

Químicos en la Agroindustria y su impacto en la toxicología.

Prof. Dr. Damián Verzeñassi
Instituto de Salud Socioambiental
Facultad de Cs Médicas UNR

 @damianverze
@SaludSAmbiental

 Salud Socioambiental FCM UNR

 saludsocioambiental.instituto@gmail.com

12/04/19

Ciclo de Conferencias
"una mirada hacia la toxicología ambiental"
1ra Cátedra de Toxicología
UBA





ARGENTINA:

**Altas dosis de
plaguicidas
en leche
materna**

Domingo 17 de Febrero de 2013 08:30



La investigación fue realizada por técnicos del INTI y los valores exceden en un 15% a los del Código Alimentario Argentino. La mayoría de las pacientes provenían del Conurbano.

**7 de cada 10 madres tienen
agrotóxicos en su leche**





70% del ganado recibe ATB

(fuente ReAct y OMS)



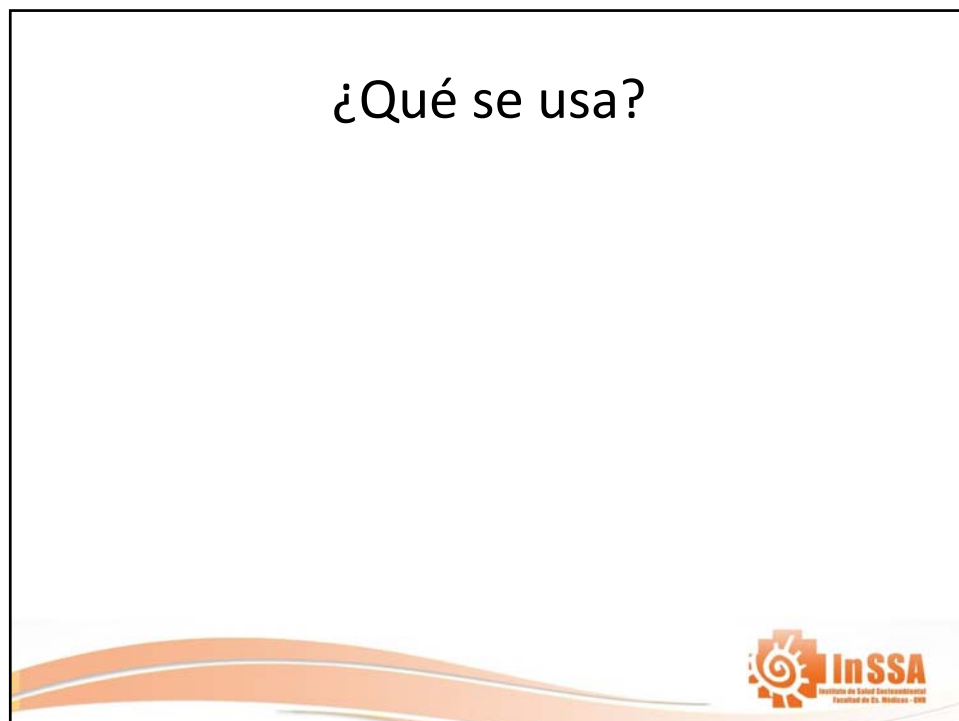
8 de cada 10 verduras y frutas tienen agroquímicos

(según estudios de EMISA-UNLP, INTA, SENASA)





¿Qué se usa?



Grupo de plaguicida	Mecanismo de acción descripto	Ejemplos/grupo químico
INSECTICIDAS	Inhibidores de la acetilcolinesterasa Inhibidores del flujo de iones en los canales de Na y K Inhibición del GABA Miméticos de acetilcolina	Organofosforados, Carbamatos Piretroides organoclorados, ciclodienos, fenilpiraxoles insecticidas microbianos, neonicoteniodes
HERBICIDAS	Inhibidores de la síntesis de aminoácidos Inhibidores de la síntesis de ácidos Grasos Inhibidores de la síntesis de microtúbulos Inhibidores de la fotosíntesis Inhibidores de la síntesis de carotenoides Reguladores del crecimiento	Imidazolinas, sulfonilureas, glifosato, glufosinato de amonio, triazolopirimidinas Cicloheximidas, Triazinas, ureas, benzotiadiazoles Piridinocarboximidas, Hormonas
Fungicidas	Inhibidores de la fosforilación oxidativa Inhibidores de la biosíntesis del ergosterol Inhibidores de la glicólisis Inhibidores de los lípidos Inhibidores de los ácidos nucleicos Inhibidores de las quinasas Inhibición de la síntesis de proteínas Inhibidores de la mitosis Acción multisitio, especialmente inhibidores de la síntesis de proteínas Mecanismo de acción desconocido	Carboximidas, Triazoles, pirimidinas, imidazoles, Carbamatos, organofosforados Pirimidinol Dicarboximidas, fenilpirroles Acilalaninas Bencimidazoles Azufre y derivados, cúpricos, ditiocarbamatos, quinonas, fenilpiridinamina, ftalimidas Sales de ácido fosfónico

Burger, M.



¿Y en la salud humana?

Clasificación en Cuanto a la plaga que Controla	Clasificación en Cuanto al grupo químico	síntomas de intoxicación aguda	síntomas de intoxicación crónica
Insecticidas	Organofosforados y carbamatos.	Debilidad, calambres abdominales, vómitos, espasmos musculares y convulsiones.	Efectos neurotóxicos retardados, alteraciones cromosómicas y dermatitis de contacto.
	Organoclorados.	Náuseas, vómitos, contracciones musculares involuntarias.	Lesiones hepáticas, arritmias cardíacas, lesiones renales y neuropatías periféricas.
	Piretroides sintéticos.	Irritación de la conjuntiva, estornudos, excitación, convulsiones.	Alergias, asma, irritación de mucosa, hipersensibilidad.
Fungicidas	Ditiocarbamatos.	Mareos, vómitos, temblores musculares, dolor de cabeza.	Alergias respiratorias, dermatitis, enfermedad de Parkinson, cánceres.
	Fentalamidas.		Teratogenia.
Herbicidas	Dinitroferóis y pentaciclófenol.	Dificultad respiratoria, hipertermia, convulsiones.	Tipos de cáncer y cloroacnes.
	Fenoxiacéticos.	Pérdida del apetito, náuseas, vómitos, fasciculaciones musculares.	Estímulo de enzimas hepáticas, cánceres, teratogenia.
	Dipiridilos.	Hemorragia nasal, debilidad, desmayos, conjuntivitis.	Daño hepático, dermatitis de contacto, fibrosis pulmonar.

Fuente: OPS/OMS (1996).



CUANTOS GENES COMPARTIMOS?



40 %



60 %



85 %



O.U.Scremin



(Diapositiva del Dr. Oscar Scremin)

¿Como Explicar las lesiones?



Causa



Efecto

Exposición

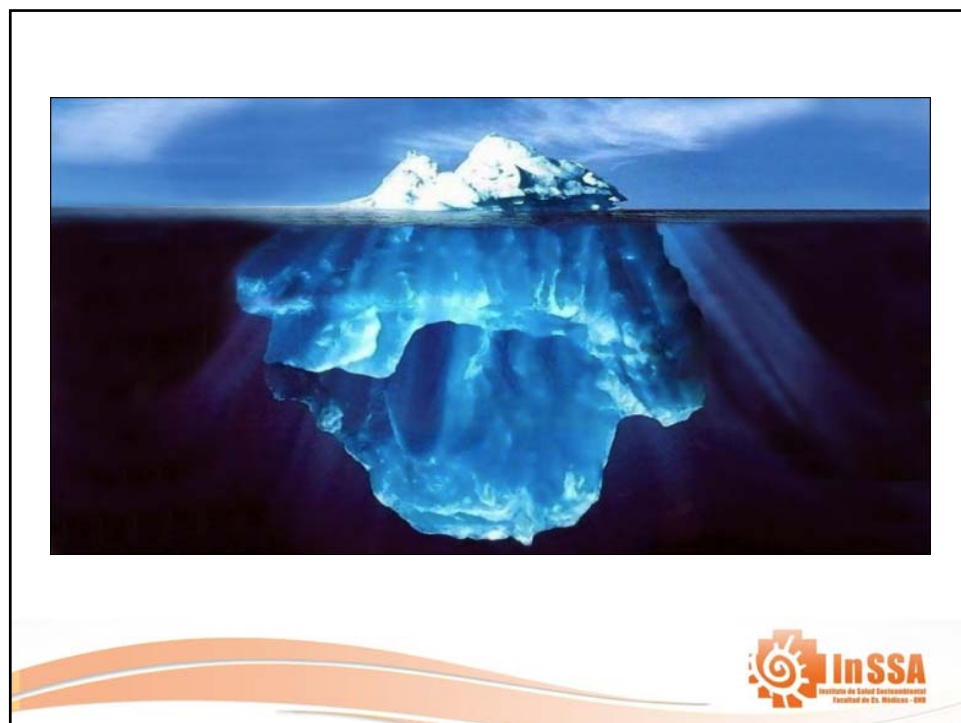
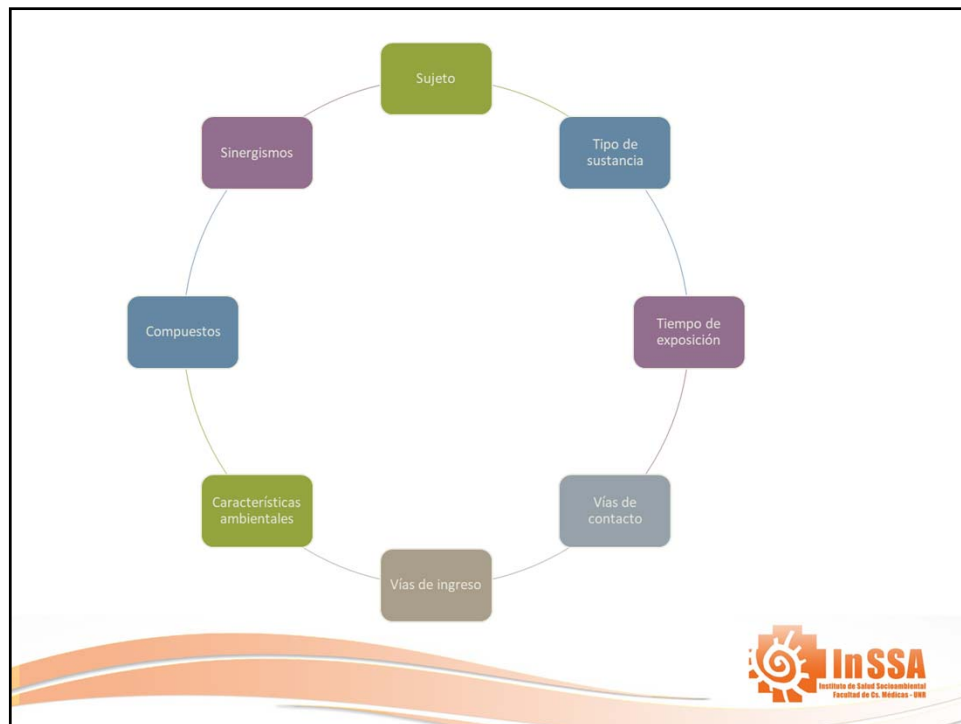


Enfermedad



¿Como Explicar las lesiones?



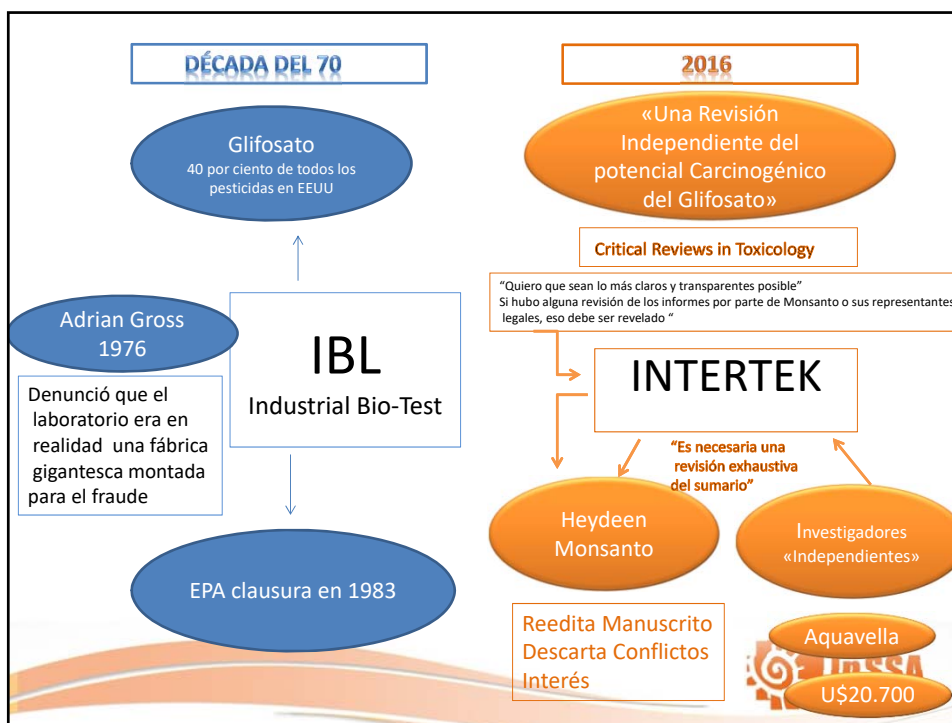




“Ceguera académica”
 Pensamiento tecnocrático y
 pragmático ligado a intereses
 estratégicos de grandes empresas
 y el poder.

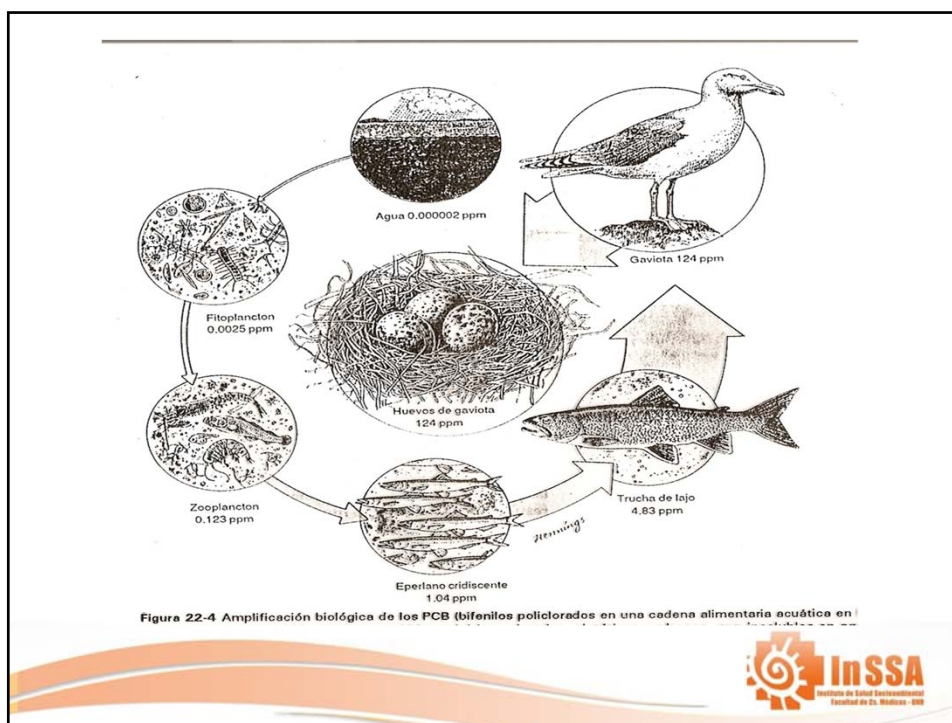
(Ziman, John. 2002. *Real Science: What It Is, and What It Means*. Cambridge; New York, NY: Cambridge University Press.)

¿Qué ciencia?



“Las exigencias de “pruebas científicamente sólidas” operan como un recurso para dilatar la toma de definiciones de políticas públicas y se transforman en un instrumento político ideológico, antes que científico”

Levidow, L. “Sound Science as Ideology. In science, technology and Innovation.
<http://www.cid.harvard.edu/cidbiotech/comment/comment91.htm>





«Nada es veneno, todo es veneno: la diferencia está en la dosis.»

«Nada que es bueno puede ser llevado a cabo por medio de una desviación de los métodos naturales »

PARACELSUS

1493-1541



InSSA
Instituto de Salud Socioambiental
Facultad de Cs. Biológicas - UNAM

¿Qué sabemos de la química que nos afecta?



InSSA
Instituto de Salud Socioambiental
Facultad de Cs. Biológicas - UNAM

- “A menudo, la exposición a combinaciones de sustancias químicas tiene efectos diferentes de los que tendría una exposición independiente a las mismas sustancias”
- “desconocemos la naturaleza de muchas interacciones. Incluso cuando se conocen los efectos resultantes de la combinación de dos contaminantes, la adición de una tercera variable hace que los efectos finales sean inciertos.”

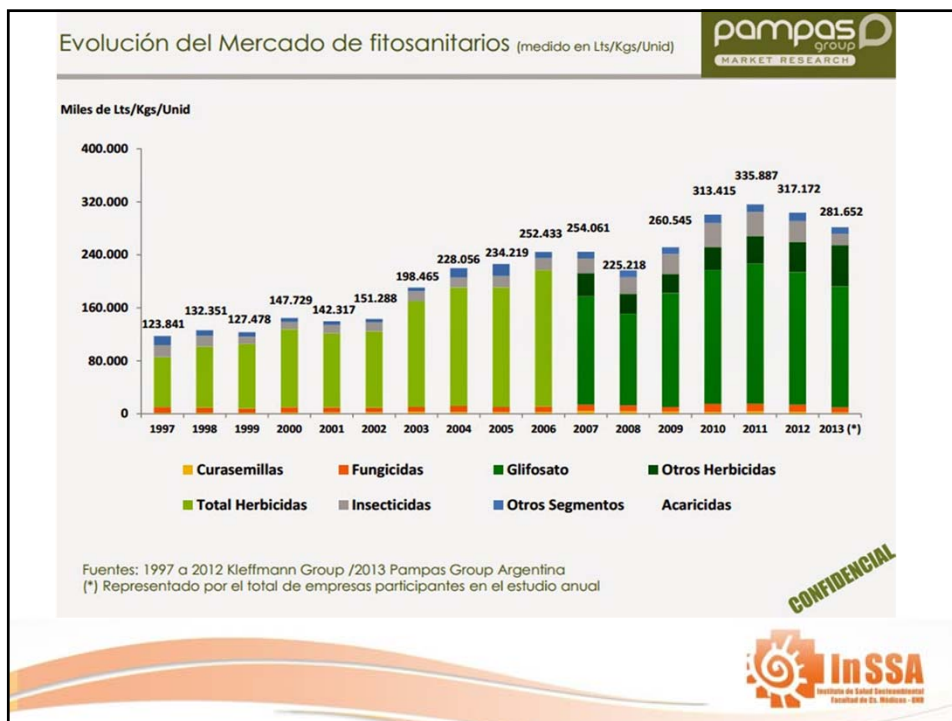
OPS/CEPIS/PUB/02.74, “Curso de Introducción a la Toxicología de la contaminación del Aire”, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS-OMS, EPA (agencia de protección ambiental de los Estados Unidos), Lima 2002. Pag. 3-7
www.bvsde.paho.org/cursos/toxair/leccion3.pdf



- “niveles bajos de exposición son los que plantean las cuestiones más importantes de salud pública, ya que incluso pequeños cambios en la distribución de la población implican resultados adversos para la salud, como infertilidad o bajo Coeficiente Intelectual, lo cual potencialmente podría tener un considerable impacto en la salud en general de grandes poblaciones”

OMS, Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors



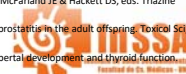


organofosforados (OPs) - Clorpirifos

- *neurotóxico según la investigación de Eaton y colaboradores (2008)*
- **desregular el eje hormonal de la tiroides** en ratones cuando la exposición se generaba en la vida intrauterina (HAVILAND; BUTZ; PORTER, 2010; DE ANGELIS et al., 2009).
- **interfirió con el sistema reproductivo masculino** de ratones tratados por vía oral, indujo alteraciones histopatológicas de testículos
- **disminución del conteo de espermatozoides y de la fertilidad animal** (JOSHI; MATHUR; GULATI, 2007).

Atrazina

- Trabajos científicos asociaron la exposición al desarrollo de cáncer de mama en ratas.
- **disrupciones endócrinas.**
- mezclas binarias de los herbicidas Atrazina y Terbutilazina, **inhibición sinérgica de la actividad enzimática** cuando se encontraban mezclados con Clorpirifos.
- **alteraciones específicas en el parénquima de la tiroides**
- **disminución de la función de la glándula Tiroides**
- asociaciones de Atrazina con otros químicos (como endosulfán, tiаметosan e indoxacarb) **“puede provocar efectos sinérgicos y puede ser evidencia de aumento de la toxicidad y estrés oxidativo”**,
- **afecta los ritmos circadianos**
- aumento de la incidencia de **tumores mamarios**
- altera el desarrollo de la pubertad en ratas machos y hembras .
- interfiriendo de esta manera en los ciclos reproductivos de especies de peces.
- Pérez J, Domingues I, Monteiro M, Soares M, Loureiro S. Synergistic effects caused by atrazine and terbutylazine on chlorpyrifos toxicity to early-life stages of the zebrafish *Danio rerio*. *Environ Sci Pollut Res* 2013; 1-10.
- Morales Ovalles, Yasmin; Miranda de Contreras, Leticia; Di Bernardo Navas, María Luisa. Neurotoxicidad de los plaguicidas como agentes disruptores endocrinos: Una revisión / Neurotoxicity of pesticides as endocrine disruptors agents: A review. *Rev. Inst. Nac. Hig*; 45(2): 96-119, dic. 2014. ilus
- Rajkovic, Vesna; Mataruji, Milica; Johanson, Olle. Studies on the synergistic effects of extremely low-frequency magnetic fields and the endocrine-disrupting compound atrazine on the thyroid gland. *Int J Radiat Biol*; 86(12): 1050-60, 2010 Dec.
- Kornilovskaya, I N; Gorelaya, M V; Usenko, V S; Gerbil'sky, L V; Berezin, V A. Histological studies of atrazine toxicity on the thyroid gland in rats. *Biomed Environ Sci*; 9(1): 60-6, 1996 Mar
- Ghinea, E; Simionescu, L; Oprescu, M., Studies on the action of pesticides upon the endocrines using in vitro human thyroid cells culture and in vivo animal models. I. Herbicides-aminotriazole (amitrol) and atrazine. *Endocrinologie*; 17(3): 185-90, 1979 Jul-Sep.
- Demirci, Özlem; Güven, Kemal; Asma, Dilek; Ögüt, Serdal; Ugurlu, Pelin. Effects of endosulfan, thiamethoxam, and indoxacarb in combination with atrazine on multi-biomarkers in *Gammarus kischineffensis*. *Ecotoxicol Environ Saf*; 147: 749-758, 2018 Jan.
- Nicolau, G Y; Socoluc, E., Effects of atrazine on circadian RNA, DNA and total protein rhythms in the thyroid and adrenal. *Endocrinologie*; 18(3): 161-6, 1980 Jul-Sep.
- Stevens JT, Breckenridge CB, Wetzel LT, Gillis JH, Luempert LG III & Eldridge JC (1994) Hypothesis for mammary tumorigenesis in Sprague-Dawley rats exposed to certain triazine herbicides. *J Toxicol Environ Health*, 43:139-153.
- Thakur AK, Wetzel LT, Voelker RW & Wakefield AE (1998) Results of a two-year oncogenicity study in the Fischer 344 rats with atrazine. In: Ballantine LG, McFarland JE & Hackett DS, eds. *Triazine Herbicides Risk Assessment*. ACS Symposium Series 683. Washington, D.C.: American Chemical Society, pp. 384-398.
- Stoker TE, Robinette CL & Cooper RL (1999c) Maternal exposure to atrazine during lactation suppresses suckling-induced prolactin release and results in prostatic in the adult offspring. *Toxicol Sci*; 52:68-79.
- Laws SC, Ferrell JM, Stoker TE, Schmid J & Cooper RL (2000b) The effects of atrazine on female Wistar rats: An evaluation of the protocol for assessing pubertal development and thyroid function. *Toxicol Sci*; 58(2):366-376.
- Moore A & Waring CP (1998) Mechanistic effects of a triazine pesticide on reproductive endocrine function in mature male Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr. *Pestic Biochem Physiol*, 62:41-50.



Cipermetrina

- **Potencial mutagénico y genotóxico**
- **aberraciones cromosómicas**, inducción de **micronúcleos**
- **alteraciones de esperma**
- **mutaciones letales** dominantes e intercambios de cromátidas hermanas se observaron en ratones (BHUNYA; PATI, 1988; SHUKLA; TANEJA, 2002; CHAUHAN; AGARWAL; SUNDARARAMAN, 1997).
- En linfocitos humanos: aberraciones cromosómicas e intercambios de cromátidas hermanas (KOCAMAN; TOPAKTAS, 2009)
- **desarrollo de tumores** en ratones (SHUKLA; YADAV; ARORA, 2002)
- alteraciones en los niveles de testosterona
- **disminución del número de espermatozoides** (WANG et al., 2010),
- **efectos perjudiciales en los órganos reproductivos** (DAHAMNA et al., 2010), inclusive en la vida intrauterina, tras la exposición (WANG et al., 2011) y, asimismo, en ratas expuestas por vía oral (ELBETIEHA et al., 2001).
- **Trastornos neuroconductuales** también fueron registrados en diferentes estudios (MCDANIEL; MOSER, 1993; SMITH; SODERLUND, 1998; WOLANSKY; HARRILL, 2008).

Dossier ABRASCO



Imidazolilcarboxamida

- disruptor endocrino
- reduce la producción y la síntesis de hormonas corticosteroides y sexuales masculinas y femeninas
- deteriora varias funciones fisiológicas fundamentales para la vida, como la fertilidad masculina, el metabolismo de los nutrientes y la regulación del sistema inmune (NORIEGA et al., 2005; KJAERSTAD et al., 2010; HIGLEY et al., 2010; OHLSSON; ULLERÅS; OSKARSSON, 2009; OHLSSON et al., 2010; MÜLLER et al., 2009; LAIER et al., 2006; VINGGAARD et al., 2005).
- malformaciones fetales en ratones (NORIEGA et al., 2005).



Metamidofos

- genotóxico, (NATURFORSCH, 1987)
- aberraciones cromosómicas (KARABAY; OGUZ, 2005)
- disminución de los niveles de T3, T4 e TSH (hormonas tiroideas) (SATAR et al., 2005)
- cambios ultra-estructurales de la tiroides (Satar et al., 2008), actuando directamente sobre el tejido tiroideo o en la regulación del eje HPT - el hipotálamo, la pituitaria y la tiroides (SATAR et al., 2008)
- altera los niveles de ACTH, corticosterona y aldosterona (SPASSOVA; WHITE; SINGH, 2000)
- presenta un marcado efecto inmunosupresor
- disminuye la proliferación de los linfocitos T del timo y la capacidad para formar anticuerpos (TIEFENBACH; WICHNER, 1985; TIEFENBACH; HENNINGHAUSEN; WICHNER, 1990).



Metil Paratión

- mutación en los ensayos de AMES y aberraciones cromosómicas y fracturas en el ADN en muestras biológicas de seres humanos expuestos (HERBOLD, 1983; SUNIL KUMAR; ANKATHIL; DEVI, 1993; RASHID; MUMMA, 1984).
- aberraciones cromosómicas e inducción de micronúcleos en roedores (MATHEW; VIJAYALAXMI; ABDUL RAHIMAN, 1992; VIJAYARAGHAVAN; NAGARAJAN, 1994; GROVER; MAHLI, 1985; NARAYANA et al., 2005).
- disruptor endocrino, provoca la hiperglicemia e hipoinsulinemia en ratas (LUKASZEWICZ-HUSSAIN; MONIUSZKO-JAKONIUK; PAWŁOWSKA, 1985) y el aumento de la actividad aromataza, enzima responsable de la transformación de las hormonas andrógenas en estrógenas (LAVILLE et al., 2006),
- merma del peso de los testículos, del diámetro de los túbulos seminíferos, y del número de espermatozoides normales, así como alteraciones en las células germinales (MAITRA; MITRA, 2008).
- alteraciones en la función reproductiva de las hembras con cambios en el ciclo estral (BUDREAU; SINGH, 1973; SORTUR; KALIWAL, 1999; RAO; KALIWAL, 2002; DHONDUP; KALIWAL, 1997; ASMATHBANU; KALIWAL, 1997)
- conteo y la morfología de los espermatozoides (NARAYANA et al., 2006, 2005; MATHEW; VIJAYALAXMI; ABDUL RAHIMAN, 1992; SAXENA et al., 1980)
- disminución de la propagación de linfocitos T (PARK; LEE, 1978; LEE; MOSCATI; PARK, 1979), la inhibición de la quimiotaxis de los neutrófilos humanos (LEE; MOSCATI; PARK, 1979), la reducción de IL-2 (Lima; Vega, 2005)
- disminución en la producción de anticuerpos (INSTITÓRI et al., 1992; CRITTENDEN; CARR; PRUETT, 1998)
- Intoxicaciones agudas en seres humanos se han observado en distintos estudios (MCCANN et al., 2002; RUBIN et al., 2002a, 2002b; HILL JR et al., 2002; WASLEY et al., 2002; REHNER et al., 2000). Efectos neurotóxicos en animales de laboratorio corroboran los efectos encontrados en seres humanos (SUN; MA; HO, 2003).



Triazoles (Tetraconazol, Ketaconazol y el Imidazol)

- inhibir la síntesis de la membrana fúngica y el crecimiento mediante la inhibición de las enzimas CYP450 específicas.
- pueden inhibir la esteroidogénesis en mamíferos.
- **los efectos no se limitan al sistema reproductivo e incluyen el metabolismo esteroide suprarrenal y hepático en mamíferos y la síntesis de factores de crecimiento en invertebrados .**
- Efectos sobre la función de la célula de Leydig adultos se han observado en humanos y roedores in vitro
- **Pueden tener efectos dramáticos sobre la fertilidad aún después de una dosis única**
- Schurmeyer T & Nieschlag E (1984) Effect of ketoconazole and other imidazole fungicides on testosterone biosynthesis. Acta Endocrinol, 105:275-280.
- Williams DR, Fisher MJ, Rees HH (2000) Characterization of ecdysteroid 26-hydroxylase: An enzyme involved in molting hormone inactivation. Arch Biochem Biophys, 376(2):389-398.
- Pepper G, Brenner S & Gabrilove J (1990) Ketoconazole use in the treatment of ovarian hyperandrogenism. Fertil Steril, 54:38-44



2,4-D

- que la exposición paterna a 2,4-D aumenta el riesgo de aborto .
- Un estudio realizado en 1997, sobre 3984 embarazos 1.898 parejas de campesinos en Ontario incluidas en el censo de Agricultura Canadiense de 1986, indagó sobre la exposición del hombre a los plaguicidas en una ventana de 3 meses antes de la concepción. Se observó una tasa mayor **de aborto espontáneo** asociada con el uso de plaguicidas no clasificados, carbaryl y tiocarbamatos.
- atrazina y 2, 4-D = un mayor riesgo de parto prematuro.
- **asociación entre Linfoma No Hodking** y exposición ocupacional y ambiental a agroquímicos, concluyendo que *“En el estudio, fue posible evidenciar la existencia de ingredientes activos de agrotóxicos (clasificados por la IARC como potencialmente cancerígenos), 2,4-D, Diazinon, Glifosato y Malation, con asociación positiva en el desarrollo de Linfoma No Hodking*
- Ashengrau A & Monson RR (1989) Paternal military service and risk of spontaneous abortion. J Occup Med, 31:618-623.
- Ashengrau A & Monson RR (1990) Paternal military service in Vietnam and the risk of late adverse pregnancy outcomes. Am J Pub Health, 80:1218-1224.
- Savitz DA, Arbuckle T, Kaczor D & Curtis KM (1997) Male pesticide exposure and pregnancy outcome. Am J Epidemiol, 146:1025-1036.



Glifosato

- **Riesgo Incrementado de Padecer Hipotiroidismo** J Occup Environ Med. 2013 Oct; 55(10): 1171 – 1178. Hypothyroidism and pesticide use among male private pesticide applicators in the agricultural health study. Withney Goldner, Dale Sandler, Fang Yu, Valerie Shostrom, et al.
- **Interfiere con regulación de Manganese = hepatopatías, ansiedad, Enfermedad de Parkinson, autismo, reduce la movilidad espermática y la mineralización ósea, enfermedad inflamatoria del intestino, litiasis renal, colestasis y disfunción tiroidea** Samsel A, Seneff S. Glyphosate, pathways to modern diseases III: Manganese, neurological diseases, and associated pathologies. Surg Neurol Int 2015;6:45. Available FREE in open access from: <http://www.surgicalneurologyint.com/text.asp?2015/6/1/45/153876>
- interfiere con las enzimas CYP y disrupción de la biosíntesis de aminoácidos por la flora intestinal, alteración del transporte de sulfato en el suero = **desórdenes gastrointestinales, obesidad, diabetes, enfermedad cardíaca, depresión, autismo, infertilidad, cáncer y enfermedad de Alzheimer.** Entropy 2013, 15, 1416-1463. Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. Anthony Samsel, Stephanie Seneff
- **Enfermedad Celíaca e Intolerancia al Gluten** Interdiscip Toxicol. 2013; Vol. 6(4): 159–184. doi: 10.2478/intox-2013-0026. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. Anthony Samsel, Stephanie Seneff.
- **Parkinson** Moisan F, Spinosi J, Delabre L, Gourlet V, Mazurie JL, Bénatru I, Goldberg M, Weisskopf G, Imbernon E, Tzourio C, Elbaz A. 2015. Association of Parkinson's disease and its subtypes with agricultural pesticide exposures in men: a case-control study in France. Environ Health Perspect 123:1123–1129; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307970>.
- **Daño neurológico** Agricultural Sciences, 2015, 6, 42-70. Aluminum and Glyphosate Can Synergistically Induce Pineal Gland Pathology: Connection to Gut Dysbiosis and Neurological Disease. Stephanie Seneff, Nancy Swanson, Chen Li.



Correlación temporal entre el uso de pesticidas y cáncer

“Glyphosate has a large number of tumorigenic effects on biological systems,

including direct damage to DNA in sensitive cells, disruption of glycine homeostasis, succinate dehydrogenase inhibition, chelation of manganese, modification to more carcinogenic molecules such as N-nitrosoglyphosate and glyoxylate, disruption of fructose metabolism, etc.

Epidemiological evidence supports strong temporal correlations between glyphosate usage on crops and a multitude of cancers that are reaching epidemic proportions, including **breast cancer, pancreatic cancer, kidney cancer, thyroid cancer, liver cancer, bladder cancer and myeloid leukaemia**. Available evidence warrants a reconsideration of the risk/benefit trade-off with respect to glyphosate usage to control weeds.”

Journal of Biological Physics and Chemistry 15 (2015) 121–159. Glyphosate, pathways to modern diseases IV: cancer and related pathologies. Samsel A, Seneff S.



«El área pampeana agrupa los IEP (Índices de Exposición a Plaguicidas) mayores al promedio nacional.

Los **mayores Impacto Ambiental Total (IIAT)** fueron para **2,4-D y Clorpirifos** en igual zona.

Altos IIAT de:

-Cipermetrina y Clorpirifos se asocian con más mortalidad de cáncer de mama

-Glifosato y Clorimuron con la de cáncer total en varones.

Síntomas generales, cardiorrespiratorios, dérmicos y daño genotóxico fueron mayores en aplicadores, pero no se asocian a los niveles de exposición. **Sus niños presentan síntomas irritativos en un 30%,** más de la mitad está expuesto a aplicaciones, vive a menos de 500m de depósitos y van a escuelas a 500m de campos fumigados. **Un 20% asiste en tareas de campo sin elementos de protección personal o cobertura de obra social.»**

Ministerio de Salud de la Nación. Informe final Estudios multicéntricos Becas Carrillo-Oñativia. Valoración de la exposición a plaguicidas en cultivos extensivos de la argentina y su potencial impacto sobre la salud. Díaz P, Antolini L, Eandi M, Filippi I, Gieco M, Ortíz P.



Imidacloprid

- inhibición de los receptores nicotínicos de acetilcolina, en mamíferos, por lo que se vincula con **efectos hipotónicos (pérdida de fuerza a nivel muscular)**.
- alteraciones del sistema nervioso, a partir de su acción sobre receptores nicotínicos (*Narahashi T, 1996*)
- Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), quien luego de analizar **1500 estudios científicos**, reconoció que tres insecticidas neonicotinoides —imidacloprid y clotianidina, fabricados por Bayer, y tiametoxam, de Syngenta— representan **“un riesgo para las abejas silvestres [abejorro común y abeja solitaria] y las abejas melíferas”**



- *Cytotoxicity on human cells of Cry1Ab and Cry1Ac Bt insecticidal toxins alone or with a glyphosate-based herbicide*
- (R. Mesnage, E. Clair, S. Gress, C. Then, A. Székácsd and G.-E. Séralini. *J. Applied Toxicology* 2012)
- *Their results suggests that modified Bt toxins are not inert on target human cells, and that they can present combined side effects with other residues of pesticides specific to GM plants.*
- **Los resultados sugieren que la endoxina Bt modificada no es inocua. Inducen apoptosis y alteraciones del metabolismo en cultivos de células humanas**







“el mundo no será destruido
por los que hacen mal,
sino por los que miran sin hacer nada”
Albert Einstein

