaron para realizar el cuadro general (y que están definidos en el apartado 4.1. "Procedimiento de clasificación"), se tuvieron en cuenta todos los resultados de los ciento catorce (114) artículos de investigación. Por tal motivo, aparecen clasificaciones que no se encuentran diferenciadas dentro de las columnas del cuadro principal. Esto se logró a partir de un trabajo aparte, el cual consistió en el desglose de los resultados obtenidos del análisis de cada organismo estudiado y su posterior comparación con los datos que previamente habían sido volcados al cuadro base de esta tesina.

Peces

En la primera columna vemos reflejados los artículos que han estudiado a diversos peces. Las alteraciones en el metabolismo aparecen en el 62,22% de los trabajos de investigación, siendo los peces los mayormente afectados en este sentido. Con el 51,11% aparecen las alteraciones en el hígado. Y luego en orden descendente, le siguen con el 42,22%, las afecciones al sistema respiratorio.

Cabe destacar que en 14 estudios se han evidenciado daños en las células branquiales de los peces. Si bien es un parámetro que se decidió dejar afuera al momento de confeccionar la tabla, debido a que no tiene relación con las demás especies, se considera importante mencionarlo ya que representa un 31,11% del total.

A su vez algo llamativo es que en los únicos estudios (a excepción de uno sobre ratas) en los que se revelaron daños en células sanguíneas y efectos en parámetros hematológicos, fueron en algunos de aquellos que estudiaban peces. Específicamente en el 20% de los mismos.

Otro dato que se puede resaltar es que los daños en el riñón aparecen solamente en los peces estudiados. También son algunas de las especies que mostraron efectos en el comportamiento ante la exposición al glifosato, como por ejemplo en el nado.

Hubo estudios en los cuales hasta se alcanzó la mortalidad de ejemplares expuestos.

Anfibios

En la segunda columna referida a los anfibios, al igual que en el caso de los peces, el metabolismo es el parámetro que más afectado se vio ante la exposición al glifosato, representando un 40% del total de los estudios. Luego le siguen las alteraciones en el crecimiento con un 35%.

En los anfibios también aparecieron afecciones en el sistema respiratorio, en el hígado y en el comportamiento, pero en menor medida que en los peces.

Asimismo han demostrado mortalidad algunos individuos ante la exposición al herbicida.

Daphnia magna

Se pueden observar en la tercera columna los datos relacionados a la *Daphnia magna*. Las alteraciones más significativas en cuanto a la repetición de las mismas en los distintos casos son efectos en el crecimiento y en la reproducción, representando el 80% del total en ambos.

La afectación al metabolismo en esta especie figura en el tercer lugar en orden descendente, con un 20%. Y con el mismo porcentaje aparecen los cambios de comportamiento.

Caenorhabditis elegans

De la cuarta columna que corresponde a la especie *Caenorhabditis elegans*, podemos señalar que el efecto que aparece mayormente, en un 75%, es la degeneración neuronal clasificándose como afección al sistema nervioso.

En esta especie, las alteraciones al metabolismo se ven en un 25%. Con este mismo porcentaje tenemos tanto los efectos en la reproducción, como en el comportamiento de los organismos expuestos al glifosato.

Abeja europea

En la quinta columna vemos la información recabada en torno a la abeja europea. Vuelve a aparecer el metabolismo como el principal afectado, con un 40% del total de los estudios. Y con el mismo porcentaje figuran las alteraciones al sistema nervioso.

Rata

La sexta columna referida a las ratas, muestra que en el 80% de los trabajos de investigación aparecen alteraciones en el metabolismo. En el 60% se observaron daños en el hígado, órgano que también se vio recurrentemente afectado en el caso de los peces, tal como se mencionó anteriormente.

Las afecciones al sistema respiratorio en esta especie representan el 40% del total de los estudios expuestos.

Con el 20% se pueden ver tanto las alteraciones en el sistema nervioso, como en el sistema reproductivo, en parámetros hematológicos y en el sistema digestivo.

Dentro de los treinta (30) estudios restantes, es decir aquellos que no comprenden las agrupaciones mencionadas anteriormente (peces, anfibios, rata, abeja europea, *Daphnia magna* y *Caenorhabditis elegans*), se encuentran diversos organismos, como ser tortugas de agua dulce, cangrejos, camarones de agua dulce, ostras, algas verdes, caracoles, lombrices, gusanos, mariposas, escarabajos, arañas, patos, jerbos, armadillos peludos y yacarés overos, entre otros. Estos están representados en la última columna de la tabla 7 y al analizarlos se observa que:

- En 16 se detectan efectos en el crecimiento (53,33%). Los organismos estudiados fueron: cangrejos, ostras, fitoplancton, algas verdes, caracoles, lombrices, mariposas monarcas, crisópodos, escarabajos mariquitas, arañas y yacarés overos.
- En 12 aparecen alteraciones en el metabolismo (40%). Estos fueron estudiando: tortugas de agua dulce, cangrejos de río, fitoplancton, algas verdes, gusanos negros, lombrices rojas comunes, escarabajos mariquitas, arañas lobos, patos azulón, jerbos y yacarés overos.

- En 10 aparecen efectos en la reproducción (33,33%). Esto se da en: el cangrejo de barro, el caracol rayado de canaleta, lombrices, el crisópido, el escarabajo mariquita, arañas y en el pato azulón.
- En 5 detectan efectos en el comportamiento (16,66%). Se puede ver en los organismos como: camarones de agua dulce, fitoplancton, lombriz de tierra común, araña tejedora naranja y araña lobo.
- En 3 revelan estrés oxidativo (10%). Esto se pudo observar en: la tortuga de agua dulce, fitoplancton y el gusano negro.
- En 3 figuran efectos en parámetros bioquímicos (10%). Los organismos estudiados son: cangrejo de río, gusano negro y yacaré overo.
- En 1 aparecen alteraciones en el sistema nervioso (3,33%). Estas alteraciones se observan en el cangrejo de barro.
- En 1 se exhiben efectos en los músculos, pertenece al estudio sobre el cangrejo de río (3,33%).
- En 1 aparecen alteraciones en el sistema digestivo a partir del daño a una bacteria benéfica en las tortugas verdes hawaianas (3,33%).
- En 1 figura una reducción en las respuestas gustativas de los jerbos (3,33%).
- No se revelan alteraciones en el sistema respiratorio en ninguno de estos artículos.
- En ninguno figuran daños en el hígado.
- No se observan daños en el riñón.

Tabla 7: Clasificación de artículos según alteraciones provocadas en distintos sistemas biológicos u órganos, diferenciados por especies estudiadas.

Alteraciones en	Especie							Totales
	Peces	Anfibios	<i>Daphnia magna</i>	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Abeja europea	Rata	Otras especies	
Metabolismo	28	8	1	1	2	4	12	56
Sistema nervioso	10	1	-	3	2	1	1	18
Sistema reproductivo	4	1	4	1	-	1	10	21
Sistema respiratorio	19	4	-	-	-	2	-	25
Crecimiento	4	7	4	-	-	-	16	31
Hígado	23	3	-	-	-	3	-	29
Riñón	5	-	-	-	-	-	-	5

Sistema digestivo	3	-	-	-	-	1	1	5
Comportamiento	4	2	1	1	-	-	5	13
Cantidad de estudios totales	45	20	5	4	5	5	30	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8, tal cual lo aclarado al principio de este punto, podemos ver los artículos según el tipo de exposición al que sometieron a los ejemplares, en las filas 1 (si ha sido aguda), en la 2 (si fue crónica); y en la tercera, la cantidad de trabajos en los que se ha hecho una evaluación de dosis-respuesta.

La especie *Caenorhabditis elegans* es la que tiene el mayor porcentaje de artículos (100%) en los que se han expuesto a los individuos analizados de forma aguda al glifosato o alguna de sus formulaciones. Luego siguen los peces con un 75,55% sobre el total. Y en tercer lugar aparece la *Daphnia magna* con un 60%. En los anfibios representa el 55%; en abejas europeas y en ratas el 40% en ambas; y en otras especies en un 30%.

En cuanto a la segunda fila de esta tabla, que corresponde a la exposición crónica, se puede observar que la especie con el 100% de sus artículos aplicando esta exposición es la abeja europea. En segundo lugar las ratas representan el 80% y en el tercero aparece la *Caenorhabditis elegans* con el 75%. Otras especies tienen el 70%, ocupando el cuarto lugar pero con un alto porcentaje todavía. Luego la *Daphnia magna* con el 60%, los anfibios con el 50% y por último los peces con el 40%. Se destaca el hecho de que este último grupo, a pesar de ser el que menor porcentaje representa, tiene casi la mitad de sus estudios con exposición crónica.

Por último y haciendo referencia a la tercera fila de la tabla recientemente mencionada, la evaluación dosis-respuesta se ve aplicada en absolutamente todos los artículos de los grupos de peces, de los anfibios, de *Daphnia magna*, de *Caenorhabditis elegans*, de abejas europeas y de ratas. Solamente en el grupo de otras especies, aparecen casi en su totalidad, representando el 93,33%. Al ser un porcentaje tan alto, no resulta una diferencia para destacar.

Tabla 8: Clasificación de artículos según tipos de exposición y evaluación de dosis – respuesta, diferenciados por especies estudiadas.

Exposición	Especie							Totales
	Peces	Anfibios	<i>Daphnia magna</i>	<i>Caenorhabditis elegans</i>	Abeja europea	Rata	Otras especies	

Aguda	34	11	3	4	2	2	9	65
Crónica	18	10	3	3	5	4	21	64
Dosis-respuesta	45	20	5	4	5	5	28	112
Cantidad de estudios totales	45	20	5	4	5	5	30	

Fuente: elaboración propia.

TERCERA PARTE: CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

8. Conclusiones

Los ecologistas, desde hace mucho tiempo, utilizan la alegoría del canario en la mina para advertir sobre los riesgos a la biodiversidad. Los canarios se utilizaban en las minas de carbón después de explosiones o incendios para detectar gases venenosos. De igual manera, algunas plantas y animales sensibles en nuestro entorno pueden actuar como advertencia oportuna de peligrosos cambios en nuestro ambiente para nuestra salud. Esta tesina se inspira y responde a esa representación.

En el campo de la salud pública el mismo concepto preventivo implica la búsqueda de los “eventos sanitarios centinelas”. Se denominan de esta manera a aquellos casos de enfermedad, invalidez o muerte, “no necesarias”, que pudieron haber sido evitadas con adecuadas y practicables medidas preventivas (Castejon 2015). Es decir que, un evento centinela es una alteración del estado de bienestar psicofísico cuya ocurrencia puede generar la necesidad de realizar estudios epidemiológicos y servir como una alerta para la incorporación de medidas preventivas. Por lo tanto, estamos hablando de una herramienta de vigilancia en salud pública (Olivera Canadas G, et al. 2017). La incorporación de las perspectivas ecosistémicas al campo de la salud permite ampliar este concepto hacia otros indicadores. En este sentido, la biodiversidad como manifestación de la heterogeneidad en las formas de vida permite vincular la salud humana con el ambiente desde un nuevo enfoque. En consecuencia, esta tesina ha explorado un conjunto de indicadores de la biodiversidad como una manera de valorar su utilidad como indicadores tempranos de posibles exposiciones ambientales.

Existen múltiples formas de vincular a la humanidad con los millones de especies que habitan el planeta. En este sentido, podemos decir que nuestro futuro depende, por un lado, del interés por nuestra propia salud y bienestar, pero no por los aspectos biológicos individuales, sino en su dimensión social y colectiva hacia una equidad de resultados en salud. Y por otro lado, del conocimiento y control racional y valorativo de nuestra relación con el resto de la vida. Las concepciones predominantes de salud antropocéntricas y biomédicas, seguramente están entre las explicaciones de nuestra ignorancia y ceguera ante la biodiversidad como un indicador relacionado a la salud humana.

La contaminación y su efecto sobre la salud, podríamos decir que hoy día es un conocimiento generalizado y ampliamente aceptado. Incluso el calentamiento global, o la destrucción de bosques, o la amenaza a las fuentes de agua, comienzan a ser aceptados como riesgos para nuestra salud. La pandemia por SARS-COV-2 tal vez sea una

oportunidad para generar una percepción generalizada de la necesidad de pensar nuestra salud en nuestros entornos. Sin embargo, la influencia que la biodiversidad puede tener sobre nuestra salud no resulta tan evidente.

Según Soler Tovar (2013), los vínculos entre la biodiversidad y la salud humana son frecuentemente complejos e involucran factores regionales y globales, como la migración humana y el cambio climático, actuando relativamente por largos períodos. Sostiene que la conservación de la biodiversidad de los bosques y otras áreas silvestres pueden mitigar las enfermedades y que por esto las políticas de uso de la tierra deberían ser modificadas para que ayuden a minimizar o prevenir los potenciales efectos adversos para la salud. Podemos mencionar a modo de ejemplo, la relación entre biodiversidad y la investigación biomédica, así como el desarrollo de la medicina tradicional; los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y de apoyo a nuestras formas de vivir; las valoraciones culturales del paisaje y nuestros entornos; el impacto en la producción de alimentos; y de manera destacada las relaciones entre alteraciones de los ecosistemas, pérdida de biodiversidad y enfermedades infecciosas humanas.

Los modos de vivir y nuestros estilos de vida deben cambiar. Nuestras maneras de producir alimentos y los usos de los espacios amenazan la vida en el planeta. El uso de los agrotóxicos en sistemas industrializados de producción agrícola ya no puede seguir observándose desde el mero manual de buenas prácticas de protección a los trabajadores y sus familias que viven en el ámbito rural. En este sentido, la protección de la biodiversidad se sitúa en el campo de las preocupaciones de la salud pública porque pone de manifiesto la dependencia de nuestra especie respecto a la vida que nos rodea y nos envuelve.

8.1. Biodiversidad y salud

El término biodiversidad ocupa un lugar fundamental en este trabajo final, partiendo de la base de que el capítulo elegido de la antología para analizar sus artículos ha sido el que lleva este concepto como título. Luego de haber expuesto y reflexionado sobre varias definiciones del mismo en el punto 2.2.2 “La biodiversidad como indicador de salud ambiental”, podemos llegar a la conclusión de que indudablemente la humanidad tiene un impacto negativo sobre la biodiversidad, generando en muchos casos una pérdida de la misma.

En Argentina, la consolidación y el posterior avance de la agricultura industrial ha provocado el desplazamiento de otras producciones y sistemas agroproductivos, lo cual deterioró una base productiva diversa y degradó muchos recursos naturales. Este modelo agroindustrial

resulta problemático por un lado, porque es dependiente de productos químicos peligrosos para la salud de los animales y de las personas, como lo es el glifosato. Y por otro, porque contribuye a la pérdida de la biodiversidad.

Esta pérdida genera determinados efectos en cadena que hacen peligrar aquellos servicios ambientales vitales que nos brinda la biodiversidad y favorece el incremento de la densidad poblacional de algunas especies de vectores (mosquitos, garrapatas o caracoles) y especies de reservorios principales (ratones, ratas o musarañas) que participan en la transmisión de enfermedades zoonóticas. Las prácticas de laboreo, cada vez más intensivas, contribuyen a la aparición y propagación de enfermedades en las plantas, afectando a su vez drásticamente la productividad de las cosechas. Todo esto impacta en la calidad de vida, no sólo de las personas que trabajan en el área rural y sus familias, que se ven fuertemente perjudicadas, sino también en el resto de la población. Tiene que entenderse de una vez por todas que cuando se habla de ambiente, no se trata de un concepto aislado, sino que hace referencia a ser parte de un todo, donde las sociedades interactúan en y con él, en un determinado equilibrio.

Teniendo en cuenta esto último, una de las conclusiones a la que podemos llegar, basándonos en lo que plantea Oberhuber (2010), es que si seguimos alterando las funciones naturales que mantienen la unidad y el equilibrio de este planeta, vamos a crear condiciones cada vez más difíciles para llevar adelante la vida tal como la conocemos. Al poner en riesgo el único elemento generador de los bienes y servicios que necesitamos todos los organismos vivos para vivir, es decir la biodiversidad, estamos atentando directamente contra la continuidad del bienestar humano.

Los procesos de contaminación ambiental tienen hoy en día un alto impacto sobre la salud, no sólo de la población humana, sino también de muchos otros seres vivos, manifestándose en el aumento sostenido de patologías vinculadas a la calidad ambiental (León-Cortes, 2018).

A su vez ya quedó en evidencia que todo esto es especialmente más dificultoso para aquellas personas que se encuentran en condiciones socioeconómicas vulnerables y empobrecidas. Si bien no es un propósito de esta tesina ahondar en este tema, cabe mencionar que las poblaciones más pobres y desfavorecidas son las más vulnerables a las enfermedades en general, y a las patologías vinculadas al ambiente, en particular. Además, en los países en vías de desarrollo donde todavía existe una gran proporción de población rural, se suelen reproducir esas desigualdades socioeconómicas, agravadas por su dependencia directa de la fertilidad de los suelos, de la existencia de aguas limpias, o de la presencia de flora y fauna silvestre como fuente de proteínas y medicamentos, entre otros

factores esenciales para su subsistencia. Las poblaciones rurales de los países en desarrollo como el nuestro, son las más vulnerables a los cambios en la biodiversidad. Por lo general, las sociedades más desarrolladas tienen acceso a una mayor variedad de servicios y pueden adaptarse con cierta facilidad a los cambios en la disponibilidad de los mismos, dada su mayor capacidad para adquirir servicios o sustituirlos cuando éstos se vuelven escasos a través de la tecnología (López, 2007). Y esto sucede en la mayoría de esos países, exportando las cargas ambientales negativas e importando recursos naturales hacia países no industrializados, a través de un sistema de comercio globalizado.

Sin embargo, para valorar la biodiversidad es muy importante tener siempre presente que incluso utilizando toda la tecnología que disponemos, nunca seremos capaces de reproducirla (Oberhuber, 2010). En este sentido, la sustentabilidad débil que plantean muchos autores parece mostrar sus límites: el agotamiento de los recursos naturales no puede ser regulado por el aumento de los precios. La tecnología no puede compensar esos desequilibrios reemplazando el capital natural por el capital artificial (Reichman, 2014). La tecnología sin dudas será una herramienta necesaria en el futuro, pero no a través de generar sustituciones a los servicios naturales sino generando alternativas al crecimiento económico ilimitado.

8.2. De los datos científicos a la información comunitaria

Esta tesina, desde su título, se enmarca en la perspectiva de la epidemiología popular, es decir, el propósito de la misma es contribuir a facilitar el acceso y comprensión para la población general y lego, de un conocimiento complejo en su producción e interpretación. El convencimiento de que la salud colectiva no se delega, nos lleva a considerar que el conocimiento y la información son soportes esenciales para el fortalecimiento de la acción pública de los grupos sociales, tal como lo plantean los 9 pasos de la epidemiología popular (Brown, 1992). Más aún cuando esos grupos se conforman a partir de las diversas postergaciones y desigualdades sociales que acaban por incrementar sus riesgos de vida.

La generación de conocimiento científico en cualquier campo, pero más aún en el de la salud ambiental, resulta de una complejidad técnica y una especificidad conceptual que corre el riesgo de enquistarse en la reproducción de las propias prácticas académicas. Las desigualdades sociales también se producen en el ámbito del conocimiento, y la grieta que separa los saberes de la experiencia popular respecto al conocimiento generado por las evidencias empíricas, cada vez es más profunda. La epidemiología popular requiere que los puentes entre unos y otros puedan tenderse de manera dialógica y colaborativa.

El propósito de esta tesina fue proponer una metodología posible para la identificación, lectura, traducción, clasificación, valoración y síntesis de la evidencia científica disponible que facilitara su comprensión y uso social. Consideramos que el objetivo general de “generar una base de datos, a partir de una revisión bibliográfica comunitaria, valorando la evidencia científica sobre el impacto del glifosato en la biodiversidad que permita la difusión de conocimiento entre la población general”, ha sido logrado.

En primer lugar, se propone el formato de una base de datos que permite clasificar a los artículos científicos de tal manera que puedan ser comparados y reagrupados según las variables relevantes para la información comunitaria y la identificación sintética de resultados. Debido a la extensión de esa propuesta, hemos decidido poner la base de datos en el Anexo de esta tesina para no ocupar el espacio correspondiente al desarrollo de la misma. Sin embargo, queremos destacar que es un resultado concreto del desempeño en la realización de la tesina en cumplimiento de su objetivo. En la misma se pueden encontrar todos los parámetros que fueron utilizados para valorar el impacto del glifosato ante los distintos organismos estudiados. Consideramos que este resultado de la tesina no es más que un primer paso necesario para su realización y que debe continuar desarrollándose para completar y actualizar con futuros trabajos de investigación.

Esto da cuenta de la importancia de dos cosas: primero, de contar con cada vez más investigaciones que tengan como objetivo analizar el efecto de la exposición al glifosato. Y segundo la actualización de trabajos de recopilación tan fundamentales, como lo es la Antología Toxicológica del Glifosato (Rossi, 2018). A medida que se lleven adelante más trabajos de investigación de esta índole y que los resultados de los mismos puedan ser publicados y volcados a tablas o bases de datos donde se reúna toda la información, la misma se encontrará más accesible para la población en general.

En segundo término, la información de los artículos seleccionados para este trabajo final ahora se encuentra ordenada, traducida y presentada en un mismo lugar. Quien acceda a esta tabla puede encontrar los resultados de los efectos presentados ante la exposición al glifosato diferenciado por las especies analizadas. Ya hemos mencionado anteriormente todas las dificultades que encontramos para conseguir en un inicio los archivos que están enumerados en la antología. De hecho, sin un correo institucional y el trabajo de haber traducido muchos de los artículos analizados, no se hubiera logrado confeccionar la base de datos. Es entonces que el hecho de acceder a la misma a partir de un archivo Excel cumple uno de los objetivos específicos, concretamente el de “disponer la información de una manera más accesible al público en general”. Desde el punto de vista del acceso a la

información y de la difusión de conocimiento, se puede considerar esta tesina como un pequeño aporte realizado.

En tercer lugar, otro aporte de esta tesina es la valoración de los trabajos de investigación según criterios científicos, pero presentados de una manera visualmente comprensible para la población general. La disposición de resultados en tablas con una valoración del riesgo expresada en graduación de colores facilita la comprensión de ese conocimiento. De esa forma es posible identificar sencillamente cuáles son las especies y los parámetros biológicos que más evidencia negativa acumulan a partir del impacto del glifosato. Este producto de la tesina requirió un trabajo de lectura, traducción, interpretación y reclasificación de los artículos a partir de la base de datos que presentamos en el Anexo. Fue necesario seleccionar los artículos, es decir que no se clasificó la totalidad de ellos, sino un determinado número que permitió elaborar esa tabla. Quizá no sea el más representativo y lo ideal hubiera sido hacerlo con absolutamente todos los estudios incluidos en el apartado de "Biodiversidad" de la antología, pero el hecho de que en diversos artículos se estudiaran más de una especie a la vez, complejizó la elaboración de la tabla general. Mejor dicho, tendríamos que haber confeccionado tablas específicas para cada uno de ellos y no se hubieran podido comparar los efectos como sí lo hicimos con los demás.

A continuación se presentan las conclusiones que nos permiten afirmar que se cumplió con el primer objetivo específico propuesto en este trabajo final, que era "identificar los componentes de la biodiversidad que resulten sensibles para el monitoreo ambiental". También resaltamos que el objetivo específico de destacar efectos similares entre mismas especies, se ha logrado.

Se ha llegado a la conclusión de que el **metabolismo** es el parámetro que más afectado se ve en casi todas las especies analizadas. Esto demuestra el impacto que genera la exposición al glifosato. De hecho, del total de estudios que tuvimos en cuenta para confeccionar la tabla, casi el 50% reflejó afectaciones en el metabolismo de los individuos expuestos. Luego le sigue la **reproducción** como el parámetro más generalizado, es decir que atraviesa a todas las especies y que no se destaca por aparecer específicamente en una sola en particular. Y finalmente, las alteraciones en el **crecimiento** de los individuos también están bastante generalizadas.

A su vez, se observó que en diferentes artículos que estudiaban 3 especies totalmente diferentes, concretamente: el yacaré overo, el armadillo peludo y el crisópido, se obtuvieron efectos similares. El glifosato resultó ser cancerígeno, poseer efectos mutagénicos y provocar daño en el ADN para estas mismas especies. Aquí se presenta una similitud entre

especies que no tienen nada que ver una con otra, dato que visibiliza el peligro de la exposición al glifosato o alguna de las fórmulas comerciales que contienen el mismo.

En relación a las especies más sensibles, en el grupo de los **peces**, que fueron los organismos que más estudios relevados tuvieron en esta tesina, se puede ver que las alteraciones en el metabolismo aparecieron en el 62,22% de los casos. Esto coincide con lo mencionado en párrafo anterior, en donde se indicó que fue el parámetro que más afectado se vio en casi todas las especies estudiadas. Luego en más de la mitad de los trabajos aparecieron alteraciones en el hígado, otro efecto en común entre distintos peces. Y en tercer lugar figuraron las afecciones al sistema respiratorio de estos animales, siendo evidentes los daños a las células branquiales también. Hubo estudios en los cuales hasta se alcanzó la mortalidad de ejemplares expuestos.

Aquí nos detendremos a hacer una mención especial respecto al grupo de los peces. Luego de todo el análisis, fue llamativo el hecho de que estos organismos hayan sido los que más efectos negativos presentaron ante la exposición al glifosato. Esto nos lleva a suponer que quizá algo suceda en el momento en el cual el glifosato entra en contacto con el agua. Ya que son animales cuyo hábitat es en el agua. De esta manera queda demostrada la importancia que pueden tener las investigaciones relacionadas con el efecto en el agua de este agrotóxico, ya que en la década del 90 cuando se introdujo en el país, una de las afirmaciones que hacía la empresa Monsanto y algunas investigaciones respaldadas por la misma, era que el glifosato al entrar con el agua se “inactivaba”, siendo completamente inofensivo para los seres vivos.

Estas conclusiones se sostienen en los resultados obtenidos a partir de la base de datos elaborada que permite valorar los trabajos de investigación hallados según criterios científicos, que era uno de los objetivos específicos de la tesina. Las valoraciones son las siguientes:

- La mayor cantidad de estudios realizados en la región pone de relieve una problemática existente y extendida. Además, facilita la generalización y comparabilidad de resultados.
- Los estudios realizados en Argentina muestran la mayor diversidad de especies animales estudiadas. Esta característica refuerza el estudio de la biodiversidad pero se requiere acumular mayor especificidad.
- La producción mayoritaria de estos estudios realizada desde las Universidades puede facilitar la vinculación con el ámbito comunitario.
- Casi la totalidad de los estudios son experimentales. Esto refuerza los criterios etiológicos del glifosato como un peligro para la salud. Sin embargo, es necesario

realizar más estudios observacionales con el objetivo valorar las dinámicas e interacciones en la exposición ambiental.

- La casi totalidad de los estudios pudieron establecer una relación dosis-respuesta. Esto también refuerza la etiología de diversas posibles patologías vinculadas a la exposición al glifosato.
- La mayoría de los estudios están destinados a estudiar la exposición y efectos agudos ante el glifosato. La epidemiología ecosistémica (que incluya población humana) debe priorizar el estudio y el monitoreo de la exposición crónica.

Finalmente, quisiéramos destacar una conclusión de nuestra tesina que excede a los objetivos de la misma. Retomando lo recientemente mencionado respecto a las investigaciones patrocinadas por empresas como Monsanto o algunas de las que comercializan el herbicida en cuestión, se puede ver cómo cada vez es más evidente que los únicos trabajos que señalan las bondades de estos productos terminan siendo los de estas firmas o los de científicos que reciben financiamiento de las mismas. Eduardo Martín Rossi, uno de los recopiladores que realizó la “Antología toxicológica del glifosato” señala que por ejemplo, en Argentina no son públicos los estudios del Senasa (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) que clasifican al glifosato como de “baja toxicidad” y que tampoco se tienen en cuenta los efectos crónicos en los mismos.

Desde nuestra experiencia en esta tesina, pudimos notar que casi todos los artículos que pertenecían a científicos del CONICET fueron imposibles de conseguir. Esto debería llamar a la reflexión de qué tipo de acceso tiene la población en general a la producción del conocimiento que científicos de nuestro país desarrollan en este Organismo.

9. Propuestas

A medida que hemos ido avanzando en el proceso de elaboración y escritura de esta tesina, ha surgido la idea de intentar identificar la utilidad que puede tener la misma para la sociedad en general. Ante esta inquietud, hemos llegado a la conclusión de que la mayor utilidad de este trabajo final se centra en la disponibilidad de la información para un público usuario lego en la materia, es decir, en generar más posibilidades de acceder a la misma. Tal como lo hemos mencionado en distintas oportunidades a lo largo de este texto, el trabajo se inició a partir de la identificación y obtención de los estudios mencionados en la Antología toxicológica del glifosato (Rossi, 2018); luego el desarrollo de la tesina implicó la lectura, interpretación y traducción de la información contenida en los mismos; seguida de una exhaustiva clasificación de los datos y por último, la valoración de éstos a partir de la confección de la base de datos, que pretende ser el primer paso de un proceso que culminaría con la construcción de una base de datos dinámica más adelante.

Consideramos necesario que todo este trabajo realizado, haciendo referencia no sólo a estas páginas escritas, sino también a la labor previa descripta en el párrafo anterior, pueda transmitirse y cumpla finalmente el objetivo de difundir el conocimiento. Para esto se plantean varias propuestas explicadas en detalle a continuación:

- 1) En primer lugar, la base de datos que desarrollamos en el marco de este trabajo final se realizó en un documento de Excel, programa que presenta ciertas limitaciones en lo que se refiere a la búsqueda de datos. En este sentido se propone mejorar el formato de la misma y ofrecer que estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, al momento de desarrollar sus trabajos finales de la carrera, tengan la posibilidad de generar una base de datos dinámica, actualizándola a partir de nuevas antologías que se han publicado y que seguramente seguirán publicándose con el correr de los años. Esta tarea es clave para que en un futuro la base crezca y que a medida que nuevos estudios de investigación sean publicados, sus resultados se vean reflejados y se encuentren todos en un mismo lugar.
- 2) Una posibilidad interesante consiste en identificar a poblaciones afectadas por la exposición al glifosato, como pueden ser vecinos de pueblos rurales cercanos a las zonas fumigadas y organizar talleres de concientización. Estos se llevarían a cabo a fin de explicar el trabajo realizado, lo que se conoce hasta el momento acerca de los efectos del glifosato y se facilitaría una copia digital de la base de datos a todas aquellas personas que la deseen. A modo de ejemplo, planteamos la siguiente situación: supongamos que un grupo de vecinos sospecha que está siendo afectado por la

exposición al glifosato debido a la observación de alteraciones en el sistema respiratorio. En un intento por encontrar antecedentes, podrían buscar en esta base de datos “efectos respiratorios” y encontrarían como referencia una determinada cantidad de estudios que arrojaron resultados en los cuales se demostraron alteraciones en el sistema respiratorio de distintas especies que han sido expuestas al glifosato o a alguna de sus fórmulas. Lo mismo sucede con los demás parámetros que han sido descriptos en el desarrollo de la tesina, como ser: alteraciones en el metabolismo, en el sistema reproductivo, en órganos como ser el hígado, el riñón, etc. Ya que las clasificaciones presentes en la base de datos, permiten buscar de manera específica de acuerdo al tipo de efecto orgánico, según las alteraciones en distintos órganos o sistemas biológicos de los organismos o por el tipo de exposición. A su vez, en caso de querer comprender el contexto en el cual se ha llegado a los resultados, también se puede buscar por año, por países, y por tipo de estudios. Esto permite no sólo darle un marco, sino comparar distintos escenarios de exposición.

Respecto a esta segunda propuesta, una posible limitación sería que en casos como los que planteamos, de vecinos agrupados ante la amenaza de herbicidas, los mismos no cuentan con los recursos necesarios para comprender los resultados de las investigaciones. En los años noventa a raíz de las políticas de ajuste, se ha producido un desmantelamiento de los sistemas de educación y capacitación formal e informal en el sector rural, lo que dejó al mismo abandonado a su suerte. Las acciones públicas se minimizaron y se generó un proceso de desintegración de la institucionalidad que se encargaba de este aspecto (Pengue, 2005). Estas barreras existen y por eso consideramos importante que se puedan llevar adelante trabajos de este tipo, ya que si bien en casi la totalidad de los estudios se emplean tecnicismos que tienen que ver con el área de estudio, y se necesitaron conocimientos previos para poder comprenderlos; el trabajo de interpretación de los resultados y posterior simplificación de los mismos en la elaboración de las tablas, permite identificar de manera más simple por medio de las palabras “sí” o “no” si existieron alteraciones en los distintos sistemas biológicos y órganos de los seres estudiados.

- 3) Una tercera propuesta consistiría en mostrar nuestro trabajo ante profesionales del área de la ecología para validar que la metodología sea correcta. Una de las debilidades de esta tesina consideramos que tiene que ver con el hecho de que hayamos tenido que hacer un recorte de los estudios de investigación donde se analizaban a distintas especies en el mismo y se comparaban diferentes resultados entre sí. El desafío consistiría en ver cómo se podrían incorporar, qué habría que modificar en la base de datos o qué otra base de datos se puede plantear a fin de incluir estos trabajos. Ya que

no podían clasificarse de la misma manera que aquellos que estudiaban a una especie en particular por la confección de las primeras tablas. Se hubiera arrastrado el error de contar como dos estudios que estudiaban a dos especies o más en particular, cuando en realidad lo estaban haciendo en el mismo y con distintos resultados.

Habiendo hecho mención a las debilidades de este trabajo final, entendemos que pueden surgir dudas respecto a dos cuestiones: por un lado, la relación que existe entre la exposición al glifosato de los animales respecto a la exposición humana. Y por el otro, la importancia de la biodiversidad en todo esto.

En primer lugar, todos los organismos que fueron analizados en esta tesina, forman parte de la biodiversidad, tal como se demostró y se fundamentó a lo largo de la misma. Y se ha llegado a la conclusión de que la aplicación de glifosato afecta a estos seres vivos e impacta negativamente sobre la biodiversidad. Entonces, si la salud y el bienestar humano dependen de la biodiversidad, consecuentemente, al ser el glifosato una sustancia que perjudica a la misma, terminaría impactando negativamente en la calidad de vida de los seres humanos.

Por otra parte, se puede pensar que las especies que han sido objetos de estudio y que, en mayor o en menor medida, han sufrido alguna consecuencia a partir de la exposición al glifosato, sean consideradas *especies centinelas*, es decir, aquellas que pueden ser biológicamente coherentes y suficientemente sensibles, como indicadores de alerta para la salud humana. No consideramos incoherente sostener la plausibilidad del efecto nocivo para la salud humana a partir de la evidencia de los efectos en los animales. De hecho hay que tener en cuenta que por ejemplo, en el proceso de clasificación que hizo la IARC para terminar considerando al glifosato como parte del grupo de sustancias “probablemente cancerígenas para los humanos”, entre los tres tipos de pruebas que se utilizaron para justificar esa decisión, una de ellas fue la relacionada con los cánceres generados en animales a partir de pruebas de laboratorio. Todo esto nos lleva a pensar en una cuarta propuesta:

- 4) La realización de un inventario de especies que actúen como biomarcadores en distintas regiones del país, que puedan ser considerados como *especies centinelas* para la salud humana. Sería importante que del grupo de aquellas especies que en estudios de laboratorio demostraron funcionar como biomarcadores, puedan identificarse cuáles existen en campo y en el territorio para poder ser monitoreadas a través del tiempo. Se pueden delimitar zonas de acuerdo a la presencia y utilización del glifosato, en las cuales funcionarían distintos sistemas de monitoreo. Cabe destacar que de los 114 estudios analizados en esta tesis, 101 son experimentales, es decir que se han realizado en condiciones de laboratorio. Esto demuestra la falta de evidencia en campo y a niveles de

exposición reales de glifosato y/u otras de sus fórmulas. De esta manera, el factor tiempo difícilmente se puede recrear en condiciones de laboratorio a comparación de lo que sucede en campo, en la realidad.

El hecho de que no existan al día de hoy sistemas de monitoreo de este tipo destaca la necesidad de diseñar y poner en marcha sistemas de alerta de información integrales y sistémicos, que puedan vincular monitoreos ecológicos, ambientales, y sanitarios al mismo tiempo. Esto además, es cada vez más relevante para vigilar los impactos del cambio climático, tanto sobre los ecosistemas, las especies y la salud humana.

Por último, tal cual lo planteado por López (2007), resulta importante resaltar que “para el estudio de los vínculos existentes entre biodiversidad, funciones suministradoras de servicios y sociedad, es imprescindible fomentar una verdadera ciencia interdisciplinar. Esto implica que los profesionales de las ciencias relacionadas a la ecología tengan en cuenta la dimensión humana de la dinámica de los ecosistemas y que los investigadores de las ciencias sociales comprendan cómo los ecosistemas son los responsables últimos del flujo de servicios de los que depende el bienestar humano”.

A su vez debería añadirse la necesidad de trabajar más estrechamente con los gestores y tomadores de decisiones, estableciendo puentes sólidos entre la investigación y la gestión, como único camino para poder superar los tradicionales modelos en los que sociedad y naturaleza son gestionados de manera independiente. En este sentido urge desarrollar y adoptar nuevos paradigmas y modelos de gestión contruidos a partir del reconocimiento de que nuestro bienestar y el de las futuras generaciones dependen en buena medida de la integridad ecológica y el estado de conservación de los ecosistemas (López, 2007).

Referencias bibliográficas

- Almeida Filho, N. & Rouquayrol, M. (2008). *Introducción a la Epidemiología*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Ávila Vázquez, M., Maturano, E., Etchegoyen, A., Difilippo, F.S. & Maclean, B. (2017). Association between Cancer and Environmental Exposure to Glyphosate. *International Journal of Clinical Medicine*, 8, pp. 73-85.
- Brown, P. (1992). Popular Epidemiology and Toxic Waste Contamination: Lay and Professional Ways of Knowing. *Journal of Health and Social Behavior*, 33(3), 267-281. <https://doi.org/10.2307/2137356>
- Carrasco, A.E. (2011). El glifosato: ¿es parte de un modelo eugenésico? *Salud Colectiva*, 7(2), pp. 129-133.
- Castejón, J. (2015). Situación actual de la detección de enfermedades profesionales en la sanidad pública. *Prevencionistas*, 17, pp. 46-55.
- Castellanos, PL. (1990). Sobre el concepto salud-enfermedad. Descripción y explicación de la situación de salud. *Boletín Epidemiológico Organización Panamericana de la Salud*, 10(4), pp. 1-7.
- Charron, D. (2013). *La investigación de Ecosalud en la práctica*. Madrid: Plaza y Valdés Editores.
- Decreto N° 21/2009 del Poder Ejecutivo Nacional. Artículo N° 1. Boletín Oficial de la República Argentina, 19 de enero de 2009.
- de Derechos Humanos, D. U. (1948). Declaración Universal de los Derechos humanos. Asamblea General de las Naciones Unidas, 10.
- Donadío, M. C., García, S. I., Ghera, C. M., Haas, A. I., Larripa, I., Marra, C. A., & Villaamil, E. (2009). Evaluación de la Información Científica vinculada al glifosato en su incidencia sobre la salud humana y el ambiente. *Informe del Consejo Nacional de investigaciones científicas y técnicas (CONICET)*. Buenos Aires.

- Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, (2010) *Informe 1° Encuentro de Medicxs de Pueblos Fumigados*. Córdoba.
- Lalonde, M. (1974). A new perspective on the health of Canadians: A working document= Nouvelle perspective de la santé des canadiens.
- Laurell, A. C. (1982). La salud-enfermedad como proceso social. *Revista latinoamericana de Salud*, 2(1), 7-25.
- León-Cortés, J.L., Gómez-Velasco, A., Sánchez-Pérez, H.J., Leal, G. & Infante, F. (2018). La salud ambiental: algunas reflexiones en torno a la biodiversidad y al cambio climático. *Enfermedades emergentes*, 17(1), pp. 26-36.
- Martín-López, B., González, J., Díaz, S., Castro, I., & García-Llorente, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional: *Ecosistemas*, 16(3), pp. 69-80.
- Núñez, I., Barahona, A. & González, E. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393.
- Oberhuber, T. (2010). La biodiversidad es vida. *El papel de la biodiversidad*.
- Olivera Cañadas, G., et al. (2017). Identificación de eventos centinela en atención primaria. *Revista de Calidad Asistencial*, 32(5), 269-277.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cali.2017.03.003>
- OMS 2021 Alocución de apertura del Director General de la OMS en la Primera Reunión Virtual del Grupo de Expertos de Alto Nivel con arreglo al enfoque de «Una sola salud»<https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-1st-virtual-meeting-of-the-one-health-high-level-expert-panel-17-may-2021>.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Constitución de la Organización Mundial de la Salud. 45. Ginebra.
- Pengue, W.A. (2005). *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina ¿La transgénesis de un continente?* Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

- Riechmann, J. (2014). Cap. 6 Sostenibilidad fuerte y débil. En *Un buen encaje en los ecosistemas. Segunda edición. (revisada) de Biomímesis*. Madrid, España: Libros de la Catarata.
- Robin, M.M. (2018). *El glifosato en el banquillo*. La Plata: De la Campana.
- Rossi, E., & Cabaleiro, F. (2018). Antología toxicológica del glifosato. *Buenos Aires, Naturaleza de Derechos*.
- Soler-Tovar, D., Hernández-Rodríguez, P., Pabón, L.C., & Tenjo Morales, A.I. (2013). Pérdida de biodiversidad: un factor determinante en el aumento de enfermedades infecciosas compartidas entre humanos y animales. *Biodiversidad Colombia*, 1(2), pp. 53-62.
- WHO Commission on Social Determinants of Health, & World Health Organization. (2008). *Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health: Commission on Social Determinants of Health final report*. World Health Organization.

Anexos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	Anguilla anguilla (Ángula europea)																							
2																								
3	Código	Primer autor	Filiación institucional	Tipo	País	Año de la publicación	Diseño del estudio	Síes de campo, donde	Terato génicos	Mutag énicos	Cancel rígenos	DL50 (si la miden o no)	Daño en el ADN	Alteraciones en el metabolismo	Alteraciones en el sistema nervioso	Alteraciones en el sistema reproductivo	Alteraciones en el sistema respiratorio	Hígado	Riñón	Creci mient o	Exposi ción aguda	Exposi ción crónica	Evaluación dosis-respuesta	Inte rsi
4	335	Sofia Guilherme	Centre for Environmental and Marine Studies and Department of Biology, Campus Universitario de Santiago, Aveiro University,	Universidad	Portugal	2010	Experimental	X		Si	Posibl e	No	Si	No	No	Posible	No	No	No	No	Si	No	Si	
5																								
6																								
7	Channa punctatus (pez cabeza de serpiente)																							
8																								
9	Código	Primer autor	Filiación institucional	Tipo	País	Año de la publicación	Diseño del estudio	Síes de campo, donde	Terato génicos	Mutag énicos	Cancel rígenos	DL50 (si la miden o no)	Daño en el ADN	Alteraciones en el metabolismo	Alteraciones en el sistema nervioso	Alteraciones en el sistema reproductivo	Alteraciones en el sistema respiratorio	Hígado	Riñón	Creci mient o	Exposi ción aguda	Exposi ción crónica	Evaluación dosis-respuesta	Inte rsi
10	336	C. D. Nwani	Molecular Biology and Biotechnology Unit Department of Zoology and Environmental Biology, University of Nigeria	Universidad	India	2012	Experimental	X		Si		No	Si	No	No	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	
	337	T. SENAPATI	Department of Environment Science	Universidad	India	2009	Experimental	X	No	No	No	No	No	Creo que si	No	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	

A modo ilustrativo incluimos esta imagen para indicar que deben dirigirse al archivo Excel enviado adjunto a esta tesina, ya que la base de datos no se podía incorporar de manera legible en el presente texto.