

CAPITULO UNA SALUD

Comité de Redacción de la Comisión Interacadémica Una Salud¹

Introducción general

Jorge Errecalde*; **Milagro Sánchez Cunto****; **Jorge A. Neira*****.

** Presidente, Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.*

*** Médica infectóloga, Academia Joven Argentina.*

**** Academia Nacional de Medicina.*

La Tierra es solamente un granito de arena en las infinitas playas del Universo. En nuestro planeta la historia del hombre representa solamente una efímera pincelada. Litósfera, atmósfera e hidrósfera, combinadas en un maravilloso equilibrio con todas las formas de vida dan forma a la biósfera. Sus primeros habitantes, miles de millones de años atrás, bacterias y arqueas, siguen siendo aún el soporte vital del planeta.

Frente a este cuadro, escuchar a personas u organizaciones abogar por la “salvación del planeta” parece algo pretencioso. Las bacterias nos llevan 3500 millones de años de ventaja sobre la Tierra. La humanidad, en sus escasos 200.000 años (y si quisiéramos remontarnos hasta los Australopithecus, como posible antepasado intermedio con los primates, 3 ó 4 millones), no deja de ser novata en esta historia. ¿Qué le hace el hombre al planeta que no sea, simplemente, volverlo hostil para la vida humana? Serán las fuerzas naturales las que seguirán poniendo las cosas en orden. La biósfera, ese maravilloso lugar que habitamos y maltratamos, siempre logra equilibrarse y eso lo seguirá haciendo con o sin humanos.

Desde nuestro punto de vista, la biósfera enfrenta una serie de problemas, tanto antropogénicos como naturales. Entre los antropogénicos debemos nombrar a los diferentes tipos de contaminación: sonora, radioactiva, lumínica, térmica, química, biológica. Problemas vinculados a la explotación no sustentable de recursos: agricultura intensiva, deforestación, pérdida de biodiversidad, asociada a veces con las invasiones biológicas, las emisiones de gases de efecto invernadero, las emisiones contaminantes y

¹ Comité de Redacción Una Salud: Errecalde, J; Neira, J; Sánchez Cunto, M (Coordinadores); Leotta, G; van Gelderen, C; Nacucchio, M, Salseduc, M; Gómez, N; Gorodner, J; Orduna, T, Nosedá, R; Gutkind, G; Eddi, C; Cabido, M; Sgreccia, N; Taboada, M, Arpa, A; Casas, R; Balboa, L.

de partículas en suspensión, entre otros. Por otra parte, fenómenos naturales como grandes tormentas, terremotos, maremotos, erupciones, etc., pueden generar contaminaciones de todo tipo.

Todos los problemas mencionados tienen, en mayor o menor medida, un impacto directo en la salud. En la era contemporánea, la noción de salud ha evolucionado más allá de los confines tradicionales de las instituciones sanitarias (clínicas y hospitales), abarcando un panorama más amplio y complejo que involucra a humanos, animales, plantas y al entorno en el que coexisten. Este enfoque integral, conocido como "Una Salud", reconoce la interdependencia entre la salud humana, animal y ambiental, entendiendo que las enfermedades no conocen fronteras y que los desafíos sanitarios están intrínsecamente ligados a la salud de nuestro planeta.

En este contexto, la salud no puede ser considerada de manera aislada. Debe entenderse como un sistema interrelacionado donde las enfermedades humanas, animales y vegetales están entrelazadas con la patología medioambiental y las zoonosis. Las fronteras entre estas categorías se desdibujan, evidenciando la necesidad de una perspectiva global y transdisciplinaria para abordar los complejos desafíos que enfrenta la salud en la biósfera.

Las enfermedades emergentes y reemergentes son indicadores cruciales de la interconexión entre los distintos componentes de la salud. Estas afecciones, muchas veces originadas en la interfaz entre humanos, animales y medio ambiente, subrayan la importancia de comprender y gestionar los factores que contribuyen a su emergencia y diseminación. Factores como la contaminación, el cambio climático, la globalización, el crecimiento demográfico, la deforestación, la agricultura intensiva y la resistencia microbiana son elementos fundamentales que impulsan la dinámica de las enfermedades en nuestro mundo actual.

La interdependencia se manifiesta también en desafíos globales como la escasez de agua, las crisis energéticas, la inseguridad alimentaria, la degradación del medio ambiente y la pérdida de biodiversidad. Estos problemas intrincados no pueden ser abordados de manera efectiva sin considerar sus impactos directos e indirectos en la salud humana, animal y vegetal. Una Salud busca integrar soluciones que promuevan un equilibrio sostenible entre estos elementos, reconociendo que la salud de un componente afecta directamente a los demás.

En este capítulo, exploraremos la complejidad de algunos de los problemas interrelacionados que afectan a la salud en todas sus dimensiones. Desde enfermedades zoonóticas, pasando por resistencia microbiana, la importancia del cambio climático y su impacto no solo en la calidad de vida en el planeta sino también en la salud humana y animal, la seguridad alimentaria y aspectos más puntuales como son el tratamiento de efluentes, el descarte de fármacos domiciliarios y los problemas de la convivencia de humanos y animales de compañía. En todos esos casos, el concepto de Una Salud emerge como un enfoque imperativo para abordar los problemas urgentes que enfrenta la humanidad en interacción con nuestro planeta todo. Este paradigma nos insta a superar las barreras disciplinarias y geográficas, colaborando a nivel mundial para preservar la salud en su sentido más holístico.

Antecedentes históricos

En relación con estos conceptos precedentes creemos importante precisar que antes de la era moderna de Una Salud, se reconocen los aportes de Rudolf Virchow (1821-1902), fundador de la biología (patología) celular, quien estableció que *“entre la medicina animal y humana no hay líneas divisorias ni debería haberlas”*, acuñando consecuentemente el término de zoonosis. Asimismo, Sir William Osler (1849-1919), conocido como el padre de la medicina moderna, ya había realizado importantes avances en las ciencias médicas, veterinarias, así como en la enseñanza académica y en el laboratorio hacia 1884.

En el origen del concepto actual de Una Salud se destaca la labor de dos líderes veterinarios del siglo XX, el Dr. James Harlan Steele (1913-2013), reconocido como el pionero de la salud pública animal y fundador de la división animal del CDC (Centers for Disease Control and Prevention, <https://www.cdc.gov/>) en 1947, y el Dr. Calvin Schwabe, fundador de la epidemiología veterinaria, quien acuñara el término “Una Medicina” en la década de 1970, con el objetivo de integrar los campos de la medicina humana y la veterinaria.

Desde el concepto "Una Medicina", en 2004, se creó el concepto "Un Mundo - Una Salud"; con la incorporación de la salud del ecosistema, incluida la de la fauna salvaje, y fueron creados los doce Principios de Manhattan. Entre ellos, se destacaron los vínculos entre humanos, animales y entorno, lo necesario de conocer estos vínculos para entender la dinámica de una enfermedad y la importancia de enfoques interdisciplinarios dirigidos hacia prevención, educación, inversión y desarrollo de políticas.

La Asociación de Medicina Veterinaria de Estados Unidos (American Veterinary Medical Association, <https://www.avma.org/>) lanzó una Iniciativa de Una Salud (“One Health Initiative Task Force”), cuyo propósito era facilitar la colaboración entre las profesiones, instituciones, agencias y el sector productivo privado para la prevención y el tratamiento de enfermedades humanas y animales. Su primera tarea fue proponer el concepto de Una Salud y proveer recomendaciones y líneas estratégicas para expandir estos conceptos entre todos los profesionales de la salud. Unos meses después se sumó la Asociación Médica de Estados Unidos (American Medical Association).

En 2008, la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) tomaron formalmente el concepto “Una Salud” con el objetivo de abordar los problemas sanitarios en la interfaz hombre-animal-ambiente (“A Tripartite Concept Note”, Hanoi, Vietnam, 2010, <https://www.who.int/publications/m/item/the-fao-oie-who-collaboration>).

En marzo de 2022, cuatro organizaciones internacionales (la FAO, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], la OMS y la OMSA), firmaron un acuerdo para reforzar la cooperación y optimizar, de manera sostenible, la salud de las personas, los animales, las plantas y el medio ambiente. Esta asociación consistía en una ampliación de la asociación tripartita anterior (FAO, OMS y OMSA) y marcaba una nueva era de colaboración en favor de una salud unificada.

InterAcademy Partnership (IAP, <https://www.interacademies.org/>) es una red global de 149 academias de ciencias, ingeniería y medicina que trabajan en conjunto, colaborando en proveer asesoramiento experto independiente en temas científicos, tecnológicos y de salud. IAP for Health (IAP-H) es una red de componentes de la IAP. El compromiso de IAP-H es mejorar la salud en todo el mundo, incluyendo el lanzamiento de declaraciones de consenso en asuntos de importancia para la salud global. Las Declaraciones de IAP-H son preparadas por un grupo de trabajo compuesto por expertos nominados por las academias miembro y son publicadas una vez que han sido respaldadas por más de la mitad de las academias miembro de la red. Hasta el momento, IAP ha generado 383 publicaciones, 373 eventos académicos y tiene 19 proyectos en ejecución.

En el World Health Summit de Berlín en 2017 se presentó la One Health Platform (<https://www.interacademies.org/event/one-world-one-health>) y su vínculo con la

International One Health Coalition (<https://onehealthday.com/ohp/who-we-are/international-one-health-coalition>).

La pandemia COVID-19 hizo aún más evidente la necesidad de alerta precoz y rápida respuesta a las amenazas emergentes para la seguridad sanitaria mundial y resaltó que es indispensable la plena cooperación de los sectores de la sanidad animal, la salud humana, la salud de las plantas y el medio ambiente.

Teniendo en cuenta todas estas iniciativas que nos preceden y la importancia del enfoque Una Salud para un mejor manejo de la salud humana, animal y del planeta es que se decidió crear la **Comisión Interacadémica Argentina Una Salud** a fin de promover la difusión y el abordaje inter y multidisciplinario en temas de salud animal, salud humana, cambio climático y medio ambiente; identificar temas con base en el concepto Una Salud relevantes para la comunidad; analizar el material bajo un abordaje holístico e interdisciplinario; visibilizar los temas analizados; definir, por consenso, la necesidad de comunicarlo a la comunidad profesional y a la sociedad en general y establecer estrategias de comunicación y educativas de temas identificados y analizados.

La Comisión Interacadémica Una Salud fue creada formalmente el 8 de junio de 2023 en Buenos Aires y está integrada por la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, la Academia Nacional de Medicina, la Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica, la Academia Joven de Argentina, la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba y la Academia Nacional de Odontología. Ya efectuó convenio con la Sociedad Argentina de Enfermedades Emergentes de la Asociación Médica Argentina y está en tratativas de generarlo con la Academia de Ciencias del Medioambiente. Los integrantes de las Academias conformaron un Comité Ejecutivo y se creó un Comité Asesor para lo que se promovió la invitación a figuras destacadas de la temática en todo el ámbito nacional e internacional.

La Comisión Interacadémica Una Salud efectuó su acto de Lanzamiento Oficial de forma híbrida (es decir, presencial y virtual) el día 27 de septiembre del año 2023 en el Aula de la Biblioteca de la Academia Nacional de Medicina. El acto fue filmado y su contenido se encuentra en la páginas web de las entidades participantes (<https://anm.edu.ar/lanzamiento-de-la-comision-interacademica-una-salud/>).

Invitamos a todos los profesionales de las antes mencionadas disciplinas que tengan interés en colaborar con nuestra Comisión a que se comuniquen con nuestros representantes.

A continuación, se expondrán algunas líneas de trabajo desde distintas ópticas pero siempre manteniendo el abordaje transversal desde distintos enfoques.

Enfermedades transmitidas por los alimentos en el marco de Una Salud

Gerardo Leotta*; Carlos van Gelderen*.

**Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.*

Introducción

Como ya fue comentado, en el siglo XIX, el médico y patólogo alemán Rudolph Virchow, afirmaba que: “No existe ni debería existir línea divisoria entre la medicina humana y la medicina animal”, proponiendo una visión integradora. Dado que más de la mitad de los patógenos que afectan al ser humano provienen de los animales, desde 2010, la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) se unieron bajo el concepto “una sola salud”, con el objetivo de gestionar los riesgos sanitarios en la interfaz hombre-animal-medio ambiente, abarcando dentro de este concepto toda la cadena de producción de alimentos “de la granja a la mesa”.

La OMS define a las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) como: “El conjunto de síntomas originados por la ingestión de agua y/o productos alimenticios que contengan agentes biológicos o sustancias tóxicas en cantidades tales que afectan la salud del consumidor en forma aguda o crónica, a nivel individual o de un grupo de personas”.

Seguridad alimentaria

Según la FAO “la Seguridad Alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento (ya sea físico, social y económico) a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa”. Esta definición plantea cuatro dimensiones primordiales de la seguridad alimentaria: la “disponibilidad física” de los alimentos, es decir, la oferta en función de la producción y el comercio; el “acceso” a los alimentos, que requiere el diseño de políticas específicas orientadas en este sentido para garantizar la seguridad alimentaria a nivel de los hogares; la “utilización” de los alimentos, considerando que la ingesta de energía y nutrientes suficientes es el resultado de las buenas prácticas de salud y alimentación, de la correcta preparación de los alimentos, de la diversidad de la dieta y de la buena distribución de los alimentos dentro de los hogares; y la “estabilidad” en el

tiempo de las tres dimensiones anteriores (FAO, 2011). En concordancia con esta definición, Argentina puso en marcha el Plan Nacional de Seguridad Alimentaria (Ley 25.724, 2003).

Los alimentos contaminados con microorganismos patógenos o sustancias químicas nocivas causan más de 200 enfermedades. Se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas (aproximadamente 1 de cada 10 habitantes) por ingerir alimentos contaminados y que 420.000 mueren por esta misma causa. Los niños menores de 5 años soportan 40% de la carga atribuible a las enfermedades de transmisión alimentaria, que provocan cada año 125.000 defunciones en este grupo de edad. Las infecciones diarreicas son las más comúnmente asociadas al consumo de alimentos contaminados, de las cuales se enferman 550 millones de personas cada año y de ellas 230.000 mueren (Joint FAO/WHO Expert Meeting on Microbiological Risk Assessment; JEMRA, 2016; WHO, 2019).

Estos riesgos se acentúan con la globalización, los cambios climáticos y de comportamiento humano, la facilidad de viajar, conocer nuevas culturas y hábitos alimenticios, lo que multiplica las oportunidades para que los patógenos colonicen nuevos territorios y evolucionen bajo nuevas formas. En los últimos diez años se han registrado brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos en todos los continentes, a menudo amplificadas por el comercio (WHO, 2019).

La emergencia y reemergencia de enfermedades asociadas a los alimentos motivaron la revalorización del concepto “Un Mundo - Una Salud” por parte de la OMS, la FAO y la OMSA, para resumir una noción conocida desde hace más de un siglo; a saber, que la salud humana y la sanidad animal son interdependientes y están vinculadas a los ecosistemas en los cuales coexisten. Se basa en el concepto histórico de la medicina comparativa. En la era pre-moderna, el propósito de estudiar animales era extrapolar el conocimiento sobre los animales para comprender la medicina humana; por lo tanto, no había una línea divisoria entre la medicina humana y animal (Ryu *et al.*, 2017).

Las enfermedades de origen animal a las que el hombre es sensible, como la gripe aviar, la rabia, la brucelosis o la encefalopatía espongiforme bovina, representan riesgos mundiales para la salud pública que es indispensable prevenir y combatir a todo nivel. En la actualidad se estima que 60% de las enfermedades humanas infecciosas son zoonóticas, que 75% de los agentes patógenos de las enfermedades infecciosas

emergentes del ser humano son de origen animal y que 5 nuevas enfermedades humanas aparecen cada año, tres de las cuales son de origen animal (OMSA, 2013).

Las zoonosis inciden directamente en el sector agropecuario y en la salud pública, comprometen la seguridad alimentaria y causan un alto impacto socioeconómico en países productores de alimentos. Es por todo esto que existe la necesidad de cambiar la visión tradicional del médico veterinario, focalizando los servicios sanitarios de salud animal en la prevención de las zoonosis tempranas, a través del abordaje holístico y transdisciplinario (Rojas Chávez, 2011).

Abordaje de cadena en la producción de alimentos

Las actividades asociadas con el uso de la tierra se encuentran inmersas en profundas transformaciones técnicas, productivas y organizacionales. El destino de tales actividades ya no sólo se orienta a la producción de alimentos cada vez más sofisticados y diferenciados, sino que continuamente se va ampliando (Lódola *et al.*, 2010). El enfoque de cadena productiva permite observar la totalidad de la cadena agroindustrial, desde la provisión de insumos y la unidad productiva, hasta el producto final en góndola (Córdoba, 2012). La visión ampliada de la cadena pretende abarcar, no solamente los eslabones fundamentales de la cadena de modo estanco, sino que también incluye el papel que juegan las organizaciones y servicios de apoyo que están relacionados con el sector.

En materia de seguridad alimentaria se contempla el abordaje de cadena alimentaria (del campo al plato) mediante la articulación de distintas disciplinas en busca de una salud sustentable para todos: humanos, animales y medio ambiente (Red de Seguridad Alimentaria, RSA, 2015).

Prevenir las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA)

El logro de la inocuidad de los alimentos como medio para proteger la salud pública y promover el desarrollo económico continúa siendo un importante desafío en los países tanto en desarrollo como desarrollados. Las ETA como consecuencia de patógenos microbianos y contaminantes químicos representan severas amenazas para la salud de millones de personas. En los pasados decenios se documentaron graves brotes de ETA en todos los continentes, lo que demuestra su importancia desde el punto de vista social y de salud pública.

La integración y concentración de los sectores alimentarios y la globalización del comercio de alimentos están cambiando las pautas para su producción y distribución. Los productos

destinados a la alimentación humana y animal llegan hasta lugares mucho más distantes que en el pasado, lo que crea las condiciones necesarias para la difusión de ETA.

Hasta hace poco tiempo, la mayoría de los sistemas tendientes a regular la inocuidad de los alimentos se basaban en definiciones legales de alimentos no inocuos, programas de cumplimiento de normas para retirar del mercado estos alimentos y sancionar a las partes responsables después de los hechos. Estos sistemas tradicionales no son capaces de responder a los nuevos desafíos existentes y emergentes para la seguridad de los alimentos debido a que no brindan ni estimulan un abordaje preventivo.

Como alternativa al enfoque anterior, se produjo durante la última década, una transición hacia el análisis de riesgo, el cual está basado en un mejor conocimiento científico de las ETA y sus causas. El análisis de riesgo es un proceso estructurado y sistemático mediante el cual se examinan los posibles efectos nocivos para la salud como consecuencia de un peligro presente en un alimento o de una propiedad de éste y se establecen opciones para mitigar esos riesgos. Este enfoque brinda una base de prevención para las medidas regulatorias dirigidas a la inocuidad de los alimentos tanto a nivel nacional como internacional.

Conocer las cadenas agroalimentarias y los factores de riesgo que potencialmente impactan sobre la presencia de un peligro en un alimento son factores fundamentales requeridos para sustentar científicamente las medidas de gestión del riesgo. En este sentido, el análisis de riesgo se convirtió en la piedra angular para el establecimiento de esas medidas, ofreciendo un marco para evaluar, gestionar y comunicar eficazmente los riesgos en colaboración con las diversas partes interesadas y, con ello, aumentar la capacidad de las autoridades regulatorias para elaborar programas de control o erradicación de enfermedades basados en principios científicos.

Un aspecto crítico del análisis de riesgo es la existencia de una separación funcional entre los evaluadores del riesgo y los gestores del riesgo. Lo anterior es necesario si se desea garantizar la independencia de los preceptos eminentemente científicos (evaluación de riesgo) de las políticas y valores considerados por los aspectos regulatorios (gestores del riesgo). No obstante, tratar de hallar un límite claro entre ambas tareas no suele ser sencillo. Esta separación puede ser materializada cuando existen diferentes dependencias encargadas de la evaluación y manejo del riesgo. Esta separación no implica la ausencia total de comunicación entre ambos grupos, aspecto vital y necesario en todo proceso de

evaluación del riesgo, sino para que los evaluadores de riesgo no antepongan otros criterios diferentes a los eminentemente científicos en sus evaluaciones.

Por estos motivos se considera imprescindible la vinculación entre grupos de investigación con las instituciones de gestión de riesgos a nivel nacional, provincial y municipal, optimizando la capacidad instalada, así como la información ya generada por los distintos actores.

Lecturas sugeridas

- ✓ Córdoba DM. Procesos de intervención con enfoque de cadena productiva y su contribución a la articulación a mercados de productores de pequeña escala. En: Las Relaciones Internacionales de la Pobreza en América Latina y el Caribe. Buenos Aires, Argentina, CLACSO. 2012; 369-396.
- ✓ FAO. Seguridad Alimentaria y Nutricional. Conceptos Básicos. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Centroamérica. 2011. [Online] <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>.
- ✓ JEMRA. Joint FAO/WHO Core Expert Group Meeting on VTEC/STEC. 2016.
- ✓ Leotta G.A., Van Gelderen C., Signorini M. 2015. Avanzar hacia un nuevo enfoque preventivo: "Un mundo, una salud". Diario La Nación. [Online] <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/avanzar-hacia-un-nuevo-enfoque-preventivo-un-mundo-una-salud-nid1838017/>.
- ✓ Ley 25.724, 2003. [Online] <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25724-81446>.
- ✓ Lódola A, Brigo R, Morra F. Mapa de cadenas agroalimentarias de Argentina. En: Cambios estructurales en las actividades agropecuarias. CEPAL – Colección Documentos de proyectos. 2010; 53-78. <https://www.biblioteca.fundacionicbc.edu.ar/images/a/a2/CapII00.pdf>.
- ✓ OMS. Inocuidad de los alimentos. 30 de Abril 2020. [Online] <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.
- ✓ OMSA. El concepto "Una sola salud": enfoque de la OIE. Boletín N° 2013-1. 2013. [Online] http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Publications_%26_Documentation/docs/pdf/bulletin/Bull_2013-1-ESP.pdf.
- ✓ Rojas Chaves, José Andrés. (2011). UN PARADIGMA HOLÍSTICO Y TRANSDISCIPLINARIO PARA EL ESTUDIO DE LAS ZONOSIS: MEDICINA DE LA CONSERVACIÓN. Revista de la Facultad de Medicina, 59(1), 68-77. Retrieved

February 25, 2024, from
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112011000100008&lng=en&tlng=es.

- ✓ Ryu S, Kim BI, Lim JS, Tan CS, Chun BC. One Health Perspectives on Emerging Public Health Threats. J Prev Med Public Health. 2017 Nov;50(6):411-414. doi: 10.3961/jpmph.17.097. PMID: 29207450; PMCID: PMC5717333.

Impacto del ciclo de vida de los medicamentos. Abordaje de Una Salud

Marcelo Nacucchio*; Marta M. Salseduc*.

** Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica.*

Durante el ciclo de vida del medicamento, definido según la ICH Q 10 (https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/international-conference-harmonisation-technical-requirements-registration-pharmaceuticals-human-guideline-q10-pharmaceutical-quality-system-step-5_en.pdf)¹, existen varios puntos críticos de control que pueden incidir negativamente en la salud del medio ambiente.

Las etapas de diseño y manufactura de los productos farmacéuticos se hallan debidamente controladas a nivel nacional e internacional por regulaciones muy estrictas, ya sea por entes gubernamentales, como por la aplicación de las buenas prácticas de manufactura, de laboratorio y control vigentes.²

En cuanto a la distribución y dispensación de los medicamentos, también existen normativas aplicables que permiten tener procesos seguros desde el punto de vista ambiental.

Donde existen mayores riesgos es en la etapa de uso y disposición final de los medicamentos por parte de los consumidores/pacientes.

Esto se debe a que, aún a través del correcto uso de los medicamentos, su eliminación al medio ambiente, ya sea en forma metabolizada o no a través de las excreciones humanas y/o animales, genera un impacto altamente significativo.

Más aún, cuando hablamos de sustancias activas con actividad antimicrobiana que generan importantes efectos sobre la selección de cepas resistentes a los mismos dando lugar al actual escenario de multirresistencia.

Recientemente, 29/11/23, se emitió un comunicado a través de Télam que, en nuestro país, con apoyo de OPS y FAO, comenzó un estudio de gestión con el objeto de disminuir la contaminación ambiental de antimicrobianos y antiparasitarios, con la colaboración de 100 farmacias comunitarias de Buenos Aires, Corrientes, Entre Ríos, Jujuy, Mendoza, Salta, San Juan, Santa Fe y Tierra del Fuego.

Por otro lado, también es una realidad que las unidades de productos medicinales de cualquier índole terapéutica, vencidos o no usados, suelen disponerse en el medio ambiente sin tratamiento alguno lo que agrava aún más esta desfavorable situación ambiental.

Los residuos de fármacos y/o sus metabolitos, presentes en desagües, pueden generar contaminantes en el agua potable de determinadas zonas y, por ende, en los seres vivientes que las habitan y pueden pasar, contaminándolas, al agua de riego de jardines o huertas.³

La gravedad del caso es que podrían, en otro nivel, pasar a cadenas de distribución informal e ingresar nuevamente en el mercado (medicamentos ilegales).³

Cuando no se cuenta con lugares adecuados de desecho y personal capacitado para supervisar la eliminación y, si las preparaciones farmacéuticas, vencidas o no, se conservan en su envase original, existe el riesgo de que vuelvan a entrar en la cadena de uso y que pudiendo haber estado en condiciones inadecuadas de conservación, se revendan.⁴

El tema de estos contaminantes, al ser de alto riesgo por el factor tóxico que generan en su conjunto, fue ya considerado y existen regulaciones “locales” muy puntuales en la ciudad de La Plata generadas a través del Colegio de Farmacéuticos de esa ciudad en convenio con la Municipalidad de La Plata y más recientemente por el Colegio de Farmacéuticos de Chascomús, Provincia de Buenos Aires (Ordenanza –2018). A éstos se ha sumado la provincia de Jujuy (2022) en forma similar a lo expuesto.

Por todo lo expresado, han surgido, desde hace ya unos años, documentos y/o artículos expresos publicados entre universidades y colegios farmacéuticos provinciales relacionados directamente con el tema, en Córdoba, Rosario, Tucumán y otras provincias

donde señalan, sin mayores diferencias, cuáles serían los grupos farmacoterapéuticos con mayor peso en el desecho (los de uso en enfermedades agudas y/o transitorias) y cuáles (los de uso en enfermedades crónicas) son los que casi no se encuentran en los paquetes mencionados. En todas estas publicaciones, con mínimas diferencias, se manifiesta la preocupación por el desecho indiscriminado, y sin guía, por el consumidor final del fármaco.

En *Proyectos Ecofarmaconciencia y Por la Salud Ambiental*, Sara María Amaní y María Inés Ribó, ambas farmacéuticas y docentes universitarias en la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) (1/12/23) manifestaron que “en la Argentina, la Ley de Residuos Peligrosos regula el descarte de productos farmacéuticos, sin embargo, los residuos domiciliarios quedan excluidos en el artículo”. En efecto, “hay un vacío en la ley porque solo regula los sistemas de salud como hospitales, centros de atención primaria, farmacias, pero no hay reglamentación para el descarte de los medicamentos de los domicilios”, señaló SM Amaní.⁵

Semblanzas, considerandos y lineamientos semejantes a lo expuesto fueron publicados por el Farmacéutico Damián Olmos (Córdoba) en 2016.⁶

En la Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica nos hallamos trabajando en esta temática con el objeto de aportar propuestas de soluciones que permitan mejorar esta situación.

Se halla en preparación un documento, con autoría de los Acad. Stefano, Mondelo y Martínez, y esperamos en el primer cuatrimestre del 2024 pueda ser discutido y divulgado en todos los ámbitos que corresponda.

La articulación con los diferentes sectores involucrados, entre ellos las farmacias comunitarias, hospitalarias y distribuidoras, así como las empresas que brindan el transporte y la disposición final de estos residuos, resulta fundamental; por lo que se propondrán una serie de acciones.

Entre ellas, creemos que la educación y toma de conciencia de la población de usuarios es un punto crítico ya que, si el mismo no actúa responsablemente sobre el residuo generado en su ámbito de uso, la probabilidad de éxito de las acciones propuestas es escasa.

Referencias

1. September 2015 EMA/CHMP/ICH/214732/2007 Committee for Human Medicinal Products ICH guideline Q10 on pharmaceutical quality system. https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/international-conference-harmonisation-technical-requirements-registration-pharmaceuticals-human-guideline-q10-pharmaceutical-quality-system-step-5_en.pdf.
2. ADMINISTRACION NACIONAL DE MEDICAMENTOS, ALIMENTOS Y TECNOLOGIA MEDICA. Disposición 4159/2023. DI-2023-4159-APN-ANMAT#MS. <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/288518/20230616>.
3. Eissa, Bettina Lorena; Ossana, Natalia Alejandra; Ferrari, Lucrecia; Salibián, Alfredo. Effect of ibuprofen on the swimming pattern of cyprinus carpio; Parlar Scientific Publications; Fresenius Environmental Bulletin; 23; 10a; 5-2014; 2549-2553.
4. Salde, V; Solá, N. Los medicamentos vencidos: ¿qué necesitamos saber? Boletín informativo. CIME Nº 9. Centro de Información de Medicamentos Departamento de Farmacia - Facultad de Ciencias Químicas Universidad Nacional de Córdoba (noviembre de 2001). <http://cime.fcq.unc.edu.ar/wp-content/uploads/sites/15/2016/12/Bolet%C3%ADn-CIME-9-2001.pdf>.
5. Sara Amaní y María Inés Ribó. Campaña “Ecofarmaconciencia” para la eliminación correcta de medicamentos de origen domiciliario”. <https://medios.unt.edu.ar/2022/08/05/lanzaron-campana-ecofarmaconciencia-para-eliminacion-correcta-medicamentos-origen-domiciliario/>.
6. Damián Olmos: ¿QUE PASA CON LOS MEDICAMENTOS VENCIDOS DE GENERACIÓN DOMICILIARIA EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA? - UNC BITACORA DIGITAL: VOL. 3 NÚM. 7 (2016) Centro de Información de Medicamentos (CIME). Facultad de Ciencias Químicas. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/Bitacora/article/view/16294/16155>.

Papel del médico veterinario de las especies de compañía en la salud humana

Nélida V. Gómez*

* *Academia de Agronomía y Veterinaria.*

Introducción

El concepto «*Una sola salud*» resume la noción donde la salud humana y la sanidad animal están interrelacionadas y vinculadas a los ambientes en los cuales coexisten. Este enfoque permite comprender los riesgos que afrontan la salud humana y la sanidad animal, respecto a los animales domésticos o silvestres, y los ecosistemas^{1,3,6}.

Las enfermedades de origen animal a las que el hombre es susceptible, como la influenza aviar, la rabia, la tuberculosis o la brucelosis, representan riesgos mundiales para la salud pública. Otras enfermedades de transmisión esencialmente de persona a persona circulan en animales o tienen un reservorio animal (identificado o no) que pueden causar graves crisis en salud pública, como sucedió con la pandemia COVID-19 causada por el virus SARS-CoV-2.

La solución más eficaz y económica para proteger al hombre y a los animales es el control de todos los patógenos zoonóticos, transmisibles del animal al hombre y viceversa.

Las interacciones entre salud humana y animal no son una novedad. Pero el alcance, la magnitud y las repercusiones mundiales de las zoonosis que enfrentamos actualmente no tienen precedentes históricos. El comienzo de una nueva era de enfermedades emergentes y reemergentes, así como la importancia de sus consecuencias potenciales en la salud pública, han modificado profundamente nuestros objetivos.

La globalización, la industrialización, la reestructuración del sector agrícola y el consumismo tienen profundas repercusiones para tener en cuenta con el objeto de modificar las políticas de sanidad animal^{3,4}.

En un sentido más general, un número importante de enfermedades infecciosas se clasifican como zoonosis debido a que los animales constituyen su reservorio natural. En ciertas zoonosis, los animales juegan un papel fundamental en el mantenimiento de la infección en la naturaleza y la transmiten al hombre, pero en otras el hombre y los animales generalmente se infectan de la misma fuente (suelo, agua, animales invertebrados y plantas). En este caso, si bien los animales no desempeñan un papel esencial en el ciclo vital del microorganismo, pueden contribuir a la distribución y transmisión de las infecciones⁴. Muchas de las zoonosis son enfermedades transmitidas por alimentos, otras son enfermedades emergentes y otras reemergentes. En el sentido textual, zoonosis significa enfermedad de los animales (del griego zoon, animal y osis, enfermedad). Según la definición actual, comprende aquellas enfermedades e infecciones que son transmitidas bajo condiciones naturales entre los animales y el hombre. Los

humanos rara vez se infectan con un agente zoonótico al convivir con perros o gatos sanos, pero siempre existe el peligro potencial.

Las zoonosis son más prevalentes o graves en personas con Inmunosupresión, personas muy ancianas, muy jóvenes, personas con enfermedades inmunosupresoras por quimioterapia o glucocorticoides, recepción de trasplantes, etc.

Relación que existe entre las zoonosis y las enfermedades emergentes y reemergentes

Las enfermedades emergentes se definen como nuevas infecciones que resultan de la evolución o modificación de un agente patógeno o parásito existente, que cambia de espectro de hospedadores, vector, patogenicidad o cepa; también incluyen las infecciones o enfermedades desconocidas hasta el momento de su aparición.

La mayoría de las enfermedades emergentes en humanos son causadas por el contacto con una fuente animal. 75% de todas las enfermedades emergentes durante las dos últimas décadas ocurrieron porque un agente patógeno proveniente de la población animal incorporó al hombre como huésped susceptible. Son nuevas infecciones resultantes de modificaciones o mutaciones de microorganismos, con cambios de vectores u hospedadores, patogenicidad o cepa. Su aparición está favorecida por condiciones socioeconómicas diferentes, la globalización, el consumismo; cambios climáticos, deforestación; desplazamientos a ecosistemas diferentes, migración humana y de animales, turismo y flujo de refugiados o trabajadores, que facilitan la rápida diseminación de vectores y reservorios de agentes infecciosos.

En cambio, una enfermedad reemergente es una infección conocida que cambia de ubicación geográfica, o cuyo espectro de hospedadores se amplía o cuya prevalencia aumenta considerablemente por microorganismos patógenos y oportunistas. Influye en este tipo el aumento de población inmunocomprometida y la aparición de fármaco-resistencia. Ejemplos de reemergentes para el hombre: tuberculosis, dengue, cólera, fiebre amarilla⁵. Ejemplos para animales pequeños: rabia, tuberculosis, calicivirosis felina, leishmaniasis, panleucopenia.

El papel del médico veterinario de los animales de compañía es esencial para el control de las zoonosis, tanto emergentes como reemergentes. Por un lado, debe sospechar dichas enfermedades, confirmar el diagnóstico de las enfermedades en sus pacientes y aconsejar a los tutores de los animales que concurren a centros especializados para que puedan confirmar o descartar si padece la enfermedad y para que sean tratados.

Por otra parte, debe tratar a sus pacientes y aconsejar las medidas profilácticas que eviten o minimicen la difusión de la enfermedad a otros humanos, animales o al medio ambiente.

Cabe destacar aquí que el contagio de zoonosis por el contacto directo con los animales de compañía infectados es de muy baja probabilidad. Es el hecho de compartir la fuente de infección (aire, tierra, etc.) la principal forma de contagio. Por ejemplo, en la toxoplasmosis el rol epidemiológico del gato es el de conservar y difundir la enfermedad en el ambiente, una persona sana no se contagia del gato sano con el que convive, por supuesto respetando las medidas profilácticas. Lo mismo ocurre con la tuberculosis felina (*M. bovis*).

Otra función importante del médico veterinario de animales de compañía es la de transmitir a los tutores de los perros y gatos, las medidas profilácticas para evitar enfermedades zoonóticas o potencialmente zoonóticas.

A continuación, se resumen algunas funciones del médico veterinario de los animales de compañía en relación con las zoonosis:

1. Los animales de compañía (perros, gatos, especies no convencionales) deben ser controlados por los profesionales en su relación con el medio ambiente. Por eso lo aconsejable es, para el caso de los perros, salir con sus dueños con su correa y bozal, y para los gatos, permanecer en el interior de las casas para lo que se sugiere la castración.
2. Los perros y los gatos deben ser evaluados por profesionales veterinarios para evaluar su estado sanitario, se los debe **desparasitar, controlar vectores y vacunar**.
3. Lo ideal es que sean alimentados con dietas balanceadas que promuevan su salud y eviten el contagio de patógenos transmisibles por los alimentos. De no ser posible el uso de balanceados comerciales, la dieta casera debe ser nutricionalmente controlada y con las condiciones que garanticen la no transmisión de patógenos.
4. El número de animales por domicilio debe contar con una adecuada relación espacio/número de animales y correcta desinfección del ambiente. El tutor de grupos animales debe garantizar la desparasitación y vacunación y la “cuarentena” de animales de reciente incorporación.
5. En los perros y gatos se debe evitar el estrés crónico, al que es especialmente susceptible el gato. También es importante ejercer un control más estrecho en los animales con inmunosupresión pues ellos son los que más fácilmente contraen las enfermedades que potencialmente son zoonóticas.

6. El rol del médico veterinario de los animales de compañía en la salud humana es el de educar a los tutores en las precedentes medidas. Se debe tener presente que su misión esencial es prevenir, curar o mejorar a sus pacientes de las múltiples enfermedades que los afectan.
7. El veterinario tiene la responsabilidad de atender a sus pacientes, pero también es su deber informar al propietario los riesgos sobre su salud, más aquellos que están inmunocomprometidos por causas fisiológicas (edad, embarazo, mala nutrición) o por causas patológicas (neoplasias, enfermedades autoinmunes, VIH/Sida, insuficiencia renal, hepática y diabetes mellitus). Los propietarios inmunosuprimidos tienen un riesgo exponencialmente mayor que los inmunocompetentes.
8. Los veterinarios de perros y gatos deben internalizar las medidas generales de detección de zoonosis pues ellos son los que están en la primera línea de contacto. Luego del diagnóstico presuntivo o definitivo, en una situación ideal, deberían derivar a estos pacientes a los centros de referencia para que desde ellos se tomen las medidas necesarias para controlar el foco de infección: diagnóstico definitivo, manejo de los animales y personas en peligro de contagio.
9. Otra función del médico veterinario de las especies de compañía es declarar, ante dichos centros, las zoonosis de denuncia obligatoria y facultativa. De esta manera se garantizan los datos estadísticos tan necesarios para el control de las enfermedades.

En síntesis, los pilares de la lucha contra las zoonosis son⁶:

- ✓ La promoción: educación sanitaria de la población y formación continua de los profesionales implicados.
- ✓ La vigilancia: introducir sistemas de vigilancia epidemiológica que permitan conocer el estado real de estas enfermedades en todo momento.
- ✓ La protección: establecer acciones destinadas a luchar contra estas enfermedades y prevenir su aparición.

Para lograr todo esto es fundamental trabajar desde un ámbito multidisciplinario, con la colaboración entre los profesionales sanitarios y otros, así como entre el sector privado y el público, y entre las diferentes administraciones e instituciones involucradas.

Referencias

1. García, GJJ. Epidemiología clínica. Qué y para qué. *Rev Mex Pediatr* 1999; 66(4); 169-173.

2. Gomez Restrepo, C; Muñoz N, S; Ruiz, AJ; Lanas, F. The Latin American Clinical Epidemiology Network "LatinCLEN"..*J. Clin Epidemiol* 2017; 86: 71-74. DOI: [10.1016/j.jclinepi.2016.10.002](https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2016.10.002).
3. FAO, OIE, WHO, UNSIC, UNICEF, WB, 14 de Octubre, 2008. Contributing to One World, One Health: A Strategic Framework for Reducing Risks of Infectious Diseases at the Animal–Human–Ecosystems Interface. <https://www.fao.org/3/aj137e/aj137e00.pdf>.
4. Forget G, Lebel J. An ecosystem approach to human health. *Int J Occup Environ Health*. 2001 Apr-Jun;7(2 Suppl): S3-38. PMID: 11387989.
5. Graham, J.P., Leibler, J.H., Price, L.B., Otte, J.M., Pfeiffer, D.U., Tiensin, T., Silbergeld, E.K., 2008. The animal–human interface and infectious disease in industrial food animal production: rethinking biosecurity and biocontainment. *Public Health Rep.* 123, 282–299. DOI: [10.1177/003335490812300309](https://doi.org/10.1177/003335490812300309).
6. Kahn, L.H. Confronting zoonoses, linking human and veterinary medicine. *Emerg. Infect. Dis.* 2006; 12: 556–561. DOI: [10.3201/eid1204.050956](https://doi.org/10.3201/eid1204.050956).
7. Zinsstag, J., et al., From "one medicine" to "one health" and systemic approaches to health and well-being. *Prev Vet Med. Preventive Veterinary Medicine* 101(3-4):148-56. DOI:[10.1016/j.prevetmed.2010.07.003](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003).

Zoonosis, ejemplo de trabajo interdisciplinario

Jorge Gorodner*; **Tomás Orduna****; **Ramón Nosedá*****.

* *Academia Nacional de Medicina.*

***Médico Infectólogo, Especialista en Enfermedades Tropicales.*

*** *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.*

Las *zoonosis*, término que acuñó Rudolph Virchow a propósito de sus trabajos sobre triquinosis, representan alrededor de 60% del total de las enfermedades infecciosas y 75% de las enfermedades emergentes de los últimos 50 años, datos fundamentales a la hora de sentar las bases de la comprensión del necesario abordaje interdisciplinario de las mismas. Es decir, mediante un abordaje que abarque la **medicina humana** y la **medicina animal**, se propende a lograr un mejor conocimiento sobre su eco-epidemiología, poder trabajar mancomunadamente, minimizar su impacto en los seres humanos y en los animales y, a su vez, generar las mejores herramientas de aplicación práctica para su

control con una concepción integral. Desde esta visión, sin dudas, es necesario agregar el tercer componente a considerar, el **medio ambiente** en sentido amplio, dentro del cual se encuentran todos los seres vivos, que no sólo tienen interacciones entre sí, sino que las mismas están fuertemente condicionadas por las características particulares del hábitat en que viven.

Este abordaje holístico, que desde el año 2004 se conoce como **Una Salud**, representa un *“enfoque colaborativo, multisectorial y transdisciplinario, que trabaja a nivel local, regional, nacional y global, con el objetivo de lograr resultados de salud óptimos, reconociendo la interconexión entre las personas, los animales, las plantas y su entorno compartido”*.

Desde el inicio de la pandemia que aún estamos atravesando de la COVID-19 a la emergencia de monkeypox fuera de África en 2022, pensar sólo en aspectos relacionados al abordaje de casos humanos o animales, con diagnóstico y tratamiento adecuados, y no contemplar las complejidades involucradas en cada pandemia o epidemia, con aspectos ligados a los componentes sociológicos, antropológicos, socioeconómicos o políticos condicionantes de la evolución potencial de cada una de las enfermedades emergentes, haría tambalear el éxito para su contención o mitigación en el camino al control que permita, finalmente, generar herramientas con el objetivo de lograr, incluso, su eliminación como problema de salud pública.

Y es en estos ejemplos mencionados, como en gran parte de las zoonosis, sean estas emergentes o endémicas, donde se hace indispensable lograr un trabajo mancomunado con el aporte de los saberes y experticias del área médica humana y animal, pero también de un gran abanico de disciplinas, que van desde las ciencias del ambiente, las ciencias sociales, la comunicación social, la gestión de recursos, la vigilancia epidemiológica hasta las ciencias básicas y el desarrollo oportuno de herramientas que permitan mejorar el diagnóstico, el tratamiento y la prevención de estas patologías.

Así, presentado el necesario abordaje integral de las zoonosis, se hace indispensable tener en cuenta dos aspectos fundamentales para que pueda ponerse en práctica dicho trabajo. Por un lado, **la educación** (formación) **del recurso humano** bajo la concepción de Una Salud en las distintas disciplinas, tanto en grado como en posgrado, incluyendo los tópicos relevantes que permitan a los profesionales tener herramientas acordes con esta visión para su práctica cotidiana, y fomentar así el intercambio de conocimientos y experiencias.

Por otra parte, es de suma importancia, fortalecer la **inversión presupuestaria en Salud Pública** para contar con los recursos necesarios para afrontar el manejo y control de las potenciales zoonosis emergentes, así como también abordar la problemática de las zoonosis endémicas históricas. Ello requiere de una adecuada infraestructura sanitaria, provisión de insumos, recursos humanos capacitados y en cantidad acorde con las necesidades, planes de salud y programas que ejecuten los mismos, con una red de vigilancia epidemiológica robusta, y sostener la visión de generar este abordaje como una Política de Estado con continuidad temporal en todo el territorio nacional.

Finalmente, alentamos con énfasis las actividades que fomenten este necesario enfoque interdisciplinario, como jornadas, simposios o congresos, en que cada patología zoonótica se presente con la mirada de cada disciplina en particular (visión multidisciplinaria), generando como resultado de la sumatoria de esas visiones un indispensable conocimiento holístico.

Lecturas sugeridas

- ✓ Paules C, Eisinger R, Marston H, Fauci A. What Recent History Has Taught Us About Responding to Emerging Infectious Disease Threats. *Ann Intern Med.* 2017; 167:805-811. DOI: [10.7326/M17-2496](https://doi.org/10.7326/M17-2496)
- ✓ WCS, Wildlife Conservation Society. The Manhattan Principles on “One World, One Health”. <https://oneworldonehealth.wcs.org/About-Us/Mission/The-Manhattan-Principles.aspx>.
- ✓ CDC One Health. <https://www.cdc.gov/onehealth/>.
- ✓ Dehesa-Santisteban F. Zoonosis emergentes. Un reto interdisciplinar. *Gac Med Bilbao.* 2007; 107: 7-10.
- ✓ Rahman T, Sobur A, Islam S, Levy S, Hossain J, El Zowalaty M et al. Zoonotic Diseases: Etiology, Impact, and Control. *Microorganisms.* 2020 Sep; 8(9): 1405. DOI: [10.3390/microorganisms8091405](https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405).

El problema de la resistencia microbiana desde la perspectiva global de “Una Salud”

Mobilis in mobili.
Julio Verne, 20000 leguas de viaje submarino.

Gabriel Gutkind*; Jorge Errecalde; Carlos Eddi****

**Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica.*

*** Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.*

Introducción

En términos generales, los antimicrobianos de uso clínico son agentes cuya toxicidad selectiva los hace aptos para su administración de forma sistémica para combatir diversas infecciones (no excluye otras formas de aplicación locales). Se los puede clasificar en cuatro grupos principales:

1. Antibióticos o antibacterianos: se emplean para tratar infecciones causadas por bacterias.
2. Antimicóticos: combaten las infecciones producidas por hongos.
3. Antiparasitarios: se utilizan para controlar las infecciones por parásitos, en este caso protozoos microscópicos.
4. Antivirales: se emplean para combatir las infecciones causadas por virus.

Es importante destacar que el uso inadecuado puede seleccionar resistencia a todos estos medicamentos, lo que representa un grave problema para la salud pública. Sin embargo, los problemas de abuso, como selectores de resistencia, son mucho mayores en el primer grupo, por lo que la mayor parte de lo que se describe a continuación está ejemplificada sobre ellos.

En una sobre simplificación del tema, las bacterias responsables de los procesos infecciosos son **sensibles** a un antibiótico en particular, si su uso en las dosis habituales permite alcanzar concentraciones en el huésped suficientes para el control de la infección. Son **resistentes** si no puede alcanzarse una concentración con actividad inhibitoria en los pacientes. Si bien existen especies intrínsecamente resistentes a un antibiótico en particular, microorganismos a los que considerábamos sensibles pueden pasar a ser resistentes, por mecanismos de **resistencia adquirida**. Esa resistencia adquirida puede tener origen en mutaciones azarosas en las que se selecciona de la población original aquellas descendientes que la porten, pero más frecuentemente por transferencia de genes desde otros microorganismos, que podrán, desde la nueva especie, ser transferidos a otras. Aquí no hay una progenie seleccionable, sino la selección de muy diferentes especies bacterianas que porten estos genes, los que aun no siendo responsables de las

infecciones, tienen la chance de transmitir estos mecanismos a muchas especies bacterianas.

El uso indiscriminado de antibióticos

Es advertible el claro riesgo que implica el uso de antibióticos de manera irracional. Cada vez que se realiza un tratamiento antibiótico aumenta la posibilidad de selección de bacterias resistentes, lo que puede ser aceptable ante el riesgo para la vida o consecuencias en cada paciente, correctamente diagnosticado, incluyendo la guía para la selección del tratamiento. No es aceptable, si se los utiliza en cuadros que dificultosamente sean de origen bacteriano, absolutamente banales, la automedicación, y, tampoco, cuando el cuadro clínico no responde a la lógica de un diagnóstico lo más preciso posible.

Debe recordarse que 70% del consumo de antibióticos a nivel global se produce en el marco de su aplicación a animales, esencialmente aquellos destinados a la producción de alimentos incluyendo mamíferos, aves y también peces, en sistemas de producción intensivos, donde existe un estrecho contacto y facilidad de diseminación entre los animales de cada explotación. En poblaciones urbanas, puede cobrar más importancia el uso en animales de compañía.

El empleo de antibióticos en animales es un riesgo importante

El empleo como promotores de crecimiento (dosis muy bajas de un antibiótico a lo largo de una gran parte del ciclo de cría) formulando con antibióticos los alimentos, disimula deficiencias sanitarias de los sistemas productivos. La resistencia que emerge en los establecimientos productores, así seleccionada, puede llegar a los humanos en microorganismos que contaminan las carnes ya faenadas, sean o no microorganismos indicadores u objetables, y es claro un origen zoonótico proximal para algunos mecanismos. Esto llevó a las primeras prohibiciones de esta práctica, inicialmente en los países escandinavos y hoy esencialmente en casi todo el territorio de la Unión Europea, y es lógico asumir una creciente tendencia a su prohibición como práctica de producción, como ocurre en nuestro país.

Los mecanismos de resistencia (sus genes) se diseminan de manera silente hasta que se elaboran protocolos de detección específicos. Un ejemplo relevante por su impacto en la toma de decisiones a nivel global, fue el de la diseminación silente de resistencia transferible a polimixinas (a través de plásmidos). La resistencia a estos antibióticos de

último recurso, empleados para el tratamiento de infecciones producidas por microorganismos extremadamente resistentes a nivel hospitalario, fue notificada por vía electrónica a fines de 2015, y en menos de un año, la mayor parte de los países en que se investigó, confirmaron su presencia. Por ello, no es sorprendente que la resistencia haya dejado de ser el objeto de planificaciones a nivel de la OMS (Organización Mundial de la Salud - salud humana), OIE (hoy OMSA, Organización Internacional de la Salud Animal) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) para ser presentada en la Asamblea General de las Naciones Unidas 2016, como el principal limitante para el desarrollo sostenible de la humanidad. Así se han ido logrando compromisos inéditos de los poderes ejecutivos para la cooperación global en resistencia antimicrobiana, en los que hoy también está involucrada la PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, <https://www.unep.org/es>), a través de acuerdos cuatripartitos para acciones conjuntas (FAO 2022).

También en animales de compañía

Además del uso masivo en sistemas de producción de alimentos de origen animal, también es importante su uso en animales de compañía o mascotas, que son considerados hoy como parte de las familias, en contacto estrechísimo con los humanos. Trabajos recientes muestran, en nuestro país, el incremento de la resistencia que correlaciona con los incrementos en humanos (salvo para algunos marcadores de resistencia más relevantes en animales (Rumi et.al, 2021). De hecho, las mascotas pueden ser considerados el destino de la colonización con microorganismos resistentes a partir de los humanos y, al mismo tiempo, reservorios para sus convivientes, en particular para niños, en los que la adherencia a normas de higiene después del contacto con los animales puede ser de escaso cumplimiento.

Los microorganismos que portan mecanismos de resistencia transferibles pueden diseminar éstos, no solo a otros microorganismos del propio paciente de donde fueron seleccionados, sino a sus contactos más estrechos (en la comunidad), pero mucho más importante, a otros pacientes a través de contactos indirectos con el personal de salud (a nivel hospitalario). Esto también ocurre, obviamente, en los sistemas intensivos de producción de carne. En animales, existe un flujo que incluye antibióticos residuales en los alimentos no ingeridos (cualquiera sea el origen por el que se medicaran con antibióticos), las deyecciones de los animales, diseminados al ambiente en forma de líquidos o sólidos residuales, los que por acción de lluvias pueden permear a través de los

suelos hasta las aguas superficiales o llegar a cursos de agua, o ser diseminados por insectos, roedores y, en particular, por aves de vida libre que pueden contaminar otros ambientes a distancia.

De manera semejante, los efluentes cloacales de poblaciones urbanizadas colectan antibióticos eliminados por los pacientes en tratamiento ambulatorio, los microorganismos que fueron seleccionados por su uso y los propios elementos o plataformas genéticas responsables de su transporte o diseminación. Lo mismo ocurre, pero como un caso mucho más extremo, con los pacientes hospitalizados, con frecuencias de tratamiento antibiótico que multiplican enormemente al uso comunitario y los convierte en el sitio de selección de mecanismos de resistencia por excelencia.

La industria farmacéutica, donde se sintetizan, producen o formulan antibióticos, es también una potencial fuente de liberación al medio ambiente, donde pueden actuar como seleccionadores.

Todo este flujo de fármacos, la presencia de metales tóxicos, agroquímicos y otros xenobióticos, entre los diferentes compartimientos que constituyen el medio ambiente, mediado por aire, agua, alimentos, vectores biológicos o contactos directos, constituyen un factor crítico para mitigar la selección y diseminación de resistencia de acuerdo a los lineamientos de Una Salud.

Muy probablemente, necesitemos en el futuro de sistemas de tratamiento de efluentes diferentes a los actuales, que tengan en cuenta indicadores marcadores de resistencia como riesgos potenciales, lo que correlaciona con la propuesta en el Plan de Acción Global de la OMS para el desarrollo de estándares y guías para detectar la presencia de agentes antimicrobianos, sus residuos y una selección de marcadores de resistencia en el medio ambiente, especialmente en el agua, las aguas residuales y los alimentos (incluidos los alimentos para animales terrestres y acuáticos).

Todo implica un riesgo ambiental no desdeñable. Los microorganismos cuentan, en la actualidad, con plataformas génicas cada vez más eficientes que pueden “muestrear” los genes presentes en bacterias ambientales en las que son introducidas, facilitando el reclutamiento y expresión de nuevas familias de genes con potencial participación, como generadores de resistencia, una vez movilizados en estas plataformas a bacterias clínicamente relevantes.

El resistoma ambiental

Hasta hace unos 25 años, la mayoría de los estudios de resistencia a los antibióticos estaban confinados al laboratorio. La mayor disponibilidad de técnicas de secuenciación masiva, metagenómica y de genoma completo ha revelado reservorios significativos de bacterias resistentes a los antibióticos fuera de los entornos clínicos.

Aunque es un concepto debatible, consideramos apropiado hacer mención a él debido a la difusión que ha alcanzado el término. El resistoma puede definirse como el conjunto integral de todos los genes que pueden o podrían conferir resistencia a los antibióticos en los microorganismos que los albergan, incluyendo a genes crípticos que pueden ser alterados para producirla. En general, quedan definidos para poblaciones microbianas complejas, analizadas por técnicas masivas de secuenciación, en los que se incorpora un sesgo analítico (como un preconcepto), por la homología de secuencia con los responsables de mecanismos de resistencia actualmente reconocidos como clínicamente significativos.

Si bien hoy podemos reconocer el origen de genes de resistencia como provenientes de diferentes entornos medioambientales (tales como suelos urbanos, agrícolas y ganaderos, acuicultura, plantas de tratamiento de aguas residuales, ríos y océanos), es muy poco probable que una vasta mayoría de ellos lleguen a tener algún significado clínico, ya que sus funciones, críticas para la fisiología de cada especie, en particular, en el ambiente natural, son extrañas a la presión antibiótica.

Sin embargo, aun zonas consideradas prístinas, como en la Antártida, muestran la presencia tanto de microorganismos resistentes, como de potenciales genes de resistencia que merecen una profunda evaluación sobre una base funcional y de fisiología bacteriana, que en general no es abordada.

Un futuro demasiado cercano

Las organizaciones internacionales preveían, antes de la pandemia por SARS-CoV-2, un aumento de la resistencia para los próximos años de tal magnitud para llegar a convertirse en una causa de muerte más importante que las enfermedades cardiovasculares o el cáncer para el año 2050, con unos 10.000.000 de decesos anuales. (O' Neill, 2016). El pésimo manejo a nivel local y mundial durante la pandemia han, sin duda, acelerado este proceso en varios años, haciendo más ominoso el futuro, en el que muchos de los aportes de la medicina moderna pierdan efectividad por el efecto de las infecciones en pacientes críticos.

Reducir los riesgos

Para abordar este problema, se requieren medidas paliativas efectivas. En primer lugar, es esencial promover el uso responsable de antibióticos tanto en humanos como en animales. En paralelo, es imprescindible ser más eficientes en la instauración de políticas de control de la diseminación de la resistencia. Esto implica educar a la población sobre la importancia de seguir las indicaciones médicas, evitar la automedicación y garantizar que los antibióticos solo se utilicen cuando sean necesarios. En la misma dirección, es necesario lograr una mejora en la formación de profesionales concientizándolos de este problema, utilizando antibióticos solo cuando sea racionalmente admisible, entrenados y responsables de las medidas de higiene que están destinadas a disminuir los riesgos de contacto.

Del mismo modo, es imprescindible contar con métodos más eficientes y rápidos para identificar a los microorganismos responsables de los procesos infecciosos, herramientas para conocer su epidemiología molecular en cada institución sanitaria, ya que el control de la diseminación solo es posible si es reconocida en tiempo real. En particular, la microbiología veterinaria debería ir incorporando, rápidamente, las nuevas tecnologías con herramientas ya disponibles en medicina humana, que permitan una mayor racionalización de uso de los recursos.

Medidas tan simples como enseñar a la población general la implementación de buenas prácticas de cocina pueden restringir no solo las enfermedades transmitidas por alimentos, pero también la colonización con microorganismos resistentes.

Además, se debe restringir y regular el uso de antibióticos en la producción animal, fomentando prácticas más sostenibles, que contemplen minimizar el uso de familias de antibióticos críticos para la salud humana en medicina veterinaria.

La implementación de sistemas de vigilancia y monitoreo de la resistencia microbiana es crucial para identificar y abordar rápidamente los focos de resistencia emergentes. Para ello no se puede depender exclusivamente de los sistemas estatales, es imprescindible tener acceso a los datos cruzados de todos los actores y una cooperación pro activa al respecto, en forma de redes entre pares, implementando proyectos en los que los ningún actor tenga que intentar analizar todos los posibles componentes que hacen a la diseminación (reclutamiento, movilización desde el ambiente incluidos), sino con enfoques colaborativos preconizados y pilares fundamentales desde la perspectiva de “Una Salud”.

También se necesitan inversiones y estímulos para las investigación y desarrollo de nuevos antibióticos y alternativas terapéuticas para diversificar las opciones de tratamiento y reducir la presión selectiva sobre las bacterias (Ventola 2015, Martens 2017).

Conclusiones

La resistencia microbiana a los antibióticos es un desafío multifacético que requiere una acción concertada a nivel global. La comprensión de los mecanismos de resistencia, la conciencia pública, la regulación del uso de antimicrobianos y la promoción de prácticas sostenibles en la producción animal son pasos fundamentales para preservar la eficacia de los antibióticos y garantizar la salud de las personas, los animales y el medio ambiente.

Lecturas sugeridas

- ✓ Martens, E., & Demain, A. L. (2017). The antibiotic resistance crisis, with a focus on the United States. *Journal of Antibiotics*, 70(5), 520–526. <https://doi.org/10.1038/ja.2017.30>.
- ✓ Ventola, C. . (2015). The antibiotics resistance crisis. Part 1: causes and threats. *P.T.*, 40(4), 277–283. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4831-9711-1.50022-3>.
- ✓ FAO. (2022). *RAM: ¿una amenaza mundial?* FAO. <https://www.fao.org/antimicrobial-resistance/quadripartite/the-platform/explore/es/>.
- ✓ ONU. 2016. <https://news.un.org/es/story/2016/09/1364931>.
- ✓ European Union. (2006). Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect. *Regulation*, 22 December 2005, 1. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_05_1687.
- ✓ O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. In *The Review on antimicrobial resistance*. <https://amr-review.org/sites/default/files/160518>.
- ✓ Rumi MV, Nuske E, Mas J, Arguello A, Gutkind G, Di Conza J. Antimicrobial resistance in bacterial isolates from companion animals in Buenos Aires, Argentina: 2011–2017 retrospective study. *Zoonoses Public Health*. 2021;68(5):516–26. DOI: [10.1111/zph.12842](https://doi.org/10.1111/zph.12842)

Efectos del cambio climático sobre la salud

Parte 1. Introducción general

Marcelo Cabido*; **Natalia F. Sgreccia****.

** Academia Nacional de Ciencias de Córdoba.*

***Doctora en Humanidades y Artes; Academia Joven Argentina.*

La compleja naturaleza del cambio climático y sus manifestaciones tienen consecuencias negativas en términos de degradación del medio ambiente y trastornos sociales, todo lo cual repercute gravemente en la vida y la salud humanas. La Organización Mundial de la Salud estima que las tendencias de calentamiento y eventos extremos debidas al cambio climático antropogénico de las últimas tres décadas ya se han cobrado más de 150.000 vidas. Aunque es difícil cuantificar los riesgos relacionados con el cambio climático, los científicos están de acuerdo en que el cambio climático es la mayor amenaza para la salud del siglo XXI y la Organización Mundial de la Salud estima que causará 250.000 muertes más al año entre 2030 a 2050.

El cambio climático afecta a la salud de tres maneras: 1.- directamente, a través de la mortalidad y la morbilidad (incluido el "agotamiento por calor") debidas a episodios de calor extremo, inundaciones y otros fenómenos meteorológicos extremos en los que puede influir el cambio climático; 2.- impactos indirectos derivados de cambios en el medio ambiente y los ecosistemas, como cambios en los patrones de vectores (por ejemplo, mosquitos y garrapatas) portadores de enfermedades, o el aumento de enfermedades transmitidas por el agua debido a condiciones más cálidas y al incremento de las precipitaciones y escorrentía y 3.- impactos indirectos mediados a través de los sistemas sociales, como la desnutrición y las enfermedades mentales debidas a la alteración de la producción agrícola y la inseguridad alimentaria, el estrés y los conflictos violentos causados por desplazamientos de población, pérdidas económicas y daños a los sistemas sanitarios por fenómenos meteorológicos extremos.

El cambio climático amenaza los elementos básicos que todos necesitamos para gozar de buena salud -aire limpio, agua potable, suministro de alimentos nutritivos y refugio seguro- y socavará décadas de progreso en la salud mundial. Desde los tiempos de Hipócrates (460 - 370 a.C.) sabemos que muchos aspectos del clima afectan a nuestra salud. Los más evidentes son las temperaturas extremas (olas de calor y frío), las

precipitaciones y vientos extremos (inundaciones y tormentas). Los factores climáticos afectan también a la propagación de enfermedades causadas por patógenos transmitidos por huéspedes de sangre fría (por ejemplo, mosquitos y garrapatas). Estos tipos de impactos en la salud pueden verse afectados, además, por los cambios en los patrones climáticos locales resultantes de las alteraciones en el sistema global. En la Figura 1 se observa una síntesis de los efectos que el cambio climático puede ocasionar sobre la salud humana al alterar las condiciones generales del clima, el agua, el aire y los ecosistemas.



Fig. 1. Síntesis de los efectos del cambio climático sobre la salud humana. Fuente: modificado de Hellerstedt, W.; Toscano, W.; Kumar, V. & Josiah, S. J. 2017. Climate Change and Public Health. Technical Report, University of Minnesota, USA.

El cambio climático puede contribuir enormemente a las desigualdades y disparidades sanitarias. Las personas de los países con ingresos bajos tienen un riesgo mucho mayor que la población de los países de ingresos altos. Esto es cierto por varias razones, es más probable que las personas de ingresos bajos y medios vivan en zonas de alto riesgo, como llanuras aluviales, terrenos inundables y zonas costeras. Además, las poblaciones pobres suelen asociarse con infraestructuras sanitarias deficientes y están expuestas a economías que podrían ser devastadas por fenómenos meteorológicos extremos. El cambio climático es, de hecho, un impedimento para futuras mejoras sanitarias, especialmente en los

países con bajos ingresos. Dentro de cada país, afectará principalmente a pobres, enfermos, ancianos y niños.

Promoción de acciones favorecedoras o protectoras para reducción de daño

Por ejemplo, en el ámbito educativo, existen iniciativas (como el equipo ReMatEd, acrónimo de “Recursos+Matemática+Educación”, UNR), que producen juegos didácticos para aprovechar insumos que las personas desechan en su actividad habitual de consumo (envases, CDs, placas), atendiendo a la reducción de residuos a partir de la aplicación de las 3R ecológicas (reducir, reutilizar, reciclar), recientemente se ha incorporado una cuarta R: “rechazar”, en el sentido de evitar consumir productos que afecten al ambiente, sobre todo con baja durabilidad (Castro, 2021), que alientan a amortiguar el impacto humano sobre el ambiente. Ello habilita a considerar este tipo de actividades como una posibilidad de promoción de la reducción de basura y conservación del ambiente, en clave de un desarrollo sostenible (Corbetta, 2022). Esto recobra más fuerza si se tiene en cuenta que, en Argentina, 25% de los residuos que se generan proviene de envases (EconoSus, <https://economiasustentable.com/acerca-de>) y resulta acorde con los lineamientos de la Ley 27.621 relativa a la concientización ambiental, sancionada en 2021, donde se concibe como derecho la educación ambiental integral, desde una política pública nacional. De esta manera, se pretende concientizar a la comunidad educativa sobre la necesidad de incorporar hábitos para el cuidado ambiental, acorde a la Ley de Educación Ambiental Integral de referencia.

Debido a la crisis ambiental planetaria que estamos viviendo, se han expandido los debates acerca del desarrollo de la educación ambiental, la cual se concibe como una parte de la educación obligatoria, como contenido transversal relativo a la educación para el desarrollo sostenible y sustentable, aunque no siempre se la observa integrada a la enseñanza formal (Beri, 2022). Como viene planteando Bachmann (2008), es necesario abordar una educación ambiental desde una mirada crítica y participativa, con acercamiento al ambiente que desentrañe la relación naturaleza-sociedad. Sin embargo, estas relaciones conceptuales e inclusiones curriculares no se producen de modo espontáneo e inmediato. Muchas veces están teñidas de tensiones entre la lógica escolar disciplinar tradicional y la integración que propicia la interdisciplinariedad (Terrón, 2004). De allí la relevancia de proyectos colectivos que se sostengan en el tiempo, a través del diálogo intersubjetivo e intergeneracional entre investigadores, docentes, estudiantes y familias, en marcos institucionales situados, para concientizar, realizar acciones y al

mismo tiempo aprender. Cifras como las que comparte Castro (2021) en torno a la basura anualmente producida por la humanidad (2.000 millones de toneladas), que incluso llega a los océanos (al menos 8 millones), interpelan a trabajar al respecto. Y la escuela resulta un ámbito convocante para ello.

Referencias

- ✓ Bachmann, L. (2008). *La educación ambiental hoy. Documento marco sobre Educación Ambiental*. Ministerio de Educación. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL001599.pdf>.
- ✓ Beri, C. (2022). Reinventar la educación ambiental en las escuelas primarias de la provincia de Buenos Aires (Argentina): resultados de una indagación exploratoria. *Revista de Educación en Biología*, 25(1), 20-33. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/32937/36894>.
- ✓ Castro, M. (2021). *Las 3 R ecológicas*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/3-r-ecologicas/>.
- ✓ Corbetta, S. (2022). *Desarrollo sostenible. Capacitación en Ambiente. Ley Yolanda 27592*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://capacitacion.inap.gob.ar/actividad/capacitacion-en-ambiente-ley-yolanda-ley-27-592/>.
- ✓ Organización Mundial de la Salud 2021. Cambio climático. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
- ✓ Terrón, E. (2004). La educación ambiental en la educación básica, un proyecto inconcluso. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 34(4), 107-164. <https://rlee.iberro.mx/index.php/rlee/issue/view/144/RLEE.XXXIV>.

Parte 2. Cambio climático. La situación en Argentina

Miguel A. Taboada*; **Adriana J. Arpa****; **Roberto R. Casas*****

* *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.*

** *Médica Especialista en Medicina Interna.*

*** *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.*

Introducción

De acuerdo con el reciente 6^{to} Informe de Cambio Climático del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, en su Grupo de Trabajo II en Adaptación Vulnerabilidad (IPCC AR6 WGII,

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf), se alerta que en caso de que no se tomen las medidas adecuadas: “El cambio climático aumentará el número de muertes y la carga mundial de enfermedades infecciosas y no transmisibles. Más de nueve millones de muertes relacionadas con el clima se proyectan por año para finales de siglo, bajo un alto escenario de emisiones y contabilización del crecimiento demográfico, desarrollo económico y adaptación. Los riesgos para la salud serán diferenciados por género, edad, ingresos, estatus social y región” (Cissé et al., 2022; Pörtner et al., 2022). Se alerta también que el cambio climático tendrá un fuerte impacto en las tasas de morbilidad y de mortalidad relacionadas al calor y deteriorará el bienestar general de poblaciones vulnerables, llegando a afectar la salud mental de niños y adolescentes, especialmente niñas (Cissé et al., 2022; Pörtner et al., 2022).

La pregunta fundamental que surge es cuánto de esto y de qué forma va a afectar a la Argentina, cuál es la población con más riesgo o más vulnerable a estos impactos y cuáles son las medidas que los decisores políticos a distinto nivel debieran tomar para evitar o minimizar estos impactos en la salud humana.

Este documento comienza por enumerar y describir cuánto de los cambios y variabilidad del clima son atribuibles al cambio climático en nuestro país y cuáles son los cambios esperados ante distintos escenarios de calentamiento global.

Cambio climático en la Argentina: ¿Qué ha ocurrido en los últimos 50 años y qué se espera que ocurra en los próximos 50?

De acuerdo con el estudio realizado para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de la Argentina (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015), los registros históricos de temperatura media (1960-2010) indican aumentos de 0,5-1°C en gran parte del territorio nacional (**Figura 1**). Si bien las temperaturas cálidas ya caracterizaban al norte del país, lo notable es que casi todo el sur, con la Patagonia, mostró aumentos de temperatura. En la mayor parte de Argentina, el calentamiento desde 1901 fue un poco menor que el promedio global, aunque con fuertes tendencias en temperaturas extremas y olas de calor durante las décadas más recientes. Hubo un

notable aumento de las precipitaciones en la mayor parte de la Argentina subtropical, especialmente desde 1960 (**Figura 2**).

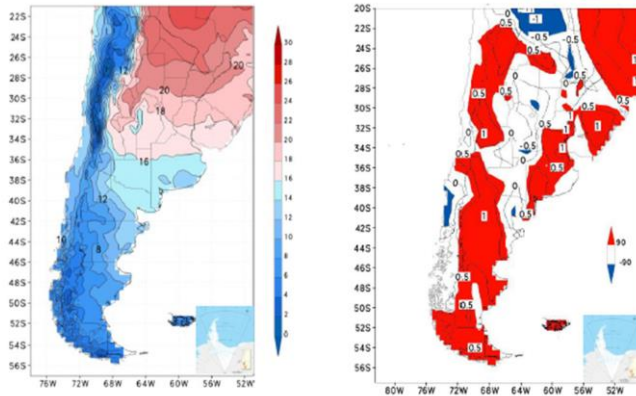


Figura 1: Izquierda, campo medio de la temperatura media anual (contornos cada 2°C) 1960-2010; derecha, cambio de la temperatura media anual en °C para el mismo periodo con el nivel de significancia de la tendencia (contornos cada 0,5°C sombreado en rojo (azul) valores significativos con signo positivo (negativo))

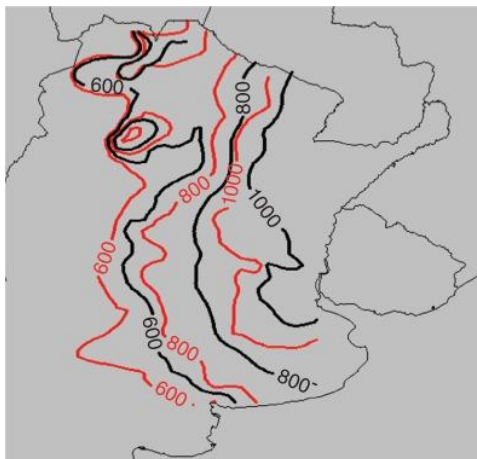


Figura 2. Cambio de precipitaciones en el este y centro subtropical de la Argentina; isoyetas en mm; 1950–1969 en negro y 1980–1999 en rojo. Fuente: Barros et al. (2015).

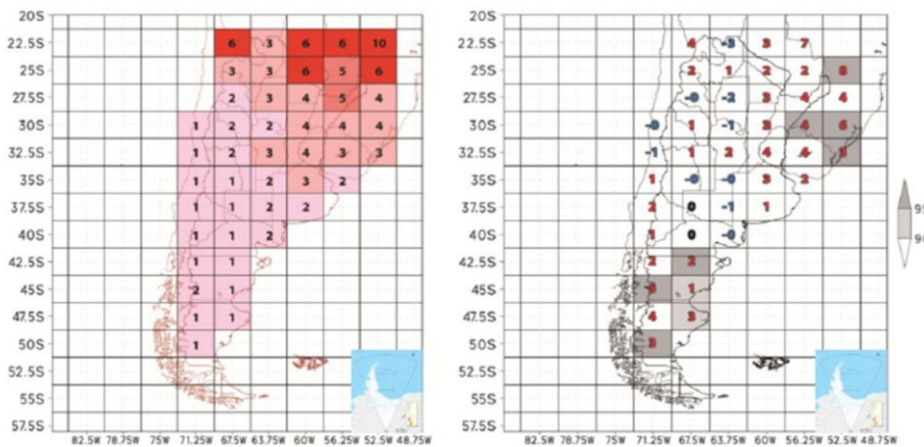


Figura 3. Panel izquierdo: número de días con olas de calor. Panel derecho: cambios en la duración de las olas de calor. Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2015).

Una característica que tuvo este período de 50 años es la presentación de mayor cantidad de días continuados con temperaturas elevadas (olas de calor), especialmente en toda la Mesopotamia y gran parte de la Patagonia (**Figura 3**).

En la región subtropical de Argentina, las tendencias positivas en las precipitaciones fueron parte de un cambio más general en la distribución estadística, con cantidades crecientes de lluvia concentradas en las precipitaciones más intensas. El máximo anual de precipitaciones acumuladas de 1 y 2 días tuvo tendencias positivas desde 1960, al igual que la frecuencia de lluvias intensas por encima de umbrales que oscilan entre 50 y 150 mm (**Figura 4**).

Para las próximas dos o tres décadas, se proyecta un calentamiento general en todo el país en el rango de 0,5 a 1,0 °C, un rango casi similar para los escenarios RCP (Representative Concentration Pathways, proyección teórica de una trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero, no emisiones, adoptada por el IPCC) de 4,5 y 8,5. El aumento de temperatura proyectado para las próximas décadas es mayor que el calentamiento observado en los últimos 60 años en Argentina, pero que ocurre durante la mitad de su duración. Esto constituye una aceleración en la tasa de calentamiento regional. En lo que respecta a las precipitaciones, para las próximas dos o tres décadas, los cambios proyectados son positivos en las regiones norte y central de la Argentina, pero en magnitud sólo inferior a 100 mm por año, mientras que se proyectan reducciones de precipitación para el área seca de la región centro-occidental. En la Patagonia se han registrado descensos en la zona andina de máximas precipitaciones y aumentos de precipitaciones anuales en la región centro – norte de Chubut, incluyendo la península de Valdés (Barros et al. 2015).

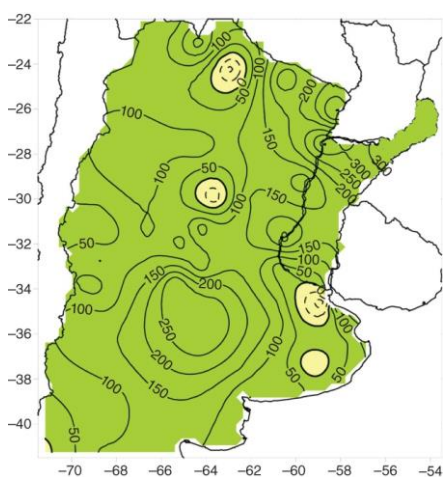


Figura 4. Cambio de un extremo a otro en la precipitación anual durante el período 1960-2000 (mm). Cambios verdes positivos; cambios amarillos negativos. Fuente: Barros et al. (2015).

Este aumento de las precipitaciones contrasta con lo sucedido con los días continuados con lluvias (períodos secos), asociados a períodos Niña, los cuales aumentaron significativamente entre 1960 y 2010 para el norte del país (**Figura 5**). Una parte de la variabilidad del clima se debe al fenómeno ENSO (El Niño South Oscillation), originado en los cambios de temperatura del agua del Océano Pacífico sobre la costa de Sudamérica. Rusticucci y colaboradores, (2017) hallaron que, bajo condiciones de El Niño, las temperaturas mínimas se afectan de manera bastante uniforme a lo largo del año, favoreciendo la ocurrencia de noches cálidas. Sin embargo, entre julio y septiembre, se propician condiciones de días cálidos, mientras que entre noviembre y febrero se observa lo contrario (días fríos). Esto resulta en una disminución en el rango de temperatura en la región estudiada durante los meses de verano bajo condiciones de El Niño.



Figura 5. Panel Izquierdo: máxima longitud de días secos consecutivos según promedio histórico; Panel Derecho: cambio ocurrido para 1960-2010, aumentos en color rojo, descensos en color verde. Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2015).

¿Cuáles cambios del clima afectan la salud humana y de qué forma?

En el último Informe de Cambio Climático del Grupo 2 (Adaptación y Vulnerabilidad del IPCC; Cissé et al et al. 2022; Pörtner et al. 2022), se determinó que los impactos que afectan la salud y los sistemas de salud a causa del cambio climático dependen de los riesgos, ellos configurados a su vez por los peligros existentes, la vulnerabilidad y el nivel de exposición de la población. Este marco conceptual se describe en la **Figura 6**.

Pasos desde los peligros, la exposición y las vulnerabilidades hasta los impactos del cambio climático sobre la salud y los sistemas de salud

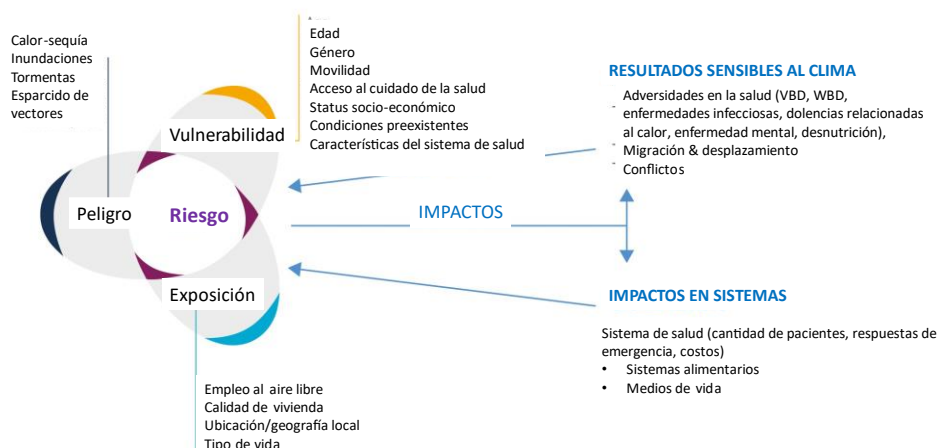


Figura 6. Configuración del riesgo de los impactos sobre la salud relacionados con el cambio climático. Adaptado de Cissé et al. (2022).

Los peligros que genera el cambio climático son las olas de calor y las sequías, las fuertes tormentas y temporales y la diseminación de vectores de enfermedades. El riesgo que generan estos peligros va a estar modulado por la vulnerabilidad y el tipo exposición de las personas. Así, factores como la edad, el género, y el status socio-económico, junto con el trabajo al aire libre, o la calidad del alojamiento o vivienda, van a ser decisivos para determinar el o los impactos del cambio climático sobre la aparición de enfermedades, la posibilidad de migración o el acceso a los sistemas de salud.

El impacto del calor y las altas temperaturas sobre la tasa de mortalidad fue estudiado en muchos países del mundo, incluido el nuestro por Vicedo-Cabrera et al. (2021). En todos los países del estudio, se encontró que 37% (rango 20,5-76,3%) de las muertes relacionadas con el calor en la estación cálida, pueden atribuirse al cambio climático antropogénico y que el aumento de la mortalidad es evidente en todos los continentes. Las cargas variaban geográficamente, pero en muchos lugares eran del orden de decenas a cientos de muertes por año. En el caso de la Argentina, la mediana de la tasa de muertes diarias relacionadas con el calor en la estación cálida en tres ciudades fue 51,3% para 2005-2015, para una temperatura media de 23,8°C. Ello contrasta con otros países con valores tan elevados de mortalidad diaria de 88,2% (Países Bajos) o nuestro vecino Uruguay con 73%.

Las sequías causan la disminución de la producción de alimentos que pueden llevar a una situación de emergencia alimentaria mundial (desnutrición), inseguridad de la calidad del agua que se bebe (diarreas, gastroenteritis, deshidratación severa), tormentas de arena

con aumento de terrenos desérticos y disminución de tierras fértiles aptas para cultivos, desplazamientos de las poblaciones hacia otras áreas geográficas (desarraigo, alteraciones neuropsiquiátricas, pérdida de trabajo y contacto social).

Según se describe en el 6^{to} Informe de Cambio Climático (Pörtner et al., 2022), la elevación de la temperatura ambiental provoca, entre otros, cambios en la calidad del aire que se respira, desaparición de especies del reino animal, escasez de alimentos, migración de poblaciones, pobreza y pérdida del equilibrio ecológico. El aumento del nivel de ozono y de óxido nítrico altera la calidad del aire que se respira provocando y/o exacerbando problemas pulmonares, tales como las enfermedades obstructivas crónicas (EPOC), asma, alergias y rinitis. El calor aumenta la frecuencia cardíaca provocando taquicardia, sudoración profusa e irritación de las mucosas de las vías respiratorias altas.

El aumento de la temperatura, que ya es de 1,1°C más que en el siglo XIX, también ha provocado la reaparición de enfermedades transmitidas por vectores, tales como el dengue y la malaria.

De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional para el Cambio Climático (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2015), en nuestro país, pese a que la mayor mortalidad es atribuible a enfermedades no transmisibles, las enfermedades transmisibles continúan siendo un problema sanitario a nivel nacional que podría acentuarse con los cambios en las condiciones climáticas. Los índices de vulnerabilidad social son altos y muy altos, especialmente en el norte de la Argentina donde los impactos directos del clima sobre la salud fueron causados por eventos meteorológicos extremos. Los más recurrentes fueron las inundaciones en primer lugar, seguidas de las tempestades y las sequías. Durante tres olas de calor analizadas, entre ellas la muy severa del verano 2013-2014, el riesgo de morir se incrementó significativamente en 13 de 19 jurisdicciones analizadas, registrándose 1.877 defunciones en exceso. El riesgo de morir se incrementó con la edad; éste fue significativo en cuatro jurisdicciones para el grupo de 60-79 años y en seis jurisdicciones en mayores de 80 años.

Con respecto a las inundaciones, en nuestro país, en el período comprendido entre 1970 y 2007, se registraron un total de 6.290 inundaciones de distinta magnitud y niveles de afectación a la población, con el resultado de 644 defunciones, 6.871 heridos o enfermos y más de un millón de evacuados. En las regiones del NOA, NEA (Noroeste y Noreste Argentinos) y Centro, estos eventos son la principal causa de desastres, mientras que para Cuyo y Patagonia están en segundo lugar. El ahogamiento fue la principal causa de muerte

durante inundaciones urbanas, dado que éstas generalmente son repentinas. El riesgo de enfermedades transmitidas por vectores se vio aumentado a raíz de todo desastre, aunque algunas enfermedades, como el dengue, no se manifestó hasta varias semanas después de la inundación (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2015).

Las sequías son un evento extremo periódico en nuestro país. Aún padecemos las consecuencias económicas y sociales de tres años seguidos con bajas precipitaciones, en particular la campaña agrícola 2022-2023. Dentro de los efectos de las sequías sobre la salud podemos identificar efectos en la nutrición, enfermedades de origen hídrico (incluidas las vectoriales), enfermedades ocasionadas por polvo en el aire, problemas de salud mental, entre otros. Como sucede siempre, las poblaciones más vulnerables frente a esta amenaza de las sequías son las poblaciones de bajos ingresos y aquellas que realizan agricultura de subsistencia. La disminución en la disponibilidad del agua es otro de los impactos de las sequías, debido a que se reduce la capacidad de dilución de los cuerpos de agua, generando impactos en los ecosistemas acuáticos y también en la provisión de agua para consumo (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2015).

A pesar de que en Argentina los tornados son de baja escala, los principales riesgos para la salud causados por los vientos fuertes están asociados a lesiones por la caída de ramas, árboles u otros objetos movidos por el viento. Los casos de muerte durante este tipo de eventos en general se deben al aplastamiento o electrocución (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2015).

En el caso de la Radiación Ultravioleta (RUV), el principal efecto crónico de exposición es el cáncer de piel, el que a su vez puede ser clasificado según sus características en: melanoma maligno de piel (MMP) y tumor maligno de piel no melanoma (TMPNM). Un estudio realizado sobre mortalidad por cáncer de piel (MMS y TMPNM) en Argentina entre 1980 y 2012 informó que durante ese período se registró un total de 18.647 defunciones, de las cuales 58,7% fueron debidas a MMP y el restante 41,3% a TMPNM. Las tasas de mortalidad por MMP pasaron de 0,7 en el quinquenio 1980-1984 a 1,19 en el quinquenio 2005-2009, incrementándose 70%. Similar tendencia presentó la tasa de mortalidad por TMPNM, que pasó de 0,55 en el primer quinquenio a 0,74 y en el último, con un incremento porcentual de 34,5% (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2015).

Casos de estudio: enfermedades tropicales

El dengue es una enfermedad infecciosa producida por el virus homónimo (DENV), que forma parte del grupo de los Arbovirus (virus transmitidos por artrópodos). El virus del dengue se transmite por mosquitos hembra principalmente de la especie *Aedes aegypti* y, en menor grado, de *A. albopictus*. La característica común de las enfermedades transmitidas por vectores (ETV) es que la única manera de prevenirlas es evitando el contacto entre los vectores y los humanos, ya que hasta hace poco no había vacunas disponibles en Argentina. Esta situación se revirtió a partir de fines de 2023. Si bien los brotes de dengue atrajeron la atención de los medios de comunicación a partir de 2009, otras ETV afectan la salud pública en Argentina desde hace muchas décadas, como la enfermedad de Chagas y la leishmaniasis (Chesini et al., 2019; Gorla, 2021).

En un estudio realizado en la provincia de Córdoba sobre aparición de casos de dengue, se demostró la correlación entre anomalías positivas de precipitación y la aparición de casos de dengue autóctono por mes (**Figura 7**).

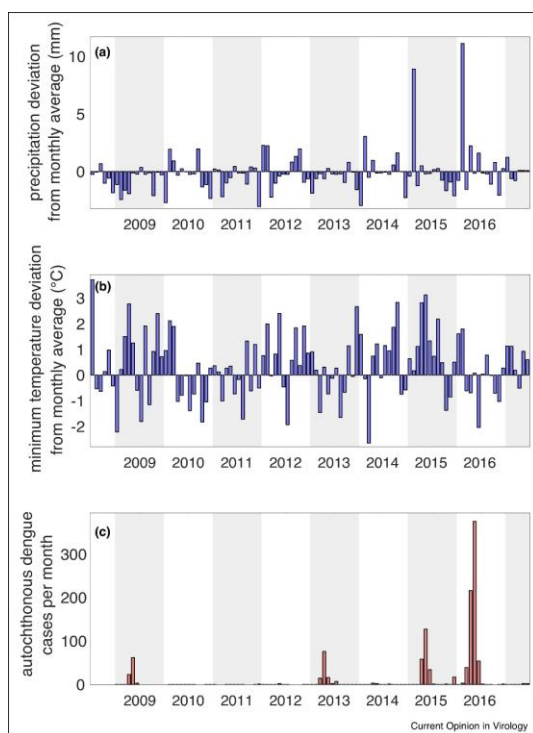


Figura 7. Anomalías meteorológicas y datos de transmisión autóctona del dengue en Córdoba, Argentina, para el período del 1 de julio de 2008 al 31 de junio de 2017. (a) Desviación de la precipitación media mensual (anomalía) del promedio de precipitación mensual de treinta años para un mes determinado. (b) Desviación de la temperatura mínima mensual media (anomalía) del promedio de temperatura mínima mensual de treinta años para un mes determinado. (c) Número de nuevos casos autóctonos de dengue notificados cada mes. Todos los promedios de treinta años y las anomalías mensuales se calcularon entre 1987 y 2017 utilizando datos climáticos diarios de la estación meteorológica del Observatorio (31,42° S, 64,20° W) proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional de Argentina. Los casos de dengue se extrajeron de los boletines epidemiológicos semanales proporcionados por la Secretaría de Salud de Argentina. Fuente: Robert et al. (2020)

Es probable que el cambio climático aumente la incidencia global de virus transmitidos por mosquitos. Se concluyó que los brotes de enfermedades causadas por arbovirus transmitidos por el mosquito *Aedes* han sido más frecuentes e intensos en los últimos años, sugiriendo que el clima podría estar impulsando parcialmente los recientes brotes en todo el mundo (Chesini et al., 2019).

La alergia al polen y al moho se utiliza generalmente para evaluar la interrelación entre la contaminación del aire y las enfermedades respiratorias alérgicas, como la rinitis y el asma. Las tormentas eléctricas durante las temporadas de polen pueden provocar una exacerbación de la alergia respiratoria y el asma en pacientes con fiebre del heno. Existen estudios que demostraron que las plantas exhiben una fotosíntesis mejorada y efectos reproductivos y producen más polen como respuesta a los altos niveles atmosféricos de dióxido de carbono (CO₂). La proliferación de moho aumenta con las inundaciones y las tormentas, las cuales son responsables del asma grave (D'Amato et al., 2020).

Las enfermedades tropicales desatendidas (ETD), también llamadas negligenciadas u olvidadas, son un grupo diverso de 20 enfermedades, infecciosas y no infecciosas, que afectan a más de mil millones de personas y lo hacen de manera desproporcionada a las poblaciones vulnerables en entornos de bajos recursos en áreas tropicales y subtropicales del mundo, aunque muchas de ellas tienen impacto, también, en áreas templadas (OMS 2024). El cambio climático puede influir en la aparición y reaparición de múltiples ETDs, en particular aquellas que implican un vector o huésped intermediario para la transmisión. Varias de las enfermedades tropicales desatendidas incluidas en la lista de la OMS son de alta preocupación en la Argentina: enfermedad de Chagas, dengue y chikungunya, trematodiasis transmitidas por alimentos (fascioliasis), leishmaniasis tegumentaria y visceral, rabia en quirópteros, lepra, micetoma, geohelmintiasis y envenenamiento por mordedura de serpiente (Tidman et al. 2021).

Lecturas sugeridas

- ✓ Barros, V. R., Boninsegna, J. A., Camilloni, I. A., Chidiak, M., Magrín, G. O., & Rusticucci, M. 2015. Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(2), 151-169. <https://doi.org/10.1002/wcc.316>.
- ✓ Chesini, F. et al. 2019. *Clima y salud en la Argentina: diagnóstico de situación 2019* / - 1a ed ilustrada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Salud de la

- Nación, 2019. Libro digital, PDF - (Temas de salud ambiental / 31) Archivo Digital: descarga y online ISBN 978-950-38-0281-6
- ✓ Cissé, G., R. McLeman, H. Adams, P. Aldunce, K. Bowen, D. Campbell-Lendrum, S. Clayton, et al., 2022: Health, Wellbeing, and the Changing Structure of Communities. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1041–1170. doi:10.1017/9781009325844.009.
 - ✓ D’Amato, G., Chong-Neto, H. J., Monge Ortega, O. P., Vitale, C., Ansotegui, I., Rosario, N. & Annesi-Maesano, I. 2020. The effects of climate change on respiratory allergy and asthma induced by pollen and mold allergens. *Allergy*, 75(9), 2219-2228. <https://doi.org/10.1111/all.14476>.
 - ✓ Gorla, D. E. (2021). Climate change and vector-borne diseases in Argentina. *Medicina*, 81(3), 432-437. PMID: 34137705.
 - ✓ Organización Mundial de la Salud (OMS). Enfermedades tropicales desatendidas. Preguntas y respuestas. Consultado: 25 de febrero de 2024. <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/neglected-tropical-diseases>.
 - ✓ Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, H. Adams, I. Adelekan, C. Adler, R. Adrian, P. Aldunce, et al. 2022: Technical Summary. [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 37–118. doi:10.1017/9781009325844.002.
 - ✓ Robert, M. A., Stewart-Ibarra, A. M. & Estallo, E.L. 2020. Climate change and viral emergence: evidence from Aedes-borne arboviruses, *Current Opinion in Virology* 40, 41-47, <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2020.05.001>.

- ✓ Rusticucci, M., Barrucand, M., & Collazo, S. 2017. Temperature extremes in the Argentina central region and their monthly relationship with the mean circulation and ENSO phases. *International Journal of Climatology*, 37(6), 3003-3017. <https://doi.org/10.1002/joc.4895>.
- ✓ Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015. Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Buenos Aires, 276 p. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/3com.-resumen-ejecutivo-de-la-tercera-comunicacion-nacional.pdf>.
- ✓ Tidman, R., Abela-Ridder, B., & de Castañeda, R. R. 2021. The impact of climate change on neglected tropical diseases: a systematic review. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 115(2), 147-168. <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa192>.
- ✓ Vicedo-Cabrera, A.M., Scovronick, N., Sera, F. et al. 2021. The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nature Climate Change* 11, 492–500. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>.

Degradación de suelos y salud humana

Miguel A. Taboada* ; Roberto Casas ; Adriana J. Arpa*** .**

* *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.*

** *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.*

*** *Médica Especialista en Medicina Interna.*

Tipos y procesos de degradación de suelos

La degradación del suelo es definida como la disminución de la calidad del suelo causado por el inadecuado uso por el ser humano, con consecuencias sobre la disminución de su productividad por cambios adversos en el estado de los nutrientes y la materia orgánica de los suelos, los atributos estructurales y las concentraciones de electrolitos y elementos tóxicos (Lal y Stewart, 2012). Los procesos de degradación de los suelos son de tipo físico, químico y biológico (Figura 1), aunque la mayor parte de estos procesos se deben a la concurrencia de más de uno de los tipos mencionados. Por ejemplo, la pérdida de suelo por erosión es un proceso de tipo físico debido a la acción de las tormentas de alto potencial cinético (erosión hídrica) o los vientos sobre la superficie de la tierra (erosión eólica). Pero, sin embargo, en ambos casos concurren con procesos de tipo biológico

como las pérdidas de materia orgánica que predisponen la desestabilización estructural de los suelos y las pérdidas de biodiversidad edáfica a nivel rizosférico (zona cercana a las raíces de las plantas donde se desarrolla la vida microbiana, Lal y Stewart, 2012).

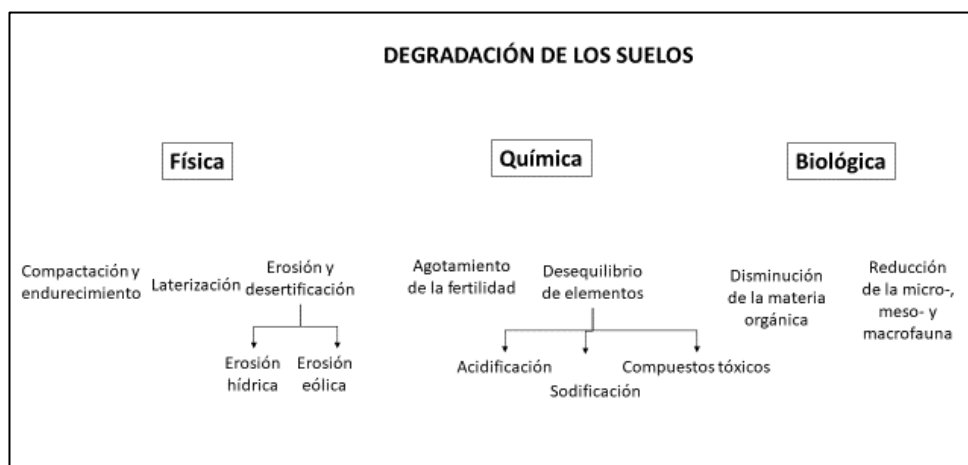


Figura 1. Tipos y procesos de procesos de degradación de suelos. Adaptado de Lal y Stewart (2012).

Excepto la laterización, que es un proceso que afecta más bien a los suelos tropicales, el resto de los procesos identificados en la **Figura 1** tienen lugar en nuestro país. De acuerdo con la revisión realizada por Casas y Albarracín (2015), es probable que la erosión y desertificación sean los procesos más frecuentes y graves en nuestro país, ya que implican pérdidas irreversibles de suelos que afectan más de 100 millones de hectáreas, aunque no es posible deslindar su ocurrencia con las pérdidas de materia orgánica y almacenes de carbono y deterioro de la estructura superficial de los suelos. La salinización y sodificación de los suelos son procesos que afectan a unos 15 millones de hectáreas de zonas húmedas y a unas 500 mil hectáreas en oasis de riego andinos (Casas y Albarracín, 2015; Talesnik y Lavado, 2021). En un reciente estudio de FAO (2024) realizado para suelos de la Subregión del Plata, que incluye a los suelos pampeanos, se mencionan procesos de degradación incipientes y antes no contemplados, como la acidificación de los suelos, las pérdidas de biodiversidad y la contaminación de suelos y aguas con restos de pesticidas. Estos procesos -vigentes e incipientes- amenazan la calidad y la salud de los suelos de la Argentina, y pueden causar efectos directos e indirectos sobre la salud de las personas.

Vías de impacto de la degradación de suelos en la salud humana

La salud de las personas puede ser afectada por efectos directos e indirectos de la degradación de los suelos. Los efectos directos son aquellos que no son intermediados por ningún otro proceso, y que son resultado inmediato o mediato de la ocurrencia de un

proceso de degradación. Ejemplos claros de estos efectos directos son las pérdidas de vidas y bienes por deslizamientos de laderas en montañas y sierras o las intoxicaciones por ingestión de productos de cultivos que crecen en suelos y aguas contaminados o, incluso, la ingestión de suelo contaminado por infantes. En cambio, los efectos indirectos son a menudo de mediano o largo plazo, no fácilmente identificables, mediados por otro proceso intermedio, como los desequilibrios nutricionales causados por alimentos producidos en suelos con deficiencias en algún micronutriente o los desequilibrios emocionales que generan la obligación de migrar y abandonar tierras por pérdidas repentinas e irreparables de suelos por erosión hídrica y eólica.

De cualquier manera, los riesgos de ocurrencia de estos efectos son variables y dependen de los peligros identificados en relación con la degradación de los suelos, la vulnerabilidad de las poblaciones y personas afectadas y del grado de exposición de estas poblaciones. La relación entre estos componentes se describe en un modelo conceptual (Figura 2) que se inspira en el reciente 6^{to} Informe de Cambio Climático de IPCC, en su Grupo de Trabajo II (Cissé et al., 2022; Pörtner et al., 2022).

Peligros

De los procesos de degradación que amenazan la calidad de los suelos de la Argentina (Casas y Albarracín, 2015), existen algunos que ejercen impactos rápidos y evidentes sobre la vida de las personas y su calidad. Los deslizamientos de tierra son acontecimientos de tipo catastrófico que se han descrito en las regiones montañosas, desde el norte hasta la frontera sur, y abarcan montañas, cordilleras, mesetas y acantilados. Sus factores causantes son la acumulación excesiva de nieve y su rápido derretimiento durante los días de primavera excepcionalmente cálidos que provocan avalanchas y flujos de escombros, pero también la ocurrencia de temporales y lluvias intensas y concentradas en poco tiempo. Todo esto parece estar condicionado climáticamente, pero también por actividades antrópicas como la urbanización de laderas, el riego, el desarrollo de caminos, los centros de esquí, así como la fauna exótica que bloquea y afecta los ríos de montaña (Moreiras y Coronato, 2009).

La erosión hídrica y la eólica causan la pérdida de la capa superficial de los suelos que es la más fértil. Se informa que hay 64,8 Mha (Millones de hectáreas) de suelos erosionados en la Argentina, de los cuales 20,8 Mha están severamente erosionados. La mayoría de los suelos erosionados por el viento se encuentran en la Patagonia, la región Noroeste y la Pampa Semiárida. Las principales causas de la erosión eólica e hídrica son la

simplificación de los sistemas de cultivo, la deforestación y el pastoreo excesivo, aun cuando la siembra directa o labranza cero es una de las prácticas de gestión más eficaces para controlar la erosión eólica e hídrica en los sistemas de cultivo (Colazo et al., 2019).

En el caso de las tormentas de polvo, son acontecimientos de considerable extensión y de frecuencia en las tierras secas. En estas tormentas el viento transporta partículas, contaminantes y materiales biológicos por largas distancias. Algunos estudios, especialmente en Asia oriental, muestran asociaciones entre los eventos de polvo y una serie de problemas de salud humana, incluyendo problemas respiratorios, cardiovasculares, meningitis meningocócica, coccidioidomicosis, conjuntivitis, irritación de la piel, sarampión y accidentes de transporte (Goudie, 2020). En nuestro país, se han mencionado fuentes de estas tormentas de polvo, como el lecho expuesto de la laguna Mar Chiquita o Mar de Ansenusa en Córdoba (Bucher y Stein, 2016), aunque también se genera polvo en la Patagonia, la Puna y el Altiplano (Goudie, 2020).

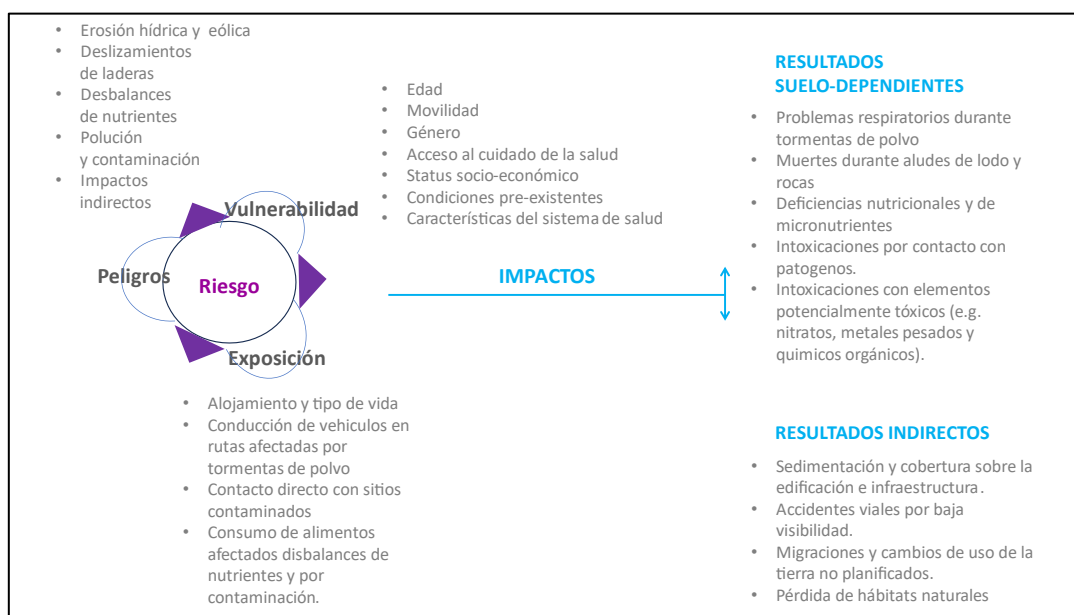


Figura 2. Pasos y vías de impacto a partir de los peligros, la exposición a ellos, y las vulnerabilidades, a los efectos directos e indirectos de la degradación de los suelos sobre la salud humana y los sistemas de salud. Inspirado en un esquema análogo para impactos del Cambio Climático de Cissé et al. (2022).

De los 16 elementos esenciales que requieren las plantas para su crecimiento, 13 de ellos los proporciona el suelo. El resto son carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O₂) que están presentes y son absorbidos por las plantas de la atmósfera (Hodge, 2010; Jones, 2012). Nueve elementos principales, silicio (Si), oxígeno (O₂), aluminio (Al), hierro (Fe), titanio (Ti), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K), constituyen la mayor parte de la masa de la fracción mineral del suelo, alrededor de 99%. Además, otros 75 elementos,

incluidos nutrientes esenciales (micronutrientes), se encuentran en concentraciones extremadamente bajas, menos del 0,1%. Es de destacar que algunos de esos elementos pueden causar problemas de salud, ya que pueden ser tóxicos cuando están presentes en concentraciones "altas", incluidos plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg), que generalmente ocurren como resultado de la contaminación causada por la industria y otras intervenciones humanas inadecuadas (Davies, 1997).

Además de la concentración de micronutrientes del suelo, su forma química también influye en las deficiencias y toxicidades de micronutrientes del suelo. Los micronutrientes pueden estar presentes en el suelo en forma inorgánica (silicatos, óxidos, sulfuros) y en formas orgánicas (quelación de micronutrientes por sustancias orgánicas de la materia orgánica del suelo - MOS).

La salud humana está influenciada por la disponibilidad de nutrientes del suelo y la utilización por las plantas al proporcionar seguridad alimentaria y nutricional. La cantidad y calidad de los alimentos consumidos por las personas deben satisfacer las necesidades dietéticas y las preferencias alimentarias. Los nutrientes esenciales obtenidos del suelo son constituyentes de componentes estructurales (por ejemplo, huesos, dientes, pared celular) y biomoléculas (aminoácidos, proteínas, enzimas, vitaminas, hormonas, etc.) del cuerpo humano y realizan varias funciones fisiológicas, como la activación de enzimas, la activación de proteínas, síntesis, transferencia de energía, transporte de azúcares, secreción de insulina, fosforilación de creatinina, metabolismo de carbohidratos, actividad eléctrica del corazón, mantenimiento del equilibrio ácido-base, etc. Una ingesta y acumulación excesiva e inadecuada de nutrientes puede provocar graves problemas de salud humana (Nieder et al., 2018).

Son muchos los trabajos que relacionan la existencia de micronutrientes disponibles en los suelos con la salud humana, debido a su estrecha relación con una serie de constituyentes del cuerpo humano y mecanismos fisiológicos (Brevik, 2013; FAO, FIDA, UNICEF, PMA y OMS, 2021). En el caso de los seis macronutrientes (N, P, K, S, Ca y Mg), su función principal es asegurar el aporte de rendimientos adecuados en los principales cultivos, cuando su nivel no sea limitante. Sin embargo, cabe señalar que la mayoría de los suelos del mundo son deficientes en N, P y K (Nieder et al., 2018). Los macronutrientes son un componente crítico de la digestión en el microbioma intestinal humano, además de los ácidos grasos de cadena corta y los alcoholes (procedentes principalmente de monosacáridos); amoníaco, ácidos grasos de cadena ramificada, aminos, compuestos de

azufre, fenoles e indoles (derivados de aminoácidos); derivados de glicerol y colina (obtenidos de la descomposición de lípidos) y ciclo terciario de dióxido de carbono e hidrógeno.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la deficiencia de micronutrientes humanos se define como la falta de vitaminas y minerales esenciales en la dieta. Los micronutrientes permiten al cuerpo producir enzimas, hormonas y otras sustancias que son esenciales para el crecimiento y desarrollo adecuados. La deficiencia de micronutrientes es una gran amenaza para la salud y el desarrollo de la población y afecta especialmente a los niños y las mujeres embarazadas en los países de bajos ingresos. Además de la desnutrición, la deficiencia de micronutrientes también subraya otros problemas de salud como el sobrepeso, la obesidad, las enfermedades cardiovasculares, ciertos cánceres y la diabetes. En cuanto a la nutrición de las plantas, las demandas humanas de micronutrientes son muy pequeñas en comparación con las demandas de macronutrientes. Para satisfacer las principales necesidades humanas de micronutrientes es necesario un suministro adecuado de Fe, Zn, Ca, yodo (I), vitamina A, vitaminas del complejo B y vitamina C. Sin embargo, otros micronutrientes también desempeñarán papeles importantes en la salud humana y la salud de las plantas, por ejemplo, el selenio (Se).

Desbalances de nutrientes. Deficiencias de micronutrientes esenciales

Los problemas de salud relacionados con cada deficiencia de micronutrientes varían (Tabla 1), aunque también pueden ser codependientes. Por enumerar algunos: la deficiencia de Fe es la principal causa de anemia, que afecta especialmente a mujeres embarazadas, mujeres jóvenes (de 15 a 19 años) y bebés. La deficiencia de Zn puede afectar la funcionalidad de los sistemas nervioso central, gastrointestinal, inmunológico, epidérmico, reproductivo y esquelético (Juwowski et al., 2014). La deficiencia generalizada de Zn y Fe ronda 50 y 30%, respectivamente (Welch y Graham, 2005). De hecho, actualmente se identifican las deficiencias de micronutrientes como los principales contribuyentes a la carga mundial de morbilidad.

Tabla 1. Deficiencias de micronutrientes en humanos y efectos en la salud humana. Fuente: adaptado de Wakeel et al. (2018)

Micronutriente	Efectos
----------------	---------

Hierro (Fe)	Anemia, deterioro del desarrollo motor y cognitivo, mayor riesgo de mortalidad materna, nacimientos prematuros, bajo peso al nacer, poca energía
Cinc (Zn)	Sistema inmunológico debilitado, mayor exposición a infecciones, aturdimiento.
Iodo (I)	Daño cerebral en recién nacidos, capacidad mental reducida
Vitamina A	Discapacidad visual grave, ceguera, aumento del riesgo de enfermedades graves y muerte por infecciones comunes, como diarrea y sarampión en niños en edad preescolar; ceguera nocturna en mujeres embarazadas, mayor riesgo de muerte.

A nivel mundial, la causa de la desnutrición no se debe sólo a una ingesta insuficiente de calorías, sino también a una ingesta/dieta deficiente de micronutrientes, ya que la dieta humana depende esencialmente del cultivo de sólo 12 cultivos, que representan 75% de la producción mundial de cultivos. En 2014, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) informó una disminución en el valor nutricional de los alimentos (Tabla 2), debido principalmente al cambio en las variedades, mientras que el programa de mejoramiento, históricamente, se ha centrado solo en el aumento del rendimiento y ha llevado a una compensación entre rendimiento y contenido de nutrientes (Davies et al., 2004).

Tabla 2. Disminución del valor nutricional promedio de 43 cultivos en el periodo 1950-1999.

Nutriente	Porcentaje (%)
Vitamina C	15
Vitamina B12	38
Proteína	6
Hierro	15
Calcio	16
Fósforo	9

Todo el sistema de producción de la cadena alimentaria, centrado únicamente en aumentar el rendimiento de los cultivos, ha comprometido gravemente el valor nutricional de los cultivos. Más recientemente, algunos estudios sugirieron un impacto positivo en la salud humana que parece estar asociado a vínculos significativos entre los microbios y alimentos específicos, grupos de alimentos y patrones dietéticos generales que incluyen el consumo de una dieta diversificada (Berg et al., 2020; Asnicar et al., 2021). Sin embargo, el costo asociado a una dieta saludable puede ser 60% mayor que el de una dieta que solo cubre los requerimientos de nutrientes esenciales, y casi cinco veces más

que una dieta que solo cubre las necesidades mínimas de energía dietética a través de un alimento básico con almidón (FAO, IFAD, UNICEF, PMA y OMS, 2021).

Lecturas sugeridas

- ✓ Asnicar, F., Berry, S.E., Valdes, A.M., Nguyen, L.H., Piccinno, G., Drew, D.A., Leeming, E. *et al.* 2021. Microbiome connections with host metabolism and habitual diet from 1,098 deeply phenotyped individuals. *Nature Medicine*, 27(2): 321–332. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-01183-8>.
- ✓ Berg, G., Rybakova, D., Fischer, D., Cernava, T., Vergès, M.-C.C., Charles, T., Chen, X. *et al.* 2020. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome*, 8(1): 103. <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00875-0>.
- ✓ Brevik, E. 2013. Soils and human health – An overview. In E.C. Brevik & L.C. Burgess, eds. *Soils and Human Health*. 1st Edition, pp. 29–56. Boca Raton, CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b13683-4>.
- ✓ Bucher E.H, & Stein A.F. 2016. Large Salt Dust Storms Follow a 30-Year Rainfall Cycle in the Mar Chiquita Lake (Córdoba, Argentina). *PLoS ONE* 11(6), e0156672. doi:10.1371/journal.pone.0156672.
- ✓ Casas, R.R. & Albarracín, G.F. 2015. El deterioro del suelo del ambiente en la Argentina (II tomos). 1ª, Edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Fundación Ciencia, Educación y Cultura. FECIC. 2015. V. 1. 608 p. ISBN 978-950-9140-39-7. V.2. 456 P. : 23 X 16 cm ISBN 978-950-9149-40-3.
- ✓ Cissé, G., R. McLeman, H. Adams, P. Aldunce, K. Bowen, D. Campbell-Lendrum, S. Clayton, et al., 2022: Health, Wellbeing, and the Changing Structure of Communities. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1041–1170, doi:10.1017/9781009325844.009.
- ✓ Colazo, J.C., Carfagno, P., Gvozdenovich, J., Buschiazzi, D. 2019. Soil Erosion. In: Rubio, G., Lavado, R., Pereyra, F. (eds) *The Soils of Argentina*. World Soils Book Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76853-3_17.
- ✓ Davies, B.E. 1997. Deficiencies and toxicities of trace elements and micronutrients in tropical soils: Limitations of knowledge and future research needs.

- Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(1): 75–83.
<https://doi.org/10.1002/etc.5620160108>.
- ✓ Davis, D.R., Epp, M.D. & Riordan, H.D. 2004. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(6): 669–682. <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719409> .
 - ✓ FAO. 2024. 2025 Status of the World's Soil Resources Report. FAO. Roma.
 - ✓ FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO. 2021. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all*. The State of Food Security and Nutrition in the World (SOFI) 2021. Rome, Italy, FAO. 240 pp. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>.
 - ✓ Goudie, A.S. 2020. Dust Storms and Human Health. En: Akhtar, R. (eds) *Extreme Weather Events and Human Health*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23773-8_2.
 - ✓ Jurowski, K., Szewczyk, B., Nowak, G. & Piekoszewski, W. 2014. Biological consequences of zinc deficiency in the pathomechanisms of selected diseases. *Journal of biological inorganic chemistry: JBIC: a publication of the Society of Biological Inorganic Chemistry*, 19(7): 1069–1079. <https://doi.org/10.1007/s00775-014-1139-0>.
 - ✓ Lal, R., & Stewart, B. A. 2012. Soil degradation: A global threat. *Advances in soil science*, 2. Springer Verlag. ISBN – 13: 978-1-4612-7966-2. DOI: 10-1007/978-1-4612-3322-0.
 - ✓ Moreiras, S. M., & Coronato, A. 2009. Landslide processes in Argentina. En: Latrubesse, E. M. (ed). *Developments in Earth Surface Processes*, Elsevier, Volume 13, pp. 301-332, ISSN 0928-2025, ISBN 9780444531179.
 - ✓ Nieder, R., Benbi, D.K., Reichl, F.X. 2018. Macro- and Secondary Elements and Their Role in Human Health. In: *Soil Components and Human Health*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-024-1222-2_6.
 - ✓ Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, H. Adams, I. Adelekan, C. Adler, R. Adrian, P. Aldunce, et al. 2022: Technical Summary. [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S.

- Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 37–118, doi:10.1017/9781009325844.002.
- ✓ Taleisnik, E., & Lavado, R. S. 2021. Saline and alkaline soils in Latin America. Springer Nature Switzerland AG 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-52592-7>.
 - ✓ Wakeel, A., Farooq, M., Bashir, K. & Ozturk, L. 2018. Micronutrient malnutrition and biofortification: recent advances and future perspectives. *Plant Micronutrient Use Efficiency*, pp. 225–243. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812104-7.00017-4>.
 - ✓ Welch, R.M., Allaway, W.H., House, W.A. & Kubota, J. 1991. Geographic distribution of trace element problems. In J.J. Mortvedt, F.R. Cox & L.M. Shuman, eds. *Micronutrients in Agriculture*, pp. 31–57. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.2136/sssabookser4.2ed.c2>.
 - ✓ Brevik, E.C. & Sauer, T.J. 2015. The past, present, and future of soils and human health studies. *SOIL*, 1(1): 35–46. <https://doi.org/10.5194/soil-1-35-2015>.
 - ✓ Brevik, E.C., Steffan, J.J., Burgess, L.C. & Cerdà, A. 2017. Links between soil security and the influence of soil on human health. In D.J. Field, C.L.S. Morgan & A.B. McBratney, eds. *Global Soil Security*, pp. 261–274. Progress in Soil Science. Cham, Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43394-3_24.
 - ✓ Jones Jr., J.B. 2012. *Plant nutrition and soil fertility manual*. Second edition. New York, CRC Press. 230 pp. <https://doi.org/10.1201/b11577>.