

ESTUDIOS Y MONOGRAFÍAS

RAÚL HORACIO LUCERO
DARÍO FERNÁNDEZ ZOPPINO
JUAN ESTANISLAO CAMARASA

**CRONISTA DE
UNA LARGA Y SILENCIOSA
TRAGEDIA ARGENTINA**



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

**CRONISTA DE
UNA LARGA Y SILENCIOSA
TRAGEDIA ARGENTINA**

**RAÚL HORACIO LUCERO
DARÍO FERNÁNDEZ ZOPPINO**

**colaboración especial de
JUAN ESTANISLAO CAMARASA**

**CRONISTA DE
UNA LARGA Y SILENCIOSA
TRAGEDIA ARGENTINA**



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

2025

(ESTUDIOS Y MONOGRAFÍAS, 68)

Fotografía de cubierta: “Imagen desolada de una escultura de Cristo con la cruz, en un campo argentino”. Fotografía de la serie “El costo humano de los agrotóxicos”. Pablo E. Piovano.

© LOS AUTORES

© UNIVERSIDAD DE BURGOS

Edita: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional
UNIVERSIDAD DE BURGOS
Edificio de Administración y Servicios
C/ Don Juan de Austria, 1
09001 BURGOS - ESPAÑA

ISBN: 979-13-87585-01-3 (edición impresa)
979-13-87585-02-0 (e-book)

Depósito Legal: BU 94-2025

DOI del ebook: <https://doi.org/10.36443/9791387585020>

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivados 4.0 Internacional



“La inteligencia no es una condición necesaria para la supervivencia. Un ejemplo de ello son las bacterias, que existen hace millones de años.

De hecho, la inteligencia humana desarrolló la tecnología, y el avance de ésta nos está empujando a un abismo de extinción, si no reaccionamos a tiempo.”

(Nota del autor)

“Cuanto más codiciado por el mercado mundial, mayor es la desgracia que un producto trae consigo al pueblo latinoamericano que, con su sacrificio, lo crea.”

Eduardo Galeano

“Las venas abiertas de América Latina”

ÍNDICE

Prólogo.....	11
Capítulo 1: ¿Es designio de Dios?: <i>Indignez vous</i>	15
Capítulo 2: ¿Nadie alertó antes?	21
Capítulo 3: ¿Es posible que estemos condenando generaciones enteras?	41
Capítulo 4: La semilla de Andrés Carrasco.....	49
Capítulo 5: ¿Puede que ustedes estén equivocados?	55
Capítulo 6: Mucho dice el que no sabe contar.....	65
Capítulo 7: ¿Ya dejaste de ser ambientalista?	79
Capítulo 8: ¿Puede la ciencia alimentar al mundo?.....	85
Capítulo 9: A confesión de partes...relevo de pruebas	95
Capítulo 10: Un experimento a cielo abierto Autor: Darío Fernandez Zoppino	103
Capítulo 11: Promesas incumplidas del modelo transgénico Autor: Juan Estanislao Camarasa	139
Currículum de los autores	161

PRÓLOGO

En las primeras luces del día, cuando el rocío aún acaricia suavemente las hojas y los campos se despiertan bajo el canto de los pájaros, la tierra argentina revela tanto su esplendor como sus heridas. Este libro, “*Cronista de una larga y silenciosa tragedia argentina*”, escrito con profunda dedicación por Raúl Horacio Lucero y Darío Fernández Zoppino, y con la colaboración especial de Juan Estanislao Camarasa, es un testimonio apasionado y revelador sobre las sombras que la modernidad y la industria han proyectado sobre el paisaje rural de nuestro país.

Es un honor y un privilegio poder prologar esta obra que no solo se adentra en la problemática del uso de agroquímicos y pesticidas, sino que lo hace con una mirada compasiva y comprometida, centrada en la dignidad humana y el respeto por nuestro entorno natural. Los autores, con una meticulosidad admirable, nos llevan a través de una narrativa que es tanto científica como profundamente humana. Desde el sol ardiente sobre los campos agrícolas del nordeste argentino hasta los relatos de vidas marcadas por las malformaciones congénitas y los perjuicios invisibles pero devastadores de los plaguicidas, cada página de este libro es un llamado a la reflexión y a la acción.

Raúl Horacio Lucero no solo expone los efectos nocivos de los agroquímicos; también documenta con rigor las investigaciones y los hallazgos de científicos valientes como el Dr. Andrés Carrasco, quienes han dedicado sus vidas a desenmascarar la peligrosa realidad que se oculta tras la promesa de productividad y abundancia. La obra destaca la necesidad de una ciencia digna, una ciencia que se levanta ante la adversidad y busca la verdad por encima de los intereses económicos y políticos.

Los testimonios aquí recopilados son estremecedores, pero también son un faro de esperanza. Muestran que la resistencia y la esperanza no solo existen, sino que están creciendo. Agricultores orgánicos, movimientos sociales, científicos comprometidos y comunidades enteras están levantando la voz y trabajando incansablemente por un cambio hacia prácticas más sostenibles y saludables. Este libro no solo informa y denuncia, sino que también inspira y moviliza, invitándonos a todos a ser parte de la solución.

A través de una narrativa que entrelaza el rigor científico con el relato humano, los autores nos recuerdan que la ceguera selectiva ante los peligros de los agroquímicos no es una opción. Nos instan a abrir los ojos y actuar, a

no permanecer indiferentes ante el sufrimiento y la injusticia. La claridad y la conciencia de los impactos que nuestras elecciones tienen en nuestro mundo y en nuestra salud son esenciales para construir un futuro más justo y sostenible.

Este prólogo es una invitación a sumergirse en las páginas que siguen, a acompañar a los autores en este recorrido de denuncia, aprendizaje y esperanza. Que la semilla plantada por Horacio, Darío y Juan en este libro germine en cada lector, impulsándonos a todos a ser agentes de cambio en la protección de nuestra salud, nuestro medio ambiente y nuestra dignidad como seres humanos.

Darío Fernández Zoppino

CAPÍTULO 1:
¿ES DESIGNIO DE DIOS?: *INDIGNEZ VOUS*

La Señora entró al laboratorio con su hijita de veinte días de nacida en brazos. Me dijo “me mandan del hospital para que Ud. le haga estos estudios”. El médico traumatólogo le pedía un estudio de Cariotipo, de esos que se piden para poder determinar si sus cromosomas son normales. Yo quise indagar que motivaba ese pedido y pregunté que tenía su hija, a la cual hasta ese momento sólo veía su pequeño rostro adornado por unos enormes ojos color azabache. Cuando descubrió la manta que la envolvía pude ver algo muy estremecedor. Donde debía estar su brazo derecho, sólo existía un esbozo del mismo, como si se tratara de una aleta de foca, de donde esa malformación lleva el nombre de Focomelia. Del lado izquierdo, el supuesto brazo era un poco más largo, pero donde debía estar una mano había una terminación tipo pinza de cangrejo. Sus desventuras aún no finalizaban. La pierna derecha era bastante más corta que su par por un acortamiento notable del fémur.

Nunca pude olvidar a la pequeña Victoria, no sólo por lo que vi y documenté, tampoco por la dificultad en poder extraer sangre, por el simple hecho de que a cualquier otra persona se le hubiera extraído de la vena situada en el pliegue del codo, esto no existía en ella. Lo que me relató su madre, que sólo tenía veintiún años, es lo que hizo que nunca olvidara su triste historia y llevara mi indignación a niveles que justificaron una acción y compromiso posterior.

En procura de llevar unos pocos magros ingresos al hogar, ella junto con su pareja, trabajaban en campos donde eran frecuentemente pulverizados desde avionetas con Plaguicidas. Lo peor ocurrió cuando Victoria ya estaba anidando en el útero materno, peleando por abrirse camino y dejar de ser sólo un racimo de células para formar los órganos y miembros que se supone debe ostentar cualquier ser humano funcional.

Para sumarle perversidad al relato, la infortunada mamá cuenta inocentemente que consultado su patrón acerca de la peligrosidad del veneno que llovía del cielo, intenta tranquilizarla con el absurdo argumento de que el aviador “corta la aplicación diez metros antes de llegar donde ellos se encuentran trabajando”. Golpea en el centro de la dignidad humana, la burda y engañosa manera de aprovecharse de la gente sencilla y necesitada, que nada conoce de la deriva de los aerosoles aplicados y del total desprecio por los derechos de los trabajadores. “Si Dios me mandó esta hija, debe ser un designio de Él”, me dijo. Tenía ganas de explicarle que alguien que menosprecia impunemente los

efectos de estos productos sobre la salud de los trabajadores, se había interceptado a los designios del creador.

Stephane Hessel, autor del libro *“Indignez vous”*, nació en 1917 en Berlín, creció en Francia y falleció en París en 2013. Durante la segunda guerra mundial se unió a la resistencia y salvó su vida milagrosamente escapando de la Gestapo. Luego desarrolló una carrera diplomática brillante y formó parte del equipo redactor de la declaración universal de los derechos humanos. En sus propias palabras nos hace la siguiente invitación en su libro: Les deseo a todos, a cada uno de ustedes, que tengan su motivo de indignación. Es un valor precioso. Cuando algo te indigna, como a mí me indignó el nazismo, te conviertes en alguien militante, fuerte y comprometido. Apelamos a las jóvenes generaciones a transmitir los valores de la resistencia y sus ideales. Tomen el relevo, ¡indígnense! Los responsables políticos, económicos, intelectuales y el conjunto de la sociedad no pueden claudicar por la dictadura actual de los mercados financieros que amenaza la paz y la democracia”. Yo le agrego, y la salud colectiva de las generaciones presentes y futuras.

A partir de este primer caso, para mí muy movilizador e indignante, comencé a registrar, cualquier malformación congénita que estuviera relacionada con la exposición a agroquímicos de los padres, incluso los abortos a repetición, que comenzaron a registrarse en forma muy frecuente en parejas jóvenes vinculadas a la manipulación de estos productos o simplemente que vivían en la vecindad de zonas fumigadas o pulverizadas.

Al mismo tiempo busqué antecedentes de hallazgos semejantes al que yo había documentado, buscando respuestas que me hagan comprender tanta desaprensión y negligencia. Y si, encontré un caso casi espejo, que involucraba a una empresa agrícola y una familia trabajadora mejicana en tierras estadounidenses. Pero esa desidia pudo transformarse en una demanda judicial con su respectiva condena.

El caso testigo para la legislación norteamericana, fue el caso de Carlos Candelario-Herrera, que nació en 2005 sin brazos ni piernas y con deformaciones espinales y pulmonares, defectos congénitos causados por la exposición de su madre a múltiples pesticidas mientras trabajaba en plantaciones de tomates de la empresa AgMart cuando estaba embarazada. Cuando Francisca Herrera y Abraham Candelario fueron introducidos ilegalmente por la frontera de México hacia Estados Unidos, no conocían de los peligros del duro trabajo en los campos de un gigante agrícola.

Un juzgado de Florida falló a favor de los padres, para que la compañía provea a Carlos con el dinero necesario para su subsistencia por el resto de su infortunada vida. De más está decir que para estas empresas el costo del

daño colateral está más que amortizado por las ganancias millonarias que se superan año tras año.

“Este fue un caso horrible de esclavitud moderna”, dice Andy Yaffa, socio de Grossman Roth, P.A. la firma de abogados de Coral Gables, que representó a los padres en la demanda contra Ag-Mart Produce, Inc. “La piel de la madre se tornó verde, desarrollando grandes irritaciones, pero todavía tenía que seguir trabajado en el campo expuesta a pesticidas conocidos por causar defectos de nacimiento en animales” [1].

Como veremos en el último capítulo de este libro, El Artículo 13 de la Ley 3378 y su modificatoria 498/12, que regula la aplicación de plaguicidas en la provincia del Chaco, al Noreste de Argentina, dice taxativamente: “En función de las curvas de degradación de los plaguicidas y demás productos agroquímicos, la autoridad de aplicación, fijará para la Provincia y para cada cultivo, el período que deberá transcurrir desde la aplicación de dichos plaguicidas y agroquímicos, hasta la cosecha, pastoreo, faenamiento, ordeño o elaboración de los productos tratados o afectados, determinándose el período durante el cual no se debe permitir la entrada de personas o animales al área bajo tratamiento” [2]. Esto no es justamente lo que ocurre en la realidad y los relatos de campesinos que son sistemáticamente pulverizados mientras trabajan no son aislados, como tampoco lo son los vecinos afectados por estos productos que al vivir en cercanía de las áreas tratadas son alcanzados por la deriva de los aerosoles aplicados de diferentes modos.

Al respecto, el Dr. Oscar Scremin, quien fuera profesor emérito argentino del Physiology Department, David Geffen School of Medicine de la Universidad de California, Estados Unidos, ya fallecido, lo decía claramente: “Una vez que los plaguicidas se aerolizan, es muy difícil predecir cuán lejos llegarán pero la práctica indica que pueden viajar distancias sorprendentes. Los cursos de agua, sean de superficie o subterráneos, constituyen un medio de propagación rápida. El escurrimiento desde derrames puntuales difusos (aspersión aérea o terrestre) hacia las aguas subterráneas los llevarán a grandes distancias. El arrastre por las lluvias y contaminación de arroyos llevará a la contaminación de los ríos y eventualmente los océanos.

Resulta asombroso que se estén discutiendo los límites jurisdiccionales entre provincias o las distancias desde los sitios de aplicación a los centros poblados en términos de metros. Una vez que se afecta un curso de agua, el destino final de la contaminación no reconocerá líneas trazadas en un mapa”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] Grossman Roth, P.A. (2021). *Luchando por la Justicia*. <https://revistaabogados.com/>. Recuperado de: https://revistaabogados.com/Grossman_Roth.html. (Diciembre 2023).
- [2] Ley de Biocidas. (1988). *Sistema Argentino de Información Jurídica*. https://www.sajj.gob.ar/legislacion/ley-chaco-3378-ley_biocidas.htm. (Diciembre 2023).

CAPÍTULO 2:
¿NADIE ALERTÓ ANTES?

El caso que relato al principio del libro se me presentó el 11 de Agosto de 1993. Por esos días quise averiguar si existían antecedentes en el país primero y luego a nivel internacional de este tipo de malformaciones u otras tan invalidantes relacionadas a la exposición específicamente de plaguicidas. Me encontré así con la investigación del Dr. Hugo Gómez Demaio de la Provincia de Misiones, Argentina y publicada en 1996 (ver página 10). A medida que transcurrieron los años se fueron acumulando otras zonas, otras malformaciones y más patologías relacionadas a estas exposiciones empezaron a ver la luz.

Hubo actores indispensables en esta historia y uno de ellos sin duda fue el Dr. Rafael Lajmanovich. Rafael, es profesor titular de la cátedra de Ecotoxicología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral e investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Trabaja desde 1998 en el estudio del impacto de los agroecosistemas y los agroquímicos sobre la fauna silvestre de anfibios. Cuenta con más de cien trabajos internacionales y capítulos de libros sobre el tema. Junto a su grupo de incansables investigadores, nos fue alertando acerca de las malformaciones que sufrían los anfibios que vivían en aguas contaminadas [3-4]. Por esto se denominan especies centinelas, porque pueden advertirnos acerca de un peligro inminente a la especie humana. Igual que los canarios de las minas de carbón a principios del siglo XIX en Gran Bretaña que anunciaban los letales escapes de gases tóxicos. Esos centinelas que representan vida y biodiversidad, nos preludian el mismo destino de alteración o muerte para nuestra especie de no interpretar esos cambios.

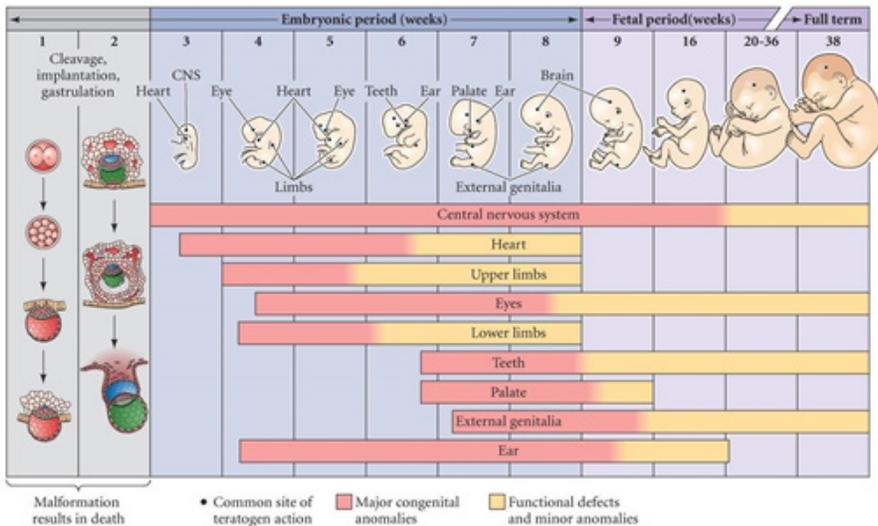
Los anfibios son excelentes modelos experimentales para estudiar el efecto agudo y crónico de sustancias tóxicas sobre el desarrollo de los vertebrados inferiores hasta los mamíferos. El desarrollo embrionario de una larva de anfibio está regulado por una gran proporción de los mismos genes humanos. En el año 2010 se secuenció por primera vez el genoma completo de un anfibio y se comprobó que comparten hasta el 80 % de los genes humanos asociados con enfermedades genéticas. En 2023 el Dr. Lajmanovich demostró que los peces del río Salado en la provincia de Santa Fe, tenían el récord de mayor cantidad de herbicidas de los registrados en la bibliografía mundial [5]. El curso inferior de la cuenca del río Salado (afluente del río Paraná) atraviesa

regiones con diferentes usos del suelo y recibe altos efluentes de desechos agrícolas.

Confieso que, al ver las fotos de sus publicaciones, donde se documentaban las malformaciones de las extremidades y dedos de las ranas, me recordaron a las que yo había documentado en pacientes que habían nacido luego de la exposición materna.

Pero, también fui documentando otras malformaciones donde la más común era la alteración de la línea media corporal, desde rostro hasta genitales externos. Así se repetían, labios leporinos, paladar hendido, gastroquisis, falo bífido, hipertrofia de clítoris, entre las más llamativas.

Las sustancias que pueden interferir con el normal desarrollo de un embrión por exposición materna dando malformaciones congénitas se denominan Teratógenos. Dependiendo del período de la gestación en que entran en contacto los mismos con el embrión (hasta la semana 8), o el feto (de semana 9 a 38), el resultado será un abanico de hallazgos que van desde la pérdida temprana del embarazo hasta malformaciones mayores, o anomalías menores y defectos funcionales (Figura 1).



DEVELOPMENTAL BIOLOGY, Eighth Edition, Figure 21.10 © 2006 Sinauer Associates, Inc.

Figura 1. Malformaciones por exposición a teratógenos.

Ahora bien, ya había registrado una docena de casos donde había una estrecha correlación entre exposición materna a pesticidas y diferentes malfor-

maciones congénitas, pero como se sabe, en ciencia, correlación no significa causalidad. En general si hay causalidad, hay correlación. Pero lo contrario no siempre indica una relación causal. Por lo tanto, estos hallazgos me decían a mí que debía encontrar un camino de experimentación que me permita responder a la pregunta de si, eran efectivamente estos tóxicos ambientales los que causaban una disrupción tal como para provocar semejante injuria a los embriones. Buscando trabajos relacionados me encontré felizmente con los trabajos de los Dres. Delia Aiassa y Fernando Mañas y su equipo del laboratorio de Citogenética de la Universidad Nacional de Río Cuarto, en la Provincia de Córdoba, Argentina. Ellos contaban ya con una serie de publicaciones donde empleaban técnicas que ponían en evidencia sitios frágiles y rupturas cromosómicas en las células sanguíneas de pacientes expuestos a plaguicidas. En esos trabajos se estudiaban en paralelo poblaciones de pacientes no expuestos y se concluía que esos índices de daño genético o genotoxicidad, estaban varias veces aumentados en los individuos que trabajaban con estas sustancias en el campo, o niños que vivían en la vecindad de las zonas productivas [6-7-8].

El monitoreo genotoxicológico en humanos, es una herramienta útil para estimar el riesgo genético de una exposición a un compuesto o mezclas complejas de productos químicos y se constituye en un sistema de advertencia temprana para enfermedades genéticas y/o cáncer. Identifica factores de riesgo, a la vez que las medidas de control pueden ser puestas en práctica.

Los ensayos de monitoreo en poblaciones humanas expuestas a productos químicos se han focalizado principalmente en estudios citogenéticos, ensayos de Aberraciones Cromosómicas (AC), de Micronúcleos (MN) y de intercambio de cromátidas hermanas (ICH); todos estos realizados en sangre. Desde 2000 a 2008, el ensayo de micronúcleos en células de la mucosa bucal comienza a emplearse en poblaciones expuestas a plaguicidas de Brasil, Polonia, México, España, Hungría, Costa Rica y otras poblaciones europeas, usuarios de teléfonos celulares, estudiantes fumadores y personas expuestas a diferentes agentes mutagénicos.

La importancia de la detección precoz del daño genético a través del ensayo de micronúcleos radica en que permite tomar las medidas necesarias para disminuir o suprimir la exposición al agente deletéreo cuando aún este es reversible y, de ese modo, prevenir y disminuir el riesgo de desarrollar neoplasias y otras alteraciones patológicas.

La salud de una sociedad puede ser juzgada por la salud de sus niños. Esto supone la identificación precoz de riesgos prevenibles y la traducción inmediata de estos conocimientos en intervenciones eficaces con políticas de protección.

Con estos antecedentes, desde el laboratorio de Biología Molecular y Citogenética del Instituto de Medicina Regional de la Universidad Nacional del Nordeste (IMR), encaramos un proyecto junto a la Red de Salud Popular Ramón Carrillo de Chaco, para poder estudiar biomarcadores de genotoxicidad, como las aberraciones cromosómicas y micronúcleos en un grupo de mujeres expuestas por cercanías a campos fumigados, ya que la proximidad de las viviendas a los campos agrícolas tratados con agroquímicos se ha sugerido como un factor estrechamente relacionado con la exposición ambiental a plaguicidas. La novedad de este estudio fue que simultáneamente se realizaron mediciones de agroquímicos en sangre y orina en las mismas mujeres. En paralelo se estudió el mismo número de mujeres no expuestas a estos productos que se usó como población control.

Llamativamente encontramos el herbicida Glifosato en todas las muestras de orina, de mujeres expuestas como no expuestas. Además, los porcentajes de células con daño genético estaban aumentados tres veces, respecto de la población normal, en las muestras donde se constataron insecticidas organofosforados en sangre [9].

Estos hallazgos que en principio nos llamaron la atención, se repitieron varios años después, con un mayor número de muestras y en individuos de diez países diferentes (ver capítulo 6: Proyecto Sprint). El herbicida Glifosato, que es el más vendido en el planeta y posiblemente cancerígeno declarado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2015, se halló en la totalidad de las muestras estudiadas, por lo que los autores resaltan la ubicuidad de los pesticidas, no sólo en habitantes rurales de emprendimientos agrícolas convencionales, sino también en pobladores vecinos con emprendimientos agroecológicos.

Entre distintos referentes médicos y científicos, se citan los hallazgos de distintos médicos de las provincias más afectadas por estas sustancias. El Dr. Alejandro Oliva, médico e investigador del Hospital Italiano de la ciudad de Rosario, informó que se vincularon malformaciones, cáncer de tipo hormono dependientes (ovario, mama, tiroides, próstata) y problemas reproductivos con exposiciones a contaminantes, entre ellos el Glifosato y sus agregados [10]. Los hallazgos fueron contundentes en cuanto a los efectos de los pesticidas y solventes. El estudio abarcó seis pueblos de la pampa húmeda argentina y encontró relaciones causales de casos de cáncer y doce malformaciones infantiles entre los habitantes expuestos a factores de contaminación ambiental, como los agroquímicos.

El estudio también detalla que cuatro de cada diez hombres que consultaron por infertilidad habían sido expuestos a químicos agropecuarios y alerta

que el efecto sanitario de los mismos puede manifestarse en las generaciones futuras. Hijos o nietos de los trabajadores rurales, y las poblaciones cercanas, son los que dentro de décadas pueden sufrir las consecuencias, advirtió la investigación.

El estudio fue realizado entre 2004 y 2007 por un equipo del Hospital Italiano de Rosario, conducido por Oliva, con el respaldo del Centro de Investigaciones en Biodiversidad y Ambiente (Ecosur), la Universidad Nacional de Rosario, la Federación Agraria local y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). La hipótesis de estudio del grupo multidisciplinario (conformado por ecólogos, epidemiólogos, agrónomos, endocrinólogos y sociólogos), señalaba que ciertos agroquímicos podrían perturbar la fisiología hormonal. El relevamiento en terreno confirmó que las funciones reproductivas, tanto femeninas como masculinas, son altamente sensibles a diferentes agentes químicos utilizados en la actividad agrícola. Existen relaciones causales de casos de cáncer y malformaciones infantiles entre los habitantes expuestos a factores de contaminación ambiental, como los agroquímicos, afirma el trabajo, realizado por etapas durante tres años.

La investigación remarca que los factores ambientales, como la exposición a pesticidas y solventes, contribuyen a la severidad de la infertilidad y pueden empeorar los efectos de factores genéticos preexistentes. El relevamiento constata que el 40% de los hombres que consultaron por infertilidad habían sido expuestos a agroquímicos y resalta que el sistema reproductivo masculino puede padecer severas alteraciones debido a causas ambientales, entre las que se destaca un aumento del cáncer de testículo, malformaciones urogenitales, disminución en la calidad seminal y disfunción eréctil.

El grupo de profesionales remarca que la incidencia del cáncer en áreas rurales suele ser menor que en las zonas urbanas, pero en su estudio detectaron lo opuesto, que algunos tipos de cánceres se encuentran con mayor incidencia en el mundo agrícola, tal es el caso de los linfomas no-Hodgkin y los de próstata, asociados con la fabricación y el empleo de agroquímicos. También sobresalen los cánceres de testículo y ovario, mostrando una incidencia tres veces mayor en el primer caso, y de casi dos veces en el segundo, comparados con las estimaciones a nivel nacional. Los cánceres de hígado fueron casi diez veces más y los de páncreas y pulmón, el doble de lo esperado. En cuanto a la mujer, se registra un aumento significativo de cáncer de mama. También sobresalieron los cánceres de tipo digestivo. Esto puede ser por haber sido estas zonas muy expuestas a los clorados, y ahora son zonas expuestas al glifosato, que sabemos produce irritaciones digestivas permanentes.

En un apartado especial se explica que el efecto de los agroquímicos puede manifestarse mediante dos mecanismos, el contacto directo con la sustancia o que los padres la hayan absorbido y transmitido a través de sus espermatozoides y óvulos a los hijos. En diferentes publicaciones se ha demostrado la existencia de casos de cáncer con pacientes que no habían estado expuestos directamente a los agroquímicos, pero si lo habían sido sus padres o sus abuelos. Se produce cuando el químico impacta en la trama genética y se va reproduciendo de generación en generación. O bien pasa a través del útero de la madre, afirma Oliva. Y advierte: “En materia de salud pública, se está comprometiendo en forma directa a varias generaciones”.

A mediados del año 2010 se realizó en el Congreso de la Nación Argentina, la jornada denominada “Observatorio del Glifosato”, de la que participamos más de 140 representantes de distintas organizaciones [11].

Sin dudas uno de los testimonios más concluyentes de esa jornada fue el del Dr. Hugo Gómez Demaio, (fallecido en Julio de 2017), jefe de Cirugía Infantil del Hospital Provincial de Pediatría de Posadas, director del proyecto “*Uso de agrotóxicos y malformaciones congénitas humanas*”, quien investigó por más de dos décadas el impacto de los agroquímicos en el genoma humano y aseguró que el 86,6% de los niños de hasta dos años de la Colonia Alicia, localidad de la Provincia de Misiones, padecía algún retraso mental demostrable provocado por la aspersión de pesticidas. Gómez Demaio afirmó además que se detectan 60 niños por año con malformaciones y que el contacto con estas sustancias provoca modificaciones en su genoma que continuarán transmitiéndose en la descendencia. Asimismo, Demaio señaló que las malformaciones no son las únicas consecuencias del contacto con los agroquímicos, el científico remarcó que también provocaría, entre otras dolencias, diferentes tipos de cáncer, insuficiencia renal, enfermedades respiratorias y hepáticas. Desde 1987, Demaio comenzó a realizar investigaciones por constantes nacimientos de niños con mielomeningocele, una falla en el cierre del tubo neural, lo que aparece como la exposición externa de la médula. Es una enfermedad que produce parálisis de miembros inferiores, incontinencia urinaria y anal, entre otras complicaciones que requieren rehabilitación y un promedio de entre diez a veinte operaciones. Al tomar conocimiento de la gran cantidad de casos en la zona estudiada en Colonia Alicia, se comprobó que los recién nacidos eran hijos de familias afincadas en las zonas tabacaleras donde se utiliza gran cantidad de agroquímicos, por lo cual se realizaron estudios que permitieron constatar que todos tenían en su cuerpo hidrocarburos policíclicos aromáticos, a los que eran susceptibles. De esta manera, se comenzó a estudiar casos con mielomeningocele, que Demaio consideró la punta del iceberg, ya

que empezamos a estudiar la genotoxicidad, que es la modificación del genoma humano.

En la misma Jornada de Observatorio del Glifosato pudo escucharse al prestigioso biólogo y premio Nobel Alternativo, Raúl Montenegro de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina quien tituló su presentación: *“Necesidad de prohibir el uso de plaguicidas agropecuarios en área urbanas y periurbanas”* [12].

En su disertación Montenegro destacó principalmente que las normas que regulan en Argentina los plaguicidas ignoran un cúmulo de eventos. Entre ellas, la existencia de bajas dosis en lugares altamente sensibles, la existencia de cócteles de contaminantes donde los plaguicidas son una parte del universo contaminado (cóctel de contaminantes, metales pesados más Arsénico, más plaguicidas), que los organismos reciben variados cócteles de contaminantes por distintas rutas. También que los organismos receptores de contaminación tienen distintas sensibilidades a diferentes contaminantes y mezclas de contaminantes, siendo los embriones, fetos, bebés, niños pequeños y adultos mayores los de mayor riesgo.

Actualmente la mayoría de los cócteles de contaminantes de plaguicidas, suelen ser ignorados por la industria química, los organismos de control, los profesionales intervinientes, y los productores. De allí que el uso masivo y creciente de plaguicidas pueda ser considerado un experimento químico también masivo, al que se hallan expuestas, sin su consentimiento, millones de personas. La falta de evaluaciones continuas de morbilidad y mortalidad en Argentina complementa negativamente este experimento, pues reduce la posibilidad de que los epidemiólogos expertos descubran anomalías poblacionales. Este cuadro lamentable explica la causa de que la mayoría de las afectaciones a nivel comunitario son detectadas por la propia comunidad, que practica entonces mecanismos y herramientas de epidemiología popular.

En 2012, la empresa multinacional Monsanto anunció la construcción de la mayor planta de semillas de maíz transgénico de América Latina, que iba a funcionar en el barrio Malvinas Argentinas, Córdoba. Sin embargo, la resistencia de la comunidad, liderada por la asamblea de vecinos “Malvinas lucha por la vida”, logró frenar este proyecto, apoyada por un informe exhaustivo de los riesgos de tener ese emprendimiento en plena ciudad, elaborado por el profesor Montenegro [13].

La Justicia ordenó que se detenga la obra de Monsanto, haciendo lugar al amparo interpuesto por la asamblea. El fallo exigió al municipio que paralice el proyecto hasta que se realice un estudio de impacto ambiental y se celebre una audiencia pública.

La Secretaría de Ambiente de Córdoba rechazó, el estudio de impacto ambiental presentado por la empresa, bajo el argumento de que tenía carencias técnicas.

En particular, afirmó que Monsanto no aclaraba cómo se tratarían los desechos y el agua contaminada con agroquímicos.

Otro integrante del equipo de salud que hizo oír su voz de alerta es el Dr. Jorge Kaczewer, médico de la Universidad de Buenos Aires, donde nos informa entre otras cosas, en el documento *“Uso de agroquímicos en las fumigaciones periurbanas y su efecto nocivo sobre la salud humana”* [14].

En la República Argentina, existe una controversia creciente respecto de los efectos tóxicos a largo plazo de la exposición humana a agroquímicos de aplicación periurbana aérea o terrestre. El extensivo problema de la dispersión de los pesticidas en el aire afecta a una diversidad de comunidades a través de todo el país. En respuesta a la solicitud de asesoramiento de integrantes de los Consejos Deliberantes y de ONG's de diversas localidades del interior de Argentina, el presente trabajo explora recientes evidencias científicas y adelantos técnicos que revelan subestimaciones de impactos sanitarios negativos potenciales e insuficiencias del valor protectivo de estrategias y políticas locales de evaluación de toxicidad crónica de pesticidas autorizados y de uso ilegal. Tanto la revisión de diversos estudios que ya documentaron problemas sanitarios vinculados a este tipo de exposición, como también las alternativas regulatorias y productivas luego sugeridas, intentan promover una actitud precautoria, menos basada en elucubraciones acerca de cuánto daño o riesgo debe afrontar una comunidad en aras del progreso y el crecimiento económico y más en garantizar su efectiva protección frente a poluciones y exposiciones en la interfase agro-urbana.

Los impactos de largo plazo sobre la salud humana pueden resultar tanto a partir de una única exposición a altas dosis de pesticidas, como también de exposiciones a lo largo de un extenso período de tiempo, aunque los niveles de exposición sean bajos. Pese a que la gente no sepa que estuvo expuesta, los problemas consecuentes pueden emerger muchos años luego de una exposición crónica a bajas dosis de pesticidas.

Los adelantos científicos en la investigación de las consecuencias de intoxicaciones crónicas comienzan a brindar un nivel de información hasta hace poco inconcebible, sobre todo respecto a nuestra capacidad de evidenciar la exposición. Los avances en el equipamiento analítico de laboratorio y en los procedimientos de investigación han facilitado la detección de concentraciones muy bajas de pesticidas y sus metabolitos en casi todo tipo de tejido humano. De detectar rutinariamente partes por millón (miligramos por kilogramo)

y más recientemente hasta tan poco como partes por trillón (picogramos por kilogramo), ahora algunos laboratorios pueden medir concentraciones de hasta partes por quintillón (fentogramos por kilogramo). El desarrollo de métodos no invasivos de obtención de muestras, tales como la detección de pesticidas y sus metabolitos en orina, posibilitó el monitoreo de exposición a pesticidas en infantes y niños. Hoy podemos afirmar con suma certeza que todo niño en el planeta está expuesto a pesticidas desde la concepción, a lo largo de su gestación y hasta la lactancia sin importar cuál fue su lugar de nacimiento.

Por otro lado, la calidad y la cantidad de datos sobre el riesgo planteado a humanos por pesticidas individuales varía considerablemente. A diferencia de obvios defectos neonatales, la mayoría de los efectos sobre el desarrollo no pueden ser objetivados al nacer o aún en posteriores etapas de la vida. Contrariamente, los trastornos cerebrales y del sistema nervioso son expresados en términos de cómo un individuo se comporta y funciona, los cuales pueden variar considerablemente desde el nacimiento y a través de la adultez.

En virtud de la vasta cantidad de pesticidas presentes en el ambiente y de la vasta cantidad de posibles tejidos “blanco” y destinos finales que a menudo difieren dependiendo de la etapa de la vida en que sucede la exposición, se torna evidente la necesidad de abandonar el condicionamiento de toda medida protectora a la demostración científica de la inocuidad de estas sustancias basada en los criterios de peligrosidad recomendados por la OMS.

Las deficiencias funcionales no son condiciones de tipo “encendido” y “apagado” sino que abarcan un espectro que parte desde lo inconsecuente, pasa por lo muy leve y llega hasta lo muy severo o totalmente debilitante. Consecuentemente, es difícil cuantificar el grado de impacto negativo sobre el neuro-desarrollo. Por ende, nos enfrentamos no sólo a limitaciones en las técnicas de investigación, sino también a la naturaleza intrínseca de toda evidencia científica que al establecer criterios para la determinación de inocuidad no incluya estos hallazgos. Porque, de hacerlo, nuestro enfoque regulatorio debería ser mucho más riguroso para proteger la salud humana y ambiental en ausencia de una completa certeza científica.

El médico rural Darío Roque Gianfelici, vive hace años en Cerrito, provincia argentina de Entre Ríos. Aturdido por las muertes prenatales, los embarazos que no llegaban a término, los casos de cáncer y los arroyos sembrados de peces muertos, escribió el libro *“La soja, la salud y la gente”* [15], en el que afirma que en el pueblo hubo un antes y un después de la soja transgénica. A partir de 2000 comenzó a percibir los efectos adversos con la reproducción, la gestación y la correcta formación de los órganos durante el embarazo y problemas de fertilidad.

“El agricultor va a entender tarde y mal que la ecuación económica de la soja no se sustenta en el tiempo y va a dejar secuelas terribles sobre los campos y sobre su propia familia que hoy mira con desconfianza, y hasta con burla a quienes tratamos de informarlos sobre los peligros que se ciernen sobre sus cabezas”.

Pretender, una vez más, que los actores políticos, que son los que tienen el poder de decisión, no fueron advertidos de la catástrofe en ciernes solo tendrá sentido si quienes denunciemos estos problemas no usamos todas las herramientas que la realidad pueda poner a nuestro alcance para que la gente conozca el riesgo a que está expuesta y haga su elección en libertad. Porque solo puede hablarse de libertad de elección cuando el elector tiene la posibilidad de acceder a toda la información, en forma absoluta y veraz. No es demasiado absurdo suponer que con una información completa de los hechos y sus consecuencias las decisiones de la gente del campo serían diferentes.

Además, los gobiernos sucesivos, deberán tener la madurez y la responsabilidad de implementar políticas agropecuarias coherentes que sean económicamente rentables, pero a la vez, ecológicamente sostenibles.

Los fabricantes utilizan las leyes de protección de secretos comerciales para negar al público el acceso a la información sobre la composición de sus productos. Con 100.000 sustancias químicas sintéticas en el mercado en todo el mundo y 1.000 nuevas sustancias más cada año, hay poca esperanza de descubrir su suerte en los ecosistemas o sus efectos para los seres humanos y otros seres vivos hasta que el daño esté hecho. Una política adecuada para reducir la amenaza de las sustancias químicas que alteran el sistema hormonal requiere la prohibición inmediata de plaguicidas como el Endosulfan o el Glifosato.

El médico pediatra Rodolfo Páramo, ya fallecido, trabajando en Malabrigo, una pequeña localidad agrícola al noroeste de la provincia de Santa Fe, relacionó los agroquímicos con las malformaciones congénitas que allí veía.

En Malabrigo decidió sistematizar los casos y estableció los datos que hoy citan todos los estudios referidos a los efectos nocivos del herbicida. Así reportó un índice de 12 malformaciones sobre cada 250 nacimientos [16].

“Comenzamos a ver nacimientos de chicos con diversas malformaciones. Antes de establecerme en Malabrigo, había vivido en una gran ciudad como es Santa Fe y venía de trabajar en un centro donde se daba una malformación congénita entre 2500 a 3000 nacimientos por año. De repente me encontré en un pueblo pequeño, de apenas 9.500 habitantes, que tiene entre 15 a 20 partos al mes, con un promedio de 12 niños al año con malformaciones”.

Mercedes Méndez (Meche), trabaja en el Hospital “ Dr. Juan P. Garrahan” de la provincia de Buenos Aires, el centro pediátrico de alta complejidad, de referencia en salud pública, de la Argentina. Como enfermera de pacientes oncológicos, comenzó a interesarse por la cantidad de niños, que provenían de pueblos fumigados con alta actividad agrícola. Desde 2011 organizó charlas junto a médicos, científicos y víctimas que asocian las enfermedades que se atienden en ese hospital con el modelo agroindustrial y contaminante. Por todos los medios trató de advertir a la comunidad médica y el público en general los riesgos del uso de agroquímicos y la implicancia que tienen en la salud humana [17].

En el año 2015, año que también se pronunció la OMS acerca de la naturaleza como posible cancerígeno del Glifosato, fui invitado como disertante a una de sus Jornadas titulada “*Salud, agrotóxicos y daño genético*”.

En Abril de ese año, la Sociedad Argentina de Hemato Oncología Pediátrica (SAHOP) difundió un comunicado en su página web titulado “*Pronunciamiento sobre tóxicos ambientales*” [18].

En el mismo, se dio una dura advertencia: “Resulta alarmante el uso masivo de productos tóxicos promocionados como avances tecnológicos, dado que se fumiga desaprensivamente en mezclas de dosis crecientes que combinan herbicidas con insecticidas. El riesgo se potencia enormemente si además estos tóxicos se utilizan dispersándolos por vía aérea”.

La SAHOP, especializada en cáncer infantil, reclamó la prohibición inmediata de toda fumigación y exigió posicionar claramente al Glifosato como carcinogénico y regular su uso estrictamente.

Además, llamó a implementar políticas de Estado que promuevan alternativas de producción saludables. Finaliza el comunicado con esta sentencia: “No podemos esperar que la exposición a tóxicos ambientales impacte finalmente en un aumento estadístico en la epidemiología del cáncer. Entonces será demasiado tarde”.

En los últimos años el Dr. Damián Marino fue clave en el país para demostrar hasta donde llegaban los químicos aplicados en los inmensos campos argentinos.

Damián tenía 46 años cuando falleció, en Diciembre de 2023. Hombres y mujeres de los pueblos fumigados lamentaron su partida ya que fue uno de los pocos científicos que los acompañó en su lucha para intentar frenar o alejar las aplicaciones con agroquímicos que los enferman. También lo despidieron desde diversos ámbitos científicos y sanitarios. Fue uno de los aspectos en los que más se destacó, investigar desde la academia pero también salirse de ese

ámbito para aportar pruebas allí donde había reclamos por políticas públicas ambientales más justas.

Licenciado en Química; doctor en Ciencias Exactas; investigador adjunto del CONICET; profesor, de la Universidad Nacional de La Plata; y coordinador del área de Ambiente de la licenciatura en Química y Tecnología Ambiental y de la comisión *ad hoc* de la Red de Seguridad Alimentaria, fueron algunos de los logros del investigador. Pero quizás los máximos no tuvieron que ver con títulos y cargos sino con la influencia de sus investigaciones. Marino fue citado en prácticamente todas las demandas judiciales contra productores o aplicadores de agroquímicos y dio múltiples charlas en concejos deliberantes, legislaturas y hasta en el Senado de la Nación.

Marino, con su prolífica investigación nos demostró con datos duros la ubicuidad de los plaguicidas en Argentina, ya que la contaminación llegaba al río Paraná, algodones y gasas comerciales utilizados para curar y hasta en agua de lluvia además de escuelas rurales de Argentina [19-20-21].

La Red de Salud Popular Ramón Carrillo de la provincia del Chaco, Argentina se constituyó en mayo de 1989 en la ciudad de Resistencia [22]. La Red nació del compromiso de muchas personas, cuando decidieron unirse y actuar en la defensa de la salud humana y la salud del ambiente. Con la ilusión de construir una sociedad más equitativa y sensible al mundo del que forma parte. Motivados por contribuir al crecimiento de un sistema democrático más representativo de los intereses de todos los pueblos de nuestro territorio, se empeñaron en promover prácticas de participación popular, en los procesos de toma de decisiones que hacen a la salud integral del pueblo y de su territorio.

Desde la realización de encuentros, cursos y mediante diferentes gestiones articuladas, intentaron que se comprenda la necesidad de tener información sobre cómo se producen los alimentos que llegan a nuestra mesa, los alimentos que consumimos nosotros y los que damos a nuestros niños, pretendiendo una sana conciencia de consumidores, basada en la soberanía alimentaria. Pero fue cuando comenzaron a conocerse los estremecedores y terribles consecuencias de las criminales fumigaciones en la provincia de Chaco, que el camino de la Red tomó un curso indeclinable e inevitable para que paren de fumigarnos.

Desde allí nuevos y diferentes herramientas comenzaron a generarse, suscripciones de avales para la investigación de la calidad del agua con investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales de la UBA y el CONICET, a fin de obtener elementos que sirvan a las comunidades para respaldar sus reclamos de extensión de servicios de agua potable y/o mejora del abastecimiento. También se trabajó en la elaboración de material impreso para distribuir en

la comunidad sobre los efectos de los agroquímicos en la salud humana y el ambiente, y los lugares donde acudir en casos de intoxicaciones.

No podemos dejar de nombrar a la Dra. Gorban (Kita, para quienes la conocemos) cuando hablamos de la permanente búsqueda de alimentos saludables en Argentina.

Miryam Gorban es Licenciada en Nutrición, Doctora Honoris Causa de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires. Investigadora y militante, es una de las voces más escuchadas para pensar la problemática del hambre desde una perspectiva soberana, con dos doctorados Honoris Causa que reconocen su compromiso con la humanidad. Se convirtió en una indiscutible referente de la soberanía alimentaria en Argentina [23].

Fundadora de la cátedra de soberanía alimentaria en la Escuela de Nutrición de la Facultad de Medicina de la UBA e impulsora en Argentina de ese concepto, Miryam con más de 90 años, sigue dando pelea para que en Argentina toda la población tenga acceso a un alimento sano. De la lucha contra los agroquímicos a la agroecología, el repaso de su vida que sigue cosechando frutos y generando discípulos.

Fue convirtiéndose en una defensora incansable de la Soberanía Alimentaria, un concepto que ella misma difundió en el país después de asistir a la Cumbre Mundial de la Alimentación en Roma, en 1996, organizada por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Durante esa histórica reunión el movimiento internacional Vía Campesina introdujo por primera vez el concepto de Soberanía Alimentaria, al que definió como “el derecho de los pueblos a definir libremente sus políticas, prácticas y estrategias de producción, distribución y consumo de alimentos.” Nada más y nada menos que poner las necesidades alimenticias de las personas por encima de los mercados, las empresas y los gobiernos.

Tampoco me quiero olvidar de dos trabajos de investigación periodística que tuvieron un marcado impacto en el público, con gran difusión en general en Argentina y otros países.

En el libro “*Malcomidos*” de Soledad Barrutti [24], la autora despliega una investigación rigurosa y extremadamente inquietante, donde hace visible el procesamiento de la mayoría de los alimentos en nuestro país, la manipulación de las semillas y los entramados entre gobiernos y las corporaciones. Barrutti, cuenta en primera persona, el enorme trabajo de recorrer el país para describirnos en detalle, lo que nadie quiere que se sepa, cuando de producir alimentos a gran escala se trata.

Por otro lado, Fernanda Sández, quien es periodista y docente universitaria, escribió el libro *“La Argentina Fumigada”* [25]. En sus páginas analiza minuciosamente el agronegocio en Argentina que encierra un experimento a cielo abierto y a una escala descomunal. Para ello viajó a los pueblos más vulnerables y compiló una verdad que desnuda el desmanejo en los territorios afectados.

Por último, es imprescindible citar el descomunal trabajo de recopilación de información sensible y publicación del periodista Darío Aranda. Darío es el mayor referente del periodismo en cuestiones indígenas y conflictos ambientales y lleva años recorriendo el país e investigando conflictos rurales y denunciando la apropiación política y privada de los bienes comunes. Periodista del diario Página12, colaborador del Observatorio de Derechos Humanos de Pueblos Indígena, consultor de Amnistía Internacional (sede Argentina) y colaborador del periódico La Jornada (México), Revista Sudestada.

Muchos de los testimonios volcados en este libro tienen como fuente sus entrevistas a los principales referentes sociales y académicos y son citados en la bibliografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [3] Lajmanovich, R.C; Peltzer, P.M; Attademo, A.M; Cabagna-Zenkhusen, M.C; Junges, C.M; *Los agroquímicos y su impacto en los anfibios: un dilema de difícil solución*. Química Viva 2012;11(3):184-198. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090004>. (Febrero 2024).
- [4] López, S.L; Aiassa, D; Benítez-Leite, S; Lajmanovich, R; Mañas, F; Poletta, G; Sánchez, N; Simoniello, M.F; Carrasco, A.E. *Pesticides used in South American GMO-based agriculture. A review of their effects on humans and animal models*. Advances in Molecular Toxicology 2012; 6:41-75.
- [5] Lajmanovich, R.C; Repetti, M.R; Cuzziol Boccioni, A.P; Michlig, M.P; Demonte, L; Attademo, A.M; Peltzer, P.M. *Cocktails of pesticide residues in Prochilodus lineatus fish of the Salado River (South America): First record of high concentrations of polar herbicides*. Science of The Total. Environment 2023; 870, 162019, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162019>. (Febrero 2024).
- [6] Aiassa, D; Mañas, F; Bosch, B; Gentile, N; Bernardi, N; Gorla, N. *Biomarcadores de daño genético en poblaciones humanas expuestas a plaguicidas*. Acta Biol Colomb 2012;17(3):485-510.
- [7] Mañas, F; Peralta, L; Gorla, N; Bosch, B; Aiassa, D. *Aberraciones cromosómicas en trabajadores rurales de la Provincia de Córdoba expuestos a plaguicidas*. BAG J Basic Appl Genet 2009;20(1):9-13.
- [8] Aiassa, D; Mañas, F; Bosch, B; Peralta, L; et al. *Los plaguicidas. Su relación con la salud humana y ambiental en la Provincia de Córdoba*. Exp Med 2010;28(1):39-44.
- [9] *Encuentran Indicios de daño genético por exposición a agroquímicos*. (14/02/2020). Unne Medios, Generando Contenidos. <https://medios.unne.edu.ar/2020/02/14/encuentran-indiciosde-dano-genetico-por-exposicion-a-agroquimicos/>
- [10] Aranda, D. (2008). *Varias generaciones están comprometidas*. <https://www.pagina12.com.ar/> Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/subnotas/104144-32760-2008-05-14.html> (Febrero 2024).
- [11] Martínez, L.E. (s.f). *Cuando los Modelos Productivos Discapacitan*. <https://elcisne.org/> Recuperado de: <https://observatoriodelglifosato.wordpress.com/wpcontent/uploads/2009/10/el-cisne.pdf> (Febrero 2024).

- [12] Video de la Jornada del Glifosato. (2010). Título de la publicación. <https://observatoriodelglifosato.wordpress.com/>. Recuperado de: <https://observatoriodelglifosato.wordpress.com/2010/04/12/video-de-la-jornada-parte-1/>. (Febrero 2024).
- [13] Smink, V. (2014). *Malvinas Argentinas, la comunidad que logró frenar a Monsanto, el gigante de los transgénicos*. <https://www.bbc.com/>. Recuperado de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/12/141128_argentina_transgenicos_monsanto_v_s (Febrero 2024).
- [14] Kaczewer, J. (2009). *Uso de agroquímicos en las fumigaciones periurbanas y su efecto nocivo sobre la salud humana*. <https://observatoriodelglifosato.wordpress.com/tag/fumigaciones/> Recuperado de <https://observatoriodelglifosato.wordpress.com/2009/08/16/uso-de-agroquimicos-en-lasfumigaciones-periurbanas-y-su-efecto-nocivo-sobre-la-salud-humana/>
- [15] Gianfelici, D.R. (2005). “*La soja, la salud y la gente*”. *Los venenos: el glifosato*. <https://www.biodiversidadla.org/>. Recuperado de: <https://www.biodiversidadla.org/Noticias/La-soja-la-salud-y-la-gente.-Los-venenos-elglifosato>. (Febrero 2023).
- [16] Primero el Doctor. (2015). <https://lavaca.org/>. Recuperado de: <https://lavaca.org/mu88/primer-el-doctor/>. (Febrero 2024).
- [17] La Salud no calla. (2015). <https://lavaca.org/>. Recuperado de: <https://lavaca.org/mu88/la-saludno-calla/>. (Febrero 2024).
- [18] Aranda, D. (2015). *Reclamos contra un pesticida*. <https://www.pagina12.com.ar/>. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-272409-2015-05-11.html>. (Febrero 2024).
- [19] Alonso, L.L; Demetrio, P.M; Etchegoyen, M.A; Marino, D.J. (2018). *Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina*. <https://www.sciencedirect.com/>. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969718326184>. (Febrero 2024).
- [20] Mac Loughlin, T.M; Peluso, M.L; Marino, D.J. (2022). *Multiple pesticides occurrence, fate, and environmental risk assessment in a small horticultural stream of Argentina*. <https://www.sciencedirect.com/>. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721049688>. (Diciembre 2023)

- [21] Ronco, A.E; Marino, D.J; Abelando, M; Almada. P; Apartin, C.D. *Water quality of the main tributaries of the Paraná Basin: glyphosate and AMPA in surface water and bottom sediments*. Environ Monit Assess. 2016 Aug;188(8):458. doi: 10.1007/s10661-016-5467-0. Epub 2016 Jul 9. PMID: 27395359. (Enero 2024).
- [22] Red de Salud Popular Ramón Carrillo. (2021). No Oxonec Algodón de frontera. <https://www.altaalegremia.com.ar/>. Recuperado de: https://www.altaalegremia.com.ar/contenidos/red_de_salud_popular_ramon_carrillo.html. (Febrero 2024).
- [23] Mujer Maravilla: Miyriam Gorban y la soberanía alimentaria. (2020). <https://lavaca.org/>. Recuperado de: <https://lavaca.org/mu150/mujer-maravilla-miryam-gorban-y-la-soberaniaalimentaria/>. (Febrero 2024).
- [24] Barrutti, S. Malcomidos. (2013). Ed. Planeta.
- [25] Sáñez, F. La Argentina Fumigada.(2016). Ed. Planeta.

CAPÍTULO 3:
¿ES POSIBLE QUE ESTEMOS CONDENANDO
GENERACIONES ENTERAS?

“Saben que no pueden tapar el sol con la mano. Hay pruebas científicas y, sobre todo, hay centenares de pueblos que son la prueba viva de la emergencia sanitaria” nos decía el prestigioso Dr. Andrés Carrasco en una entrevista al periodista Darío Aranda [26].

“Los modelos animales de vertebrados que hoy se usan en la investigación embriológica tienen una mecánica del desarrollo embrionario temprano y una regulación genética común. Los resultados deben ser considerados extrapolables cuando un impacto externo los altera. El mundo científico lo sabe, y funcionarios de los ministerios también. Por eso, cuando encontré esas evidencias surgieron dos cuestiones a resolver, cómo seguir la investigación para saber cuál es la mecánica de un efecto que altera la forma normal del embrión. Y la otra decisión era cómo darla a conocer”.

“No hay canales institucionales confiables que puedan receptor investigaciones de este tipo, con poderosos intereses en contra. Entonces la decisión personal fue hacerla pública, ya que no existe razón de Estado ni intereses económicos de las corporaciones que justifiquen el silencio cuando se trata de la salud pública. No en todo el mundo hay tan enorme cantidad de hectáreas con soja como se da en la Argentina. Hay casi 18 millones de hectáreas. Desde el punto de vista ecotoxicológico, lo que sucede en Argentina es casi un experimento masivo”.

“Es sabido, tanto en la comunidad científica como en el sector agropecuario, que la aspersión del herbicida afecta ecosistemas, operando directa o indirectamente sobre insectos y otras especies animales cuando se ponen en contacto con el herbicida. O sea que además de células vegetales, también afectan organismos compuestos por células animales. Nuestros experimentos alertan que tanto el cóctel comercial como la droga pura en células animales generan alteraciones del desarrollo embrionario. Por lo tanto, el Glifosato dentro de la célula embrionaria altera el funcionamiento celular, tal como sucede en las células vegetales de las malezas. Por otra parte, ya está probado que los herbicidas se trasladan por la acción del viento. Es una prueba de la realidad, incontrastable, el padecimiento de familias de campos linderos y de barrios cercanos a las fumigaciones. Por lo tanto, el Glifosato puede atravesar barreras respiratorias y/o placentarias y entrar a las células embrionarias, incluso existen avances científicos en esa dirección, como también existen registros de Glifosato y de sus posibles metabolitos presentes en mujeres embarazadas.

Esto podría correlacionarse con potenciales efectos malformativos”, concluye el renombrado embriólogo.

En lo que respecta a las consecuencias en el sistema nervioso, hay hallazgos más que inquietantes que asocian los aumentos llamativos de las patologías del neurodesarrollo, con la exposición a tóxicos ambientales, y específicamente a la ingente cantidad de los Pesticidas aplicados en el planeta.

Los tóxicos también dependiendo de la edad del paciente, del período del desarrollo, del tipo y dosis del tóxico, pueden afectar al sistema nervioso en forma insidiosa produciendo síntomas inespecíficos como disturbios del estado de ánimo, fatiga, disfunción cognitiva. Estos síntomas pueden inicialmente pasar inadvertidos y no ser relacionados con el tóxico ya que en algunas ocasiones los síntomas se manifiestan años después de la exposición al agente tóxico. Este novedoso y especial comportamiento de ciertos tóxicos se reconoce como neurotoxicidad silente.

Ejemplo de esta toxicidad silente se describió con algunos plaguicidas y enfermedad de Parkinson y del plomo con el Alzheimer. Diversas explicaciones han sido consideradas para esta forma retardada de toxicidad. Dentro de este concepto de toxicidad silente se incluye los efectos tóxicos de diversos agentes sobre el sistema nervioso en desarrollo o sea durante la vida embrionaria/ fetal/postnatal y se denomina toxicidad sobre el neurodesarrollo. Los síntomas son variados y se manifiestan en diversos períodos de la vida (recién nacido, infancia, adolescencia, adultez). Los efectos observados se relacionan con el momento de exposición, ventanas de vulnerabilidad en períodos críticos del desarrollo (organogénesis e histogénesis del cerebro) que se extiende desde la etapa embrionaria a la adolescencia, el tiempo de exposición y la sensibilidad individual, afectando el neurodesarrollo de manera específica y permanente. La exposición a un tóxico ambiental puede producirse por exposición directa o más frecuentemente por el pasaje transplacentario de sustancias tóxicas que la madre le transfiere, las que a su vez pueden o no, ser tóxicas para ella. Se incluye también a la lactancia como un período y vía de contaminación. Por lo tanto, la toxicidad sobre el neurodesarrollo implica alteraciones cognitivas y en la conducta asociadas a alteraciones a nivel de la neurohistología, neuroquímica, neurofisiología y cambios dismorfológicos del SNC. Las mismas ocurren en la progeñe como resultado de la exposición a sustancias químicas de la madre durante el embarazo o la lactancia. Este aspecto de la neurotoxicología ha tenido un especial interés e impacto en los últimos años. Estudios epidemiológicos y clínicos sugieren que esta forma de neurotoxicidad ha sido subestimada. Más de 80 000 productos químicos sintéticos han sido desarrollados en los últimos 50 años y registrados en la

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, pero llamativamente solo 200 han tenido una evaluación sobre su probable neurotoxicidad y pocos productos químicos de uso corriente han sido examinados en relación a los efectos sobre el neurodesarrollo. Recientemente se ha reconocido que 201 productos químicos son neurotóxicos en humanos y alrededor del 45% de éstos, son pesticidas. Además, muchas sustancias químicas utilizadas diariamente no requieren ser evaluadas para su utilización comercial. De 2000 a 3000 nuevos productos químicos son presentados para su revisión cada año, y además hay productos químicos de amplia utilización con producciones de 5 a 500 toneladas por año. Estos productos tienen la posibilidad de dispersarse en el aire, agua, cultivos y en las casas. Durante la vida prenatal el cerebro humano se desarrolla a partir de células del ectodermo formando un complejo órgano constituido por billones de células altamente especializadas, intensamente interconectadas y específicamente localizadas. Los numerosos procesos que esto implica se producen dentro de un determinado período de tiempo y las distintas etapas se cumplen en plazos y secuencias establecidos. Si uno de estos procesos es detenido o inhibido hay pocas posibilidades para que se repare.

Cuando nos referimos a los trastornos del neurodesarrollo hacemos mención a un grupo amplio de trastornos motores y/o de la comunicación y/o cognitivos y/o psicológicos, sensoriales y que se manifiestan en algún momento del desarrollo. Ejemplos de estos son el autismo, el déficit de atención, los trastornos del aprendizaje, el retardo mental, los trastornos del desarrollo del lenguaje, etc. Estos trastornos tienen graves consecuencias individuales, familiares, sanitarias y socioeconómicas. Es interesante conocer que la frecuencia de varios de estos trastornos del desarrollo ha aumentado en los últimos años. Teniendo en cuenta los conceptos de toxicidad silente y toxicidad del neurodesarrollo, una de las preguntas aún no resueltas es ¿cuál es el papel de los contaminantes ambientales en el incremento de estos trastornos?

El déficit de atención con o sin hiperactividad (TDAH), el retardo mental, los trastornos del espectro autista (TEA), los trastornos del aprendizaje, y la parálisis cerebral son los más importantes trastornos del neurodesarrollo. Alrededor de 16% de la población menor de 18 años padece al menos uno de estos trastornos. Es llamativo que varios de estos trastornos del desarrollo han mostrado un aumento de la prevalencia; por ejemplo, entre 1997 y 2008 se incrementó la prevalencia del THAD en un 30%. El diagnóstico de THAD aumentó un 3% por año entre 1997 y 2006 y un 5.5% entre 2003 y 2007. Algo similar, pero quizás más inquietante, es el incremento de niños con TEA que ha demostrado un incremento del diagnóstico de más de 10 veces desde el año 1980 [27].

Diversos factores como criterios de diagnóstico más amplios, inclusión de casos que tenían otro diagnóstico, mayor conocimiento del trastorno y mayor disponibilidad de servicios pueden ser responsables de este llamativo aumento de esta patología en la población infantil. Debemos mencionar que los criterios diagnósticos, no se han modificado desde 1995-2000, o sea que en los últimos 20 años hemos utilizado herramientas diagnósticas similares. Explicar que este incremento sea la consecuencia de criterios diagnósticos más amplios parecería ser un argumento de relativo peso. Diversas investigaciones apoyan un modo de herencia genética, sin embargo, factores epigenéticos y ambientales pueden contribuir a este llamativo incremento, así como a la variable expresividad de los trastornos.

Sin dudas el estudio más grande que investiga la relación que existe entre los Trastornos del espectro autista (TEA), con la exposición prenatal e infantil a diferentes Pesticidas, fue publicado en 2019 por el equipo de Ondine S. von Ehrenstein (Department of Epidemiology, Fielding School of Public Health, UCLA, USA) en la región del Valle Central de California, Estados Unidos [28]. En el mismo se estudiaron 2961 niños con diagnóstico de TEA, incluidos 35370 controles (nacidos entre 1998 y 2010), y sus datos de nacimiento fueron vinculados con los datos de registros de aplicación de Pesticidas de ocho principales condados agrícolas de esa área.

El estudio se centró en una selección de Pesticidas previamente reportados como neurotóxicos en estudios *in vivo* o *in vitro*, como ser: Glifosato, Clorpirifos, Diazinon, Malatión y Permetrina.

Los registros de aplicación de Pesticidas incluyeron: fecha de aplicación, localización, cantidad del ingrediente activo, tipo de cultivo, entre otros datos y así se estimó mediante Sistemas de Información Geográfica la exposición a los mismos expresados en libras/acre/mes dentro de un radio de 2000 metros por geocodificación, a las residencias declaradas en los registros de cada nacimiento de los pacientes con TEA o los controles.

Los resultados de esta minuciosa investigación, no dejan lugar a dudas.

Los hallazgos sugieren que el riesgo de la descendencia de desarrollar un TEA, está incrementada estadísticamente cuando existe exposición prenatal a Pesticidas ambientales dentro de los 2000 metros de distancia a la residencia materna durante el embarazo, comparado con los hijos de mujeres de la misma zona productiva sin tal exposición.

Además, si la exposición se extiende al primer año de vida del niño, el riesgo es más pronunciado y el trastorno puede estar acompañado de discapacidad intelectual (comorbilidad), ya que no todos los TEA lo presentan [28].

¿Es posible que estemos condenando generaciones enteras sin que intervenga el Estado, la Justicia o el sentido común que debe primar para fijar prioridades en base al futuro de nuestras comunidades?

Con el afán de concentrar más riqueza para unos pocos, han traspasado todos los códigos hasta llegar al código de la vida misma, el ADN. Esto nunca es gratuito, la biología tiene las herramientas para resistir y para cambiar ante las injurias, el proceso básico se llama mutación...y sólo algunas son buenas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [26] Aranda, D. (2009). *Lo que sucede en Argentina es casi un experimento masivo*. <https://www.pagina12.com.ar/>. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1124288-2009-05-03.html>. (Enero 2024).
- [27] Arroyo, H.A.; Fernández, M.C. (2013). *Tóxicos ambientales y su efecto sobre el neurodesarrollo*. MEDICINA (Buenos Aires) 73 (Supl. I): 93-102. Recuperado de: <https://www.medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol73-13/supl-1/93-102-Supl%2013B%20-%20OK.pdf>.
- [28] Von Ehrentein, O.S; Ling, C; Cui, X; Cockburn, M; Park, A.S; Yu, F; Wu, J; Ritz, B. *BMJ* 2019;364:1962 <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.1962>. (2019). *Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study*. <https://www.bmj.com/content/bmj/364/bmj.1962.full.pdf>. (Enero 2024).

CAPÍTULO 4:
LA SEMILLA DE ANDRÉS CARRASCO

La Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, aprobó por unanimidad y aclamación el proyecto que instituye el 16 de junio como Día de la Ciencia Digna en honor al científico Andrés Carrasco fallecido el 10 de mayo de 2014.

Carrasco, quien presidió el CONICET entre 2000 y 2001, fue subsecretario de Ciencia del Ministerio de Defensa, director del laboratorio de Embriología de la Universidad de Buenos Aires (UBA), marcó el camino de los científicos que deciden priorizar el conocimiento al servicio de la comunidad. En efecto, reveló, contra los protocolos establecidos, el resultado de sus investigaciones sobre el impacto del actual modelo agroindustrial, que basa su desarrollo en la utilización de semillas transgénicas, plaguicidas, fertilizantes y aditivos químicos.

A modo de advertencia, ventiló a través de la prensa y disertaciones que presentó en numerosos países el resultado de sus estudios sobre los efectos del Glifosato, el herbicida más utilizado para el cultivo de transgénicos, y demostró el mecanismo por el cual esa sustancia, en sus presentaciones comerciales y puras, genera alteraciones en el desarrollo embrionario estimulando la expresión fenotípica de diversas malformaciones.

Carrasco realizó tareas de investigación en diversas universidades e institutos como la Universidad de Basilea en Suiza, el Instituto de Biología Celular y Molecular de la Universidad de Indiana, en el Departamento de Genética Molecular (Universidad de Texas, Houston, Texas), en la Universidad de Göttingen, y en la Universidad de California. Fue miembro activo de las siguientes sociedades científicas: Sociedad Argentina de Neuroquímica (SAN), Sociedad Argentina de Investigación Bioquímica (SAIB), Asociación Argentina de Biología del Desarrollo (AADB), Society of Developmental Biology (SDBUSA). Dictó y participó en numerosos cursos y simposios tanto a nivel nacional como internacional y ha publicado libros desde 1971 referidos a la temática “Biología Molecular y la Embriología”.

Andrés, pasaba sus días entre experimentos, clases en la Facultad de Medicina y conferencias entre científicos. Sin mayores sobresaltos. Pero en enero de 2009 decidió investigar el efecto del herbicida que ya venía siendo cuestionado, pilar del modelo sojero, en embriones anfibios. En abril de 2009 lanzó la alerta: “*Concentraciones ínfimas de Glifosato, respecto de las usadas*

en agricultura, son capaces de producir efectos negativos en la morfología del embrión” [29]. El trabajo fue publicado en *Página/12*, un periódico argentino de gran circulación. Sobrevino una campaña de desprestigio mediática, política y científica. Dos años después, mientras desayunaba, se sorprendió. Un cable de Wikileaks, daba cuenta de que la Embajada de Estados Unidos en Buenos Aires tomó nota de su trabajo y ejerció lobby para defender el cuestionado herbicida y a la empresa productora, Monsanto [30]. “No esperaba algo así, aunque sabemos que estas corporaciones operan al más alto nivel, junto a ámbitos científicos que les realizan estudios a pedido, medios de comunicación que les lavan la imagen y sectores políticos que miran para otro lado. Estaban, y están, preocupados. Saben que no pueden esconder la realidad, los casos de cáncer y malformaciones se reiteran en todas las áreas con uso masivo de agrotóxicos”.

Nunca conocí otra persona con las características de este admirable científico. Una coherencia sin fisuras entre lo que pensaba, decía y hacía. Con una formación académica que lo tendría que haber posicionado como a uno más de sus tantos colegas en los pedestales de la ciencia. Sin embargo, poseía una humildad y generosidad nunca antes vista, al menos por mí. Esa generosidad hizo que en su principal publicación, conocida mundialmente acerca de los efectos del Glifosato en embriones de anfibios, citara expresamente mi comunicación personal a partir de una de las cuales se decidió a investigar sobre este tema tan delicado y que sabía sería el comienzo de una feroz campaña de desprestigio. Sin conocerme, se comunicó conmigo para pedirme autorización para colocar la cita.

Compartí con él varias conferencias donde en la mayoría me convocaban por su intermediación, y en la convivencia de los viajes y los hoteles terminé de conocer una persona con un sentido del humor tan grande como su sentido crítico. Nunca dejó de sorprenderme su empatía con los afectados por el sistema, como su férrea decisión para enfrentarse con los ultra defensores del modelo. Como cuando alguien en la legislatura de la provincia de Santa Fe, durante una de sus exposiciones, lo quiso incomodar con el argumento de que si poníamos “Coca Cola” a los embriones probablemente también tengamos malformaciones como las que él evidenció. Andrés, dejó el estrado, se acercó “*face to face*” y le contestó con el contundente argumento: “el problema sabe cuál es? no nos están rociando con 300 millones de litros de “Coca Cola”, sí con esa cantidad de Glifosato!!.

Ha de ser su inquebrantable lucha la que nos guíe y nos una, para que lo que Andrés defendió con su cuerpo y alma, sea nuestro faro.

Estamos convencidos que su figura a través del tiempo tomará una dimensión global y que el coraje con que defendió sus ideas iluminará a generaciones enteras que sólo buscan una mejor y más sana manera de vivir, poniendo a la ciencia como una herramienta al servicio de la verdad y la justicia social.

Desde hacía una década se multiplicaban las denuncias de vecinos, organizaciones ambientales, campesinos e indígenas sobre el efecto nocivo de agroquímicos. En enero de 2009, la Justicia de la provincia de Córdoba, prohibió fumigar en campos de soja cercanos al barrio Ituzaingó Anexo. Apuntó al Glifosato y al Endosulfan, pilares del modelo agropecuario. En marzo de 2009, un fallo judicial que limitó las fumigaciones en el barrio Urquiza de San Jorge, provincia de Santa Fe, también apuntaba a fumigaciones sojeras. El 13 de abril de 2009, Andrés Carrasco adelantó los resultados de su estudio.

Aunque Carrasco aclaró que se trataba de un avance de investigación, el principal cuestionamiento fue la falta de publicación en una revista científica, según la cual, los defensores de los agronegocios y buena parte del mundo académico, sería lo que otorga validez al saber científico.

En agosto de 2010 la revista estadounidense “*Chemical Research in Toxicology*”, publicó la investigación [29]. Tres días después, la Asociación de Abogados Ambientalistas (AADeAA) presentó un recurso de amparo ante la Corte Suprema de Justicia para que se suspenda la venta y aplicación de Glifosato y Endosulfan. Vale aquí aclarar que, consultado Andrés acerca de la aparente desinteligencia de dar a conocer su trabajo públicamente antes de que sea una publicación científica como mandan las reglas, el científico aclaró que, al ser un tema urgente para la salud de la comunidad, era ella la que debía enterarse antes, y no después de pasar todo el proceso de revisión y aceptación por parte de los revisores del manuscrito que suele llevar un largo período de tiempo. Estaba claro que un científico reconocido como él no equivocaría el camino preestablecido si no era por una causa que le representaba un compromiso supremo y que lo enfrentaría al sistema científico y político.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [29] Paganelli, A; Gnazzo, V; Acosta, H; López, S; Carrasco, A. *Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling*. Chem. Res. Toxicol. 2010, 23, 1586–1595.
- [30] Aranda, D. (2011). *Mostraron cómo actúa el poder*. <https://www.pagina12.com.ar/>. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-163821-2011-03-10.html>. (Enero 2024).

CAPÍTULO 5:
¿PUEDE QUE USTEDES ESTÉN EQUIVOCADOS?

En su exitoso ciclo en la televisión pública “*Científicos Industria Argentina*”, su conductor el reconocido profesor Adrián Paenza, luego de dejarnos exponer a Andrés Carrasco y a mí, la problemática de los agroquímicos en Argentina y que pudiéramos desarrollar nuestros puntos de vista, cuando el programa se estaba extinguiendo, nos preguntó: ¿Cabe la alternativa que ustedes estén equivocados [31]?

Mi respuesta espontánea fue que yo veía la realidad, yo hablaba directamente con los pacientes, no estaba equivocado. Y lo digo después de 13 años de haber sido entrevistado. La acumulación de evidencia es abrumadora. Ya no hay que demostrar el daño, sino la ruta de toxicidad en todas las patologías asociadas.

Andrés agregó: “la realidad que Horacio ve, es lo que marca la certeza de que algo está pasando. Si tengo la sospecha tengo que aplicar el principio precautorio, por lo tanto en realidad el que está usando estas cosas tiene que demostrar que no produce daño”.

En otro fragmento del programa, Paenza se pronunció diciendo: “Yo tengo la tentación natural por tratar de defender aquel que no tiene donde denunciar esto, de estar a favor de lo que ustedes me dicen, tampoco sería educado que tome una posición, ya que yo no hice estudios que demuestren una cosa u otra. Los que no pueden ignorar esto, son las autoridades. Este es un tema lo suficientemente serio como la muerte de un chico por desnutrición en nuestro país”.

En la actualidad es vertiginosa la velocidad en la que aparecen nuevos hallazgos y más aún la forma de propagación de esas noticias. El proceso científico de generación de conocimientos tiene carriles definidos que aportan rigor a los datos, ya que deben ser descriptos en detalle para que puedan ser reproducidos por cualquier grupo idóneo que le permita llegar a las mismas, o distintas conclusiones.

Cuando las evidencias son independientes, provenientes de diferentes campos del conocimiento y convergen en una interpretación única y coherente, se habla de consiliencia de la evidencia. Es muy importante que los generadores de evidencia científica trabajen independientemente y sin conflictos de intereses que puedan hacer sesgar los datos a conveniencia de algún fin comercial o político.

Cuando un consenso existe claramente, es sólido y no hay evidencias de peso que lo estén poniendo en riesgo, pero, aún así, parte de la sociedad no lo termina de aceptar, caemos en la posverdad [32], que es la distorsión deliberada de una realidad, que manipula creencias y emociones con el fin de influir en la opinión pública y en actitudes sociales.

Acá si me gustaría hacer un paréntesis, y describir el proceso que sufrí en lo personal a lo largo de tres décadas que se cumplen de haberme topado casualmente con este tema tan perturbador para mí.

Debo confesar que también se paseó varias veces por mi cabeza la misma pregunta que me hicieran en aquella entrevista, y otras más. ¿Puedo estar equivocado? ¿Qué fenómeno estaba observando? ¿Cuán común era en la población rural? ¿Podía ser que afectara tantas cosas a la vez? ¿Estaba justificada mi indignación creciente, o era un sentimiento que se disiparía con el correr del tiempo y la aparición de evidencias en sentido contrario?

¿Por qué no se tomaban en cuenta las evidencias de los lugareños y los trabajos publicados con datos obtenidos mediante investigaciones científicas de grupos muy prestigiosos?

Entonces caí en la cuenta de algo que estaba ocurriendo como un mecanismo automatizado. La información estaba siendo seleccionada mediante un “sesgo de pertenencia”. Esto se describe como el apoyo o rechazo a un mensaje (o toda una biblioteca), el cual dependerá del o los transmisores, sin más intervención de la información necesaria para juzgarlo [31].

¿Qué ocurre cuando existe información sostenida por evidencias claras y publicadas en las revistas de divulgación científica más prestigiosas, y aún así, esos antecedentes y alertas, no logran modificar conductas, peor aún, el modelo se profundiza con la complicidad de funcionarios que sólo festejan los enormes lucros de un proceso que está más destinado a producir dinero que comida?

Yo sabía que el mejor de los jueces es el tiempo, que pone todo en su lugar.

Siempre existió consenso científico acerca de que los Plaguicidas son sustancias tóxicas para la salud humana. De hecho, los recipientes donde se comercializan, una vez vaciados, deben descartarse según la Ley de Residuos Peligrosos (Ley N° 24 051 de la República Argentina). También cuando una persona tiene una intoxicación aguda debe procederse rápidamente para prevenir la muerte debido a los efectos neurotóxicos de la mayoría de ellos. Pero muy poco se habla de la contaminación crónica a pequeñas dosis que sufren las poblaciones rurales, sobre todo los aplicadores de agroquímicos en todas sus formas, y actualmente, los consumidores de productos como frutas y hor-

talizas, con trazas de estos tóxicos o agua de consumo. Está visto que ya nadie queda exento de esta contaminación a escala global (ver Proyecto SPRINT, capítulo 6).

Por otro lado, las empresas productoras de Pesticidas, realizan ensayos de sus sustancias en ratas preñadas para ver cuál es el efecto de las mismas en las células embrionarias. Se reportaron desde malformaciones congénitas hasta la muerte de la descendencia. Este abanico de resultados está en función de las dosis a las que se exponen los animales de experimentación.

Si alguien quisiera reproducir este experimento con humanos (lo que claramente es inaceptable éticamente y está prohibido hasta siquiera imaginarlo), debería exponer a mujeres en gestación temprana, a Plaguicidas de diferente tipo y dosis, mediante rociado aéreo (pulverización) o terrestre (fumigación). Los resultados, se podrían constatar al término de la gestación estudiando al recién nacido si llegara a término. Pero también existiría, como en las ratas, la probabilidad de muerte prematura del embrión.

Justamente estos efectos son los que comencé a documentar en pacientes que consultaban por malformaciones congénitas en niños que residían en las principales áreas de cultivo de la provincia, o en parejas jóvenes de pacientes con abortos tempranos de gestación mayormente recurrentes. En los cuestionarios siempre existía el antecedente de contacto directo laboral o por vecindad con campos fumigados mayormente de algodón y soja transgénica.

Recuerdo que una paciente de la localidad de Charata (Sudoeste de la Provincia del Chaco), de 28 años me relataba que en el barrio eran seis amigas de edades muy similares, y de todas, sólo una de ellas tenía hijos, las cinco restantes habían experimentado la frustrante experiencia de los abortos a repetición “sin causa aparente”; claro, no aparecen las causas si uno no las piensa o no las quiere ver. Ellas vivían muy cerca de plantaciones de soja y en varias oportunidades la pulverización de los mismos llegaba hasta sus viviendas.

El consenso nunca fue que los agroquímicos no hacían daño a la salud humana y el hecho de que esa verdad se conocía y se ocultó deliberadamente fue lo que permitió enjuiciar a las empresas productoras como Monsanto, ahora Bayer y darle la razón a un número nada despreciable de denunciantes en todo el mundo.

Esta triste historia se repitió a pesar de las advertencias, y siguió la misma cadena de complicidades, negación y finalmente reconocimiento de responsabilidades que tuvieron las tabacaleras en la génesis del cáncer de pulmón [33].

El mundo científico debe conocer las prácticas utilizadas por la industria del tabaco para ocultar sus efectos, y mantener el consumo. En un artículo de

la prestigiosa revista *The Lancet*, se describe la denominada “guerra sucia” de manipulación desinformación, promovida por la industria del tabaco en el mundo académico y en los medios de comunicación públicos.

Utilizando a profesionales, investigadores, técnicos y periodistas que, consciente o ingenuamente, colaboraron en beneficio de los intereses de esta industria.

Pero la estrategia puede ser no sólo ocultar la verdad, sino dar a conocer verdades a medias o argumentos abiertamente mentirosos. De esta manera se aprecia el valor de la posverdad como estrategia para dificultar consensos sobre todo en la población inexperta en esos temas.

Pero el consenso científico sigue siendo el camino cuando se trata de acercarnos lo más posible a la verdad de un hecho o fenómeno que incumbe a esa población. Pero, sabemos la falta de certeza absoluta que siempre debe tener una buena ciencia. Esa es su mayor fortaleza, por más que muchos quieran mostrarlo como una debilidad que hay que atacar [31]. Es lo que permite poner a prueba todo el tiempo lo que ya se sabe, con nuevas evidencias, que puedan reafirmar conclusiones anteriores, o ir en sentido contrario a las mismas.

A diferencia del sano escepticismo, en el negacionismo se parte de la conclusión que se desea y a partir de ella, se rechaza la evidencia que la contradice [31].

La primera nos permite corregir una postura cuando hallamos evidencias de peso en sentido contrario, la segunda postura no admite redireccionamientos.

Pero como dice el refrán, muchas veces la evidencia no perfora la conciencia. Esto es lo que percibí todos estos años, viajando por el país tratando de concientizar acerca del peligro de incorporar sustancias ajenas a nuestro cuerpo, que pueden interactuar negativamente con nuestro metabolismo. Estas sustancias sintetizadas en un laboratorio llevan el nombre de Xenobióticos, y muchos de estos Pesticidas tienen estructura química algo semejante a algunas hormonas y nuestro organismo puede recibir señales perturbadoras en momentos claves de nuestro desarrollo. A este fenómeno se lo conoce como disrupción endócrina.

Debido a la importancia de la incidencia de desórdenes y enfermedades causados por los disruptores endócrinos (DE), es que surge la necesidad de incluir en la evaluación técnica realizada habitualmente a los plaguicidas para su registro y comercialización, ensayos toxicológicos que examinen la homeostasis y la funcionalidad del sistema hormonal. Esto trae aparejado, por un lado, la dificultad de analizar miles de nuevos compuestos por año; y, por el otro, la revaluación de los plaguicidas que se encuentran en el mercado actual. Asimismo, el daño que ocasionan los DE no es apreciado hasta un tiempo después de la exposición, y puede afectar incluso la descendencia de los organismos expuestos.

Consecuentemente, los ensayos toxicológicos que evalúen DE deberían incluir observaciones en las distintas fases del desarrollo del organismo estudiado y con minuciosa observación de los efectos transgeneracionales [34].

La multinacional Monsanto-Bayer niega, desde hace años, los efectos del herbicida Roundup (en base a Glifosato), pilar del modelo transgénico. En sólo ocho meses, tribunales de Estados Unidos condenaron en tres oportunidades a Monsanto-Bayer por producir cáncer y, en la última sentencia, se destacó que la multinacional ocultó los riesgos del Glifosato. En Argentina se utilizan más de 300 millones de litros del herbicida y, en Estados Unidos, más de 11.000 juicios esperan sentencia.

Un jurado de California condenó a Monsanto-Bayer a pagar 80 millones de dólares por “negligencia”, al haber ocultado los riesgos de su herbicida Roundup. La demanda fue presentada por Edwin Hardeman, un jubilado de la ciudad de Sonoma. Fue la segunda parte del juicio. En la primera, diez días antes, se había concluido que el agrotóxico fue un “factor determinante” en el linfoma No Hodgkin que se le diagnosticó a Hardeman en 2015.

“El jurado responsabilizó a Monsanto por sus 40 años de conducta delictiva corporativa”, explicaron las abogadas del demandante, Jennifer Moore y Aimee Wagstaff. Se aportaron pruebas de cómo Monsanto tenía, y mantiene, una política permanente de influencias sobre científicos, medios de comunicación y funcionarios.

El jurado ya había determinado que el herbicida de Monsanto-Bayer había contribuido al cáncer de Hardeman, que lo utilizó en su campo durante dos décadas.

La primera condena para Monsanto-Bayer sucedió en agosto de 2018, también en California. Dewayne Johnson fue indemnizado con 289 millones de dólares por contraer cáncer en su trabajo como jardinero. En segunda instancia, el tribunal confirmó la responsabilidad de Monsanto, pero redujo el monto a 78 millones de dólares. Dewayne Johnson y Edwin Hardeman son los primeros de 11.000 juicios que esperan a Monsanto-Bayer en Estados Unidos.

“Las pruebas acumuladas sugieren que Monsanto conocía la existencia de los riesgos asociados a la exposición al glifosato desde comienzos de la década del 80”, señaló Anabel Pomar, única periodista argentina que sigue los juicios de Estados Unidos.

La alemana Bayer, que compró Monsanto en 2018, defiende al Glifosato y otros pesticidas que vende, de la misma manera que la compañía estadounidense niega los cientos de estudios independientes que confirman los efectos en la salud.

Las acciones de Bayer caen ante cada sentencia. Es una incógnita qué pasará si los fallos a favor de Dewayne Johnson y Edwin Hardeman se repiten en cadena. Anabel Pomar, reveló que la consultora británica Jeffries LLC, calculó que los juicios pendientes podrían representar alrededor de 680.000 millones de dólares contra Monsanto-Bayer [35].

Ahora bien. ¿Es la primera vez que esta empresa sufre demandas por daños atribuidos a sus productos? ¿Y sería la primera vez que oculta información acerca de las terribles consecuencias de su manipulación? Claramente la respuesta es no. Vayamos unas décadas atrás y veremos efectos parecidos, ocultamientos repetidos y juicios perdidos por la misma multinacional.

El agente naranja fue fabricado y suministrado a las fuerzas armadas estadounidenses por, entre otras, las empresas estadounidenses Dow Chemical y Monsanto, que hoy pertenece al grupo Bayer.

Como “agente naranja” se conoció un defoliante químico utilizado extensamente por la Fuerza Aérea estadounidenses entre 1962 y 1971 durante la guerra de Vietnam. El agente es una mezcla 1:1 de dos herbicidas hormonales 2,4-D y 2,4,5-T. El objetivo era defoliar los densos bosques para descubrir los escondites y las rutas de suministro del enemigo (Vietcong). Además, se utilizaron aviones y helicópteros para fumigar las tierras de cultivo con el fin de privar al Vietcong de su suministro de alimentos.

Las fuerzas estadounidenses llevaron a cabo más de 6.000 misiones durante la guerra con los distintos defoliantes. Se rociaron un total de 45.677.937 litros de agente naranja. Los defoliantes utilizados estaban contaminados con el tóxico clorado 2,3,7,8 tetraclorodibenzodioxina (TCDD) como resultado de su fabricación.

La TCDD se considera la más tóxica de las dioxinas y también tiene un efecto teratogénico, es decir, daña al feto en el útero. Incluso tres generaciones después de su uso, muchos bebés nacen en Vietnam con graves malformaciones o enfermedades. Se calcula que entre dos y cuatro millones de personas están afectadas por los efectos tardíos, y al menos 100.000 niños nacieron con discapacidades.

Además de las graves deformidades, se considera que más de 20 enfermedades son consecuencia directa del agente naranja, entre ellas labio leporino y paladar hendido, hendiduras en la columna vertebral, deficiencias inmunitarias, trastornos nerviosos, diabetes y enfermedad de Parkinson. Cánceres como la leucemia, el cáncer de próstata y otros también se consideran efectos tardíos del agente naranja.

Además, la TCDD es muy persistente, por lo que permanece en el medio ambiente durante mucho tiempo. Por lo tanto, incluso más de 45 años después del final de la guerra, el veneno pulverizado todavía puede encontrarse en el suelo y el agua y, por lo tanto, en el ciclo alimentario.

Como resultado del uso generalizado, los soldados estadounidenses también fueron fumigados con el agente naranja. Cuando se reconoció la conexión entre los daños a su salud y la dioxina, soldados afectados presentaron demandas colectivas contra varias empresas fabricantes. En 1984 se llegó a un acuerdo extrajudicial. Al año siguiente, siete empresas crearon un fondo de 180 millones de dólares para el pago de indemnizaciones. Esta fue la cantidad más alta jamás pagada en un acuerdo hasta ese momento. En los diez años siguientes, el fondo pagó 197 millones de dólares a 52.000 veteranos y supervivientes.

Las víctimas vietnamitas, en cambio, no han recibido ninguna indemnización hasta la fecha. En 2005 se desestimó la correspondiente demanda colectiva en Estados Unidos. El uso del agente naranja “no era una guerra química” y, por tanto, no constituía una violación del derecho internacional. [36]

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [31] www.youtube.com/watch?v=SPJgYsEgJM0. (2011).
- [32] Nogués, G. (2020). *Una guía de supervivencia en tiempos de posverdad*. Editorial: El Gato y La Caja. ISBN: 9789874863843.
- [33] González, C.A; Agudo, A. (2000). *La industria del tabaco y la manipulación de la investigación científica. El caso del estudio europeo de la IARC-OMS sobre consumo pasivo de tabaco y cáncer de pulmón*. <https://www.elsevier.com/es-es>. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/esrevista-neurologia-295-pdf-S0025775300715417>. (Diciembre 2023).
- [34] Moya, A.; Kronberg, F.; Clavijo, A.; Mazzarella, D.; Pagano, E.; Munarriz, E.R. (2015). *Plaguicidas disruptores endócrinos, uso del nemátodo *Caenorhabditis elegans* como modelo biológico*. Recuperado de: <http://200.61.221.89/index.php/sns/article/viewFile/118/101>. (Diciembre 2023).
- [35] Aranda, D. (2019). *Ambiente tóxico para Monsanto*. <https://www.pagina12.com.ar/>. Recuperado de <https://www.pagina12.com.ar/184500-ambiente-toxico-para-monsanto>. (Enero 2024).
- [36] Freund, A. (2021). *Agente naranja: la larga sombra de la guerra de Vietnam*. <https://www.dw.com/es/>. Recuperado de: <https://www.dw.com/es/agente-naranja-la-largasombra-de-la-guerra-de-vietnam/a-57486571>. (Febrero 2024).

CAPÍTULO 6:
MUCHO DICE EL QUE NO SABE CONTAR

Este capítulo está dedicado a un colega universitario que, en una charla informal, en el patio de la Universidad Nacional del Nordeste de la ciudad de Resistencia, Chaco, acerca del problema que nos atañe, me responde: “Mucho dice el que no sabe contar”, en referencia a la cantidad de gente afectada con la aplicación de estos productos tóxicos. Y a todos los que repiten como una letanía que no hay datos.

La ingenuidad que supone hacer ciencia, hace que estemos muy enfocados en buscar la verdad, y no logramos ver cuántos quieren que realmente la hallemos. Pero siempre está allí. Porque la verdad triunfa por sí misma, mientras que la mentira necesita siempre de cómplices que la perpetúan, pero no indefinidamente. La verdad permanecerá a la espera por siempre.

Pues bien, si aún no alcanza con la cantidad de afectados presentados hasta aquí, repasemos algunos otros números a ver si nos parecen pocos o muchos los injuriados en su salud y su dignidad humana.

La Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos (CNIA) fue una comisión creada en el ámbito del Ministerio de Salud de Argentina, con el objetivo de investigar, prevenir, asistir y tratar casos de intoxicación o que afecten, de algún modo, la salud de la población y el ambiente, con productos agroquímicos en el territorio de la República Argentina. La CNIA se creó el 19 de enero de 2009, mediante el Decreto 21/2009 del Poder Ejecutivo Nacional. El Decreto surgió en el marco de la gravedad de la situación de salud en Córdoba que venía siendo denunciada por el grupo de Madres de Ituzaingó [37].

Cuando representantes de esta comisión, visitaron una de las zonas denunciadas de la provincia de Chaco denominada La Leonesa, emitieron un documento donde establecían que “La preocupación comunitaria tiene fundamentos justificados. Se reconocen evidencias claras del impacto de los agrotóxicos por fuera de los límites de los establecimientos arroceros, de hecho los límites de los mismos están básicamente delimitados por alambradas, no habiéndose encontrado cortinas arbóreas en los tramos recorridos”.

“El impacto de estos fenómenos sobre la salud humana de ninguna manera puede ser descartado. Los elevados requerimientos de agua conllevan importantes riesgos para las comunidades asentadas en esos territorios. Todo

indica que se ha naturalizado el derecho a usar y descartar agua cargada con químicos diversos. Seguramente, Dios proveerá”.

“El ordenamiento territorial del Departamento debe prestar especial atención a la población radicada y asegurar que cualquier proceso de desarrollo económico respete su derecho a un hábitat seguro”. “Se recomienda especialmente impedir la dispersión aérea de agroquímicos en un radio no inferior a 5.000 metros de todo lugar habitado, sea éste urbano o rural. Extremar las medidas precautorias de la calidad de los cursos de agua y mantener un sistema de vigilancia que asegure que no se devuelvan aguas contaminadas a cursos libres. También se recomienda llevar a cabo una evaluación epidemiológica para relevar las condiciones sanitarias de los pobladores rurales del entorno” [38].

Acá vale la pena detenerse a analizar qué pasó con ésta CNIA y su funcionamiento. Los hechos indican que nunca más se supo de su existencia luego de constatar en terreno que las denuncias de los lugareños eran válidas y se trataba de situaciones reales que se replicaban en la mayoría de las zonas productivas del país.

En 2015, la Organización Mundial de la Salud analizó nueva evidencia sobre la relación entre el Glifosato y el cáncer. Con la nueva evidencia disponible, concluyó que el herbicida, junto con otros dos plaguicidas, es “probablemente cancerígeno para los seres humanos” (Grupo 2A según la clasificación del Centro Internacional de Investigaciones sobre el cáncer) [39]. A la luz de esta nueva evidencia, una organización medioambiental argentina solicitó un pedido de acceso a la información pública solicitando las conclusiones de los grupos de trabajo de la CNIA y exigiendo que se reactivara el trabajo de la comisión [40].

En 2018, en la Cámara de Diputados se propuso un proyecto de ley para declarar la emergencia sanitaria, social y ambiental en todo el territorio nacional y poner en funcionamiento el trabajo de la comisión, pero el proyecto nunca fue tratado [41].

Con perplejidad fui testigo del mismo mecanismo por parte de los gobiernos que se fueron sucediendo tanto a nivel provincial como nacional. Ante la acumulación de denuncias en los territorios afectados por la forma temeraria de aplicación de Plaguicidas, el estado crea una Comisión de algo, de Investigación de agroquímicos (a nivel nacional, año 2009), de Investigación de Contaminantes del Agua (CCA, a nivel provincial, año 2010) o se integra a algún proyecto que investiga que cantidad de los mismos están presentes en cursos de agua, alimentos y muestras de animales y de humanos (Proyecto SPRINT, a nivel internacional, año 2020). En los tres casos citados, inexplicablemente, al contar con los primeros datos de dichas investigaciones, que

por cierto fueron más que alarmantes y confirmaron con números todas las sospechas de los lugareños, en principio se trató tenazmente de impedir la difusión de los mismos, y luego se disolvieron las comisiones respectivas, o lo que es aún más grave se decidió discontinuar la presencia del organismo INTA (impulsor original del proyecto) en SPRINT.

La misión que perseguía la mencionada Comisión de Contaminantes del Agua en la provincia del Chaco, era muy loable y quizás la oportunidad de detener los acontecimientos que siguieron. Su artículo 1 nos esperaba: “Créase la Comisión de Investigación de Contaminantes del Agua, que tendrá como misión receptionar, estudiar, coordinar y conducir las acciones con las distintas áreas involucradas para garantizar y optimizar la prevención por la contaminación de arsénico, agroquímicos y otros contaminantes en el agua que se consume” [42]. Los integrantes fueron médicos destacados de los principales Hospitales del Ministerio de Salud Pública del Chaco, y personal del Ministerio de Producción y Ambiente de la provincia.

¿Quieren saber qué fue lo que más se quiso ocultar de lo que investigaron los integrantes médicos de la Comisión? Como para no escandalizarse.

En una zona de la provincia denunciada por los vecinos, con un incremento notable de las enfermedades oncológicas luego del asentamiento de un emprendimiento arrocero lindante al barrio afectado, los números le dieron la razón. Los datos obtenidos por la Comisión creada por el gobierno provincial en esta localidad, mostraron como se triplicó la ocurrencia de cánceres en niños menores de 15 años, comparando dos décadas diferentes, antes y después de la instalación de las arroceras. Otros datos que la Comisión pudo aportar a este primer informe, fueron los obtenidos en el Servicio de Neonatología del Hospital más grande de la ciudad de Resistencia. Allí se registraron los siguientes datos, comparativos en tres años diferentes, respecto de malformaciones congénitas en recién nacidos de madres provenientes de distintos lugares de la provincia con producción agropecuaria como actividad principal [43]. (Cuadro 1).

Cuadro 1: Malformaciones congénitas informadas por la CCA

Año	Casos Registrados en un año	Nacimientos	Incidencia
1997/1998	46 malformaciones	24030	19,1 por 10.000
2001/2002	60 malformaciones	21339	28,1 por 10.000
2008/2009	186 malformaciones	21808	85,3 por 10.000

Hay que recordar que el primer evento genético presentado en la agricultura argentina (Soja RR, resistente al Glifosato) fue en el año 1996 y paulatinamente los campos de la provincia de Chaco fueron transicionando del cultivo clásico del algodón a la Soja RR (Roundup Ready).

Luego de este primer informe más que inquietante, en vez de profundizar la búsqueda de las causas de estos aumentos, la Comisión se disolvió para nunca jamás saber de ella.

Pero en realidad, la multiplicidad de voces y de estudios científicos, ya nos venían alertando en Latinoamérica y el resto del mundo. Las consecuencias estaban a la vista para cualquiera que quisiera ver y entender.

En el trabajo de la Dra Benítez-Leite, de la Cátedra de Pediatría de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de Asunción, Paraguay, se estudió la relación de los agroquímicos con la ocurrencia de malformaciones congénitas registradas en el Hospital de la ciudad de Encarnación, Paraguay [44]. Se pudo constatar la aparición de 2 niños con malformaciones cada 5 recién nacidos (incidencia del 40%). Todos los niños evaluados eran provenientes de poblados muy próximos a zonas con soja transgénica.

En este trabajo al analizar la exposición de la madre a plaguicidas, como factor de riesgo para malformaciones congénitas, vivir a menos de 1 km de campos fumigados, almacenar plaguicidas en la casa o habitación, lavar ropa contaminada y el antecedente de contacto directo o accidental, mostró diferencias estadísticamente significativas entre los casos y controles.

A los anteriores antecedentes, entre muchos otros, hacen mención dos informes, donde en base a la bibliografía existente se llama a la urgente revisión de los efectos sobre la salud humana que tiene el principal herbicida usado mundialmente en los cultivos transgénicos.

El primer informe es de Greenpeace International y se titula “*Tolerancia a herbicidas y cultivos transgénicos. Por qué el mundo debería estar preparado para abandonar el Glifosato*” [45]. Entre sus más importantes conclusiones puede leerse “Existe mucha evidencia científica de los efectos que el Glifosato provoca en la salud. Debemos tomar esto muy en serio y llevar a cabo una revaluación urgente de los impactos en la salud del Glifosato y sus productos”. (Figura 2).

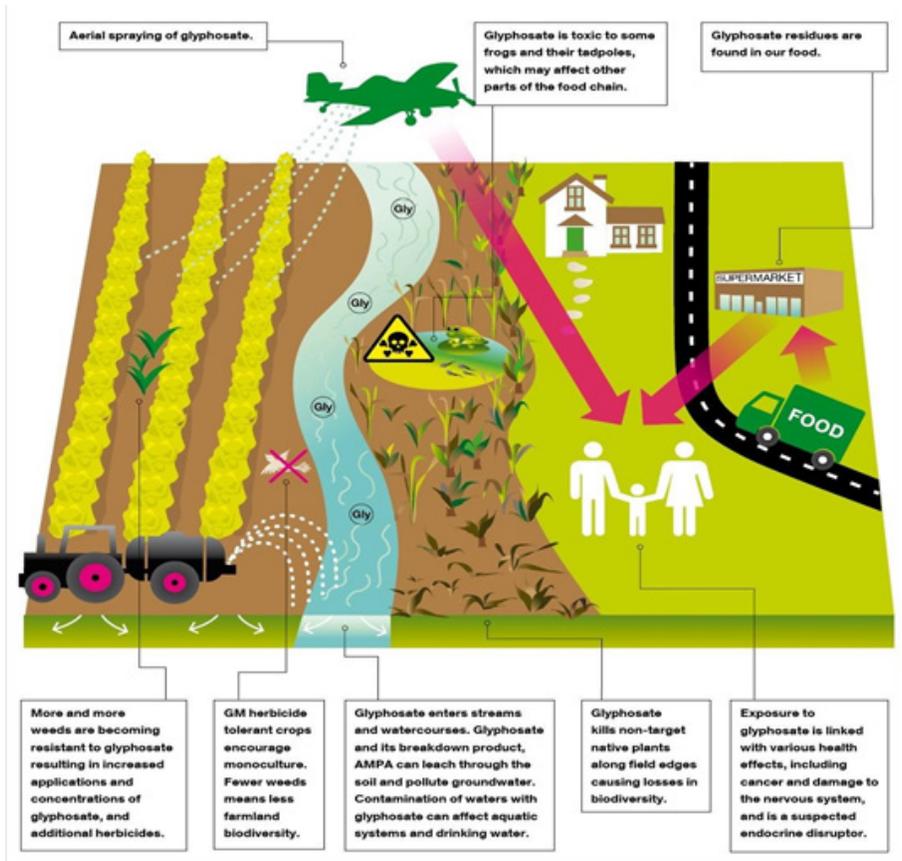


Fig 3: Environmental and human health effects of glyphosate

GM Freeze and Greenpeace | GPL-TN 03/2011 | June 2011 17

Figura 2: Destino del Glifosato en el ambiente.

El segundo informe (Junio 2011) está caratulado como “*Roundup and birth defects. Is the public being kept in the dark?*” [46]. Este documento hace mención a 359 citas bibliográficas que alertan acerca de la peligrosidad del herbicida en puntos diferentes del planeta y sus autores provienen de centros académicos más que prestigiosos, como La Escuela de Medicina de Londres, la Universidad de Campinias y de Santa Catarina-Brasil, la Universidad de Cambridge, la Universidad de Newcastle, la Universidad de Ulster-Irlanda del Norte y los Institutos Nacionales de Salud, USA.

Entre las recomendaciones se lee: “Ordenar el inmediato retiro del Roundup, nombre comercial del Glifosato. Realizar un Debate urgente en los diferentes países acerca de los efectos colaterales de su aplicación masiva.

Tomar en cuenta los datos de científicos independientes que han realizados diversos ensayos evaluando su Genotoxicidad. Hasta que los procesos de valoración sean reformados, recomendamos al público no confiar en los mensajes de las industrias acerca de la seguridad de los Pesticidas”.

El problema que siempre emerge es que ésta información, sólo se maneja en ámbitos científicos y para la población general está de alguna forma “encriptada” por una maraña de datos estadísticos y en otro idioma, por lo general en inglés. Pero lo concreto es que la información sí existe, y tomó años de trabajo a los investigadores llegar a conclusiones basadas en evidencias. Pero nuevamente, la evidencia no perfora la conciencia. Y el lucro global que genera el agronegocio es tan desmesurado que nadie se anima, dentro de los diferentes gobiernos que pasaron a través de más de tres décadas, desde que se aprobó en Argentina el primer evento genético tolerante a agroquímicos, siquiera a cuestionar por lo bajo, los costos ocultos en salud que acarrea.

En el día de la celebración del día de la salud ambiental, miércoles 27 de septiembre de 2023, en Nueva York, USA, en el marco de la Cumbre Científica de la Asamblea General de las Naciones Unidas (UNGA78) por primera vez para grandes audiencias pudieron conocerse parte de los resultados del proyecto europeo SPRINT (siglas en inglés de Transición Sostenible de Protección Vegetal), “*Un Enfoque de Salud Global 2020/2025*” [47-48].

El mencionado proyecto tiene como objetivo, evaluar los riesgos e impactos integrados de los Pesticidas en el medio ambiente y la salud humana, tanto a nivel regional como europeo. El proyecto informará y acelerará la adopción de vías de transición innovadoras hacia una protección fitosanitaria real, más sostenible en el contexto de un enfoque de salud global. Uno de los resultados del proyecto SPRINT implica recopilar y revisar toda la evidencia existente sobre el impacto de los Pesticidas. SPRINT SOLES, una base de datos creada para recabar esa inmensa información, tiene como objetivo recopilar y categorizar continuamente evidencia sobre el impacto de estos productos en humanos, animales, sistemas modelo *in vitro* y ecosistemas.

El proyecto llevó a cabo durante 2021 y 2022 una campaña de muestreo de campo en 10 países europeos, e incluyeron muestras de Argentina, ya que se trata de uno de los proveedores de granos más grandes de Europa.

El equipo SPRINT tomó muestras de suelo, agua, sedimentos, cultivos, aire exterior y polvo interior de las viviendas, encontrando que el 86% de las muestras analizadas contenía residuos de Pesticidas y 76%, mezclas de los mismos.

Las mezclas de Pesticidas fueron frecuentemente halladas en todas las matrices estudiadas. Residuos de Glifosato fueron frecuentemente detectados con altas concentraciones en todas las muestras ambientales estudiadas.

Del muestreo en Argentina participaron 73 personas. De ellas, un tercio eran consumidoras, un tercio, habitantes de pueblos pequeños y vecinos de productores, y el tercio restante productores agropecuarios de los cuales la mitad usa Plaguicidas y la otra mitad trabaja agroecológicamente.

También se incluyó un monitoreo en 14 establecimientos rurales. Se tomaron pruebas en ambiente, alimentos, granos y muestras biológicas en animales.

El total de participantes argentinos presentó un rango de 6 a 13 plaguicidas en orina, un rango de 2 a 10 plaguicidas en sangre y un rango de 0 a 18 plaguicidas en materia fecal.

En los ambientes en los que esas personas se mueven a diario, el total de participantes argentinos presentó un rango de 7 a 53 plaguicidas en las pulseiras de detección que detectan contaminación en el aire.

En alimento para animales, se hallaron entre 5 a 25 Plaguicidas. En suelos, el total de muestras analizadas en Argentina presentó un rango de 0 a 12 Plaguicidas.

En el total de muestras analizadas se halló un rango de 10 a 28 plaguicidas en agua superficial.

Hans Mol de la Universidad de Wageningen de Países Bajos expresó en relación a estos hallazgos: “Los resultados señalan que hay presencia del herbicida Glifosato, en orina en el 86,1% de los argentinos muestreados y en el 35,2% de los europeos, mientras al analizar las heces humanas se detecta ese plaguicida en el 70,5% de las personas residentes en Europa y en el 100% de los habitantes de diferentes localidades de la provincia de Buenos Aires, en Argentina.

Para el caso del Clorpirifos, el 3,7% de europeos tiene en sus heces ese tóxico, mientras que para la Argentina el número asciende a 37,7%”.

“Los hallazgos han revelado una realidad preocupante, los residuos de Pesticidas son omnipresente tanto en entornos agrícolas como en hogares rurales, generando preocupación por la salud ambiental y humana. Además, los residuos de Pesticidas, cuyo riesgo a menudo se evalúa sustancia por sustancia, de hecho, se están mezclando ampliamente en los hogares rurales y ecosistemas”.

“Los hallazgos sobre el polvo en interiores son particularmente sorprendentes y podrían haber implicancias en la salud de las personas que viven en

zonas rurales. Como un ejemplo digamos que el polvo en una casa contenía residuos de 121 pesticidas diferentes”.

Aunque el estudio no evaluó el nivel específico de exposición experimentado por los residentes, es preocupante que más de 60% de los residuos identificados en el polvo se clasifican como “altamente peligrosos” para los mamíferos y relacionado con efectos adversos para la salud humana.

La siguiente fase del proyecto SPRINT profundizará en la evaluación de los riesgos para los ecosistemas y la salud humana que plantean las mezclas de Pesticidas.

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un indicador novedoso adaptado a las necesidades regulatorias, proporcionando así herramientas de apoyo a los responsables de la toma de decisiones de la Unión Europea (UE), para abordar los crecientes desafíos que plantean los Pesticidas. El estudio observó niveles significativamente más altos de insecticidas en comparación con herbicidas y fungicidas dentro de las muestras de polvo interior de las viviendas. Además, muestras asociadas a explotaciones ecológicas mostraron niveles sustancialmente más bajos de residuos de Pesticidas tanto en cantidad general como en individuos, en comparación con sus homólogos agrícolas convencionales.

Los Pesticidas previamente prohibidos por la UE, representaron aproximadamente el 29% de las sustancias identificadas. Además, el 32% de los pesticidas detectados se clasificaron como posibles amenazas agudas y crónicas para los seres humanos.

Este estudio crítico, confirma que los agricultores y sus familias están expuestos habitualmente a residuos de Pesticidas en sus hogares.

Todavía no tenemos una comprensión completa del riesgo para la salud que esto plantea. Sin embargo, los hallazgos resaltan la necesidad de comercializar, utilizar y eliminar gradualmente el uso de los Pesticidas. Mientras tanto, debe regularse su uso a lo largo de su ciclo de vida y subraya la necesidad de contar con sistemas más seguros y sostenibles de manera de propiciar prácticas agrícolas que prioricen el bienestar ambiental y humano.

El hecho consumado acerca de no continuidad en la participación de Argentina en el proyecto SPRINT, una decisión tomada en Diciembre de 2023 por parte del director saliente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), no hace más que confirmar los temores acerca del ocultamiento oficial de la realidad de la población expuesta a tóxicos ambientales, que como quedó demostrado en los primeros datos del informe del proyecto, tiene mezclas de Pesticidas en su organismo cuyo efecto sobre el metabolismo

celular es aún incierto y muy inquietante. La salida imprevista del proyecto por parte de Argentina estaría asociada a los resultados comparativos adversos que la posicionarían encabezando índices de contaminación con Pesticidas por encima de los países europeos.

En una reciente entrevista periodística que me realizaran para un diario local que transcribo a continuación, intento interpretar esta posición tan desalentadora por parte de las autoridades de mi país [49]:

- Ayúdenos a analizar decisiones de esta índole, posiblemente haya razones que justifiquen que Argentina se haya separado de SPRINT.

Existen países, como los impulsores del proyecto, genuinamente preocupados por los efectos adversos demostrados por los Pesticidas y la necesaria “*Transición Sostenible de Protección Vegetal*”. Por eso están acumulando evidencias científicas sólidas en gran volumen, que ayudarán a la toma responsable de decisiones hacia esa transición gradual e impostergable. Vivir en un país que niega sistemáticamente la avalancha de evidencia de peso científico, en pos de la rentabilidad del producto de la actividad extractiva, es muy angustiante.

- ¿Que ocurre cuando existe información sostenida por evidencias claras y publicadas en las revistas de divulgación científica más prestigiosas, y aun así esos antecedentes y alertas, no logran modificar conductas?

Si alguien resta importancia a la avalancha de evidencias científicas, debería al menos encarar, si fuera idóneo, o encargar estudios científicos que demuestren lo contrario mediante pruebas validadas y sometidas a consideración por la comunidad científica. ¿Es una obviedad decir que tales estudios deben ser independientes? Si están subsidiados por las compañías productoras y comercializadoras de agroquímicos, los resultados y conclusiones son más predecibles que el mismo futuro de nuestras próximas generaciones sometidas a dosis crónicas de tóxicos ambientales.

Resulta muy poco serio adherir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) proclamados por la ONU para 2030, si no vamos a aceptar como país los resultados que claramente demuestran el desmanejo por décadas enteras, en lo que respecta al uso responsable de agroquímicos en los territorios.

Muchos países ya han comenzado a formular planes nacionales para una transición justa, y observar estos ejemplos prácticos puede servir de inspiración y de lección en otros lugares del mundo. Cuarenta y seis naciones se comprometieron a desarrollar estrategias de transición justa en la Cumbre de Acción Climática de la ONU en 2019, y desde entonces otros países y empresas se han sumado al esfuerzo.

Claramente esta decisión nos deja fuera de los países seriamente interesados en estos objetivos y demuestra una notoria fractura del mundo académico con las políticas públicas.

- Que el país disponga de esa información actualizada, ¿para qué le sirve?, ¿qué utilidad le puede dar?

Contar con datos confiables, obtenidos por métodos estandarizados internacionalmente, les permite a los países ejercer acciones preventivas antes de tener indicadores de salud que demuestren que el daño ya está hecho.

Los Pesticidas pueden ejercer una acción tóxica al genoma de cualquier especie y que está en directa relación con la dosis, el tiempo de exposición y la naturaleza misma del compuesto sintético y del ADN en cuestión.

Además, existe un mecanismo de reparación del ADN en las células que se encarga de restaurar el genoma dañado. Pero ese mecanismo es eficaz siempre que no exista una contaminación crónica a pequeñas o grandes dosis que puede dar como resultado una acumulación de mutaciones que ese mecanismo ya no puede reparar en forma adecuada, como es el caso de la exposición inadvertida a Pesticidas y el riesgo de comenzar procesos oncológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [37] *Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos* (s.f). <https://www.wikipedia.org/>. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Comisi%C3%B3n_Nacional_de_Investigaci%C3%B3n_sobre_Agroqu%C3%ADmicos.
- [38] Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable; Secretaría de Agroindustria; Ministerio de Producción y Trabajo; Presidencia de la Nación. (2018). *Grupo de Trabajo Interministerial sobre Buenas Prácticas en Materia de Aplicaciones de Fitosanitarios*. <https://www.argentina.gob.ar/>. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/grupo_interministerial_fitosanitarios.portada.pdf.
- [39] Greenfacts. (s.f). *Clasificación estándar de la IARC*. <https://www.greenfacts.org/en/index.htm>. Recuperado de: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/clasificacion-iarc.htm>. (Enero 2024).
- [40] Naturaleza de Derechos. (2015). *Argentina: Se conmina al Estado Nacional a que reactive el funcionamiento de la Comisión Nacional de Investigaciones sobre Agroquímicos*. <https://www.biodiversidadla.org/>. Recuperado de: https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Argentina_Se_conmina_al_Estado_Nacional_a_que_reactive_el_funcionamiento_de_la_Comision_Nacional_de_Investigaciones_sobre_Agroquimicos. (Diciembre 2023).
- [41] Castagneto, C.D. (2018). Recuperado de: <https://www.hcdn.gob.ar/diputados/ccastagneto/proyecto.html?exp=1231D2018>. www.hcdn.gob.ar. (Enero 2024).
- [42] Cámara de Diputados de la Provincia del Chaco. (s.f). *La Cámara de Diputados de la Provincia del Chaco Sanciona con fuerza de Ley Nro.6573*. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://faolex.fao.org/docs/pdf/arg124932.pdf>. (Enero 2024).
- [43] Primer informe de comisión provincial de investigación de contaminantes del agua. (2010). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://redaf.org.ar/wpcontent/uploads/2010/07/chaco_-_primer-informe_final.pdf
- [44] Benítez-Leite, S.; Macchi, M.L.; Acosta, M. (2009). *Malformaciones Congénitas asociadas a agrotóxicos*. <https://www.scielo.cl/>. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062009000400010. (Febrero 2024).

- [45] Biodiversidad. (2011). *Tolerancia a herbicidas y cultivos transgénicos: Porqué el mundo debería estar preparado para abandonar el glifosato*. <https://www.biodiversidadla.org/>. Recuperado de: https://www.biodiversidadla.org/Documentos/Tolerancia_a_herbicidas_y_cultivos_transgenicos. (Diciembre 2023).
- [46] Antoniou, M.; Mostafa Habib, M.E.; Howard, C.V; Jennings, R.C.; Leifert, C.; Nodari, R.O.; Robinson, C.; Fagan, J. (2011). *Roundup and birth defects: Is the public being kept in the dark?*. <https://earthopensource.org/>. Recuperado de: <http://earthopensource.org/earth-open-sourcereports/roundup-and-birth-defects-is-the-public-being-kept-in-the-dark/>. (Enero 2024).
- [47] Longstaff, B. (2023). *“Estamos todos expuestos”*. <https://ploff.net/>. Recuperado de: <https://ploff.net/ba-264-resultados-exiliados/>. (Diciembre 2023).
- [48] Aparicio, V. C. (s.f). *Transición hacia la protección sostenible de las plantas en la agricultura: presentación del proyecto SPRINT*. <https://repositorio.inta.gob.ar>. Recuperado de: https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/9368/INTA_CRBsAsSur_EEABalcarce_Aparicio_VC_Transici%C3%B3n_protecci%C3%B3n_sostenible_plantas.pdf. (Febrero 2024).
- [49] Medios UNNE. (2024). *Argentina abandonó un estudio que la exponía como la más contaminada con pesticidas*. <https://medios.unne.edu.ar/>. Recuperado de: <https://medios.unne.edu.ar/2024/01/15/argentina-abandono-un-estudio-que-la-exponiacomo-la-mas-contaminada-con-pesticidas/>. (Febrero 2024).

CAPÍTULO 7:
¿YA DEJASTE DE SER AMBIENTALISTA?

Luego de una nefasta experiencia donde se mezclaron intereses políticos, empresariales y la necesidad de los trabajadores, y tras vivir una jornada violenta que frustró una visita a una localidad de vecinos afectados en su salud por los agroquímicos, recibí una llamada de una persona cercana donde me preguntaba: ¿Ya dejaste de ser ambientalista? En ese momento caí en la cuenta de que defender una verdad que desnuda la nula importancia que este modelo le da a la salud de la población, automáticamente me encolumna con los defensores fundamentalistas del medio ambiente y en una posición antagónica, con los que a su parecer, defienden el progreso como herramienta para paliar la hambruna mundial. Quizás tampoco se den por aludidos de que nuestros hijos desde que nacieron se están alimentando con productos derivados de organismos genéticamente modificados diseñados para soportar una cantidad de tóxicos nunca antes visto. Los interesados en los efectos que tienen los mutágenos sobre nuestro material hereditario no podemos quedar indiferentes ante semejante amenaza y si lo hacemos seremos seguramente interpelados por las generaciones futuras ante tanto silencio cómplice.

En su libro “*Sin Rumbo*” de Eugenio Cambaceres (1885), el autor relata como un dandy de la generación del 80, se suicida haciéndose el “*ara kiri*”, cuando ve morir a su hija luego de sufrir una grave enfermedad, y con ella ve morir también su destino dorado, en donde la oligarquía argentina de la época cree que está subido a un tren de oro que va en dirección a su destino triunfal, que le permite ser el granero del mundo, no construir un país, sino gozarlo.

La relación que tienen las prácticas extractivas, con la destrucción de la naturaleza a escala planetaria, y sus consecuencias cada vez más graves, generan gran incertidumbre para el futuro de la humanidad y la biodiversidad.

Los acuerdos internacionales de las últimas décadas resultaron insuficientes para frenar el proceso de deterioro global.

Querer dominar y sojuzgar la naturaleza, se transformó en un gran error en el presente que se tiene que corregir y remediar en lo material, desde el principio de armonía de la humanidad con la naturaleza, a través de la educación.

Este proceso operó y continúa operando en la educación y la producción, a todos los niveles, y esto es lo que se tiene que desactivar, para frenar este proceso destructivo.

Cualquier persona medianamente informada, puede entender los problemas ambientales graves, como la pérdida de sustentabilidad del planeta que ya existe y otros que se avecinan. De lo que se trata es de vivir en armonía con la naturaleza y todo ser vivo que la habita. La ciencia y la tecnología tienen que seguir el sentido de la vida de todos los seres.

Este principio filosófico tiene que ser enseñado en la familia, en todos los niveles educativos, a empresarios, profesionales, trabajadores, consumidores y gobernantes. Sería una forma de frenar la destrucción de la naturaleza y poner ciertos límites a la investigación y a la producción de ambiciones desmedidas [50].

Como bien nos anticipa el respetado periodista argentino Alberto Medina Méndez [51]: “Tal vez debiéramos replantearnos si realmente queremos cambiar las cosas. Es probable que solo deseemos sentirnos menos culpables, o posar sobre nosotros mismos un manto de piedad para justificar nuestros errores, nuestras complicidades y silencios.

Nuestras sociedades están repletas de gente valiosa, dispuesta a poner empeño, pero es sano tomar la más exacta dimensión, porque nunca se trata de una batalla corta, ni fácil.

Siempre, del otro lado, estarán los que tienen sobrados motivos para que nada cambie. Los movilizan intereses sectoriales, personales y políticos. Ellos están preparados para soportar los embates del descontento social, expresado de modo desordenado, inconsistente y sin soluciones prácticas a la mano.

Saben que, del lado de los ciudadanos, los hay con preocupaciones, pero sin tiempo material ni recursos económicos para emprender batallas prolongadas. Ellos, por el contrario, disponen de todos los elementos, y saben que el tiempo es su mejor aliado.

Para evitar una nueva frustración y la impotencia que viene de su mano, solo resta diagnosticar adecuadamente el problema a enfrentar. Para conseguir que nuestra sociedad gire en el sentido correcto, hace falta mucho más que tener la razón o creer tenerla. Dar la batalla implica prepararse para una larga travesía, atestada de escollos, y sinsabores. Si se está preparado a recorrer ese camino, pues manos a la obra. Si de lo contrario, solo se harán intentos furtivos, preparémonos para resultados exigüos.

El compromiso de la sociedad resulta imprescindible. Tal vez haya que entender que la tenacidad no es un requisito más, sino el requisito por excelencia”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [50] Castillo Sarmiento, A.Y.; Suárez Gelvez, J.H.; Mosquera Tellez, J. (2017). *Naturaleza y sociedad: relaciones y tendencias desde un enfoque eurocéntrico*. Revista Luna Azul. <https://redalyc.org>. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/3217/321750362021/> (Enero 2024).
- [51] Medina Méndez, A. (s.f). Tenacidad. El requisito. <https://teodulopezmelendez.wordpress.com/>. Recuperado de: <https://teodulopezmelendez.wordpress.com/2010/10/06/tenacidad-el-requisito/>. (Febrero 2024).

CAPÍTULO 8:
¿PUEDE LA CIENCIA ALIMENTAR AL MUNDO?

Los granos GM (genéticamente modificados), pueden ser parte importante de la agricultura, pero no son la panacea para el mundo hambriento a pesar de las muchas aseveraciones de sus defensores”.

En la práctica, la primera generación de granos GM, ha sido claramente irrelevante para los países pobres. Exagerar sus beneficios solo incrementa la desconfianza pública sobre los GM, como lo muestra la preocupación sobre la percepción de privatización y monopolización de la agricultura focalizado en la ganancia. Ni la ciencia o la tecnología por sí mismas, son panacea para la solución del hambre. Es la pobreza, no la falta de producción de alimentos, la causa del hambre [52].

La actividad agrícola de las últimas décadas, y quizás en mayor medida que otros factores, fue indiscutiblemente responsable del surgimiento del Antropoceno. Con anterioridad, la agricultura se basaba en producciones a baja escala, con diversificación de especies, en muchos casos para consumo local y regional y con moderados excedentes para un intercambio comercial. El advenimiento y desarrollo intensivo de la capacidad tecnoindustrial, el crecimiento desbordado de la población y la hiperurbanización del último siglo desencadenaron el uso de nuevas formas y métodos para la producción de alimentos. Se modificaron especies utilizando enormes extensiones de tierras para la producción agroindustrial de monocultivos, lo que implicó la deforestación creciente de bosques, cambios en el uso del suelo, modificación de la cobertura vegetal, pérdida de biodiversidad, introducción de especies invasoras en prácticamente la totalidad del planeta, alteración del albedo y del balance de energía, y elementos entre el suelo y la atmósfera. Un ejemplo claro al respecto es la alteración global del ciclo del nitrógeno a partir del uso masivo de fertilizantes artificiales de origen petroquímico. Por otra parte, y en relación con el consumo de agua dulce en el mundo, la agroindustria representa el máximo consumidor del recurso con un 70 %, en especial utilizada en los monocultivos, le sigue el resto de la industria con el 22 %, mientras que el consumo humano solo alcanza el 8 %. Se calcula que solo el 3 % de las plantas alimenticias son utilizadas por la agroindustria, lo cual habla de una reducción dramática de especies. Esta tendencia pone en jaque la seguridad alimentaria de gran parte de la población mundial, al desplazar cultivos tradicionales en diferentes regiones del planeta. Si bien es cierto que más de la mitad de la población mundial reside en ciudades, también lo es que cerca de un 10 % de los

territorios en el mundo son “urbanos” y un 90 % serían “rurales” o semirurales. Y es en ese 90 % donde se concentran las reservas de agua dulce, gran parte de los ecosistemas costeros y terrestres, las tierras agrícolas, los minerales, y también los paisajes con las bondades medioambientales que ofrecen. De esta manera, “lo rural” deja de comprenderse como un espacio de deficiencias y de pobreza, y se percibe como un espacio de oportunidades para transformar los sistemas alimentarios y energéticos, para utilizar de manera sostenible la biodiversidad y contribuir a la conservación de recursos naturales. Es por ello que lo rural debe ocupar un lugar central en las agendas de desarrollo nacional y regional. El Antropoceno nos invita a mirar experiencias de producción alternativas de alimentos, no como rezagadas o residuos del pasado, sino más bien como oportunidades de un futuro probable, más equilibrado con el sistema Tierra y más igualitario para la humanidad. Es en este punto en el que se requiere una comprensión y valoración profunda de estas experiencias, en el que la pregunta antropológica por otros modos de estar en el mundo, alternativos a los del capitalismo predatorio, cobra especial interés[53].

Es imprescindible aquí citar a una de las voces argentinas más respetadas en el mundo, Walter Pengue, doctor en agroecología, experto en agricultura y desarrollo rural sostenible. Se desempeña como ingeniero agrónomo especializado en temas de manejo de suelos, producción de alimentos y evaluación de impactos ambientales y socioeconómicos de la implementación de nuevas tecnologías.

“Es como si fuera una caricatura de la historia colonial de las “Banana Republic” de principios del pasado siglo XX, otrora desarrolladas en el centro y norte del sur de América, donde se transformaron enormes territorios en latifundios exportadores de bananas y dejaron un tendal de costos sociales, económicos, políticos, culturales y ambientales. Con la llegada del nuevo milenio, se erige ahora en cambio en el Sur de América, un nuevo coloso productor de soja que, integrando a toda la región, es el principal productor, transformador y exportador del grano a nivel mundial. La “República Unida de la Soja”, un *leitmotiv* promovido por la propia empresa Syngenta, hace unos años, resaltaba la relevancia que la región representaba para la agroindustria global, como proveedora de commodities pasando incluso por encima de las fronteras y los intereses nacionales.

El papel de la Argentina en la promoción del modelo agrícola industrial transgénico fue crucial y fue el país que representó la cabecera de playa de esta expansión para la industria semillera y agroquímica mundial, focalizada en su primera etapa hacia los países con grandes territorios agrícolas (Estados Unidos en el norte y Argentina en el sur).

La soja sale por las “*Venas Abiertas de América Latina*”, como emulaba sobre los impactos del colonialismo europeo, el célebre escritor uruguayo, Eduardo Galeano. La otra cara, es el vaciamiento de las pampas de Sudamérica. En general, uno de los indicadores más intensos de la agricultura global, tiene a los fertilizantes sintéticos, como una métrica de su avance tecnológico.

Más fertilizantes industriales consumen los países, más “desarrollados” son, según muestran los indicadores agronómicos convencionales. Sin embargo, lo que no miden, es en realidad, la extracción de nutrientes que esta agricultura minera genera en los países productores y los efectos ambientales negativos que produce tal tipo de fertilización.

Los promotores de estas acciones tuvieron por un lado a las empresas de agroquímicos y de semillas, pero por el otro contaron también con pseudo organizaciones técnicas que utilizaron las primeras, como una pantalla para la demostración de sólo las bondades (pero ocultando sus costos) de una técnica conservacionista como la siembra directa para expandir sus objetivos: el aumento de las ventas de agroquímicos, fertilizantes y granos.

Pero este modelo agrícola global no pretende medir los Invisibles. Por un lado, la brutal extracción y flujo de nutrientes que vacía la caja de ahorros de los nutrientes de los ricos suelos sudamericanos. Y por el otro, la irrefrenable aparición de resistencias en malezas, que se ha convertido en el principal dolor de cabezas de la agronomía convencional. A ello se suman, los crecientes reclamos que ni los gobiernos, ni por supuesto las empresas quieren ver, los pedidos de los llamados pueblos fumigados, por una agricultura que no contemple ni el uso de agrotóxicos ni de fertilizantes sintéticos. La salud comienza a ser una fuerte preocupación de estas poblaciones y la sociedad civil en general [54].

Existe una lucha despiadada por el “espacio vital” y un sobreconsumo de recursos naturales limitados. El ser humano se ha convertido en una especie parásita dentro del universo de seres vivos. Se explota en forma ilimitada la tierra para su proceso de expansión, lo que se da en llamar “geofagia”. Los costos de este brutal proceso están siendo tapados por el sistema monetario.

Mientras los países desarrollados se hacen más ecológicos, nosotros estamos entregando parte de nuestro territorio para alimentar al mundo, teóricamente. Y lo que es peor aún el Estado no interviene ante la enorme demanda social, acompañada por la emergencia de una multiplicidad de enfermedades relacionadas con la presencia de toda clase de Pesticidas en la mayoría de las matrices analizadas [55].

La población mundial, se calcula, llegará en 2050 a los 9.600 millones de habitantes, según un informe de las Naciones Unidas. Lo que significa, 2.400 millones más de bocas que alimentar. Ante estas cifras, se extiende un discurso oficial que afirma que para dar de comer a tantísimas personas es imprescindible producir más. Sin embargo, es necesario preguntarnos, ¿Hoy falta comida? ¿Se cultiva bastante para toda la humanidad?

Actualmente, en el mundo, “se producen alimentos suficientes para dar de comer hasta 12 mil millones de personas, según datos de la FAO”, afirmaba Jean Ziegler, relator especial de las Naciones Unidas para el derecho a la alimentación entre los años 2000 y 2008. Y recordemos que el planeta, lo habitan 8.000 millones. Aparte, cada día se tiran 1.300 millones de toneladas de comida a escala mundial, un tercio del total que se produce, conforme un estudio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Según estos datos, comida no falta.

Las cifras señalan que el problema del hambre no se debe a la escasez de alimentos, a pesar de que algunos se empeñen en afirmar todo lo contrario. El mismo Jean Ziegler lo decía: “Las causas del hambre son provocadas por el hombre. Se trata de un problema de acceso, no de sobrepoblación o subproducción”. En definitiva, es una cuestión de falta de democracia en las políticas agrícolas y alimentarias. De hecho, en la actualidad, se estima que casi una de cada ocho personas en el mundo pasa hambre, según datos de la FAO. La aberración de la hambruna actual es que se da en un planeta de la abundancia de comida.

Entonces, ¿por qué hay hambre? Porque muchas personas no pueden pagar el precio cada día más caro de los comestibles. Los alimentos se han convertido en una mercancía y si no puedes costearlos antes se tiran que darlos para comer. Del mismo modo, no sólo se producen cereales para alimentar a las personas sino, también, para los coches, como los agrocombustibles, y para los animales, la cría de los cuales necesita de mucha más energía y recursos naturales que si se alimenta, con dichos cereales, directamente a personas. Se elabora comida, pero una gran cantidad de la misma no acaba en nuestro estómago. El sistema de producción, distribución y consumo de alimentos está diseñado únicamente para dar dinero a aquellas empresas del agronegocio que monopolizan de origen a fin la cadena agroalimentaria. He aquí, la causa del hambre.

Por consiguiente, ¿por qué algunos siguen insistiendo en que hay que producir más? ¿Por qué nos dicen que hace falta una agricultura industrial, intensiva y transgénica que nos permita alimentar al conjunto de la población? Nos quieren hacer creer que las causas del hambre serán la solución, pero esto es falso. Más agricultura industrial, más agricultura transgénica, como ya se ha demostrado, significan más hambre. Hay mucho en juego, cuando hablamos

de comida. Las grandes empresas del sector lo saben bien. De aquí que el discurso hegemónico, dominante, nos diga que ellas tienen la solución a la hambruna mundial, cuando en realidad son quienes, con sus políticas, la provocan.

La agricultura campesina y ecológica es más productiva y eficiente y garantiza mejor la seguridad alimentaria de las personas que la agricultura industrial. “La evidencia científica demuestra que la agroecología supera al uso de los fertilizantes químicos en el fomento de la producción de alimentos, sobre todo en los entornos desfavorables donde viven los más pobres”. El informe *“La agroecología y el derecho a la alimentación”*, a partir de la sistematización de datos de varios estudios de campo, lo dejaba claro: “En diversas regiones se han desarrollado y probado con excelentes resultados técnicas muy variadas basadas en la perspectiva agroecológica. Tales técnicas, que conservan recursos y utilizan pocos insumos externos, tienen un potencial demostrado para mejorar significativamente los rendimientos”.

Uno de los principales estudios, dirigido por Jules Pretty, y citado en dicho informe de la ONU, analizaba el impacto de la agricultura sostenible, ecológica y campesina en 286 proyectos de 57 países pobres, en un total de 37 millones de hectáreas (el 3% de la superficie cultivada en países en desarrollo), y sus conclusiones no dejaban lugar a dudas: la productividad de estas tierras, gracias a la agroecología, aumentó en un 79% y la producción media de alimentos por hogar creció en 1,7 toneladas anuales (hasta un 73%). Posteriormente, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) tomaron de nuevo estos datos para analizar el impacto de la agricultura ecológica y campesina específicamente en los países africanos. Los resultados aún fueron mejores: el aumento medio de las cosechas en los proyectos en África fue del 116% y en África Oriental del 128%. Otros estudios científicos, citados en el informe *“La agroecología y el derecho a la alimentación”*, llegaban a las mismas conclusiones.

Además, la agricultura ecológica y campesina no solo es altamente productiva, e incluso más que la agricultura industrial, especialmente en los países empobrecidos, sino que, como afirmaban los estudios anteriormente citados, cuida de los ecosistemas, permite “contener e invertir la tendencia en la pérdida de especies y la erosión genética” y aumenta la resiliencia al cambio climático. Asimismo, da mayor autonomía al campesinado: “Al mejorar la fertilidad de la producción agrícola, la agroecología reduce la dependencia de los agricultores de los insumos externos y de las subvenciones estatales”.

Otro importante informe que apunta en esta dirección son las conclusiones a las que llegó uno de los principales procesos intergubernamentales

que se hayan llevado a cabo para evaluar la eficacia de las políticas agrícolas: la Evaluación Internacional del papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola (IAASTD, en sus siglas en inglés). Una iniciativa impulsada, en un primer momento, por el Banco Mundial y la FAO, y que contó con su patrocinio y el de otras organizaciones internacionales como el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el PNUMA, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El objetivo de dicho proceso era evaluar el papel del conocimiento, la ciencia y la tecnología agrícola en la reducción del hambre y la pobreza en el mundo, la mejora de los medios de subsistencia en las zonas rurales y la promoción de un desarrollo ambiental, social y económico sostenible. La evaluación, que se llevó a cabo entre los años 2005 y 2007, contó con una dirección integrada por representantes de gobiernos, ONGs, grupos de productores y consumidores, entidades privadas y organizaciones internacionales, con un claro equilibrio geográfico, quienes escogieron a 400 expertos mundiales para que llevaran a cabo dicho estudio, que incluía una evaluación mundial y cinco de regionales.

Sus conclusiones marcaron un punto de inflexión, ya que por primera vez un proceso intergubernamental de estas características, y patrocinado por dichas instituciones, realizaba una apuesta clara y firme por la agricultura ecológica y señalaba su alta productividad. En concreto, el informe afirmaba que “el aumento y el fortalecimiento de los conocimientos, la ciencia y la tecnología agrícola orientados a las ciencias agroecológicas contribuirán a resolver cuestiones ambientales, al tiempo que se mantiene y aumenta la productividad”.

Asimismo, consideraban que la agricultura ecológica era una alternativa real y viable a la agricultura industrial, que garantizaba mejor la seguridad alimentaria de las personas y que era capaz de revertir el negativo impacto medioambiental de esta última. El informe decía: “La huella ecológica de la agricultura industrial es ya demasiado grande como para ignorarla. Las políticas que promueven una adopción más rápida de soluciones de eficacia para la mitigación y la adaptación al cambio climático pueden contribuir a frenar o invertir esta tendencia y, al mismo tiempo, mantener una adecuada producción de alimentos. Las políticas que promueven prácticas agrícolas sostenibles, estimulan una mayor innovación tecnológica, como la agroecología y la agricultura orgánica para aliviar la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria”.

Los resultados del IAASTD consideraban, igualmente, a la agricultura industrial e intensiva como generadora de “inequidades”, la acusaban del “ma-

nejo insostenible del suelo o el agua” y de prácticas basadas en la “explotación laboral”. La evaluación concluía que “las variedades de cultivos de alto rendimiento, los productos agroquímicos y la mecanización han beneficiado principalmente a los grupos dotados de mayores recursos de la sociedad y a las corporaciones transnacionales, y no a los más vulnerables”.

Este informe, con dichas conclusiones, fue aprobado por las autoridades de 58 países en una asamblea plenaria intergubernamental, en abril de 2008, en Johannesburgo, quienes mostraron su acuerdo y avalaron los resultados. Estados Unidos, Canadá y Australia, por su parte, y como no nos sorprenderá, se negaron a suscribir esta evaluación y mostraron reservas y disconformidades a la totalidad.

En realidad, no solo la agricultura campesina y ecológica puede alimentar al mundo, sino que es la única capaz de hacerlo. No se trata de un retorno romántico al pasado ni de una idea bucólica del campo sino de hacer confluir los métodos campesinos de ayer con los saberes del mañana y democratizar radicalmente el sistema agroalimentario [56].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [52] *How to feed a hungry world*. (2010). Recuperado de: file:///C:/Users/raulh/Downloads/466531a.pdf. (Diciembre 2023).
- [53] Mantiñán, L.M. (2022). *El Antropoceno, la producción de alimentos y las nuevas subjetividades antropocénicas en América Latina*. <https://revistas.uniandes.edu.co/>. Recuperado de: <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/nys/article/view/4739>. (Enero 2024).
- [54] Pengue, W. (2018). *ATLAS DEL AGRONEGOCIO* - Edición Cono Sur. Buenos Aires.
- [55] Apuntes del autor: Conferencia del Dr. Walter Pengue en la Universidad Nacional del Nordeste. Julio de 2018.
- [56] UNDP, FAO, UNEP, UNESCO, THE WORLD BANK, WHO, GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY. (2009). *La Evaluación Internacional del Papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola (IAASTD) y la Soberanía Alimentaria*. <https://www.ecologiapolitica.info/>. Recuperado de: https://www.ecologiapolitica.info/wp-content/uploads/2016/03/038_Rivera_2009.pdf (Diciembre 2023).

**CAPÍTULO 9:
A CONFESIÓN DE PARTES...RELEVO DE
PRUEBAS**

Como veremos, las voces críticas al modelo agropecuario actual dominante en Argentina, también se empezaron a escuchar desde adentro de las mismas filas de los defensores del agronegocio y de partes de técnicos idóneos del INTA.

En el documento denominado: *“Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente”* [57], del año 2015, el mismo Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria expresaba claramente:

“El actual modelo de agricultura industrial o modelo extractivo ha pretendido que la química, en este caso, los plaguicidas, controle a la biología, simplificando así la toma de decisiones. Sin embargo, dentro de este modelo, no se ha tenido en cuenta que el uso excesivo de plaguicidas pone en serio riesgo al recurso suelo, debido a que se disminuye la capacidad del mismo para cumplir con una de sus funciones vitales que es actuar como reactor bio-físico-químico.

El control de plaguicidas ha cobrado una mayor importancia para la sociedad debido al mayor conocimiento de los potenciales peligros asociados a su uso, junto con la disponibilidad de datos sobre su presencia en el ambiente.

El objetivo de la incorporación de plaguicidas en los sistemas productivos es el control de malezas y plagas, en este sentido, se aplican tanto sobre los cultivos como en el suelo descubierto. Sin embargo, no es la única “función” que tienen estos químicos en el medio ambiente, es decir, no sólo pueden afectar las malezas del suelo y/o las plagas que combaten, sino que su efecto adverso residual se ve aumentado al atacar de forma indirecta a los organismos no blanco del suelo y de otros ambientes (acuáticos y aéreo), que también son destino de estas moléculas.

En las últimas décadas, el incremento de la contaminación provocada por la liberación desmesurada de distintas clases de químicos ha afectado el medio ambiente y la salud de los organismos. Por tal motivo, existe una gran necesidad de utilizar métodos rápidos y precisos, por un lado, para la detección y evaluación de la contaminación y, por otro, para estudiar los efectos sobre los organismos. Los biomarcadores son potencialmente útiles para analizar hipótesis sobre los mecanismos de toxicidad de los productos químicos, si bien se utilizan para medir la exposición y/o los efectos sobre distintos niveles de organización biológica, incluyendo, suborganismo, organismo, población,

comunidad y ecosistema. El uso más frecuente de los biomarcadores se aplica para un mejor entendimiento de la exposición de los organismos a los contaminantes ambientales disponibles; sin embargo, el uso potencial de éstos es la cuantificación in situ de los efectos y el diagnóstico de las causas. Los biomarcadores son esenciales para poder predecir riesgos y definir un sistema biológico de alerta eficiente. En este sentido, resulta también muy útil que el biomarcador elegido muestre una fuerte dependencia tanto de la concentración de los contaminantes como del tiempo de exposición a ellos, lo cual permitirá una predicción del riesgo poblacional más precisa.

Argentina es un país mundialmente reconocido por su rol de proveedor de productos primarios agropecuarios. Según datos de la FAO (2015), respecto de la utilización de herbicidas por superficie arable por país, Argentina está en el segundo lugar de mayor utilización de herbicidas por hectárea en sus sistemas productivos.

Sin embargo, este uso intensivo de herbicidas no se ve reflejado en un mayor rendimiento por hectárea comparado con otros países como Estados Unidos, Alemania, Francia y Dinamarca (Banco Mundial, 2015) donde hay una mayor eficiencia en la producción de granos por cantidad de herbicida empleado. Para visualizar esto seleccionamos países del mundo que contaran con información sobre utilización de herbicidas (FAO, 2015) y rendimiento por hectárea arable, para un mismo año (Banco Mundial, 2015), y vemos que Argentina es el país menos eficiente en producir granos, seguido de Chile y Brasil.

Como hemos expuesto en este documento, el suelo es un recurso natural no renovable a escala de vida humana que se puede conceptualizar como un reactor biofísico-químico con funciones potenciales de filtración, amortiguación, depuración y regulación de los ciclos biogeoquímicos. La presencia de plaguicidas en distintas matrices ambientales indica un agotamiento en la capacidad del suelo de funcionar como reactor. El suelo, al operar como una interfase entre el aire y el agua, estaría provocando un impacto en estos dos recursos vitales. La presencia de plaguicidas en distintos compartimentos ambientales genera una preocupación genuina en la sociedad. El sistema científicotecnológico ligado a la producción agropecuaria debe tener una posición que jerarquice la discusión y establezca un mensaje claro. El manejo de los suelos, los sistemas de labranzas, los sistemas ecológicos, las tecnologías de procesos, la reducción de dosis de plaguicidas y el uso de insumos en el marco de las buenas prácticas agrícolas, entre otras prácticas agronómicas, son herramientas a debatir para proponer, desde INTA, alternativas al modelo agropecuario actual.

Generalmente, el principal objetivo del modelo actual es maximizar la renta con una mirada de corto plazo, poniendo en situación crítica al Sistema Agroalimentario Argentino en el mediano y largo plazo. Por otra parte, algunos estudios indican que, si bien los rendimientos en toneladas de cultivo por hectárea han aumentado en diferentes porcentajes para diferentes cultivos, la capacidad de captación de esa ganancia por parte del productor agropecuario argentino es menor debido justamente a que hay una transferencia de esa rentabilidad a las empresas que producen y venden los paquetes tecnológicos de altos insumos, esto indica una baja eficiencia productiva de Argentina. Sumado a que las empresas que producen y venden plaguicidas son en su mayoría internacionales y/o multinacionales, existe una pérdida en la competitividad de los productores locales (aquellos capaces de garantizar un desarrollo territorial eficiente) y, a su vez, esa captación de ganancia por parte de las empresas multinacionales no queda dentro de las fronteras nacionales, sino que contribuye a una fuga de divisas al exterior.

Los profesionales vinculados al sistema agropecuario deberán hacer ejercicio de sus profesiones con una visión amplia, integrando la parte ambiental, social y productiva del sector agropecuario donde las universidades jugarán un rol fundamental. Es necesario que los ingenieros agrónomos desarrollen un espíritu crítico y compromiso social, siendo actores fundamentales en la práctica de producciones sustentables. En otro terreno, la legislación argentina contempla umbrales de concentración de plaguicidas de uso actual en matrices ambientales (suelo – agua), de un número muy reducido de moléculas. Ante la escasez de estos umbrales, contamos con las referencias europeas y estadounidenses. Sin embargo, es importante informar a los organismos decisores de políticas públicas los resultados que obtenemos, para asegurar la producción de materias primas y alimentos sin afectar la salud de la población y del ambiente. Contar con información científica sobre la presencia de plaguicidas en el ambiente nos conduce a debatir en qué condiciones ambientales deseamos vivir nosotros y nuestras generaciones futuras”.

Pero también se escucharon voces críticas desde el mismo corazón de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola, donde se expresaron en una nota periodística muy esclarecedora [58]:

“No parece quedar mucho para decir de la adaptación de las plagas y las malezas a las herramientas de control. La naturaleza siempre gana y tal vez, en lugar de seguir planteando el problema como una batalla de la agricultura y buscar armas cada vez más poderosas, lo mejor sería aceptar que se equivocó el camino y empezar a desandararlo”.

Ese fue el mensaje de fondo que se percibió en la jornada sobre el aprendizaje de los proyectos Plagas y Malezas de las regiones CREA que tuvo lugar en Septiembre de 2019 en la sede porteña de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (Aacrea).

Emilio Satorre, Coordinador Académico de Agricultura en la Unidad de Investigación y Desarrollo de Aacrea describió los problemas generados por lo que llamó “el modelo simple agrícola”. Según él, hay un claro deterioro del ambiente biótico y el origen de los problemas complejos en la dinámica de malezas y plagas son los cambios en el sistema de producción (la expansión agrícola), en el sistema tecnológico y en la actitud del productor, que buscó la simplificación de los sistemas productivos y la concentración genética. “Las malezas resistentes son un síntoma del deterioro. Las resistencias son resultado de procesos adaptativos de la naturaleza, la biología nos enseña que para el manejo de un problema tenemos que cambiar constantemente su solución”, aseguró el profesor de la Facultad de Agronomía de la UBA, y añadió: “Nuestra agricultura está buscando el modo de reconstruirse”.

La descripción general de Satorre fue confirmada más tarde, por los asesores que trabajan en cada región del movimiento, que revelaron el exponencial crecimiento del número de especies (insectos y hierbas), resistentes o tolerantes a los agroquímicos más utilizados, en todas las zonas y todos los cultivos. Lucas Cazado, líder del proyecto plagas de Aacrea, comentó algunas conclusiones a las que llegó la red de evaluación de problemas presente en 14 regiones CREA. Según los datos de uso de herramientas biotecnológicas e insecticidas mostrados por Cazado, los mismos productores CREA, que cuentan con el valioso “acceso al conocimiento”, no están haciendo las cosas del todo bien.

Fernando García Frugoni, líder del proyecto Malezas de Aacrea expresó: “Las malezas resistentes son uno de muchos síntomas de que nuestro sistema de producción está totalmente hackeado”.

Otros síntomas de ese “*hackeo*” que empujan al cambio de rumbo, son las demandas de la sociedad. “Todos tenemos más derechos a pedir explicaciones y también tenemos que darlas. La buena noticia es que el que lo haga bien va a tener formas de diferenciación”, afirmó el técnico. Y luego mostró un gráfico muy simple que ilustra tal vez la principal razón por la que los productores pronto se convencerán de la necesidad de un cambio. Se trataba de la curva de respuesta de los rendimientos a la cantidad de insumos aplicados a los cultivos. Hoy la cantidad de insumos que se está usando ya no se traslada a aumentos de rendimiento proporcionales, (ver capítulo 11) y que hay que “saltar de la curva” para obtener el mismo rinde con menos insumos.

Sin duda, para hacer frente a esos desafíos que quedaron planteados, hará falta profesionales con el cerebro ágil. Parafraseando a Alberto Soriano, antiguo profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, “se necesita un hombre impráctico, que en lugar de estar habituado a la práctica tenga el hábito de pensar”.

Para terminar, usaré una frase del primer párrafo de esta última nota, ¡aunque mucho mejor hubiera sido analizar todas las externalidades del modelo antes de someternos a semejante experimento!

“Lo mejor sería aceptar que se equivocó el camino y empezar a desandar”.

Sería importante aclararles a los defensores de este modelo, altamente dependiente de los indeseables cócteles químicos, que no se puede desandar el camino cuando lo que se modifica es el genoma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [57] Aparicio, V.; De Gerónimo, E.; Hernández Guijarro, K.; Pérez, D.; Portocarrero, R.; Vidal, C. (2015). *Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente*. Ediciones INTA. Recuperado de: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/15450> (Diciembre 2023).
- [58] Villamil, L. (2019). *Plagas y malezas: cómo reconstruir un sistema hackeado*. <https://www.clarin.com/>. Recuperado de: https://www.clarin.com/rural/plagas-malezasreconstruir-sistemahackeado_0_wv2D3-tO.html (Enero 2024).

CAPÍTULO 10:
UN EXPERIMENTO A CIELO ABIERTO
Autor: Darío Fernandez Zoppino

La agricultura moderna, una de las actividades humanas más antiguas y esenciales, ha evolucionado significativamente desde sus orígenes. Hoy en día, es fundamental para satisfacer las necesidades alimenticias de una población mundial en constante crecimiento, que se prevé alcanzará los 9.7 mil millones para el año 2050. Esta evolución ha traído consigo avances tecnológicos y prácticas agrícolas intensivas que han permitido aumentar la producción de alimentos a niveles sin precedentes. Sin embargo, esta dependencia de métodos modernos, especialmente el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas, ha convertido nuestras tierras agrícolas en un “experimento a cielo abierto” con profundas e inesperadas implicaciones para el medio ambiente.

El uso de fertilizantes y pesticidas ha sido crucial para mejorar el rendimiento de los cultivos y combatir plagas y enfermedades. Sin embargo, esta práctica ha generado una serie de problemas ambientales y de salud pública que no podemos ignorar. La aplicación excesiva e indiscriminada de estos productos químicos ha llevado a la contaminación del suelo, el agua y el aire, afectando no solo los ecosistemas locales, sino también la calidad de vida de millones de personas en todo el mundo. La comprensión de la contaminación ambiental derivada de estos productos es, por tanto, de suma importancia.

Esta contaminación está estrechamente ligada a varios de los desafíos ambientales más críticos que enfrentamos hoy en día. Uno de los más significativos es el cambio climático. Los fertilizantes nitrogenados, por ejemplo, emiten óxido nitroso, un potente gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global de manera significativa. Además, la producción y el transporte de fertilizantes y pesticidas liberan grandes cantidades de dióxido de carbono y otros contaminantes, exacerbando el problema del cambio climático.

La pérdida de biodiversidad es otro grave impacto de la agricultura intensiva. Los pesticidas no solo eliminan las plagas, sino que también afectan a una amplia gama de organismos no objetivo, incluidos polinizadores esenciales como las abejas y las mariposas. La pérdida de estos polinizadores tiene repercusiones directas en la producción de alimentos y la estabilidad de los ecosistemas. Asimismo, el escurrimiento de fertilizantes en cuerpos de agua lleva a la eutrofización, que destruye hábitats acuáticos y reduce la biodiversidad en estos entornos.

El impacto económico de la contaminación ambiental por fertilizantes y pesticidas es significativo. La degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad pueden reducir la productividad agrícola a largo plazo, lo que afecta la seguridad alimentaria y la economía global. Además, los costos asociados con la limpieza y restauración de ecosistemas contaminados, junto con los gastos en atención médica derivados de problemas de salud relacionados, representan una carga financiera considerable.

La salud humana también se ve afectada por la contaminación derivada del uso de estos productos. La exposición a pesticidas está vinculada a una serie de problemas de salud, incluidos cáncer, enfermedades respiratorias y trastornos neurológicos. Los residuos de pesticidas en alimentos y agua potable representan un riesgo significativo para la salud pública, especialmente en comunidades rurales donde el acceso a servicios de salud es limitado. Los fertilizantes, por otro lado, contribuyen a la contaminación del agua potable con nitratos, lo que puede causar el síndrome del bebé azul en infantes y otros problemas de salud en adultos.

Ante este panorama, es crucial reflexionar sobre las implicaciones éticas de nuestras prácticas agrícolas. ¿Es moralmente aceptable seguir utilizando métodos que, aunque eficaces a corto plazo, comprometen la salud del planeta y de las futuras generaciones? Este libro no solo explora los problemas ambientales y de salud asociados con el uso de fertilizantes y pesticidas, sino que también plantea soluciones para mitigar estos problemas. Se abordan estrategias a corto, medio y largo plazo, que incluyen desde la implementación de buenas prácticas agrícolas y el desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas, hasta la promoción de políticas más estrictas y la inversión en investigación sobre agricultura sostenible.

En última instancia, este capítulo ofrece una reflexión ética sobre la preservación de nuestro planeta. La agricultura debe evolucionar hacia prácticas más sostenibles que respeten los límites del medio ambiente y aseguren la salud y bienestar de las generaciones futuras. Es un llamado a la acción para agricultores, científicos, legisladores y ciudadanos en general, para que juntos trabajemos en la construcción de un futuro más saludable y sostenible para todos.

IMPORTANCIA DE ENTENDER LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR FERTILIZANTES Y PESTICIDAS

La agricultura ha sido una actividad fundamental para la humanidad desde tiempos inmemoriales, permitiendo el desarrollo de las civilizaciones y proporcionando los alimentos necesarios para la supervivencia y el crecimiento

poblacional. Con el advenimiento de la revolución verde en el siglo XX, el uso de fertilizantes y pesticidas se incrementó de manera exponencial, transformando radicalmente la producción agrícola. Estos insumos químicos han sido esenciales para aumentar los rendimientos y combatir las plagas, asegurando así una oferta de alimentos constante para una población mundial en rápido crecimiento. Sin embargo, esta dependencia ha traído consigo una serie de problemas ambientales y de salud pública que deben ser abordados con urgencia.

Los fertilizantes y pesticidas, aunque efectivos en sus propósitos inmediatos, se han convertido en una fuente importante de contaminación ambiental. Los fertilizantes, especialmente los nitrogenados, son aplicados para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la productividad de los cultivos. No obstante, el uso excesivo e ineficiente de estos productos ha resultado en la lixiviación y escorrentía de nutrientes hacia cuerpos de agua, causando eutrofización y deterioro de la calidad del agua. Los pesticidas, diseñados para eliminar plagas y enfermedades de las plantas, no solo afectan a los organismos objetivo, sino que también tienen efectos adversos sobre una amplia gama de especies no objetivo, incluidos los seres humanos. La persistencia de muchos pesticidas en el ambiente y su capacidad para bioacumularse en la cadena alimentaria amplifican estos problema.

RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es uno de los desafíos ambientales más urgentes de nuestro tiempo, y la agricultura, a través del uso de fertilizantes y pesticidas, juega un papel significativo en su exacerbación. Los fertilizantes nitrogenados, en particular, son una fuente importante de óxido nitroso (N_2O), un potente gas de efecto invernadero. El N_2O tiene un potencial de calentamiento global 298 veces superior al del dióxido de carbono (CO_2) durante un periodo de 100 años, lo que lo convierte en un contribuyente significativo al calentamiento global. Este gas es liberado al ambiente durante y después de la aplicación de fertilizantes nitrogenados, a través de procesos de nitrificación y desnitrificación en el suelo.

Además de la emisión directa de gases de efecto invernadero, la producción y el transporte de fertilizantes y pesticidas también contribuyen al cambio climático. La fabricación de fertilizantes nitrogenados es un proceso intensivo en energía, principalmente derivada de combustibles fósiles, lo que resulta en la emisión de grandes cantidades de CO_2 . Asimismo, el transporte de estos productos desde los centros de producción hasta las zonas agrícolas consume

combustibles fósiles, añadiendo más CO₂ y otros contaminantes atmosféricos a la atmósfera.

El impacto de los pesticidas en el cambio climático es menos directo, pero no menos significativo. La fabricación de pesticidas también requiere energía y recursos, contribuyendo así a la huella de carbono de la agricultura. Además, los pesticidas pueden afectar la salud de los suelos al matar microorganismos beneficiosos que juegan un papel crucial en el secuestro de carbono. Los suelos saludables y bien manejados pueden actuar como sumideros de carbono, ayudando a mitigar el cambio climático. Sin embargo, el uso excesivo de pesticidas puede degradar la calidad del suelo y reducir su capacidad para almacenar carbono.

En conclusión, entender la contaminación ambiental derivada del uso de fertilizantes y pesticidas es crucial para abordar el cambio climático y sus efectos. Este conocimiento nos permite desarrollar y promover prácticas agrícolas más sostenibles, que no solo aumenten la productividad de los cultivos, sino que también protejan el medio ambiente y contribuyan a la mitigación del cambio climático. A lo largo de este libro, exploraremos en detalle los impactos de estos insumos agrícolas, las posibles soluciones y las estrategias para implementar prácticas agrícolas que sean beneficiosas tanto para la producción de alimentos como para la salud del planeta.

PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

La biodiversidad, la variedad de vida en todas sus formas, niveles y combinaciones, es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas que proporcionan los bienes y servicios que sustentan la vida en la Tierra. Desde la polinización de cultivos hasta la purificación del agua, los ecosistemas saludables y diversos son la base de nuestra supervivencia. Sin embargo, las prácticas agrícolas modernas, particularmente el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas, han puesto en grave peligro esta biodiversidad.

El uso de fertilizantes y pesticidas en la agricultura ha permitido aumentos significativos en la producción de alimentos, pero a un costo ambiental considerable. Estos productos químicos, diseñados para mejorar el crecimiento de las plantas y protegerlas de plagas y enfermedades, tienen efectos colaterales que repercuten negativamente en la biodiversidad. Entender cómo estos insumos agrícolas contribuyen a la pérdida de biodiversidad es crucial para desarrollar estrategias que permitan un equilibrio entre la producción agrícola y la conservación del medio ambiente.

IMPACTO DE LOS FERTILIZANTES EN LA BIODIVERSIDAD

Los fertilizantes, especialmente los nitrogenados y fosfatados, son utilizados para aumentar la fertilidad del suelo y mejorar el rendimiento de los cultivos. No obstante, su uso excesivo e inadecuado ha resultado en la lixiviación y escorrentía de nutrientes hacia cuerpos de agua, causando eutrofización. La eutrofización es un proceso en el cual el exceso de nutrientes en cuerpos de agua conduce a un crecimiento explosivo de algas y otras plantas acuáticas, que a su vez afecta negativamente a los ecosistemas acuáticos. La proliferación de algas puede reducir los niveles de oxígeno en el agua, creando zonas muertas donde la vida acuática no puede sobrevivir.

La eutrofización también afecta la biodiversidad terrestre al alterar los hábitats naturales. Los humedales, por ejemplo, que son hábitats ricos en biodiversidad, pueden ser degradados por el exceso de nutrientes, lo que altera las comunidades de plantas y animales que dependen de estos ecosistemas. Además, los fertilizantes pueden alterar la química del suelo, afectando a los microorganismos y la fauna del suelo, que son cruciales para la salud del suelo y el ciclo de nutrientes.

IMPACTO DE LOS PESTICIDAS EN LA BIODIVERSIDAD

Los pesticidas, diseñados para matar o controlar plagas, también tienen efectos adversos sobre una amplia gama de organismos no objetivo. Entre los más afectados se encuentran los polinizadores, como las abejas y las mariposas, que son esenciales para la reproducción de muchas plantas y cultivos. La disminución de las poblaciones de polinizadores ha sido alarmante en las últimas décadas, y los pesticidas, especialmente los neonicotinoides, han sido identificados como uno de los principales culpables.

Además de los polinizadores, los pesticidas afectan a otras especies benéficas, como los depredadores naturales de plagas, los descomponedores y los organismos del suelo. Estos organismos juegan roles clave en el control biológico de plagas, la descomposición de materia orgánica y el mantenimiento de la salud del suelo. La reducción de estas poblaciones puede llevar a un aumento en la incidencia de plagas y enfermedades, creando un círculo vicioso que requiere el uso de más pesticidas.

Los pesticidas también tienen efectos indirectos en la biodiversidad a través de la contaminación del agua. Los residuos de pesticidas pueden llegar a ríos, lagos y acuíferos, afectando a la fauna y flora acuáticas. Incluso los organismos en la parte superior de la cadena alimentaria, como aves y ma-

míferos, pueden verse afectados por la bioacumulación de pesticidas, que se concentran a medida que suben en la cadena alimentaria.

LA NECESIDAD DE ACCIONES URGENTES

El impacto de los fertilizantes y pesticidas en la biodiversidad subraya la necesidad urgente de revisar y modificar nuestras prácticas agrícolas. Es imperativo que adoptemos enfoques más sostenibles que minimicen el uso de estos insumos químicos y promuevan la conservación de la biodiversidad. Esto incluye la implementación de prácticas agrícolas integradas, como la agricultura de conservación, la rotación de cultivos y el uso de biopesticidas y biofertilizantes, que pueden reducir la dependencia de productos químicos sintéticos.

Además, se deben fortalecer las políticas y regulaciones ambientales para proteger la biodiversidad. Esto incluye la creación y gestión de áreas protegidas, la promoción de corredores biológicos y la implementación de programas de monitoreo de biodiversidad para evaluar y mitigar los impactos de las prácticas agrícolas.

En última instancia, la conservación de la biodiversidad no es solo una responsabilidad ambiental, sino también una necesidad para la seguridad alimentaria y la salud humana. Los ecosistemas diversos y saludables son más resilientes a los cambios y perturbaciones, y proporcionan los servicios ecosistémicos necesarios para la producción sostenible de alimentos y el bienestar humano. La pérdida de biodiversidad es una amenaza global que requiere una acción concertada y urgente.

IMPACTO ECONÓMICO

La agricultura moderna ha sido fundamental para el desarrollo y la sostenibilidad de la población mundial. Sin embargo, el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas, aunque ha permitido un aumento significativo en la productividad agrícola, ha traído consigo una serie de costos económicos que no siempre se han tenido en cuenta en los análisis tradicionales. Estos costos incluyen no solo los gastos directos en insumos y tecnologías agrícolas, sino también los impactos económicos indirectos derivados de la contaminación ambiental. Comprender estos impactos económicos es esencial para desarrollar políticas y prácticas agrícolas que sean sostenibles a largo plazo.

Costos Directos y Externalidades Negativas

El uso de fertilizantes y pesticidas conlleva costos directos evidentes, como la compra de los productos, el equipo para su aplicación y la mano de obra necesaria para su manejo. Sin embargo, estos insumos también generan exter-

nalidades negativas, es decir, costos que no son asumidos por los productores sino por la sociedad en su conjunto.

Uno de los costos indirectos más significativos es la degradación del suelo. La aplicación excesiva de fertilizantes puede llevar a la salinización y acidificación del suelo, reduciendo su fertilidad a largo plazo. Esto puede resultar en la necesidad de mayores cantidades de fertilizantes para mantener los mismos niveles de productividad, creando un ciclo de dependencia costosa. Además, la pérdida de fertilidad del suelo puede llevar a la disminución de los rendimientos agrícolas, afectando la rentabilidad de las explotaciones agrícolas y la seguridad alimentaria.

IMPACTO EN LA SALUD PÚBLICA

La contaminación ambiental por fertilizantes y pesticidas tiene importantes repercusiones en la salud pública, lo que a su vez genera costos económicos sustanciales. La exposición a pesticidas se ha asociado con una amplia gama de problemas de salud, incluidos cáncer, trastornos neurológicos, enfermedades respiratorias y problemas reproductivos. Los costos médicos y de atención a la salud relacionados con estas enfermedades pueden ser significativos. Además, la pérdida de productividad laboral debido a enfermedades relacionadas con la exposición a pesticidas representa un costo económico adicional.

El uso de fertilizantes también puede afectar la calidad del agua potable. El nitrato, un componente común de los fertilizantes nitrogenados, puede contaminar las fuentes de agua subterránea y superficial. La ingesta de agua contaminada con nitratos es particularmente peligrosa para los infantes, causando el síndrome del bebé azul, una condición potencialmente fatal. Los costos asociados con la purificación del agua y el tratamiento de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua representan una carga económica considerable para las comunidades afectadas.

IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La pérdida de biodiversidad debido al uso de fertilizantes y pesticidas también tiene importantes implicaciones económicas. Los ecosistemas saludables proporcionan una serie de servicios ecosistémicos esenciales, como la polinización de cultivos, la regulación del clima, la purificación del agua y el control de plagas. La disminución de la biodiversidad puede reducir la eficacia de estos servicios, lo que puede llevar a una mayor dependencia de insumos agrícolas costosos y a un aumento de los costos de producción.

Por ejemplo, la reducción de las poblaciones de polinizadores debido a la exposición a pesticidas puede afectar negativamente la producción de cultivos que dependen de la polinización, como frutas, verduras y algunos cultivos de semillas oleaginosas. La pérdida de estos polinizadores naturales puede resultar en la necesidad de prácticas de polinización artificial, que son costosas y menos eficaces.

IMPACTO EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los fertilizantes y pesticidas contribuyen significativamente al cambio climático, lo que a su vez tiene impactos económicos globales. El cambio climático puede afectar negativamente la productividad agrícola a través de cambios en los patrones de lluvia, temperaturas extremas y aumento de la frecuencia de eventos climáticos adversos, como sequías e inundaciones. Estos cambios pueden resultar en pérdidas de cosechas, aumento de los costos de producción y fluctuaciones en los precios de los alimentos.

Además, la mitigación y adaptación al cambio climático requieren inversiones significativas en infraestructuras y tecnologías agrícolas, así como en la implementación de políticas de gestión sostenible de la tierra. Estos costos deben ser considerados en el análisis económico del uso de fertilizantes y pesticidas.

NECESIDAD DE POLÍTICAS Y PRÁCTICAS SOSTENIBLES

Dado el significativo impacto económico de la contaminación ambiental por fertilizantes y pesticidas, es crucial desarrollar e implementar políticas y prácticas agrícolas sostenibles. Esto incluye la promoción de técnicas de manejo integrado de plagas (MIP), la adopción de prácticas de agricultura de conservación y la inversión en investigación y desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas.

Las políticas públicas también deben centrarse en la regulación del uso de fertilizantes y pesticidas, incentivando prácticas agrícolas sostenibles a través de subsidios, créditos y programas de educación y capacitación para los agricultores. La implementación de estas políticas no solo ayudará a mitigar los impactos económicos negativos, sino que también contribuirá a la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura y la protección del medio ambiente.

La comprensión de los impactos económicos de la contaminación ambiental por fertilizantes y pesticidas es esencial para el desarrollo de una agricultura verdaderamente sostenible. Al abordar estos costos indirectos y externalidades negativas, podemos desarrollar estrategias que equilibran la necesidad de producción de alimentos con la protección del medio ambiente y la salud

pública. Este enfoque no solo beneficiará a la economía agrícola, sino que también garantizará un futuro sostenible para las generaciones venideras.

IMPACTO EN LA SALUD HUMANA

La agricultura moderna ha permitido satisfacer las necesidades alimenticias de una población mundial en crecimiento constante. Sin embargo, el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas, aunque ha sido fundamental para estos avances, también ha generado preocupaciones significativas en términos de salud pública. La exposición a estos productos químicos está asociada con una serie de problemas de salud graves, lo que subraya la importancia de entender y gestionar la contaminación ambiental que producen.

Exposición a Pesticidas y Problemas de Salud

Los pesticidas son compuestos químicos utilizados para eliminar o controlar plagas que afectan a los cultivos. Aunque son efectivos para proteger la producción agrícola, su uso puede tener consecuencias negativas para la salud humana. La exposición a pesticidas se asocia con numerosos problemas de salud, incluidos cáncer, enfermedades respiratorias y trastornos neurológicos.

Vías de Exposición a Pesticidas

1. Inhalación:

- La inhalación de aerosoles y vapores de pesticidas durante su aplicación o en áreas cercanas a la fumigación es una vía común de exposición, especialmente para los trabajadores agrícolas.

2. Contacto Dérmico:

- El contacto directo con pesticidas puede ocurrir durante la mezcla, carga y aplicación de estos productos. La piel puede absorber los químicos, lo que contribuye a la exposición sistémica.

3. Ingestión:

- La ingestión de residuos de pesticidas presentes en alimentos y agua potable es otra vía significativa de exposición para la población en general. Los residuos pueden estar presentes en frutas, verduras y productos de origen animal.

Cáncer

Diversos estudios han demostrado que la exposición a ciertos tipos de pesticidas puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer. Los agricultores y trabajadores agrícolas que manejan estos productos de forma regular tienen una

mayor incidencia de cánceres como el linfoma no Hodgkin, leucemias, cáncer de próstata y cáncer de pulmón. La exposición a pesticidas organofosforados, en particular, ha sido vinculada con un mayor riesgo de leucemia y linfoma no Hodgkin. Estos pesticidas pueden causar mutaciones en el ADN y alterar los procesos celulares, conduciendo al desarrollo de tumores malignos.

Mecanismos Moleculares por los Cuales los Agroquímicos y Pesticidas Pueden Inducir Cáncer

1. Daño Directo al ADN:

- **Mutagénesis:** Algunos pesticidas y agroquímicos son mutágenos, lo que significa que pueden inducir cambios en la secuencia del ADN. Estos cambios pueden ocurrir de varias maneras:
 - **Mutaciones Puntuales:** Alteraciones en bases específicas del ADN que pueden afectar la función de genes críticos, como los proto-oncogenes y los genes supresores de tumores.
 - **Roturas de Doble Cadena:** Algunos compuestos pueden causar roturas en ambas hebras del ADN, lo que es particularmente peligroso y puede llevar a translocaciones cromosómicas y otras aberraciones estructurales.

2. Generación de Estrés Oxidativo:

- Muchos pesticidas generan especies reactivas de oxígeno (ROS) durante su metabolismo. Las ROS pueden dañar el ADN, proteínas y lípidos celulares.
- **Daño Oxidativo al ADN:** Las ROS pueden causar oxidación de las bases del ADN, resultando en mutaciones si no se reparan adecuadamente. Un ejemplo común es la oxidación de la guanina a 8-oxoguanina, que puede emparejarse incorrectamente durante la replicación del ADN.

3. Interferencia con la Reparación del ADN:

- Algunos pesticidas inhiben los mecanismos de reparación del ADN. La reparación del ADN es crucial para corregir los daños que ocurren de manera natural o inducida. Si estos mecanismos se ven comprometidos, las mutaciones se acumulan más fácilmente.
- **Inhibición de Proteínas de Reparación del ADN:** Los pesticidas pueden inhibir proteínas clave en las vías de reparación, como las proteínas BRCA1 y BRCA2, involucradas en la reparación por recombinación homóloga.

4. Alteración de la Expresión Génica y la Señalización Celular:

- **Disrupción Endocrina:** Algunos pesticidas actúan como disruptores endocrinos, interfiriendo con las hormonas que regulan el crecimiento y desarrollo celular. Por ejemplo, pueden mimetizar o bloquear la acción de hormonas como los estrógenos, alterando la proliferación celular.
- **Modulación de Vías de Señalización:** Pueden activar o desactivar vías de señalización celular que controlan el ciclo celular y la apoptosis (muerte celular programada). Por ejemplo, la activación inapropiada de la vía de señalización MAPK/ERK puede promover el crecimiento y la proliferación celular.

5. Inflamación Crónica:

- La exposición crónica a pesticidas puede inducir un estado inflamatorio en el tejido afectado. La inflamación crónica es un factor de riesgo conocido para el desarrollo de cáncer, ya que el microambiente inflamatorio favorece la proliferación celular, la mutagénesis y la angiogénesis (formación de nuevos vasos sanguíneos que alimentan el tumor).
- **Citoquinas Proinflamatorias:** Los pesticidas pueden aumentar la producción de citoquinas proinflamatorias, como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la interleucina-6 (IL-6), que promueven el crecimiento tumoral y la supervivencia de las células cancerosas.

Ejemplos de Pesticidas y Agroquímicos Carcinogénicos

1. Organofosforados:

- Pesticidas como el malatión y el clorpirifós pueden causar daño neurológico y han sido implicados en el desarrollo de cánceres como el linfoma no Hodgkin y la leucemia.

2. Carbamatos:

- Los carbamatos, incluyendo el carbofurano, pueden inducir mutaciones y daño en el ADN, contribuyendo al riesgo de cáncer.

3. Herbicidas:

- El glifosato, uno de los herbicidas más utilizados en el mundo, ha sido clasificado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como un probable carcinógeno humano (Grupo 2A). Se ha asociado con el linfoma no Hodgkin.

4. Insecticidas Organo-Clorados:

- Compuestos como el DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), aunque prohibido en muchos países, persisten en el ambiente y en la cadena alimentaria. Se ha relacionado con cánceres de mama y de hígado.

La exposición a pesticidas y agroquímicos en la agroindustria representa un riesgo significativo para la salud humana debido a sus mecanismos de acción que pueden inducir cáncer. Estos compuestos pueden causar mutaciones directas en el ADN, generar estrés oxidativo, interferir con la reparación del ADN, alterar la expresión génica y la señalización celular, y promover la inflamación crónica. La comprensión de estos mecanismos es crucial para desarrollar estrategias de prevención y regulación para minimizar el impacto de estos productos químicos en la salud pública.

Enfermedades Respiratorias

La inhalación de pesticidas durante su aplicación puede causar enfermedades respiratorias agudas y crónicas. Los trabajadores agrícolas expuestos a aerosoles de pesticidas pueden desarrollar síntomas como tos, sibilancias, dificultad para respirar y bronquitis crónica. A largo plazo, la exposición puede contribuir al desarrollo de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) y asma. Los pesticidas también pueden irritar las vías respiratorias, aumentando la susceptibilidad a infecciones respiratorias y exacerbando condiciones preexistentes.

Mecanismos Moleculares de Generación de Enfermedades Respiratorias

1. Inhalación de Partículas y Aerosoles:

- **Exposición Directa:** Los trabajadores agrícolas y personas cercanas a áreas de aplicación de pesticidas están en riesgo de inhalar aerosoles y partículas suspendidas que contienen agroquímicos. Estos compuestos pueden depositarse en las vías respiratorias superiores e inferiores.
- **Partículas Finas y Ultrafinas:** Las partículas finas (PM2.5) y ultrafinas (PM0.1) pueden penetrar profundamente en los pulmones, llegando incluso a los alvéolos. Estas partículas pueden transportar pesticidas adsorbidos en su superficie, facilitando su entrada en el sistema respiratorio.

2. Daño Oxidativo e Inflamación:

- **Estrés Oxidativo:** Muchos pesticidas generan especies reactivas de oxígeno (ROS) durante su metabolismo en el cuerpo. Las ROS pueden causar daño oxidativo a las células del epitelio respiratorio,

dañando lípidos, proteínas y ADN. o **Inflamación:** La inhalación de pesticidas puede inducir una respuesta inflamatoria en las vías respiratorias. Las células inmunitarias, como los macrófagos y neutrófilos, son reclutadas al sitio de inflamación, liberando citoquinas proinflamatorias (como TNF- α , IL-6 y IL-1 β) que exacerban la inflamación y causan daño tisular adicional.

3. Disrupción de las Barreras Epiteliales:

- **Integridad del Epitelio Respiratorio:** El epitelio respiratorio actúa como una barrera protectora. Los pesticidas pueden alterar la integridad de esta barrera, aumentando la permeabilidad y permitiendo la entrada de otros patógenos y toxinas. o **Uniones Celulares:** Los pesticidas pueden afectar las proteínas de unión celular (como las cadherinas y las claudinas), que mantienen la cohesión entre las células epiteliales. La disrupción de estas uniones puede facilitar la penetración de agentes nocivos.

4. Citotoxicidad Directa:

- **Muerte Celular:** Los pesticidas pueden ser directamente citotóxicos para las células epiteliales respiratorias, causando apoptosis (muerte celular programada) o necrosis (muerte celular no programada). La pérdida de células epiteliales puede comprometer la función respiratoria y predisponer a infecciones.

5. Reacciones Alérgicas e Hipersensibilidad:

- **Alergenos:** Algunos pesticidas pueden actuar como alérgenos, desencadenando respuestas inmunitarias exageradas. Estas reacciones pueden causar síntomas de asma y otras enfermedades respiratorias alérgicas.
- **Hipersensibilidad:** La exposición repetida a ciertos pesticidas puede sensibilizar el sistema inmunológico, llevando a una respuesta de hipersensibilidad tipo I (mediada por IgE) o tipo IV (mediada por células T).

Enfermedades Respiratorias Asociadas

1. Asma:

- **Inducción de Asma:** La exposición a pesticidas se ha asociado con un aumento en la incidencia de asma, especialmente en trabajadores agrícolas. Los pesticidas pueden actuar como desencadenantes del asma, exacerbando los síntomas en individuos predispuestos.

- **Mecanismos Asmáticos:** Los pesticidas pueden inducir la broncoconstricción (estrechamiento de las vías respiratorias), aumentar la producción de moco y causar inflamación crónica de las vías respiratorias.

2. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC):

- **Inflamación Crónica:** La exposición prolongada a pesticidas puede causar inflamación crónica en las vías respiratorias, llevando al desarrollo de EPOC. La EPOC se caracteriza por la obstrucción persistente del flujo de aire y la destrucción del parénquima pulmonar.
- **Fibrosis Pulmonar:** Los pesticidas pueden inducir la fibrosis pulmonar, un proceso en el cual el tejido pulmonar se cicatriza y endurece, dificultando la respiración y reduciendo la capacidad pulmonar.

3. Bronquitis Crónica:

- **Producción de Moco:** La exposición a pesticidas puede aumentar la producción de moco en las vías respiratorias, causando tos crónica y dificultad para respirar. La bronquitis crónica es una forma de EPOC caracterizada por la inflamación y estrechamiento de los bronquios.

4. Neumonitis Alérgica (Pulmón del Granjero):

- **Reacción de Hipersensibilidad:** La neumonitis alérgica es una reacción de hipersensibilidad que puede ocurrir en personas expuestas repetidamente a ciertos pesticidas y otros alérgenos agrícolas. Se caracteriza por la inflamación del tejido pulmonar, causando fiebre, tos, y dificultad para respirar.

Ejemplos de Pesticidas y Agroquímicos Implicados

1. Organofosforados:

- **Efectos Respiratorios:** Pesticidas como el malatión y el clorpirifós pueden inhibir la acetilcolinesterasa, causando acumulación de acetilcolina y broncoconstricción.
- **Inflamación e Hipersensibilidad:** Estos compuestos pueden inducir respuestas inflamatorias y alérgicas en las vías respiratorias.

2. Carbamatos:

- **Citotoxicidad:** Pesticidas como el carbofurano pueden ser tóxicos para las células epiteliales respiratorias, causando daño celular directo y inflamación.

3. Herbicidas:

- **Inflamación Crónica:** Herbicidas como el glifosato pueden causar inflamación crónica en las vías respiratorias, contribuyendo a enfermedades como la EPOC.

4. Insecticidas Organo-Clorados:

- **Persistencia y Bioacumulación:** Compuestos como el DDT pueden persistir en el ambiente y bioacumularse en los tejidos, causando efectos a largo plazo en el sistema respiratorio.

La exposición a agroquímicos y pesticidas en la agroindustria puede tener efectos devastadores en el sistema respiratorio, desde causar daños directos a las células epiteliales y el ADN hasta inducir inflamación crónica y reacciones alérgicas. Estos efectos pueden llevar al desarrollo de diversas enfermedades respiratorias, incluidas el asma, la EPOC, la bronquitis crónica y la neumonitis alérgica. Comprender estos mecanismos es crucial para desarrollar estrategias de prevención y regulación que minimicen el impacto de estos productos químicos en la salud respiratoria.

Trastornos Neurológicos

Los pesticidas organofosforados y carbamatos son conocidos por su neurotoxicidad. Estos compuestos inhiben la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, que es crucial para la transmisión de impulsos nerviosos. La inhibición de esta enzima puede provocar una acumulación de acetilcolina en las sinapsis, lo que resulta en efectos neurológicos severos, como convulsiones, parálisis y, en casos extremos, la muerte.

La exposición crónica a niveles más bajos de pesticidas puede llevar a trastornos neurológicos a largo plazo. Se ha encontrado que los agricultores y otras personas expuestas a pesticidas tienen una mayor prevalencia de trastornos neurodegenerativos, como la enfermedad de Parkinson y la enfermedad de Alzheimer. Los pesticidas pueden causar daño oxidativo, inflamación y disfunción mitocondrial en el cerebro, contribuyendo a la neurodegeneración.

Además, los pesticidas también pueden afectar el desarrollo neurológico en niños expuestos durante el embarazo o la infancia. Los estudios han mostrado que la exposición prenatal a pesticidas está asociada con un menor coeficiente intelectual, trastornos del desarrollo y problemas de comportamiento en los niños. Estos efectos pueden ser resultado de la interferencia de los pesticidas con los procesos críticos de desarrollo del sistema nervioso.

Mecanismos Moleculares de Generación de Trastornos Neurológicos

1. Inhibición de la Acetilcolinesterasa:

- **Organofosforados y Carbamatos:** Muchos pesticidas, como los organofosforados (por ejemplo, clorpirifós, malatión) y los carbamatos (por ejemplo, carbofurano), inhiben la enzima acetilcolinesterasa (AChE). La AChE es crucial para la degradación de la acetilcolina en la sinapsis.
- **Acumulación de Acetilcolina:** La inhibición de la AChE provoca la acumulación de acetilcolina en las sinapsis, lo que resulta en una estimulación continua de los receptores colinérgicos. Esto puede causar disfunción neuromuscular, convulsiones, parálisis y, en casos graves, muerte por insuficiencia respiratoria.

2. Estrés Oxidativo y Daño Mitocondrial:

- **Generación de Especies Reactivas de Oxígeno (ROS):** Muchos pesticidas pueden inducir la producción de ROS, lo que lleva a estrés oxidativo. Las ROS dañan lípidos, proteínas y ADN, incluyendo las estructuras neuronales.
- **Daño Mitocondrial:** Las neuronas son altamente dependientes de la función mitocondrial para la producción de energía (ATP). Los pesticidas pueden dañar las mitocondrias, afectando la producción de ATP y conduciendo a la disfunción neuronal y la muerte celular.

3. Interferencia con la Neurotransmisión:

- **Modulación de Receptores Neurotransmisores:** Algunos pesticidas pueden alterar la función de los receptores neurotransmisores, como los receptores de GABA (ácido gamma-aminobutírico) y los receptores de dopamina. Esto puede resultar en una alteración de la transmisión sináptica y la regulación de los circuitos neuronales.
- **Disrupción de la Señalización del Calcio:** Los pesticidas pueden alterar los niveles de calcio intracelular, lo que es crucial para la liberación de neurotransmisores y la señalización neuronal. El aumento de calcio intracelular puede activar enzimas destructivas como las calpaínas y las fosfolipasas, que dañan las células neuronales.

4. Inflamación Neuronal:

- **Activación de Microglía:** Los pesticidas pueden activar las células microgliales en el cerebro, que son las células inmunitarias residentes del sistema nervioso central. La microglía activada libera citoquinas proinflamatorias, como TNF- α e IL1 β , que pueden contribuir a la neuroinflamación crónica y el daño neuronal.

- **Barreras Hematoencefálica:** La exposición a pesticidas puede comprometer la integridad de la barrera hematoencefálica, permitiendo la entrada de toxinas y células inflamatorias al cerebro, exacerbando la neuroinflamación.

5. Disrupción Endocrina:

- **Interferencia Hormonal:** Algunos pesticidas actúan como disruptores endocrinos, interfiriendo con las hormonas que regulan el desarrollo y la función del sistema nervioso. Por ejemplo, los pesticidas pueden mimetizar o antagonizar la acción de hormonas tiroideas y esteroides sexuales, afectando el desarrollo neurológico.

Trastornos Neurológicos Asociados

1. Enfermedad de Parkinson:

- **Neurodegeneración:** La exposición a pesticidas, como el paraquat y el rotenona, ha sido asociada con un mayor riesgo de desarrollar la enfermedad de Parkinson. Estos compuestos inducen estrés oxidativo y daño mitocondrial, llevando a la degeneración de las neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra del cerebro.
- **Inflamación:** La neuroinflamación crónica inducida por pesticidas puede contribuir a la progresión de la enfermedad de Parkinson.

2. Enfermedad de Alzheimer:

- **Estrés Oxidativo y Inflamación:** Los pesticidas pueden aumentar el riesgo de Alzheimer a través del estrés oxidativo y la inflamación crónica. La acumulación de ROS y citoquinas proinflamatorias puede promover la formación de placas amiloides y ovillos neurofibrilares, características patológicas de la enfermedad.
- **Disfunción Mitocondrial:** El daño mitocondrial puede contribuir a la neurodegeneración observada en el Alzheimer.

3. Neuropatías Periféricas:

- **Daño a los Nervios Periféricos:** La exposición a pesticidas organofosforados y carbamatos puede causar neuropatía periférica, caracterizada por daño a los nervios periféricos. Esto puede resultar en síntomas como debilidad muscular, dolor, entumecimiento y pérdida de la función motora.

4. Trastornos del Desarrollo Neurológico:

- **Autismo y Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH):** La exposición prenatal y durante la infancia a pesticidas

ha sido asociada con un mayor riesgo de trastornos del desarrollo neurológico, como el autismo y el TDAH. Los pesticidas pueden interferir con el desarrollo neuronal normal, alterando la formación de sinapsis y circuitos neuronales.

- **Déficits Cognitivos:** La exposición temprana a pesticidas puede resultar en déficits cognitivos, afectando el aprendizaje, la memoria y el comportamiento.

Ejemplos de Pesticidas y Agroquímicos Implicados

1. Organofosforados:

- **Ejemplos:** Clorpirifós, Malatión
- **Efectos Neurológicos:** Inhibición de la acetilcolinesterasa, estrés oxidativo, inflamación neuronal

2. Carbamatos:

- **Ejemplos:** Carbofurano, Aldicarb
- **Efectos Neurológicos:** Inhibición de la acetilcolinesterasa, daño a los nervios periféricos

3. Herbicidas:

- **Ejemplos:** Paraquat, Rotenona
- **Efectos Neurológicos:** Estrés oxidativo, daño mitocondrial, inflamación

4. Insecticidas Organo-Clorados:

- **Ejemplos:** DDT, Lindano o **Efectos Neurológicos:** Disrupción endocrina, estrés oxidativo, inflamación

La exposición a agroquímicos y pesticidas en la agroindustria puede tener efectos devastadores en el sistema nervioso, provocando una variedad de trastornos neurológicos. Estos efectos incluyen la inhibición de enzimas cruciales, el estrés oxidativo, la inflamación crónica y la disrupción de neurotransmisores y hormonas. Comprender estos mecanismos es fundamental para desarrollar estrategias de prevención y regulación que minimicen el impacto de estos productos químicos en la salud neurológica.

Residuos de Pesticidas en Alimentos y Agua Potable

Los residuos de pesticidas en los alimentos y el agua potable representan un riesgo significativo para la salud pública. A pesar de los esfuerzos para regular y controlar los niveles de residuos en los alimentos, los estudios continúan encontrando pesticidas en una amplia gama de productos alimenticios.

Las frutas y verduras son particularmente susceptibles a la contaminación, ya que a menudo se rocían con pesticidas para protegerlos durante el crecimiento y el almacenamiento.

Riesgos para la Salud Pública

La ingesta de alimentos contaminados con residuos de pesticidas puede llevar a una exposición crónica, que a lo largo del tiempo puede contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas como el cáncer y enfermedades neurológicas. Los niños son especialmente vulnerables a estos efectos debido a su menor tamaño corporal y su desarrollo en curso. Los pesticidas pueden afectar el desarrollo del sistema nervioso y el sistema inmunológico de los niños, aumentando el riesgo de trastornos del desarrollo y enfermedades inmunológicas.

Contaminación del Agua

Los pesticidas pueden filtrarse en fuentes de agua subterránea y superficial a través de la escorrentía agrícola y la lixiviación del suelo. El consumo de agua contaminada con pesticidas puede causar una variedad de problemas de salud. Por ejemplo, la presencia de atrazina, un herbicida común, en el agua potable se ha asociado con defectos de nacimiento, cáncer y trastornos endocrinos.

Contaminación del Agua por Fertilizantes

Los fertilizantes, aunque esenciales para mejorar la productividad de los cultivos, también contribuyen a la contaminación del agua. Uno de los componentes más preocupantes de los fertilizantes nitrogenados es el nitrato. Los nitratos pueden filtrarse en las fuentes de agua subterránea y superficial, lo que representa un riesgo significativo para la salud humana.

Síndrome del Bebé Azul

El consumo de agua contaminada con altos niveles de nitratos es particularmente peligroso para los infantes, causando una condición conocida como metahemoglobinemia o síndrome del bebé azul. Esta afección reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, lo que puede ser potencialmente mortal si no se trata adecuadamente. Los infantes son más susceptibles a esta condición debido a su fisiología y metabolismo únicos.

Riesgos para la Salud en Adultos

En adultos, la exposición prolongada a altos niveles de nitratos en el agua potable se ha asociado con un mayor riesgo de cáncer gástrico y otros problemas de salud. Los nitratos pueden convertirse en nitritos en el cuerpo, que a su vez pueden formar compuestos N-nitrosos, conocidos por ser cancerígenos. Además, la presencia de nitratos en el agua puede afectar la función tiroidea y contribuir a la hipertensión y otros trastornos cardiovasculares.

La Necesidad de Regulaciones y Prácticas Sostenibles

Dado el significativo impacto en la salud humana de la contaminación ambiental por fertilizantes y pesticidas, es crucial desarrollar e implementar regulaciones y prácticas agrícolas más sostenibles. Las políticas públicas deben enfocarse en la regulación estricta de la aplicación de fertilizantes y pesticidas, estableciendo límites seguros para los residuos en alimentos y agua potable. Además, es esencial invertir en programas de educación y capacitación para los agricultores, promoviendo prácticas que minimicen el impacto ambiental y protejan la salud humana.

Alternativas Sostenibles

La promoción del uso de técnicas de manejo integrado de plagas (MIP), que combinan métodos biológicos, culturales y químicos para controlar las plagas de manera más segura y eficiente, es una de las estrategias más efectivas. La agricultura orgánica y el uso de biofertilizantes y biopesticidas representan alternativas viables para reducir la dependencia de productos químicos sintéticos. Estas prácticas no solo mejoran la salud del suelo y la biodiversidad, sino que también protegen la salud humana al reducir la exposición a químicos peligrosos.

Comprender los impactos en la salud humana de la contaminación ambiental por fertilizantes y pesticidas es fundamental para garantizar la seguridad y el bienestar de las poblaciones afectadas. Al abordar estos problemas a través de regulaciones efectivas y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, podemos reducir los riesgos para la salud pública y asegurar un futuro más saludable para todos. Este enfoque no solo beneficiará a las comunidades agrícolas, sino que también contribuirá a la protección del medio ambiente y la sostenibilidad a largo plazo.

SOLUCIONES PARA MITIGAR EL PROBLEMA

Acciones a Corto Plazo

La mitigación de los problemas derivados del uso intensivo de fertilizantes y pesticidas en la agricultura requiere la implementación de soluciones efectivas y sostenibles. Las acciones a corto plazo son esenciales para comenzar a reducir los impactos negativos mientras se desarrollan estrategias más complejas y de largo plazo. Entre las soluciones inmediatas más prometedoras se encuentran la implementación de buenas prácticas agrícolas y la educación y concienciación pública.

Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas

Las buenas prácticas agrícolas (BPA) son técnicas y estrategias diseñadas para mejorar la sostenibilidad de la producción agrícola, minimizar el uso de insumos químicos y reducir el impacto ambiental. Promover el uso de estas prácticas es crucial para disminuir la dependencia de fertilizantes y pesticidas. Algunas de las BPA más efectivas incluyen:

Rotación de Cultivos

La rotación de cultivos es una técnica que implica alternar diferentes tipos de cultivos en la misma área en diferentes temporadas. Esta práctica ayuda a interrumpir los ciclos de plagas y enfermedades, reducir la necesidad de pesticidas y mejorar la fertilidad del suelo. Al variar los cultivos, se pueden prevenir las deficiencias y el agotamiento del suelo, ya que diferentes plantas tienen diferentes necesidades de nutrientes y contribuyen de manera diversa a la estructura y salud del suelo.

Agricultura de Conservación

La agricultura de conservación se basa en tres principios fundamentales: la mínima alteración del suelo, la cobertura permanente del suelo y la rotación de cultivos. Estos principios ayudan a conservar la humedad del suelo, reducir la erosión y aumentar la biodiversidad del suelo. La mínima alteración del suelo se logra mediante la reducción de la labranza, lo que mantiene la estructura natural del suelo y su biología. La cobertura permanente del suelo, mediante el uso de cultivos de cobertura o mantillos, protege el suelo de la erosión y mejora su fertilidad. La rotación de cultivos, como se mencionó anteriormente, contribuye a la sostenibilidad del sistema agrícola.

Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El manejo integrado de plagas (MIP) es una estrategia que combina métodos biológicos, culturales, físicos y químicos para controlar las plagas de manera más sostenible. El MIP se centra en la prevención de plagas y enfermedades a través de prácticas como la rotación de cultivos, la selección de variedades resistentes y el uso de enemigos naturales de las plagas. Los pesticidas se utilizan como último recurso y de manera específica, minimizando así su impacto ambiental y en la salud humana.

Educación y Conciencia Pública

La educación y la concienciación pública son esenciales para cambiar las actitudes y prácticas relacionadas con el uso de fertilizantes y pesticidas. Las campañas de información pueden ayudar a los agricultores y al público en general a comprender los riesgos asociados con estos productos químicos y las alternativas disponibles.

Campañas de Información para Agricultores

Es crucial proporcionar a los agricultores la información y los recursos necesarios para adoptar prácticas agrícolas más sostenibles. Las campañas de información pueden incluir talleres, seminarios y materiales educativos que expliquen los beneficios de las BPA, el MIP y otras técnicas sostenibles. Además, es importante ofrecer asesoramiento técnico y apoyo para la implementación de estas prácticas. Los agricultores también deben ser informados sobre los riesgos de salud asociados con la exposición a pesticidas y las medidas de protección personal que pueden tomar para reducir estos riesgos.

Concienciación Pública

La concienciación del público en general también es fundamental para promover cambios en el consumo y el apoyo a prácticas agrícolas sostenibles. Las campañas de concienciación pública pueden utilizar medios de comunicación masiva, redes sociales y eventos comunitarios para educar a los consumidores sobre los beneficios de los productos agrícolas orgánicos y libres de pesticidas. Al aumentar la demanda de estos productos, se puede incentivar a los agricultores a adoptar prácticas más sostenibles.

Programas Educativos en Escuelas

Integrar la educación ambiental en los programas escolares es una estrategia efectiva a largo plazo para fomentar una cultura de sostenibilidad. Los pro-

gramas educativos pueden incluir información sobre la agricultura sostenible, el impacto de los fertilizantes y pesticidas en el medio ambiente y la salud, y las alternativas sostenibles. Al educar a los jóvenes, se promueve la conciencia ambiental desde una edad temprana, preparando a las futuras generaciones para tomar decisiones más responsables y sostenibles.

Las acciones a corto plazo son fundamentales para iniciar el camino hacia una agricultura más sostenible y saludable. La implementación de buenas prácticas agrícolas y la educación y concienciación pública son dos estrategias clave que pueden tener un impacto inmediato en la reducción del uso de fertilizantes y pesticidas. Al adoptar estas medidas, podemos comenzar a mitigar los problemas ambientales y de salud asociados con la agricultura moderna, sentando las bases para un futuro más sostenible.

Acciones a Mediano Plazo

Las acciones a mediano plazo son cruciales para construir sobre los esfuerzos iniciales y desarrollar soluciones sostenibles que puedan mantener la producción agrícola sin comprometer el medio ambiente ni la salud humana. Entre las estrategias más efectivas en este horizonte temporal se encuentran el desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas, así como la implementación de regulaciones más estrictas que limiten el uso de fertilizantes y pesticidas convencionales.

Desarrollo de Biofertilizantes y Biopesticidas

El desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas representa una alternativa prometedora a los productos químicos sintéticos utilizados actualmente en la agricultura. Estos productos biológicos son menos dañinos para el medio ambiente y pueden proporcionar soluciones sostenibles a largo plazo para la fertilización y el control de plagas.

Biofertilizantes

Los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos vivos que promueven el crecimiento de las plantas al aumentar el suministro o la disponibilidad de nutrientes esenciales. A diferencia de los fertilizantes químicos, los biofertilizantes no contaminan el suelo ni las fuentes de agua y pueden mejorar la salud del suelo a largo plazo. Los tipos más comunes de biofertilizantes incluyen:

- **Fijadores de Nitrógeno:** Microorganismos como *Rhizobium*, *Azospirillum* y *Azotobacter*, que convierten el nitrógeno atmosférico en formas que las plantas pueden utilizar.

- **Solubilizadores de Fósforo:** Bacterias y hongos que solubilizan el fósforo del suelo, haciéndolo disponible para las plantas.
- **Promotores del Crecimiento Vegetal (PGPR):** Microorganismos que producen hormonas de crecimiento y otros compuestos que mejoran el desarrollo de las plantas.

El uso de biofertilizantes puede reducir significativamente la dependencia de fertilizantes químicos, disminuir la contaminación ambiental y mejorar la fertilidad del suelo a largo plazo.

Biopesticidas

Los biopesticidas son productos derivados de materiales naturales como plantas, bacterias y ciertos minerales. A diferencia de los pesticidas químicos, los biopesticidas son generalmente menos tóxicos, se descomponen más rápidamente y tienen menos efectos adversos en los organismos no objetivo y el medio ambiente. Los principales tipos de biopesticidas incluyen:

- **Microbianos:** Incluyen bacterias (como *Bacillus thuringiensis*), hongos (como *Trichoderma*) y virus que infectan y matan plagas específicas.
- **Botánicos:** Extractos de plantas como el aceite de neem y el piretro, que tienen propiedades insecticidas o fungicidas.
- **Sustancias de Control Biológico:** Productos derivados de organismos naturales que interfieren en el ciclo de vida de las plagas.

Invertir en la investigación y el desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas es crucial para promover una agricultura más sostenible. Esto incluye financiar estudios científicos para entender mejor los mecanismos de acción de estos productos, mejorar su eficacia y desarrollar métodos de producción y aplicación que sean viables a escala comercial.

Regulaciones Más Estrictas

Implementar y hacer cumplir regulaciones más estrictas es esencial para limitar el uso de fertilizantes y pesticidas convencionales y fomentar prácticas agrícolas sostenibles. Estas regulaciones deben estar basadas en la ciencia y dirigirse a minimizar los riesgos ambientales y de salud pública asociados con estos productos químicos.

Límites y Restricciones en el Uso de Pesticidas y Fertilizantes

Las regulaciones pueden establecer límites estrictos sobre la cantidad y el tipo de pesticidas y fertilizantes que se pueden usar. Esto incluye:

- **Prohibir o restringir el uso de pesticidas altamente tóxicos y persistentes.**
- **Establecer límites máximos de residuos (LMR) en alimentos** para garantizar que los productos agrícolas sean seguros para el consumo humano.
- **Regular la aplicación de fertilizantes** para prevenir la contaminación del suelo y el agua, incluyendo restricciones en áreas vulnerables como cercanías de cuerpos de agua y zonas de recarga de acuíferos.

Incentivos para la Agricultura Sostenible

Además de las restricciones, las regulaciones deben incluir incentivos para fomentar la adopción de prácticas agrícolas sostenibles. Estos incentivos pueden ser financieros, como subsidios y créditos blandos para agricultores que implementen técnicas de manejo integrado de plagas (MIP), agricultura orgánica y otras prácticas sostenibles. También pueden incluir programas de certificación y etiquetado que reconozcan y premien a los productos agrícolas producidos de manera sostenible.

Monitoreo y Cumplimiento

El monitoreo y la aplicación efectiva de las regulaciones son cruciales para su éxito. Esto implica:

- **Establecer sistemas de monitoreo** para evaluar el uso de pesticidas y fertilizantes, así como sus impactos ambientales y en la salud humana.
- **Realizar inspecciones regulares** y aplicar sanciones a quienes incumplan las regulaciones.
- **Promover la transparencia** mediante la publicación de datos sobre el uso de pesticidas y fertilizantes y los resultados del monitoreo ambiental y de salud pública.

Educación y Capacitación

Las regulaciones deben ir acompañadas de programas de educación y capacitación para agricultores y otros actores del sector agrícola. Estos programas pueden proporcionar información sobre:

- **Las regulaciones vigentes y sus requisitos.**
- **Prácticas agrícolas sostenibles** y cómo implementarlas.
- **Seguridad en el manejo y aplicación de pesticidas y fertilizantes** para minimizar los riesgos de exposición y contaminación.

Las acciones a mediano plazo, como el desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas y la implementación de regulaciones más estrictas, son esenciales para avanzar hacia una agricultura sostenible. Estas estrategias no solo reducirán la dependencia de productos químicos sintéticos y sus impactos negativos, sino que también promoverán la adopción de prácticas que protejan el medio ambiente y la salud pública. Al invertir en investigación, desarrollar políticas basadas en la ciencia y proporcionar apoyo y educación a los agricultores, podemos crear un sistema agrícola más resiliente y sostenible.

Acciones a Largo Plazo

Las acciones a largo plazo son esenciales para asegurar la sostenibilidad del sistema agrícola y la salud del medio ambiente. Estas acciones deben enfocarse en la innovación, restauración y conservación, buscando no solo mitigar los problemas actuales sino también prevenir futuros daños. Entre las estrategias más efectivas a largo plazo se encuentran la investigación en agricultura sostenible y la reforestación y restauración de ecosistemas.

Investigación en Agricultura Sostenible

Apoyar la investigación en agricultura sostenible es fundamental para desarrollar nuevas tecnologías y prácticas agrícolas que minimicen el impacto ambiental y promuevan la productividad y resiliencia del sistema agrícola. La investigación en este campo abarca una amplia gama de áreas, desde la biotecnología hasta la gestión del suelo y el agua.

Desarrollo de Nuevas Tecnologías

El avance en tecnologías agrícolas puede proporcionar soluciones innovadoras para reducir el uso de fertilizantes y pesticidas. Algunas áreas de investigación clave incluyen:

- **Biotechnología y Mejoramiento Genético:** Desarrollar cultivos resistentes a plagas y enfermedades mediante la biotecnología y el mejoramiento genético puede reducir la necesidad de pesticidas. Además, la creación de variedades de cultivos que utilicen los nutrientes de manera más eficiente puede disminuir la dependencia de fertilizantes químicos.
- **Agricultura de Precisión:** La agricultura de precisión utiliza tecnologías como sensores, GPS y drones para monitorizar y gestionar los cultivos con mayor exactitud. Esto permite aplicar fertilizantes y pesticidas solo donde y cuando se necesitan, reduciendo su uso y minimizando el impacto ambiental.

- **Sistemas de Riego Eficientes:** La investigación en sistemas de riego eficientes, como el riego por goteo y la recolección de agua de lluvia, puede mejorar la gestión del agua en la agricultura, reduciendo la lixiviación de fertilizantes y la escorrentía que contamina los cuerpos de agua.

Prácticas de Manejo del Suelo

El suelo es un recurso crítico para la agricultura, y su manejo sostenible es esencial para la producción a largo plazo. La investigación en prácticas de manejo del suelo incluye:

- **Conservación y Aumento de la Materia Orgánica del Suelo:** Investigaciones sobre cómo aumentar la materia orgánica del suelo, a través de prácticas como el compostaje y el uso de cultivos de cobertura, pueden mejorar la salud del suelo y su capacidad para retener nutrientes y agua.
- **Control de la Erosión:** Desarrollar y promover técnicas para prevenir la erosión del suelo, como las terrazas y las barreras vegetativas, es crucial para mantener la fertilidad del suelo y prevenir la degradación del terreno.

Gestión Integrada de Plagas

El manejo integrado de plagas (MIP) es una estrategia que combina diversas prácticas para controlar las plagas de manera sostenible. La investigación en este campo se centra en:

- **Uso de Enemigos Naturales:** Estudiar y promover el uso de depredadores, parásitos y patógenos naturales de las plagas como una alternativa a los pesticidas químicos.
- **Rotación y Diversificación de Cultivos:** Investigar cómo la rotación y diversificación de cultivos pueden ayudar a prevenir la acumulación de plagas y enfermedades.

Reforestación y Restauración de Ecosistemas

La reforestación y restauración de ecosistemas son estrategias cruciales para recuperar tierras degradadas, mejorar la biodiversidad y reducir la necesidad de insumos agrícolas como fertilizantes y pesticidas.

Reforestación

La reforestación implica la plantación de árboles en áreas donde los bosques han sido talados o degradados. Los beneficios de la reforestación incluyen:

- **Captura de Carbono:** Los árboles capturan dióxido de carbono de la atmósfera, ayudando a mitigar el cambio climático.
- **Mejora de la Calidad del Suelo:** Los árboles contribuyen a la formación y conservación del suelo, reduciendo la erosión y mejorando la retención de agua.
- **Hábitat para la Biodiversidad:** La reforestación crea hábitats para una amplia variedad de especies, ayudando a conservar la biodiversidad.

Restauración de Ecosistemas

La restauración de ecosistemas va más allá de la reforestación, buscando recuperar las funciones y servicios de los ecosistemas naturales. Las iniciativas de restauración pueden incluir:

- **Restauración de Humedales:** Los humedales son ecosistemas altamente productivos que proporcionan numerosos servicios ecológicos, incluyendo la purificación del agua, la mitigación de inundaciones y el hábitat para la vida silvestre. Restaurar humedales degradados puede mejorar la calidad del agua y aumentar la biodiversidad.
- **Restauración de Praderas y Pastizales:** Estas áreas pueden ser restauradas mediante la reintroducción de especies nativas y la gestión adecuada del pastoreo. Las praderas y pastizales saludables son importantes para la captura de carbono, la conservación del suelo y la provisión de hábitats.

Promoción de la Biodiversidad

Fomentar la biodiversidad en los paisajes agrícolas es crucial para reducir la necesidad de pesticidas y fertilizantes. Las prácticas que promueven la biodiversidad incluyen:

- **Establecimiento de Corredores Biológicos:** Crear corredores biológicos que conecten áreas naturales puede facilitar el movimiento de especies y mejorar la resiliencia de los ecosistemas.
- **Agricultura Agroforestal:** Integrar árboles y arbustos en los sistemas agrícolas puede proporcionar hábitats para la fauna, mejorar la salud del suelo y aumentar la producción agrícola sostenible.

Las acciones a largo plazo, como la investigación en agricultura sostenible y la reforestación y restauración de ecosistemas, son fundamentales para garantizar un sistema agrícola resiliente y sostenible. Estas estrategias no solo mitigan los problemas actuales sino que también previenen futuros daños, promoviendo un equilibrio entre la producción agrícola y la conservación del

medio ambiente. Al invertir en innovación y restauración, podemos construir un futuro en el que la agricultura y la naturaleza coexistan de manera armoniosa, asegurando la salud del planeta para las generaciones venideras.

HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE Y SALUDABLE

REFLEXIÓN SOBRE EL CAMINO RECORRIDO

A lo largo de este capítulo, hemos explorado en profundidad los impactos del uso indiscriminado de agroquímicos y pesticidas en la agroindustria. Hemos visto cómo estos compuestos, aunque útiles para aumentar la productividad agrícola y proteger los cultivos de plagas y enfermedades, tienen efectos devastadores sobre la salud humana y el medio ambiente. La evidencia científica es clara: los pesticidas y agroquímicos pueden causar cáncer, enfermedades respiratorias, trastornos neurológicos, problemas reproductivos y disrupciones endocrinas, entre otros problemas graves. Además, contribuyen a la degradación del suelo, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad.

Este viaje ha sido un recordatorio sombrío de los costos ocultos de la agricultura moderna. Sin embargo, también hemos discutido soluciones prometedoras que pueden ayudar a mitigar estos impactos negativos y promover un enfoque más sostenible y saludable para la agricultura. Ahora, al cerrar este capítulo, es momento de reflexionar sobre lo aprendido y, lo que es más importante, de inspirar a la acción.

LA URGENCIA DE ACTUAR

La situación actual nos presenta un dilema crucial: continuar con prácticas que dañan nuestro planeta y nuestra salud, o adoptar enfoques sostenibles que aseguren nuestra supervivencia a largo plazo. La elección es clara, pero la acción es urgente. Cada día que pasa sin cambios significativos, seguimos comprometiendo la salud de nuestro planeta y de las futuras generaciones.

Las políticas públicas, la educación y la innovación tecnológica son pilares fundamentales para esta transición. Los gobiernos deben implementar regulaciones estrictas que limiten el uso de agroquímicos y pesticidas dañinos, promoviendo al mismo tiempo incentivos para prácticas agrícolas sostenibles. La inversión en investigación y desarrollo de alternativas menos tóxicas, como los biofertilizantes y biopesticidas, es esencial. Además, es crucial educar a los agricultores y al público en general sobre los riesgos asociados con el uso de estos productos químicos y las alternativas disponibles.

SOLUCIONES Y ACCIONES CONCRETAS

1. Políticas y Regulaciones Efectivas

Los gobiernos tienen la responsabilidad de proteger la salud pública y el medio ambiente. Esto incluye:

- **Implementar Regulaciones Estrictas:** Establecer límites máximos de residuos (LMR) de pesticidas en alimentos y agua potable, y prohibir el uso de los compuestos más tóxicos.
- **Fomentar la Transparencia:** Requerir la divulgación pública de los datos sobre el uso de pesticidas y sus impactos ambientales y de salud.
- **Promover Incentivos para la Agricultura Sostenible:** Ofrecer subsidios y créditos a los agricultores que adopten prácticas sostenibles, como la rotación de cultivos, la agricultura de conservación y el manejo integrado de plagas (MIP).

2. Innovación y Tecnología

La ciencia y la tecnología juegan un papel crucial en la transición hacia una agricultura más sostenible:

- **Desarrollar Alternativas Biológicas:** Invertir en la investigación y desarrollo de biofertilizantes y biopesticidas que sean eficaces y menos perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana.
- **Agricultura de Precisión:** Utilizar tecnologías avanzadas como sensores, drones y GPS para aplicar insumos de manera más eficiente y reducir el uso de químicos.
- **Mejoramiento Genético:** Desarrollar cultivos resistentes a plagas y enfermedades mediante técnicas de mejoramiento genético y biotecnología, disminuyendo así la necesidad de pesticidas.

3. Educación y Conciencia Pública

La educación es una herramienta poderosa para el cambio:

- **Capacitación para Agricultores:** Proveer programas de capacitación que enseñen prácticas agrícolas sostenibles y el manejo seguro de pesticidas.
- **Campañas de Concienciación:** Informar al público sobre los riesgos de los pesticidas y la importancia de elegir productos agrícolas sostenibles.

- **Integración en el Currículo Escolar:** Incluir la educación ambiental en los programas escolares para sensibilizar a las nuevas generaciones sobre la importancia de la sostenibilidad.

UN MENSAJE DE ESPERANZA

A pesar de los desafíos, hay motivos para la esperanza. La creciente conciencia sobre los problemas asociados con los agroquímicos y pesticidas está llevando a un cambio significativo en la forma en que pensamos y practicamos la agricultura. Los agricultores, científicos, legisladores y consumidores están comenzando a comprender que la sostenibilidad no es solo una opción, sino una necesidad.

Cada uno de nosotros tiene un papel que desempeñar en este cambio. Como consumidores, podemos optar por productos orgánicos y apoyar a los agricultores que utilizan prácticas sostenibles. Como agricultores, podemos adoptar técnicas que protejan el suelo, el agua y la biodiversidad. Como ciudadanos, podemos abogar por políticas que promuevan la salud y el bienestar de todos.

El camino hacia una agricultura sostenible y saludable no será fácil, pero es posible. Con la voluntad colectiva y la acción coordinada, podemos transformar nuestro sistema agrícola para que sea más resiliente, justo y respetuoso con el medio ambiente.

El verdadero progreso no se mide solo por el aumento en la producción o las ganancias económicas, sino por el impacto positivo en la salud de las personas y el planeta. Debemos recordar siempre que nuestras acciones hoy tienen repercusiones en el futuro. Cada decisión que tomamos, cada cambio que hacemos, cuenta.

En palabras de un pensador visionario: “El verdadero progreso es aquel que deja a la humanidad y al medio ambiente mejor que antes”. Es hora de redefinir lo que entendemos por progreso y trabajar juntos para construir un futuro donde la agricultura y la naturaleza coexistan en armonía.

Este es un llamado a la acción. Este es el comienzo de una nueva era, una era de esperanza y renovación, donde juntos, podemos sembrar las semillas de un futuro más verde y próspero para las generaciones venideras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Davidson, E. A., et al. (2018). *The contribution of manure and fertilizer nitrogen to atmospheric nitrous oxide since 1860*. Nature Geoscience, 11(8), 565-570.
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., & Rotheray, E. L. (2015). *Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers*. Science, 347(6229), 1255957.
- Mostafalou, S., & Abdollahi, M. (2013). *Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives*. Toxicology and Applied Pharmacology, 268(2), 157-177.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). *Global pollinator declines: trends, impacts and drivers*. Trends in Ecology & Evolution, 25(6), 345-353.
- Potts, S. G., et al. (2016). *The assessment report on pollinators, pollination and food production: Summary for policymakers*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).
- Pretty, J. N., & Hine, R. E. (2001). *Reducing food poverty with sustainable agriculture: A summary of new evidence*. University of Essex, Centre for Environment and Society.
- Ravishankara, A. R., Daniel, J. S., & Portmann, R. W. (2009). *Nitrous oxide (N₂O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century*. Science, 326(5949), 123125.
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). *Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers*. Biological Conservation, 232, 8-27.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., ... & Rice, C. (2008). *Greenhouse gas mitigation in agriculture*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363(1492), 789-813.
- Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). *Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems*. Environmental Pollution, 100(1-3), 179-196.
- Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (2017). *Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems*. Environmental Pollution, 179, 230-247.

Ward, M. H., Jones, R. R., Brender, J. D., De Kok, T. M., Weyer, P. J., Nolan, B. T., ... & Van Breda, S. G. (2018). *Drinking water nitrate and human health: an updated review. International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1557.

Washington, H. (2020). *Human Dependence on Nature: How to Help Solve the Environmental Crisis*. Routledge.

**CAPÍTULO 11:
PROMESAS INCUMPLIDAS DEL MODELO
TRANSGÉNICO**

Autor: Juan Estanislao Camarasa

El hombre con su saber y soberbia a cuestas podrá estudiar las mariposas durante siglos, pero es imposible que cree tan sólo una ellas, la que aparente más simple. El entendimiento de la naturaleza y su compleja interacción biótica escapa a la inteligencia humana.

INTRODUCCIÓN

Las actividades relacionadas con el uso de la tierra se encuentran inmersas en las últimas décadas en profundas transformaciones que derivan de innovaciones tecnológicas y organizacionales fundadas sobre arreglos institucionales que han favorecido su desarrollo.

El esquema de producción agrícola actual, bajo el paradigma del agronegocio, se ha expandido como sistema productivo dominante de cereales y oleaginosas en la Argentina. Su vertiginosa evolución ha generado un incremento significativo de la producción agrícola, provocando impactos relevantes en la matriz productiva, económica, social y ambiental del país.

Los pilares de este modelo se basan en un sistema de producción agrícola a gran escala con uniformidad genética por el uso de semillas transgénicas y altamente dependiente de insumos industriales.

Las principales transformaciones tecnológicas y de los cambios en los marcos regulatorios para aprobar el uso de sus productos han sido impulsadas por puñado de empresas multinacionales de la industria química y biotecnológica -cada vez más integradas y concentradas- quienes encontraron en nuestro país bajas barreras de entrada para posicionarse tempranamente.

Los fundamentos y promesas principales de este modelo productivo estriban en que para sus impulsores permite **mejorar los rindes, reducir el costo, disminuir el uso de agroquímicos derivado de la utilización de transgénicos con resistencias y promover la seguridad alimentaria.**

Tomando a la soja como unidad de análisis, por ser el primer cultivo extensivo que incorporara semilla transgénica en la Argentina, y por explicar la mayor parte del cambio del uso del suelo en el país, y a más de 25 años de su introducción, este artículo se pregunta con distintos enfoques, si estas promesas han podido ser cumplidas.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA RECIENTE

La producción agrícola en Argentina experimentó un crecimiento exponencial desde fines de los años '90 y con una aceleración notable durante la década siguiente. Este trabajo tomará al año 1996 como bisagra pues es año en que se aprueba por primera vez en nuestro país un evento biotecnológico para cultivos extensivos, y que se convertiría en un hito que produciría importantes cambios no solo a nivel tecnológico, sino en la matriz productiva, organizacional, social y ambiental del país.

Al analizar la evolución de los principales cultivos extensivos en producción en Argentina (soja, maíz, trigo, girasol y sorgo), se observa que en el promedio del quinquenio 1992/1996 la Argentina producía poco más de 39 millones de toneladas por campaña agrícola, para pasar a generar más de 127 millones en promedio en el quinquenio 2017/22.

Este incremento en la producción es multicausal, pero desde el punto de vista de la oferta, la incorporación de área agrícola, mucho más que el incremento de rinde o productividad, se apunta como uno de los principales, pasando de un promedio de superficie anual cultivada en el quinquenio 1992/96 de poco menos de 17 millones de hectáreas a más de 35 millones de promedio anual entre 2017/22. Explicándose así una duplicación en menos de 25 años.

LA SOJA RR COMO MOTOR DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

No es posible explicar este vertiginoso incremento de la superficie cultivada sin mencionar a la SOJA, la cual pasa de más de 5 millones de hectáreas anuales promedio en el quinquenio previo al año 1997 a más de 16 millones anuales en promedio durante el quinquenio 2017/22¹, triplicando su superficie en el período bajo análisis.

Si no resulta posible explicar el incremento de la superficie agrícola sin mencionar a la soja, menos lo es sin señalar que el fenómeno se fundamenta en la aprobación de la semilla de SOJA RR (Round Up Ready, o “lista para el glifosato) de Monsanto, lo cual sucede tempranamente en la Argentina en el mismo año que su lanzamiento en Estados Unidos, convirtiéndose en uno de los primeros países del mundo en adoptar masivamente el cultivo transgénico de la oleaginosa.

¹ Datos oficiales de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación en <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/informes-tecnicos-y-estimaciones>

PROPUESTA TECNOLÓGICA DE LA SOJA RR

La principal propiedad de la soja RR es su resistente al glifosato, un herbicida no selectivo para el control pre y post-emergente de malezas anuales y perennes que permite preparar el suelo no sólo de manera previa al cultivo de SOJA RR, sino que elimina las malezas en cualquier momento del ciclo del cultivo sin afectar a la propia planta de soja.

Este desarrollo (semilla tolerante al glifosato + el glifosato como herbicida) implicó un nuevo paradigma en la producción agrícola a nivel mundial, simplificando labores y la aplicación de herbicidas selectivos que requerían las variedades convencionales.

La semilla de soja RR se convertiría así en la pieza fundamental de un paquete tecnológico que consiste, además, en la incorporación de nuevos métodos de trabajo de la tierra como la siembra directa, nuevas moléculas para el control químico tanto de malezas como de insectos y patógenos, nuevos métodos de fertilización y el desarrollo de maquinaria agrícola adaptada a las nuevas necesidades, a la que se sumarían TIC's integradas con sistemas de agricultura de precisión.

En efecto, la siembra directa, fue otro desarrollo tecnológico impulsor de la expansión agrícola, que además de disminuir tiempos de laboreo trajo ventajas desde el punto de vista de la conservación del suelo versus el sistema convencional del arado. Con esta técnica el suelo queda cubierto con el rastrojo del cultivo anterior, protegiéndolo de la erosión y radiación y conservando la humedad. Este factor, sumado a la reducción de los tiempos de laboreo, y el desarrollo genético de variedades de ciclo más corto, contribuiría al desarrollo de un esquema de doble cultivo anual y muy presente para la combinación trigo-soja en nuestro país, que permite mayor producción, pero también incorpora mayor carga y presión al ambiente.

Esta simplificación de la gestión agronómica promovida por la Soja RR, junto con un incremento sostenido de la demanda de proteínas vegetales a nivel global -y el incremento de precio de la oleaginosa- impulsaron la "sojización" de la agricultura argentina. La soja se convirtió así en la punta de lanza de la adopción de un nuevo paquete tecnológico, con la siembra directa, semillas transgénicas e insumos químicos desarrollados por empresas multinacionales, que produjeron una notable simplificación de la gestión agronómica, acompañado además por un proceso de financiación de la actividad agrícola que fecundó innovaciones organizacionales sustantivas y acentuó la concentración de los actores de la producción, los servicios y el comercio en el sector agrícola.

ARGENTINA, PIONERA EN TRANSGÉNICOS

SOJA RR

El 25 de marzo de 1996, y a través de una resolución –N° 167/96– del secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Argentina, Ing. Agr. Felipe Solá, se autoriza la producción y comercialización de la semilla y los productos y subproductos derivados de ésta, provenientes de la soja tolerante al herbicida glifosato de la línea 40-3-2 que contiene el gene CP4 ESPS, la SOJA RR desarrollada por MONSANTO².

Este acto administrativo tiene por detrás otra resolución que lo sustenta, y que configura una excepción explicitada en la propia norma. Se trata de la Resolución 115/96³ publicada apenas 18 días antes y que aprueba medidas de flexibilización para experimentación y/o liberación al medio de organismos genéticamente modificados, no como una generalidad, sino específicamente para la semilla mencionada⁴.

Así, sin que tuvieran mayor participación y peso en el debate los aspectos sociales y ambientales derivados, y bajo una lógica económica y reduccionista, se iniciaría, luego de su aprobación de la semilla RR, una senda de crecimiento de la agricultura extensiva que desplazaría no solamente a la ganadería y a cultivos tradicionales, sino que promovería la expansión de la frontera agrícola incorporando áreas naturales, afectando al monte nativo y pastizales del norte del país, fundamentalmente Chaco, Santiago del Estero, Salta, norte de Córdoba y Santa Fe, Tucumán, donde la deforestación ha tenido lugar desplazando no sólo a la biodiversidad que habitaba en esos ambientes, sino a pequeños y medianos productores, trabajadores de la agricultura familiar y poblaciones campesinas.

TRIGO HB4

El trigo goza, o gozaba hasta hace muy poco, de una particular resistencia de los consumidores globales a que incorpore eventos transgénicos en su secuencia genética. Esta preferencia tiene una explicación cultural y simbólica. El trigo es, desde hace cientos de años, un cereal que acompaña la dieta diaria de millones de personas alrededor del globo. La preocupación subyacente de

² Resolución 167/96. 25 de marzo de 1996. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Publicada en el Boletín Oficial del 03-abr-1996 Número: 28368 Página: 4

³ Resolución 115/96. Boletín oficial N° 28.354. 14 de marzo de 1996 1° sección, Pag 23-24

⁴ Resolución 115/96 7 de marzo de 1996. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Publicada en el Boletín Oficial del 14-mar-1996 Número: 28354 Página: 23

los consumidores aparenta recaer en que pareciera ser menos riesgoso consumir transgénicos directamente, que comer animales alimentados con transgénicos (como sucede desde hace años con la soja y el maíz).

Y aquí la Argentina ha sido pionera, una vez más, en la materia. El 12/05/2022, mediante la Resolución 27 de la Secretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca⁵ autorizó a la empresa INDEAR S.A. (sociedad integrada por Bioceres Semillas S.A. y CONICET), a “*comercializar la semilla, y a los productos y subproductos derivados de ésta, provenientes del trigo IND00412-7, y a toda la progenie derivada de los cruzamientos de este material con cualquier trigo no modificado genéticamente*”.

QUÉ ES EL TRIGO HB4

El trigo HB4 es un desarrollo que surge de los trabajos liderados por la Dra. Raquel Chan de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina (U.N.L.) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, institución gubernamental (CONICET). Estos trabajos permitieron identificar el gen HAHB4 de girasol, que aparenta conferir tolerancia a condiciones de stress hídrico (sequía). Este gen fue patentado en el año 2004 por la UNL y el CONICET y a posteriori mediante un convenio con Bioceres, se transfiere este gen al trigo y a otros cultivos, iniciándose programas de evaluación a campo.

Los primeros cultivares derivados de estos ensayos fueron oficialmente inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares el 28/10/2022, con los nombres “Bermejo HB4”, “Iruya HB4”, “Paraná HB4”, “Pilcomayo HB4” y “Trafal HB4” constituyéndose en los primeros trigos transgénicos habilitados para su producción, comercialización y consumo en Argentina y en el mundo.

¿CUÁLES HAN SIDO LOS RESULTADOS DEL TRIGO HB4?

En el único informe oficial -y no comercial- disponible al respecto, del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación “**TRIGO HB4 Desarrollo argentino bajo control comercial**”⁶ se analiza los resultados de su primer -y para nada pequeña- campaña.

En el mismo se observa que se sembraron 40.116 ha del trigo transgénico en 11 provincias argentinas, de las cuales se obtuvieron 97.279 toneladas, arrojando un rinde promedio de 2,43 tn/ha. Mientras que las estimaciones

⁵ <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/262355/20220512>

⁶ https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/trigo_hb4_indear_para_web_11_1_22.pdf

del MAGYP estiman una producción (total) para esas 11 provincias fue de 6.737.836 ha con un rinde total promedio de 3,35 tn/ha.

Como lo explicaba una nota periodística de un medio especializado “En materia de rindes, por ahora, el trigo transgénico argentino parece dejar bastante que desear, porque solo en dos provincias logró superar los 30 quintales por hectárea: La Pampa, con 32 qq/ha y Entre Ríos, con 30,1 qq/ha. Pero en el resto de los lotes sus productividades han sido realmente deslucidas: En Santa Fe se lograron 21 quintales; en Santiago del Estero 15 quintales; en San Luis 12,7 quintales; en Tucumán 11,3 quintales; en Chaco 10,2 quintales; en Salta 4,6 quintales y en Catamarca solo 4,3 quintales por hectárea”⁷

Las visiones encontradas entre las promesas de mayor rendimiento y la realidad también se expresan en el trabajo de (Abbate, P 2022)⁸ que señala que al comparar cultivares con y sin el evento INDØØ412-7 a campo, se encontraron diferencias promedio solamente del 6% en 37 experimentos sin observar interacción entre diferentes ambientes.

Volviendo al informe oficial, en dicha campaña y en números globales la *performance* del TRIGO HB4 ha sido de un 28% por debajo del trigo total. Estos datos demuestran por sí mismos que esta tecnología no aportó valor en el plano agronómico y lo apresuradas de las decisiones gubernamentales de aprobar una tecnología disruptiva para el comercio mundial de un trigo que nadie al momento su aprobación -excepto el semillero- quería.

Pero el problema del trigo HB4 no es solamente su cuestionada resistencia al stress hídrico, sino que adicionalmente al agregado de este gen, se le incorpora resistencia al glufosinato de amonio, un potente herbicida de toxicidad muy superior al glifosato, que según diversos autores puede generar efectos neurotóxicos y genotóxicos. Incorporar este herbicida encuentra justificación en la pérdida de la capacidad del glifosato de controlar malezas con el correr del tiempo y la necesidad de usar moléculas de mayor toxicidad para lograrlo (derivaciones de un modelo que siempre va a las consecuencias y no las causas).

HB4. LA APROBACIÓN DE UN TRIGO QUE NADIE QUISO

La aprobación de este evento genera interrogantes respecto al lobby empresario e impulso político con justificativos poco claros ejercidos. Es fácilmente corroborable el amplio cuestionamiento de productores trigueros, cá-

⁷ <https://bichosdecampo.com/ya-se-levanto-el-75-del-polemico-trigo-hb4-el-rendimiento-promedio-se-ubico-en-24-quintales-muy-por-debajo-de-las-variedades-convencionales/>

⁸ FENOLOGÍA, CALIDAD, SANIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS TRIGOS TRANSGÉNICOS HB4 INSCRIPTOS EN EL AÑO 2022 Dr., M.Sc., Ing. Agr. Pablo Eduardo Abbate

maras, entidades y federaciones de productores, acopiadores, exportadores y grandes traders globales sobre su aprobación. Hay que recordar que no existen antecedentes en el mundo de trigos OGM liberados para su comercialización, y que las cláusulas del comercio global lo prohibían expresamente. También la cuestión atravesó denuncias del fiscal federal Fabián Canda en el Juzgado Contencioso Administrativo Federal 3 que solicitaba su suspensión por no respetar el artículo 41 de la constitución nacional y el Acuerdo de Escazú.

La comunidad científica argentina se expresó contrariamente, con una Carta Abierta⁹ enviada al gobierno en octubre de 2020, firmada por más de 1400 investigadores y docentes universitarios de todo el país. En la misma expresaron su enorme preocupación ante la medida del gobierno de aprobar el cultivo de trigo transgénico, haciendo un pedido concreto de dejar sin efecto su aprobación y debatir abiertamente alternativas hacia otros modelos productivos que no impliquen daños ambientales y sociales.

Basta navegar en la web para encontrar una mayoría abrumadora de posiciones contrarias a la aprobación del trigo transgénico Hb4 sin distinciones ideológicas y con posicionamientos adecuadamente argumentados. Desde el arco científico, productivo, comercial, ambiental y social no se han encontrado voces favorables a su liberación, a excepción claro está, del grupo de interés desarrollador del mismo cuyos intereses económicos están a la vista¹⁰.

Con el caso del HB4 se evidencia así una vez más el posicionamiento que los actores de la biotecnología toman sobre problemas que afectan a la humanidad -en este caso la sequía- y su promesa de resolverlos con innovaciones disruptivas -tolerancia a la misma- sobrevalorando los aportes que la inteligencia humana puede realizar con esquemas simples propios de visiones reduccionistas por sobre los códigos genéticos de plantas y animales en un sistema simbiótico y complejo que se viene adaptando y desarrollando desde hace millones de años.

Finalmente, estas “soluciones”, aprobadas sin analizar acabadamente sus externalidades, como en el caso del HB4, pueden terminar no sólo no demostrando sus postulados (un mal menor), sino generando un daño ambiental y afectación al resto del ecosistema, sobremanera cuando se tratan de variedades autógamias donde el cruzamiento de transgénicas con convencionales es inevitable y sobre las cuales no existen tecnologías disponibles de remediación.

⁹ <https://twitter.com/TrigoLimpio10/status/1415373112644886530/photo/1>
<https://www.perfil.com/noticias/ecologia/mas-de-mil-cientificos-enviaron-una-carta-abierta-al-gobierno-sobre-el-trigotransgenico.phtml>

¹⁰ <https://www.biodiversidadla.org/Recomendamos/Del-glifosato-al-glifosinato-la-profundizacion-de-un-modelo-de-deterioro-socioambiental-de-la-mano-de-la-generacion-HB4>

EL ROL DEL ESTADO EN LA APROBACIÓN DE EVENTOS BIOTECNOLÓGICOS

Actualmente en la Argentina hay 72 OGM vegetales con autorización comercial¹¹ en distintos cultivos, siendo 40 para maíz, 21 para soja, 8 para algodón, y 2 eventos OGM tienen el trigo, la papa y la alfalfa, finalmente el cártamo tiene 1 evento. La mayoría de las características introducidas tienen que ver con tolerancias a herbicidas (glifosato, glufosinato de amonio, 2,4 D), resistencia a lepidópteros, coléopteros, muchos de ellos apilados. Recientemente se incorpora la tolerancia a sequía en trigo y soja.

No es sorpresiva la concentración de las empresas autorizadas, llevándose tan solo 7 de ellas más del 80% (Monsanto 23 eventos, Syngenta 13, Indear 9, Dow 5, Basf, Pioneer y Bayer con 4 cada una (vale notar la compra de Monsanto por parte de Bayer, que en conjunto tendrán 27 eventos).

Según lo establecido en la Resolución MAGyP N° 763, el circuito para la autorización de la comercialización de OGM en la Argentina consta de un procedimiento de tres etapas. La primera es la Evaluación de los riesgos para los agroecosistemas derivados de la liberación a escala comercial del OGM en consideración. Esta evaluación está a cargo de la Coordinación de Innovación y Biotecnología y de la CONABIA, y la misma se efectúa conforme a lo establecido en las normativas vigentes según se trate de microorganismos, animales o vegetales: Resoluciones SAYBI Nros. 52 y 63 y Resolución SBYDR N° 32/2021 respectivamente. La segunda consiste en la evaluación del material para uso alimentario, humano y animal, la cual es competencia del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y del Comité Técnico Asesor para el Uso de OGM (CTAUOGM), de acuerdo a lo normado por Resolución SENASA N° 412/02. Finalmente se incorpora un dictamen sobre los impactos productivos y comerciales respecto de la comercialización del material genéticamente modificado a cargo de la Subsecretaría de Mercados Agrícolas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, de acuerdo a la Resolución SAGyP N° 510.

En este trabajo no hemos analizado todos los OGM aprobados, nos hemos detenido en los más resonantes y de mayor impacto que han sido la SOJA RR (tolerante a glifosato) y el TRIGO HB4 (tolerante a sequía y glufosinato de amonio), encontrando para el primer caso una flexibilización de la metodología de solicitud de permisos para experimentación y/o liberación de OGM¹², y en el trigo HB4 no se han encontrado evidencias suficientes respecto a su

¹¹ <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/alimentos-y-bioeconomia/ogm-vegetal-eventos-con-autorizacion-comercial>

¹² Resolución 115/96. Boletín oficial N° 28.354. 14 de marzo de 1996 1° sección, Pag 23-24

respuesta a sequía y se ha constatado un fuerte rechazo del arco productivo, comercial y ambiental en el país.

¿PERO QUIÉNES LLEVAN A CABO TALES PROCEDIMIENTOS?

La Resolución 112 - E/2016 ¹³ del MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA de la nación establece la composición de las Instituciones y miembros integrantes de la COMISIÓN NACIONAL ASESORA DE BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA -CONABIA-, encargada de la aprobación de los OGM en el país, en un esquema que se exhibe como pluralista y equilibrado.

No obstante un artículo titulado “La corrupción transgénica”¹⁴ de junio de 2017 el periodista Darío Aranda señala que el organismo que aprueba los transgénicos en Argentina -CONABIA- está integrado por las mismas empresas que buscan aprobaciones: sobre 34 integrantes, 26 pertenecen a las mismas compañías que producen las semillas o son científicos con conflictos de intereses, algunas de las empresas integrantes a la fecha eran Monsanto, Bayer, Syngenta, Indear/ Bioceres, Pioneer/DuPont, Don Mario, ASA (Asociación de Semilleros). En la nota desentraña los lazos de la mayoría de sus integrantes con las grandes empresas semilleras globales.

Nuevamente se pone en debate el rol del Estado en asegurar la preminencia del interés colectivo por sobre los particulares y sobremanera en temáticas de tanta trascendencia en el ambiente y la salud humana.

El agronegocio es un sistema con jugadores concentrados y fuertes intereses corporativos, que busca integrar dependencias del estado y manipulan la información pública a su favor a través de distintas estrategias, posicionando y maximizando las bondades de sus productos.

La permeabilidad de las instituciones argentinas encargadas de aprobar los eventos transgénicos a los lobbies empresarios ha generado fuertes interrogantes en el caso del trigo HB4 y genera una incógnita sobre las aprobaciones pasadas y futuras de otros eventos y sobre la preminencia de los intereses colectivos.

Interferir en códigos genéticos adaptados a través de milenios, jugando a ser dioses y metiéndonos en una caja negra de las cuales nuestra propia racionalidad limitada no nos permite visualizar sus externalidades podría presen-

¹³ MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA. SECRETARÍA DE AGREGADO DE VALOR. Resolución 112 - E/2016

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-112-2016269419/texto>

¹⁴ Revista MU Junio 2017/año 11/ número 112. Pag 14-15. Disponible en

https://www.biodiversidadla.org/Noticias/Argentina_-_Conabia_2017_La_corrupcion_transgenica

tarse como la solución a un problema puntual, como una aspirina soluciona un dolor de cabeza, pero no su causa. Las causas por las cuales se generan los problemas en la agricultura encuentran explicación en el propio modelo impuesto de presión excesiva al ambiente (monocultivo, compactación, toxicidad, pérdida de materia orgánica y nutrientes, eliminación de polinizadores y fauna benéfica, etc.) en definitiva la pérdida del equilibrio biológico preexistente.

Una vez más, el fortalecimiento institucional, y la generación de estructuras de gobernanza transparentes, idóneas e imparciales es clave para asegurar el cumplimiento del artículo 41 de la Constitución Nacional Argentina, el que establece que “todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo...Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.”

La tecnología finalmente, no deja de ser un instrumento, y debe ser el gobierno quien define los criterios, las prioridades y el posicionamiento que tome la sociedad sobre la misma. En pleno debate actual sobre la modificación de la ley de semillas y de la adhesión de la Argentina a UPOV 91, entendemos que no se puede negar la propiedad intelectual de los obtentores, pero hay que justipreciar la originalidad y esfuerzo del desarrollo y su justa contraprestación, así como abarcar las consideraciones ambientales y sociales de liberar al ambiente organismos genéticamente modificados. Este posicionamiento debe generarse en procesos participativos que custodien los intereses de los sectores involucrados con los mecanismos de contrapeso adecuados para no afectar minorías y evitar las concentraciones que en la materia están ocurriendo.

Se configuran aquí las primeras preguntas de este trabajo, y que tiene que ver con los intereses que hay en juego, en la influencia de las corporaciones, su interés económico y parcial y su poder de cabildeo para lograr imponerlos ante mecanismos de habilitación y control que puedan ser permeables a flexibilizaciones como el mencionado en contextos institucionales lábiles.

¿Tienen los organismos encargados de regular y habilitar las actividades relacionadas con Organismos Genéticamente Modificados (OGM) de uso agropecuario las estructuras de gobernanza que permitan equilibrar los intereses de las corporaciones con el de la sociedad?

¿Estos organismos, tienen la idoneidad, capacidad, los procedimientos adecuados para evaluar los aspectos actuales y proyectados no sólo técnicos,

sino ambientales (contaminación, pérdida de biodiversidad, etc.), sociales (concentración, desplazamientos de actores, etc.), de afectación a la salud que la habilitación de estos organismos implica?

Algunos de estos eventos OGM vienen con el desarrollo -y aplicación consecuente- de moléculas químicas para el desarrollo de su cultivo (ejemplo de los recientes aprobados con tolerancia al glufosinato de amonio, también la soja con tolerancia a 2,4D un herbicida sumamente volátil y que está generando gran afectación a los cultivos de algodón en el norte del país), en este aspecto ¿Se estudian apropiadamente los efectos a mediano y largo plazo en el suelo, las napas, los acuíferos, la flora y fauna benéfica, en otros cultivos, y en la salud humana de la aplicación sistemática de moléculas químicas y sus efectos apilados previo a su habilitación? ¿Cuáles son los estudios científicos requeridos respecto a la afectación en los organismos vivos para su aprobación?

¿Cuáles son los mecanismos para evitar la concentración del mercado de semillas? ¿Seremos cada vez menos independientes a la hora de sembrar, y de comer? Si los fitojemoradores precisan de diversidad genética de variedades para mejorar los cruzamientos, ¿Se analiza como prospectiva qué sucederá con la estandarización y homogeneidad genética de semillas, y si esto no genera perse una vulnerabilidad y debilidad adaptativa? ¿Cómo se relaciona la seguridad alimentaria con la concentración del mercado de semillas, la reducción de la disponibilidad de semillas de polinización abierta y la dependencia de insumos químicos patentados y derivados de una fuente finita como el petróleo?

RENDIMIENTO, COSTO, PRECIO, REDUCCIÓN DEL HAMBRE. ¿PROMESAS INCUMPLIDAS? UN ANÁLISIS EN PERSPECTIVA.

Si una de las bondades de la propuesta transgénica era **incrementar el rendimiento** del cultivo, a priori y aisladamente se puede aseverar que tal cosa ha ocurrido, pues si analizamos los datos haciendo *cherry picking*¹⁵ -práctica habitual de algunos analistas impulsores y defensores del modelo- se puede observar, más allá de cierta variabilidad probablemente vinculada a factores climáticos, una tendencia de rendimiento creciente de la soja a través de los años, la cual pasó de un promedio relativamente estable de 2 tn / ha en la décadas del 76/96 para pasar a un promedio de 2,42 en la 97/06; 2,69 tn/ha desde 2007 a la fecha¹⁶.

¹⁵ Literalmente “cosecha de cerezas” es un acto de manipulación mediante el cual, de todos los datos disponibles sobre una cuestión, se escogen solo aquellos que interesan, ignorando los que no.

¹⁶ Datos oficiales de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación en <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/informes-tecnicos-y-estimaciones>

Pero ante esta tendencia observada es inevitable la generación de nuevas preguntas: ¿Cuánto de este rendimiento creciente se debe a mejores prácticas agronómicas (fertilización, rotación de cultivos, conservación y administración de humedad, etc.), a mejores cultivares que sirven de soporte (chasis) para los eventos transgénicos, al mayor aprendizaje de los agricultores sobre sus lotes? ¿Cuánto se debe a la incorporación de área deforestada, con mayor contenido de materia orgánica y nutrientes que el cultivo lo ha aprovechado? Finalmente ¿Cuál es el rol que ha jugado el evento transgénico -tolerancia a glifosato- en esta cuestión y cuál hubiese sido la respuesta adaptativa sin la utilización de semillas GMO?

Parte de este análisis es contra fáctico y no es objeto de este trabajo responder estas cuestiones, es incluso difícil de practicar un análisis de rendimiento alternativo de soja GMO y no GMO por los exiguos volúmenes sembrados de ésta última y el poco desarrollo de variedades que no incorporan algún evento, sumado a la estandarización de una práctica de gestión agronómica bastante homogénea.

Se comprende que la resistencia al glifosato ha simplificado y permitido un control de malezas en la soja, pero ¿Puede ser esta la única tecnología a utilizarse a perpetuidad? A sabiendas de que se trata de cultivos distintos y no comprobables, proponemos, sin embargo, sólo a fines de repregunta, el análisis de rendimiento de un cultivo alternativo y NO GMO, que también tiene un rol protagónico en la agricultura argentina. El trigo, que si bien tiene características fenológicas muy disímiles al ser un cultivo de invierno y sin tener tan alta presión de malezas como la soja, comparte buena parte de área de cultivo con la oleaginosa, y también cuenta con un nutrido abanico de obtentores de variedades y semilleros multiplicadores que lo ponen en la vanguardia del desarrollo genético nacional y sin incorporar eventos transgénicos, con la excepción reciente del HB4 ya mencionado incorporado por Bioceres (con supuesta tolerancia a stress hídrico, del cual se informa aparte), para lo cual se analizarán datos de campañas previas a su autorización, acaecida el 12/05/2022. Y nos preguntamos, **¿Qué ha pasado con la evolución de su rendimiento?**

En efecto, los datos analizados de la evolución de rendimiento del trigo (NO GMO), tiene en la argentina no solo una tendencia creciente, sino que supera a la de la soja, pasando de un promedio de 1,6 tn/ha en perpetuidad? la década del 76/86 a 1,92tn/ha en la siguiente, 2,33 tn/ha en el período 96/06 y 2,77 tn/ha del 2006 a nuestros días¹⁷.

¹⁷ Datos oficiales de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación en <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/informes-tecnicos-y-estimaciones>

La -hasta ahora- resistencia de la comunidad global al trigo GMO, con un comercio internacional mayoritariamente vigente que lo prohíbe en sus cláusulas contractuales, ha promovido que los agricultores del mundo adapten sus prácticas agronómicas sin recurrir a los transgénicos, y no por eso el cultivo ha visto reducida su tasa de rendimientos crecientes, al menos comparativamente con la soja GMO analizada.

Resulta interesante añadir las conclusiones del Ing. Agr. Alejandro Valeiro para otro cultivo en su trabajo *“Diecisiete años de algodón transgénico en Argentina: evolución del uso de agroquímicos”*¹⁸ quien no solamente detalla que “en términos de influencia de los OGM en la productividad del algodón en Argentina, podría decirse que ésta ha sido mínima. En efecto, si se promedian los rendimientos obtenidos a nivel nacional en los 17 años previos a la aparición de los transgénicos (1982-1997), se obtenían 1.340 kg/ha de algodón en bruto. Durante los 17 años posteriores a la adopción de esta tecnología (1998-2015) el promedio se elevó apenas 100 kg/ha”. Además describe que “lejos de contribuir a reducir la cantidad y frecuencia de agroquímicos, el mal manejo de los algodones genéticamente modificados parece haber llevado a un aumento creciente de las aplicaciones de glifosato, con impactos en el ambiente (suelos, agua), resistencia creciente de algunas malezas, aumento de los costos de producción y la aparición de casos de residuos en la fibra de algunos productos finales”

TECHNOLOGICAL FIX

Llegado a este punto es importante recurrir al término *Techological Fix*, tal como lo describe Cáceres, D¹⁹ que las refiere como aquellas tecnologías que pretenden ser la solución para un determinado problema, pero que en la práctica no sólo no lo solucionan, sino que generan nuevos. Cáceres describe que en el modelo del agronegocio la mayoría de los problemas productivos son “resueltos” incorporando algún tipo de insumo o equipo externo, generalmente de origen industrial. Por ejemplo, se promueve solucionar los problemas de fertilidad agregando fertilizantes químicos en lugar de implementar un manejo menos extractivo de nutrientes, conjuntamente con prácticas que permitan la recuperación natural de la fertilidad del suelo; o aplicar pesticidas en lugar de promover un manejo que disminuya la emergencia/incidencia de las plagas

¹⁸ Citado en *Plaguicidas en el ambiente*. Editado por Virginia C. Aparicio; Eliana S. Gonzalo Mayoral y José Luis Costa; editor literario Gloria Kaspar, revisor Adrián Andriulo – 1ª ed – Buenos Aires: Ediciones INTA 2017.

¹⁹ Daniel M. Cáceres. *Tecnología agropecuaria y agronegocios. La lógica subyacente del modelo tecnológico dominante*. Mundo agrar. vol.16 no.31 La Plata abr. 2015

y que promueva el control biológico. Por otro lado, a menudo se proponen soluciones de tipo tecnológico a problemas que en realidad tienen una naturaleza no tecnológica. El uso de un insecticida para combatir una determinada plaga produce un rápido efecto que permite al productor “eliminar” el problema de una manera rápida (i.e., instantaneidad). Pero en realidad, dependiendo del tipo de plaga que haya estado afectando al cultivo y del insecticida que haya usado, su efecto no se prolonga en el tiempo (i.e., transitoriedad). Al no haberse actuado sobre los motivos que generan la aparición de la plaga sino sólo sobre un emergente puntual, una nueva plaga (o la misma) se presenta al poco tiempo, lo que demanda nuevas aplicaciones de insecticidas (i.e., recurrencia).

Cuando analizamos el impacto que genera el modelo productivo de uniformidad genética y utilización de productos e insumos de síntesis química -en el año 2021 se utilizaron en Argentina 321.104.664 L o Kg de herbicidas y 52.716.173 L o Kg de otros PFs según datos elaborados por CASAFE²⁰- vemos que hay importantes plagas, malezas, enfermedades y problemas que impactan con distinta presencia y severidad, pero que tienen por detrás sus causas en severos desequilibrios ecológicos.

LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD COMO PROBLEMA ECONÓMICO

Las consecuencias de la degradación y pérdida de la diversidad biológica conllevan inexorablemente a mayores riesgos y costos de producción. Esto puede evidenciarse con números y en publicaciones especializadas como la editada por la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica de Naciones Unidas y varios informes de la FAO.

La FAO analiza que “menos biodiversidad significa que las plantas y los animales sean más vulnerables a plagas y enfermedades. La pérdida creciente de biodiversidad para la alimentación y la agricultura, agravada por nuestra dependencia de cada vez menos especies, está llevando nuestra ya frágil seguridad alimentaria al borde del colapso”.²¹

La aparición creciente de malezas resistentes, la mayor incidencia y severidad de los ataques de insectos y patógenos, la pérdida de cualidades proteicas de granos y forrajes, las necesidades de fertilización en macro y micronutrientes, entre otros, son fenómenos económicos que se observan en nuestro país y región y que tienen por detrás un desequilibrio ambiental derivado de

²⁰ Montoya et al. *Los productos fitosanitarios en los sistemas productivos de la Argentina. Una mirada desde el INTA*. 2023.

²¹ <https://www.fao.org/panama/noticias/detail-events/es/c/1181637/>

prácticas que soslayan la importancia de la biodiversidad para la agricultura, la alimentación y la salud y el bienestar humano.

En la nota de Villamil comentada en un capítulo anterior²², y muchas otras publicadas y experiencias recogidas, se describe con claridad la problemática compleja de intervenir los ecosistemas, disminuir y afectar la biodiversidad, y las consecuencias cada vez más notables en los sistemas productivos que ello conlleva. En el actual modelo a los problemas de malezas, insectos o patógenos -que van adquiriendo cada vez mayor resistencia, se los busca controlar muchas veces con los mismos productos, o más tóxicos, y/o con mayores dosis, las causas: bien gracias.

Así, buscar soluciones con esquemas reduccionistas a problemas más complejos es parte del technological fix que describe Cáceres, pero es insoslayable la necesidad de abordar los sistemas de producción agropecuaria con consideraciones más abarcativas y un mayor respeto de la diversidad biológica y su compleja interrelación biótica. Hoy la necesidad de restaurar los ambientes es imperiosa no solo por efectos ambientales y de la salud, sino que lo será cada vez más por necesidad económica.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Otro de los postulados respecto a las bondades del modelo transgénico, radica para muchos de sus impulsores, en que permitiría “abatar los costos de producción”. A continuación, pasaremos a analizar su evolución.

Al comenzar este desafío, rápidamente observamos que, por los vaivenes de la macroeconomía argentina, las sucesivas aperturas y cierres de importaciones de insumos, la variedad de tipos de cambio existentes, entre otros factores relacionados, resultaba complejo y confuso realizar análisis evolutivos de los costos de producción. Es por tanto que se toma como base de análisis los datos de la producción norteamericana de soja, que, si bien tiene características organizacionales de la producción distintas, su modelo productivo también se inserta dentro del paradigma del agronegocio y la biotecnología moderna con la utilización de semillas transgénicas y altamente dependiente de insumos químicos. Al encontrar cierta heterogeneidad en los datos analizados de series más largas, se optó por tomar la serie 1997/20022 que representa acabadamente la vigencia del modelo expuesto.

Los hallazgos no sorprenden, los costos de semilla han pasado de U\$S 19,72/acre en 1997 a U\$S 71,09 en 2022, el costo de agroquímicos de U\$S

²² https://www.clarin.com/rural/plagas-malezas-reconstruir-sistema-hackeado_0_wv2D3-tO.html

26,37 a U\$S 55,03, y el de fertilizantes de U\$S 8,96 a U\$S 63,92 / acre entre el inicio y final de la serie analizada respectivamente²³.

Estos tres costos sumados pasan de U\$S 55,05/acre en 1997 a U\$S 190,04 en 2022, un incremento notable del 345%. Por otro lado, los rindes de la soja en el período analizado representan 2,89 tn/ha en 1997 a 3,56 en 2022, un incremento del 123%.

Los datos se expresan por sí mismos, y no es necesario realizar sobre interpretaciones. Además del notable incremento constante de costos de los principales insumos productivos para la soja, se observa una aceleración notable desde el 2021 derivada del incremento del precio del petróleo a partir de la crisis Rusia-Ucrania, evidenciando la dependencia del modelo de producción de esta fuente finita de insumos, pero también el incremento de una variable no tan relacionada a ellos como la semilla.

¿DISMINUCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE PESTICIDAS?

Es frecuente leer y escuchar como parte de la justificación del modelo del agronegocio y de la incorporación de los OGM en el ambiente que los mismos permitirían una menor utilización de pesticidas derivado de la tolerancia que se les incorpora a las semillas genéticamente modificadas a determinadas plagas. En la Argentina se encuentran aprobados diversos eventos biotecnológicos para maíz con resistencia a lepidópteros como el taladro del maíz (*Ostrinia nubilalis*) gusano de la raíz del maíz (*Diabrotica* spp); resistencia a *Spodoptera* spp. en soja y *Helicoverpa* spp en algodón entre otros. En el caso de herbicidas, hay eventos con resistencia a glifosato, 2,4 D, glufosinato de amonio, dicamba e isoxaflutole.

Es contra fáctico analizar la evolución de la utilización de insecticidas sin los eventos genéticamente modificados incorporados al ambiente, sin embargo, no podemos afirmar que la evolución de su utilización por unidad de superficie en nuestro país ha disminuido, sino que lo que ha ocurrido es precisamente todo lo contrario.

Según el informe del INTA “*Los productos fitosanitarios en los sistemas productivos de la Argentina. Una mirada desde el INTA*”²⁴ en el año 2021 se utilizaron 321.104.664 L o Kg de herbicidas y 52.716.173 L o Kg de otros

²³ Datos disponibles en <https://www.ers.usda.gov/data-products/commodity-costs-and-returns/commodity-costs-and-returns/#Historical%20Costs%20and%20Returns:%20Soybeans>

²⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Los productos fitosanitarios en los sistemas productivos de la Argentina. Una mirada desde el INTA. Mesa de análisis y propuestas para el abordaje integral del uso de productos fitosanitarios. Disponible en <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/15505>

plaguicidas para un total de 44.7 millones de hectáreas. Lo que da un promedio de uso de **8.3 L o Kg ha-1**, aproximadamente. Cuando se analizan las estadísticas del mercado argentino de plaguicidas -prosigue el informe- se observa una tendencia creciente en su uso, pasando de 151,3 millones de L o Kg de productos comercializados en el año 2002, a 225 millones de L o Kg en 2008, cerca de 317 en 2012 (CASAFE 2012), alcanzando actualmente 373 millones de L o Kg. Existen en el mercado argentino cerca de 5387 productos formulados registrados en el SENASA. Los herbicidas son el grupo mayoritario con 43 %, seguido por los insecticidas y fungicidas. El resto, léase acaricidas, nematocidas, molusquicidas, reguladores de crecimiento, etc., no superan el 14 %.

Retrotrayéndonos al año 1995, anterior a la implantación del modelo transgénico, el informe “Sojización del Chaco” (Alegre et al²⁵) detalla que el volumen utilizado de plaguicidas por hectárea para dicho año no alcanzaba los 4 kg/lt/ha, para el 2010, es decir 15 años después lo ubica en 10 kg/lt/ha. Para finalizar, un documento de biodiversidadla.org²⁶ ubica para el año 2018 una aplicación de 13 kg/lt/ha de pesticidas en la Argentina, mas del triple de lo que se utilizaba en el año 1996 para la misma fuente.

Si bien existe heterogeneidad en los valores de utilización de kg/lt de pesticidas por hectárea en la argentina según la fuente consultada, las mismas indican que los valores se han más que duplicado y hasta triplicado respecto a su utilización previa a la habilitación de OGM.

PRECIO DEL GRANO Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Otro de los postulados del modelo transgénico es que permitiría brindar soluciones a la seguridad alimentaria, generando mayores rendimientos y menores costos. Pues bien, tal supuesto tampoco ha tenido mayor lugar. Y una de las primeras explicaciones podría deberse a que se ha incrementado la demanda, y disminuido el stock, pues bien, las estadísticas mundiales informan lo contrario.

El consumo global de soja se ha incrementado, pasando de 145 millones de toneladas (MT) en 1997/98 a 384 MT en el 2023/24, pero también lo ha hecho más significativamente el suministro total -compuesto por la producción más

²⁵ SOJIZACION DEL CHACO. ESTADO DEL CONOCIMIENTO. Alegre, Miguel; Balbiano, Renzo; Mauriño, Macarena; Ossola, Ignacio; Perez, Marianela. Escuela de Gobierno. Año 2017. Disponible en <https://escueladegobierno.chaco.gob.ar/wp-content/uploads/2023/09/soja-informe-definitivo-junio.pdf>

²⁶ <https://www.biodiversidadla.org/Documentos/En-la-Argentina-se-utilizan-mas-de-500-millones-delitroskilos-de-agrotoxicos-por-ano> En la Argentina se utilizan más de 500 millones de litros/kilos de agrotóxicos por año

las importaciones más el stock inicial- que ha pasado de 212 MT a 669 MT, expresando así unos stocks finales que con el tiempo han ido acompañando este comportamiento, con 27 MT en la campaña 1997/98 de stocks finales a 115 MT en la 2023/24²⁷.

En fin, el suministro total ha crecido el 316% en el período considerado, mientras que el consumo el 264%, por su parte, los stocks han tenido un crecimiento del 425%, debería esperarse que, en tal escenario, los precios de la oleaginosa descendieran, pero definitivamente no ha sido el caso. La soja no ha hecho más que incrementar su precio pasando de U\$S 217 / tn en la década del 1997/2006 a U\$S 423/tn desde el 2013 a esta parte²⁸.

Finalmente, el problema de la desnutrición en el mundo no es un problema de falta de alimentos, sino un problema de distribución de la riqueza. Intentar solucionar el hambre por el lado de la oferta y sin solucionar la problemática del acceso a los mismos por falta de ingresos y la exclusión de aquellos que pasan hambre difícilmente ofrezca una solución.

Por otro lado, y si este fuera el fin, la utilización de fuentes vegetales para la producción de energía -fundamentalmente derivadas de las nuevas regulaciones que fomentan el empleo de biocombustibles, en particular en los Estados Unidos- colisionarían con este propósito, pues la disponibilidad finita de tierra entraría en competencia para uso alimentario vs combustibles.

La Argentina puede servir de notable ejemplo: mientras que es uno de los principales productores de alimentos del mundo, ha incrementado notablemente el número de su población hambrienta, sin escapar a una tensión doméstica entre la necesidad de obtención de divisas para la economía y la de producir alimentos a bajo costo para la población (Bisang et al.²⁹)

CONCLUSIONES

Al iniciar este trabajo nos preguntamos si las promesas de la aplicación del modelo transgénico y del agronegocio, luego de más de dos décadas de vigencia, fueron cumplidas con un mayor rinde, un menor costo, menor utilización de plaguicidas y menores precios y si esto de alguna manera permitió disminuir el hambre en el mundo. Hemos encontrado que los rindes de soja se han incrementado, pero no una evidencia de que sea por una asociación

²⁷ Datos disponibles en <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>

²⁸ Soybeans, U.S. soybeans, Chicago Soybean futures contract (first contract forward) No. 2 yellow and par, U\$S per metric ton. Datos disponibles en <https://www.imf.org/en/Research/commodity-prices>

²⁹ Bisang, Roberto Problemas actuales y perspectivas futuras de la producción y comercialización de granos / Roberto Bisang ; José Pierri ; compilado por Roberto Bisang ; José Pierri. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas, 2017

directa derivada de la aplicación de organismos genéticamente modificados. De hecho, en el trigo no GMO se ha producido una tasa de rendimientos superiores a la soja GMO en el mismo período considerado. En cuanto a los costos, se constató un incremento rotundo de los mismos en las últimas décadas, y esto puede encontrar sentido en la concentración existente en los proveedores globales y en la correlación con el incremento de los costos del petróleo. Con respecto a la evolución de utilización de pesticidas, se observa más que duplicado su aplicación por unidad de superficie desde antes de su vigencia. Finalmente, por el lado de los precios, la soja expresa una tendencia alcista, más allá de relaciones stock/consumo globales más holgadas, lo que encuentra lógica con el incremento de costos expuesto. Con respecto a la situación del hambre en el mundo, según el último informe de la FAO, alrededor de 2 300 millones de personas en el mundo (29,3 %) se encontraban en situación de inseguridad alimentaria moderada o grave en 2021. Cerca de 924 millones de personas (el 11,7 % de la población mundial) afrontaron niveles graves de inseguridad alimentaria, lo que supone un aumento de 207 millones en un intervalo de dos años. En palabras de Tedros Ghebreyesus, Director General de la OMS: “Cada año mueren 11 millones de personas a causa de dietas poco saludables. El aumento de los precios de los alimentos significa que esto no hará más que empeorar. La OMS apoya los esfuerzos de los países por mejorar los sistemas alimentarios mediante la imposición de impuestos a los alimentos poco saludables y la concesión de subvenciones a las opciones saludables, la protección de los niños frente a la comercialización perjudicial y la garantía de etiquetas nutricionales claras. Debemos colaborar para alcanzar las metas mundiales de nutrición para 2030, para combatir el hambre y la malnutrición, y para garantizar que los alimentos sean una fuente de salud para todos”³⁰.

Ante estas cifras y declaraciones apremiantes, no podemos reducir las preguntas a costos, rindes y precios solamente. Es inevitable cuestionarnos si la supuesta validez de un modelo productivo concentrador, excluyente y altamente dependiente de insumos industriales y químicos que ocurre con un impacto social y ambiental insoslayable es el mejor modelo vigente para la sociedad en su conjunto.

Hemos analizado cómo se han aprobado los dos eventos OGM más emblemáticos en la Argentina, encontrando vías de excepción y justificaciones poco claras de cara a la sociedad. Este esquema sin duda ha transformado y seguirá transformando el paisaje y el ambiente, y al mismo tiempo ha modificado las conductas sociales, las organizaciones y las instituciones. Nos resulta inevitable

³⁰ <https://www.fao.org/newsroom/detail/un-report-global-hunger-SOFI-2022-FAO/es#:~:text=El%20n%C3%BAmero%20de%20personas%20que,Unidas%20en%20el%20que%20se>

ampliar nuestras preguntas originales sobre quiénes se han beneficiado de este modelo. Si están hoy mejor los agricultores, la biodiversidad, el agua, la salud, la seguridad alimentaria. Si no estamos subyugados tecnológicamente y nos merecemos un análisis que permita enmarcar las propuestas tecnológicas en contextos más abarcativos, incorporando lo ambiental, lo social, la salud y a quiénes terminan beneficiando su implementación en el mediano y largo plazo.

No podemos dejar de interpelar a las instituciones educativas, científicas, legales, a los gobiernos que descuidan la protección del ambiente y la salud y a los partidos políticos que los sostienen.

Parece una obviedad, pero las grandes empresas del agronegocio (semilleras y de la industria químicas cada vez más integradas) no buscan solucionar el hambre, reducir el costo, bajar los precios, vender menos. Buscan hacer sus negocios, y para ello utilizan todo el poder de fuego que tienen, son financistas de seminarios, simposios, talleres, integran asociaciones e instituciones que avalan sus productos y métodos. Sus influencias han permeado además las instituciones vinculadas al Estado y las currículas universitarias, promoviendo la formación de profesionales que tienen visiones fragmentadas y homogéneas de las alternativas tecnológicas vigentes para la producción agrícola, en donde las recetas agronómicas (utilización de semillas transgénicas y aplicación de herbicidas, insecticidas, fungicidas) son esquemas a la carta recomendados por las mismas corporaciones que las producen.

La dependencia tecnológica de un puñado de empresas, el excesivo costo creciente de los insumos -muchos de ellos derivados de una fuente finita como el petróleo- ; la contaminación ambiental del suelo, de cursos de agua y napas freáticas -y consecuentemente de los humanos-; la pérdida del equilibrio ecológico, biodiversidad y diversidad genética; la disminución progresiva de la materia orgánica, de la masa microbiana y de macro y micro nutrientes; la concentración de las explotaciones y la desaparición del agricultor como sujeto activo de un proceso productivo integrado a su medio, son parte de los problemas generados por el actual esquema productivo adoptado, al que empiezan a sumarse fragilidades en los resultados económicos para los agricultores y a la postre mayores precios para los consumidores. No podemos afirmar con estos antecedentes que la seguridad alimentaria global esté en una situación mejor que antaño.

Es hora de preguntarnos por las causas de las visibles consecuencias de un modelo que tampoco ha cumplido sus promesas.

CURRÍCULUM DE LOS AUTORES

Raúl Horacio Lucero. Nacido el 06/04/1962. Casado. 5 hijos.



- Bioquímico egresado de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Facultad de Ciencias Exactas (Provincia de Corrientes, Argentina.)
- Doctor en Bioquímica Humana de la Universidad de Buenos Aires.
- Profesor Adjunto por concurso como investigador con mayor dedicación en el Laboratorio de Citogenética y Biología Molecular del Instituto de Medicina Regional. (IMR-UNNE).

Trabajó y se capacitó en Genética y Biología Molecular en:

- National Institute of Haematology, (Budapest, Hungría). Cytogenetic Laboratory.
 - Facultad de Medicina de Triangulo Mineiro. Uberaba. Minas Gerais (Brasil).
 - Facultad de Ciencias Exactas, Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
- Galardonado con 8 premios por sus trabajos de Investigación presentados en el país.
 - Premio PROES de la Federación Bioquímica Argentina año 2022 a la trayectoria profesional, como referente Comunitario por el trabajo en poblaciones vulnerables.
 - Disertante en 54 Jornadas científicas nacionales e internacionales
 - Asistente a 20 Cursos de Postgrado en temas de Citogenética y Biología Molecular.
 - Autor o co-autor de 60 trabajos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales o presentados como pósters en las correspondientes Jornadas.
 - Director o Co Director de 18 proyectos de Investigación o de pasantías de formación de Recursos Humanos en el Instituto de Medicina Regional.

Desde 2023 colabora en capacitaciones y proyectos científicos con la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Burgos. España.

Darío Fernández Zoppino



Licenciado en Biología Molecular y Doctor en Bioquímica por la Universidad Nacional de San Luis, Argentina, Máster y Doctor en Bioquímica y Biología Molecular por la Universidad Complutense de Madrid.

Comenzó su carrera científica en el Instituto de Histología y Embriología del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IHEM-CONICET). Luego obtuvo una beca predoctoral del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España en el Centro de Investigaciones Biológicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIB-CSIC).

Posteriormente, obtuvo un contrato de investigador en el Centro de Investigaciones Biomédicas en Red de Enfermedades Raras (CIBERer) dependiente del Instituto de Salud Carlos III, para continuar trabajando en el Centro de Investigaciones Biológicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIB-CSIC).

A su retorno a la Argentina, se incorpora como investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en el Instituto de Histología y Embriología (IHEMCONICET). Luego de varios años en centros de investigación, la Universidad Nacional del Nordeste de Argentina, lo incorpora como Profesor Titular.

Después del paso por la Universidad Nacional del Nordeste, aplicó al programa “*Beatriz Galindo*” senior del Ministerio de Universidades de España y se incorpora a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Burgos, en donde realiza actividades docentes en diferentes grados, de gestión y de investigación.

Le han concedido numerosas ayudas en forma de becas, contratos y de financiación de proyectos nacionales e internacionales de agencias privadas y públicas

Sus investigaciones han dado lugar a presentaciones y ponencias en reuniones y congresos nacionales e internacionales y publicaciones en varias revistas científicas.

También es miembro de la Sociedad Argentina de Investigaciones en Bioquímica y Biología Molecular (SAIB), de la Sociedad Española de

Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM), de la Sociedad Argentina de Investigación Odontológica (SAIO), Miembro de la Asociación Española de Investigación sobre el Cáncer (ASEICA) y Miembro de la Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas (SECF).

Orcid: Fernández, D; Fernández Zoppino, D (0000-0002-9763-7328) (orcid.org)

Juan Estanislao Camarasa. Nacido el 05/11/1978. Casado, dos hijas.



Es Lic. En Administración. Magíster (c) en Agronegocios y Alimentos de la Facultad de Agronomía U.B.A., Especialista en Agronegocios y Alimentos UBA, ha asistido a diversos cursos en Escuelas de Negocios de primer nivel en Argentina, entre ellos el Programa de Desarrollo Directivo 2008 IAE, Universidad Austral, AFC 2015 IAEEF.

- Actualmente es Gerente Comercial y de Operaciones del Elevador Barranqueras – Compañía Logística del Norte S.A. empresa con operaciones de granos en la Hidrovía del Río Paraná en Argentina que opera cargas terrestres y barcazas desde la Facilidad Portuaria en Barranqueras.
- Es asesor de la Bolsa de Comercio del Chaco, en la que ha desarrollado la operatoria y back office de Futuros y Opciones agrícolas, donde además dirige la actividad comercial del laboratorio de granos y es editor de Informes relacionados al sector.
- Es Co-fundador de Globber Trade, una compañía de brokerage de commodities y especialidades agrícolas con operaciones centradas entre Argentina y África.
- Ha desarrollado diversos estudios de consultoría relativos a la producción y servicios agrícolas, entre ellos estudios para la mitigación de riesgos agropecuarios para la actividad bancaria; fideicomisos de producción agrícola y silvopastoril en Argentina y Centroamérica.

- Ha puesto en marcha y coordinado siembras asociativas por más de 30.000 hectáreas en las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Córdoba, San Luis, Santa Fe, Entre Ríos y Santiago del Estero.
- Ha sido expositor sobre Futuros y Opciones Agrícolas, sobre comercialización de granos, logística multimodal de granos y análisis de negocios de producción agrícola en diversos ámbitos.
- Colabora con diversos medios periodísticos en la publicación de notas e informes vinculados a la logística, producción agropecuaria y problemática ambiental.

ISBN 979-13-87585-02-0



9 791387 585020



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

**Servicio de Publicaciones e
Imagen Institucional**