

2023-04-27

Crisis climática y Una Salud en Iberoamérica

Natalia Margarita Cediél Becerra

Universidad de La Salle, Bogotá, nmcedielb@unisalle.edu.co

Daniel Felipe Machado

Universidad de La Salle, Bogotá, daniel.f.machador@gmail.com

Jaime Pineda

Universidad de La Salle, Bogotá, Jpineda11@unisalle.edu.co

Andrés Cartín-Rojas

Universidad Estatal a Distancia (UNED), San José, Costa Rica; Universidad Técnica Nacional, Atenas, Costa Rica; Universidad para la Cooperación Internacional, San José, Costa Rica, acartin@outlook.com

Luis F. Aguirre

Centro de Biodiversidad y Genética Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba Bolivia, laguirre@fcyt.umss.edu.bo

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>



Part of the [Agriculture Commons](#), [Animal Sciences Commons](#), and the [Veterinary Medicine Commons](#)

Citación recomendada

Cediél Becerra NM, Machado DF, Pineda J, Cartín-Rojas A, Aguirre LF, Vargas R, Sánchez MP, Vega S y Morais M. Crisis climática y Una Salud en Iberoamérica. Rev Med Vet. 2023;(46):. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss46.1>

This Editorial is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Crisis climática y Una Salud en Iberoamérica

Autor

Natalia Margarita Cediel Becerra, Daniel Felipe Machado, Jaime Pineda, Andrés Cartín-Rojas, Luis F. Aguirre, Renzo Vargas, María Pilar Sánchez, Santiago Vega, and Manuela Morais

Editorial

Crisis climática y Una Salud en Iberoamérica*

Crisis climática y Una Salud en Iberoamérica

En los últimos dos años, se han puesto en evidencia las consecuencias en salud pública de la propagación y el *spillover*, o salto de especie, de los virus, desde reservorios de vida silvestre (1). Asimismo, se ha hecho notoria la importancia de abordar las actividades antropogénicas como los impulsores más probables de la aparición de enfermedades zoonóticas. Dichos factores son (i) el aumento de la demanda humana de proteínas animales; (ii) la intensificación agrícola insostenible; (iii) el mayor uso y la mayor explotación de la vida silvestre; (iv) la utilización insostenible de los recursos naturales, acelerada por la urbanización, el cambio de uso del suelo y las industrias extractivas; (v) el aumento de viajes y transporte; (vi) los cambios en el suministro de alimentos; y (vii) el cambio climático (2).

En paralelo a la preocupación por la emergencia de nuevos agentes zoonóticos, se encuentra la crisis climática, la cual ha puesto en diálogo a todos los sectores de la sociedad, no solo porque genera migración humana por el impacto sobre los trabajos sensibles al

clima, y elevadas pérdidas económicas en producción animal, sino también porque los desastres como las inundaciones y las sequías, contribuyen a la degradación de ecosistemas, y al daño de los recursos hídricos, los sistemas de producción de alimentos, los ecosistemas forestales, y las zonas costero-marinas, lo cual debilita la seguridad alimentaria, y genera, entre otras consecuencias, la pérdida de la biodiversidad (3). Al mismo tiempo, no huelga decirlo, estas consecuencias obstaculizan el avance de la región en los objetivos de desarrollo sostenible. En ese escenario, la pérdida y la degradación del hábitat, impulsadas por la forma como producimos alimentos, son las principales causas de la disminución de las poblaciones de especies animales y vegetales. La sobreexplotación de especies, el cambio climático y la introducción de especies invasoras son otras de las causas (4). Es así como el cambio climático es consecuencia y a la vez causa de múltiples retos sanitarios, ambientales y económicos, en donde la acción coordinada de todos los sectores es requerida.

Muchos informes de políticas basados en la ciencia continúan centrándose en el abordaje de Una Salud (*One Health*), no solo como un marco de trabajo —*transdisciplinar, transectorial y de equipos*— sino como un marco de pensamiento —*global, multidisciplinar y de múltiples escalas*—, así como de planeación —*basada en problemas y objetivos comunes y en financiación conjunta*— (5). Aquello es notorio, en especial, en contextos de recursos limitados, inestabilidad política y vulnerabilidad social. En ese sentido, el impacto de acciones antropogénicas puso de relieve la urgencia de

* Red Cyted sobre 'Una Salud' en Iberoamérica y el Caribe frente a Cambio Climático y Pérdida de Biodiversidad

Cómo citar este artículo: Cediell Becerra NM, Machado DF, Pineda J, Cartín-Rojas, Aguirre LF, Vargas R, et al. Crisis climática y Una Salud en Iberoamérica. Rev Med Vet. 2023;(46): e0001. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss46.1>

un cambio de paradigma, que se centró en la manera como producimos, consumimos y nos relacionamos con la naturaleza. Es por esa razón que el Panel de Expertos de Alto Nivel de Una Salud (Ohhelp), emitió una nueva definición del abordaje Una Salud: *“One Health es un enfoque integrado, unificador y transdisciplinar, que tiene como objetivo equilibrar y optimizar de manera sostenible la salud de las personas, los animales y los ecosistemas. Así, reconoce que la salud de los seres humanos, los animales domésticos y salvajes, las plantas y el medio ambiente en general (incluidos los ecosistemas) están estrechamente vinculados y son interdependientes. El enfoque moviliza a múltiples sectores, disciplinas y comunidades en diferentes niveles de la sociedad para trabajar juntos con el fin de promover el bienestar, y hacer frente a las amenazas a la salud y los ecosistemas, al tiempo que aborda la necesidad colectiva de agua, energía y aire limpios, y alimentos seguros y nutritivos, tomando medidas sobre el cambio climático y la contribución al desarrollo sostenible”* (6). Las cuatro “C”s descritas en la nueva definición —*coordinación, colaboración, comunicación y construcción de capacidades*— deben ser los lineamientos a seguir, no solo en las instituciones gubernamentales, sino también en las instituciones académicas y de cooperación. A lo largo del desarrollo de políticas de salud, la integración del conocimiento se puede utilizar para construir un marco que permite comprender los vínculos existentes entre el conocimiento de varios individuos. En la práctica, la integración del conocimiento es un desafío multidimensional, porque requiere la integración de conceptos cognitivos, intereses organizacionales y sociales, y perspectivas y factores comunicativos y culturales, tal como se presentan al implementar el abordaje de Una Salud.

A continuación, se presentan algunos tópicos relevantes relacionados con el cambio climático en Iberoamérica, los cuales son parte del aprendizaje colectivo que se está construyendo mediante la Alianza de Instituciones del Proyecto Cytad Una Salud y Cambio climático (USCC).

Seguridad, inocuidad alimentaria y cambio climático

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que anualmente más de 400.000 personas fallecen a causa de cuadros clínicos asociados a enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS). De ellos, más de 120.000 corresponden a niños que están entre los 0 y los 5 años. La tasa de morbilidad asociada es de cerca del 10%. Sin embargo, estos valores podrían ser mucho más altos, ya que estas patologías son muchas veces subvaloradas y subcuantificadas.

Aspectos como la complejidad de las cadenas globales de alimentos y la aparición de riesgos emergentes en ellas, la aplicación inadecuada de los sistemas de gestión de calidad (SGC) en distintos eslabones de las agrocadenas, y el cambio climático, son factores que influyen en la aparición de peligros microbiológicos en productos de origen animal.

Las micotoxinas son metabolitos de hongos filamentosos comúnmente asociados (pero no circunscritos de forma exclusiva) a los géneros *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., y *Fusarium* spp. Dichas toxinas inducen una serie de alteraciones a nivel celular con una diversidad de efectos que van desde la alteración en el orden de bases nitrogenadas en el ADN, hasta el bloqueo parcial de complejos estructurales de la fosforilación oxidativa.

El crecimiento de los hongos, como los de muchos otros microorganismos, se ve influenciado por aspectos extrínsecos (humedad relativa y temperatura). Asimismo, las alteraciones climáticas ocasionadas por el calentamiento global, permiten la aparición cada vez más frecuentes de las micotoxinas en piensos o granos destinados al consumo animal (8, 9). Algunas de estas micotoxinas pueden transmitírsele al ser humano, a través de productos contaminados. En el territorio costarricense, por ejemplo, se ha identificado la presencia de la Aflatoxina M1 en leche y queso (10). En tal caso, se ha implementado una normativa específica

para establecer cantidades máximas de micotoxinas (denominados límites máximos o LM) en diversos granos destinados al consumo humano y animal.

Otro efecto conocido del cambio climático sobre las ETAs es el incremento de floraciones algales y de toxinas marinas. Los microorganismos causantes de estos metabolitos tóxicos corresponden a diatomeas (en ecosistemas marinos) o cianobacterias (en ambientes dulceacuícolas), que proliferan bajo ciertas condiciones medioambientales, producto del cambio climático (por ejemplo, alteraciones en el pH o la salinidad de los ecosistemas), en conjunto con la eutroficación.

En tanto, el ser humano se intoxica con el consumo de productos pesqueros contaminados. Se espera que en los próximos años exista una mayor diseminación de estos organismos, y un mayor número de eventos de intoxicaciones en años venideros (11, 12).

En esa misma línea, el cambio climático puede alterar la distribución y abundancia de especies de parásitos, por modificación en la disposición de especies animales involucradas en su ciclo reproductivo, o de las dinámicas poblacionales de sus vectores y huéspedes paraténicos. En efecto, las alteraciones ambientales ocasionadas por el cambio climático pueden generar condiciones favorables (inundaciones, tormentas tropicales, etc.) que faciliten las rutas de transmisión e incrementen el impacto económico-sanitario en las poblaciones susceptibles de animales y del ser humano ante este tipo de enfermedades (13, 14).

En ese contexto, los sistemas mundiales de producción animal tienen la necesidad de cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en términos de seguridad alimentaria, y ser capaces de alimentar a una creciente población mundial para el año 2050. Esto genera a su vez una mayor presión sobre los ecosistemas, en búsqueda de materia prima que permita la operatividad de estos, en sistemas productivos cada vez más amplios y complejos. Cabe señalar que para lograr obtener una productividad y rentabilidad sostenida, se emplearon

durante muchos años fármacos como promotores de crecimiento.

Entre los medicamentos veterinarios utilizados con este fin, están los antimicrobianos. Su uso indiscriminado ha sido una de las causas de la generación de bacterias multirresistentes, al punto que hoy en día muchos países prohíben esas prácticas. Así, el irrespeto de los periodos de retiro permite la aparición de metabolitos farmacológicamente activos (15). En tanto, las bacterias con perfiles de resistencia pueden compartir estos factores de virulencia con otros grupos bacterianos, facilitando la diseminación de genes de resistencia a lo largo de las cadenas de producción (16).

Farmacocontaminación y ecofarmacovigilancia

En ese escenario, los medicamentos pertenecen a los llamados *contaminantes emergentes*, que se caracterizan por su persistencia, bioconcentración, bioacumulación, biomagnificación y movilidad ambiental; así son especialmente aquellos vencidos o no utilizados a nivel domiciliario, lo que constituye un riesgo ecotoxicológico medioambiental (17).

En Latinoamérica mayormente, no se dispone de normativas legales que regulen este tema, exceptuando a México (Singrem), Colombia (Corporación Punto Azul), Brasil (Descarte Consciente) y Costa Rica (Punto Seguro), que disponen de un sistema de recolección de medicamentos domiciliarios, a través de los llamados *Programas Posconsumo de Medicamentos*. Estos permiten someterlos a un tratamiento previo, antes de su eliminación final, para disminuir su impacto en el medio ambiente, dando además un valor añadido a los residuos.

Por otra parte, en países como Brasil, Canadá, Chile, España, Francia, Inglaterra, Portugal y Uruguay, se han realizado estudios que determinan la presencia de medicamentos en la entrada y salida de las plantas

depuradoras de aguas servidas; análisis que han demostrado que no es posible su completa eliminación, mientras que se desconoce su toxicidad y la de sus metabolitos, que en ocasiones puede ser mayor. Además, se han detectado residuos de varios tipos de medicamentos en diferentes compartimentos ambientales, principalmente en aguas residuales, superficiales y profundas, suelos, aire y biota estomacal de algunas aves (18).

Cabe señalar que se conoce el caso del efecto del diclofenaco de uso veterinario en Pakistán, Nepal e India entre 1990 y 2007, que provocó la pérdida de aproximadamente el 97 % de la población endémica de 3 especies de buitres en peligro de extinción (19). Como consecuencia, los gobiernos de esos países prohibieron el uso veterinario de ese fármaco en 2006 (19). De igual modo, se han visto los efectos del diclofenaco en la trucha arcoíris, pues provoca reacciones fuertes a nivel hepático, renal y branquias (20). Asimismo, son notorios el efecto del 17 α -etinilestradiol, que ha feminizado los peces machos de la carpita cabeza (21), y el de las sulfonamidas en el crecimiento de la raíz del maíz, produciendo en algunos casos la muerte en concentraciones altas (22).

En tanto, la contaminación por medicamentos ocurre principalmente por exposición, al consumir agua potable, verduras, tubérculos, carnes, pescados y lácteos. Se debe señalar asimismo que las concentraciones bajas encontradas podrían parecer un riesgo insignificante, en un contexto de análisis producto por producto, excepto en cuanto atañe a la sensibilización alérgica. Asimismo, no hay evidencia de efectos a corto plazo en la salud humana, y preocupa el riesgo de exposición a largo plazo (en dosis bajas, pero a una mezcla de contaminantes activos, lo mismo que en ecosistemas) (18).

Cabe señalar, de igual modo, los grupos farmacológicos de preocupación: antibióticos, antiparasitarios y antimicóticos (posibilidad de desarrollo de cepas resistentes); medios de contraste radiológicos (persistencia elevada) y antineoplásicos (propiedades carcinogénicas, mutagénicas y teratógenas). Otros grupos de interés por su uso elevado lo constituyen los antiinflamatorios

no esteroideos (AINE), los betabloqueantes, los hipolipemiantes y los estrógenos (18, 23).

En un estudio reciente (24), se mostró que la exposición ambiental a ingredientes farmacéuticos activos (API) puede tener efectos negativos en la salud de los ecosistemas y los humanos. Se encontraron contaminantes en 258 de los ríos del mundo, lo que representa la influencia ambiental de 471,4 millones de personas en 137 regiones geográficas. Asimismo, se obtuvieron muestras de 104 países (en todos los continentes). Las concentraciones de API acumuladas más altas se observaron en el África subsahariana, el sur de Asia y América del Sur. Asimismo, los sitios más contaminados correspondieron a países de ingresos bajos a medianos, y se asociaron con áreas con mala infraestructura de aguas residuales y gestión de residuos y fabricación farmacéutica.

En Chile, no se ha desarrollado una regulación específica para contaminantes emergentes en el agua. No obstante, se han documentado concentraciones de hasta 20 $\mu\text{g}/\text{l}$ de sustancias como ácido acetilsalicílico, ibuprofeno, naproxeno, ketoprofeno, ácido mefenámico, diclofenaco, ácido clofibrico, gemfibrozilo, parabenos, hormonas, nonilfenol y triclosán, en aguas residuales y ríos de la Región Metropolitana (Maipo en este caso), y de hasta 8 $\mu\text{g}/\text{l}$ en aguas sometidas a procesos de remoción en las principales plantas de tratamiento (25).

En efecto, una mirada clásica de la *farmacovigilancia* y la salud en estos tiempos, requiere de un nuevo concepto: la *ecofarmacovigilancia*, en la que los pacientes reciben los medicamentos adecuados a sus necesidades clínicas. Así, se darán en dosis que satisfagan sus propios requerimientos individuales, durante un periodo de tiempo adecuado, y al menor coste para ellos y su comunidad, teniendo en cuenta la interconexión entre las personas, los animales, las plantas y su entorno compartido

Con todo, los residuos de fármacos eliminados en el medio ambiente sin un tratamiento adecuado, impactan al cambio climático; un programa de posconsumo

de medicamentos permitiría reducir ese impacto. En ese sentido, se evita todo tipo de vertidos, contaminación, daños a la flora y fauna (terrestre y acuática), y se reducen las malas prácticas ambientales. En concordancia, la ecofarmacovigilancia promueve el cuidado del entorno, en cuyo caso se preservan las zonas verdes, a través de la integración del propio entorno natural, en el crecimiento de la comunidad. Asimismo, se insta a la industria farmacéutica a tener una producción sustentable, en la cual se deben reducir las emisiones de CO₂, con eficiencia energética, impulsando las energías renovables y el ahorro del agua, y utilizando las bases de la economía circular, mientras que se desarrollan programas de ecodiseño en los envases farmacéuticos. Todas estas acciones contribuyen a reducir fuertemente los impactos en el cambio climático.

Género, seguridad alimentaria y cambio climático

Se sabe que el cambio climático es una de las mayores amenazas para el bienestar de las personas (26), sobre todo en zonas rurales donde se producen alimentos. En los últimos años, la población de América Latina ha aumentado; sin embargo, se espera que para el año 2030, la relación entre habitantes rurales y urbanos sea de 1:10, lo cual limitaría y disminuiría la seguridad y la soberanía alimentaria (27). Tal observación es consistente, ya que en dichas zonas ocurren con mayor frecuencia eventos de heladas, sequías, inundaciones o incendios, lo que produce una disminución significativa de producción de alimentos, como frutas, verduras o productos de origen animal (28). Claramente, esto afecta de manera directa la seguridad alimentaria, produciendo un aumento de precio de los alimentos, y una disminución en el acceso a ellos por parte de la población.

No debemos olvidar que en las zonas rurales de Latinoamérica ha prevalecido una cultura patriarcal, entendida como las relaciones directas de poder entre los hombres y las mujeres, en las que ellos tienen intereses fundamentales en el control, el uso, la sumisión y la opresión de ellas. Esa subordinación y opresión están

profundamente arraigadas en la sociedad, y no son consecuencias del azar o de factores como la biología o la socialización en roles de sexo. La así construida es una estructura primaria de poder que se mantiene de manera intencionada y deliberada, y que ha traído desigualdad, violencia y pobreza a los territorios rurales (29). De tal forma, las evidencias de la brecha de género en la ruralidad colombiana, por citar un ejemplo, se confirman con indicadores como los siguientes: menor jefatura de hogar de los productores residentes, menor control sobre la tierra, y menor acceso a maquinaria, crédito y asistencia técnica; asimismo, las decisiones en las unidades de producción agropecuarias las toman en su mayoría los hombres. Además, el 78 % de las mujeres que toman decisiones sobre su tierra, tiene menos de 5 ha (29, 30). Por otro lado, siguen persistiendo visiones estereotipadas sobre los roles masculino y femenino, por lo que el trabajo de la mujer es visto como asistencia dentro de la economía del cuidado: en efecto, no se reconoce ni se remunera el valor agregado del trabajo doméstico, el trabajo productivo y el trabajo extrapredial, tanto en el sostenimiento familiar y comunitario, como en la propia producción agrícola (29). Esta división de tareas es más dañina cuando hay presencia del fenómeno del cambio climático, debido a que las mujeres campesinas dependen en su totalidad de los recursos naturales, lo cual ocasiona que ellas sean las más afectadas por los impactos medioambientales, en la producción de alimentos y el uso del agua (31). Debido a lo anterior, se ha generado una migración interna, en la cual la población rural se desplaza a zonas urbanas. Cabe señalar que, en su mayoría, estas decisiones son adoptadas por mujeres jóvenes que buscan disminuir la pobreza y la vulnerabilidad propias del sector rural (32).

En relación con las mujeres indígenas y el cambio climático, en Colombia, por ejemplo, se han reportado grandes desafíos, porque ellas ya no tienen un calendario ancestral en el cual pudieran manejar los tiempos de invierno y verano, y con el cual podrían saber los tiempos de siembra y de cosechas. De acuerdo con la Convención de Diversidad Biológica, los impactos de la degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad en los resultados de salud son más significativos

entre las poblaciones vulnerables, especialmente las que dependen más de los recursos naturales y están menos protegidas por la cobertura de salud, como las mujeres indígenas. En medio de la resiliencia de los pueblos indígenas, al verse amenazados por su vulnerabilidad a las crisis sociales, sanitarias y climáticas, a menudo estos han podido adaptarse a dichos cambios mediante la práctica continua de conocimientos tradicionales transmitidos de generación en generación, en su idioma establecido, desde hace mucho tiempo (33). Por esa razón, toda intención de implementar el concepto de Una Salud en comunidades como las descritas, debe considerar abordajes responsables con el género, o abordajes transformadores de género, favoreciendo dinámicas de empoderamiento y equidad de las mujeres, alianzas para formular medidas de adaptación climática, y fortalecimiento de las habilidades de resiliencia y de nutrición y agricultura, adaptadas al clima (34).

Conservación de la biodiversidad

En la actualidad, diferentes gatillantes a escala global estarían acelerando la extinción sin precedente de muchas especies, con lo que se ingresa a lo que se considera como el Antropoceno, y se acelera la pérdida de estabilidad climática en el holoceno actual (35, 36). Estos procesos incluyen principalmente la destrucción del hábitat mediante su deforestación, para la ampliación de la frontera agropecuaria, los incendios forestales, la minería, la urbanización y la fragmentación del hábitat.

El informe del Panel Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Ipbes, en su sigla en inglés) establece vínculos inextricables entre la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Se estima que el 5 % de todas las especies existentes estarían amenazadas de extinción, por los 2 °C de calentamiento por encima de los niveles preindustriales, un umbral que el mundo podría traspasar en las próximas décadas. En ese sentido, la Tierra podría perder el 16 % de sus especies, si el aumento de la temperatura global promedio superara los 4,3 °C (37). Según el informe de Planeta

Vivo (4), una de cada cinco especies está en peligro de extinción, debido exclusivamente al cambio climático, a pesar de los significativos esfuerzos de mitigación que ha habido. Asimismo, el porcentaje de especies amenazadas de extinción por el cambio climático, según la lista roja de la UICN, era de 19 % para 2016 (1688 especies), aunque cerca del 80 % de aquellas especies evaluadas están en peligro por más de una amenaza (38). En los puntos calientes (*hot spots*) para la biodiversidad, como el Bosque Valdiviano Lluvioso Templado de Chile, o los Andes Tropicales, desde Venezuela hasta Argentina, se prevén algunas de las tasas de pérdidas más elevadas (4). En ese escenario, la comprensión de la respuesta de las especies al cambio climático es de suma importancia. De tal forma, una reciente evaluación realizada sobre extinciones de poblaciones locales de 538 especies de plantas y animales distribuidas globalmente, en la que se evaluaron las capacidades de adaptación por cambios en la distribución, en el nicho de las especies, o ambos, encontraron que aquellas que cambiaron de nicho solo se extinguieron en un 30 %, mientras que, por cambios en la distribución por mecanismos de dispersión, se extinguieron entre 57 % y 70 % de las especies evaluadas (39). De ese modo, la evolución rápida de los rasgos adaptativos de las especies están lejos de alcanzar la velocidad del cambio climático, que avanza provocando la muerte súbita de individuos y poblaciones locales, como ha ocurrido con los murciélagos del género *Pteropus*, también conocidos como zorros voladores en Australia, que, incapaces de soportar temperaturas superiores a 42 °C, mueren por golpes de calor que a veces solo duran un par de horas, pero que provocan los decesos de miles de individuos en ese corto periodo de tiempo. De hecho, se estima que, entre 1994 y 2007, han muerto más de 30.000 zorros voladores de por lo menos 2 especies, de una población total de menos de 100.000 individuos. Se ha estimado también que en el verano de 2019 a 2020, en Australia murieron cerca de 72.175 zorros voladores (40) y que, en un solo día, debido a un golpe de calor extremo, en 2014 murieron cerca de 45.000 animales de la misma especie (41). Asimismo, debido a que los zorros voladores viven en colonias, es comparativamente fácil determinar los

impactos de los eventos de calor extremo en la especie en su conjunto. Como tales, los zorros voladores se han convertido en “bioindicadores” del efecto del cambio climático en la mortandad de especies que tienen estilos de vida más crípticos o solitarios (42). Sin embargo, las mortalidades relacionadas con el calor también ocurren en otros animales silvestres, incluidos los koalas, las cacatúas negras de Carnaby, los periquitos australianos, los pinzones cebra, los abejorros y las mariposas, aunque estos eventos suelen ser difíciles de documentar.

Emergencia y reemergencia de las enfermedades infecciosas, con especial atención a las enfermedades zoonóticas y transmitidas por vectores

Otra faceta del cambio climático es el efecto en la modificación del rango de distribución en las especies vectores de enfermedades zoonóticas y fitopatológicas. En ese sentido, los agentes biológicos son responsables de las conocidas como *enfermedades emergentes*, que se definen como enfermedades desconocidas hasta el momento, las cuales aparecen de forma súbita y por vez primera en una población determinada, o bien enfermedades ya conocidas que aparecen en nuevos territorios o en nuevos hospedadores.

También se consideran emergentes las enfermedades que incrementan su gravedad, o que manifiestan nuevos tipos de transmisión, o a las que se les reconoce por primera vez su carácter infeccioso, o si se describen dificultades añadidas en la lucha contra ellas. Así, se entiende como una *enfermedad reemergente* aquella que, siendo ya conocida, reaparece de nuevo, o experimenta un incremento en su incidencia.

De hecho, según datos proporcionados por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), el 60 % de los patógenos humanos son de origen animal, y el 75 % de las enfermedades animales emergentes pueden

transmitirse a los humanos, asegurándose además que cada 8 meses surge una nueva.

En los últimos 30 años, han aparecido más de 40 nuevos agentes patógenos, algunos de ellos causantes de enfermedades emergentes y reemergentes en humanos o animales, o transmitidas entre ambos. Asimismo, algunas de las enfermedades animales afectan a una especie, pero otras pueden afectar a varias, incluso a la especie humana. De hecho, en el caso de los animales, más de tres cuartas partes de ellos (el 77 %) son capaces de afectar a varias especies, y aproximadamente el 39 % incluye a la especie humana entre sus hospedadores potenciales.

Además, cerca del 75 % de los patógenos emergentes tienen un carácter multihospedador, de los que menos del 10 % afecta solo al hombre o a los animales. Asimismo, alrededor del 20 % afecta al hombre y a los animales salvajes, y más del 40 % es común tanto al hombre como a los animales domésticos y silvestres. En tanto, solo el 25 % de los patógenos son exclusivos de los humanos, o, probablemente, son aquellos sin reservorio animal conocido actualmente.

Entre los agentes biológicos que causan enfermedades, se incluyen los virus, bacterias, parásitos, hongos o priones. En el caso de los animales, el 25 % se atribuye a bacterias, el 35 % a helmintos, el 18 % a virus, el 13 % a protozoos, y el 9 % a hongos. En lo que se refiere a los humanos, el 32 % corresponde a bacterias, el 26 % a helmintos, el 17 % a hongos, el 16 % a virus, y el 9 % a protozoos (43). Por ello, la emergencia y reemergencia de patógenos han hecho reconsiderar los fundamentos de la aplicación de las políticas a seguir, y han supuesto un gran impacto para la salud y la economía globales, así como un serio desafío para la medicina humana y la veterinaria (44, 45).

En tanto, los efectos antropogénicos y los eventos que cambian el clima han llevado a modificaciones en el hábitat de los reservorios de infecciones virales, y han alterado la posibilidad de transmisión viral entre

especies huésped, tanto en plantas como en animales. Muchos hábitats han sido destruidos, pero otros han sido creados. En ese sentido, de particular relevancia para la aparición, la transmisión y el alcance de las infecciones virales, ha sido el impacto del cambio climático en las poblaciones de insectos, especialmente aquellos involucrados como vectores virales. Por tanto, algunas infecciones establecidas se han vuelto más prominentes y han ampliado su rango de distribución. Esto incluye al virus del dengue, que es transportado por mosquitos, y a varios virus de plantas transmitidos por pulgones y moscas blancas (46).

Un ejemplo es el caso de la malaria aviar, transmitida por los mosquitos *Culex quinquefasciatus* en las islas hawaianas, que han resultado siendo unos de los principales causantes de extinciones locales de unas singulares aves conocidas de muchos mieleros hawaianos (47). De tal forma, la malaria aviar está fuertemente influenciada por el clima, ya que, al incrementar el calentamiento global los niveles altitudinales en los que se presentan los mosquitos, la presencia de estos ha aumentado, dejando encerrados a los mieleros en un callejón sin salida altitudinal, sin espacio a dónde emigrar. Por tanto, se espera que los cambios futuros pronosticados, amplíen la transmisión de la malaria portada por los mosquitos a elevaciones más altas, e intensifiquen y prolonguen los períodos de transmisión existentes en elevaciones más bajas, lo que provocará una mayor disminución de la población y la posible extinción de los mieleros, altamente susceptibles en los bosques de elevaciones medias y altas (47).

De ese modo, las enfermedades transmitidas por mosquitos están expandiendo su rango, y resurgiendo en áreas donde habían disminuido por décadas. En ese sentido, la medida en que el cambio climático influye en la probabilidad de transmisión y el incremento de la población en riesgo, ha sido recientemente abordada por un estudio que sugiere que la aptitud ambiental de la malaria aumentará en 1,6 meses adicionales en tierras altas tropicales de las Américas y otras regiones del globo (48). En la misma línea, la aptitud ambiental para el dengue aumentará en las tierras bajas de la

región del Pacífico Occidental y la región del Mediterráneo Oriental, en cuatro meses adicionales. En ese sentido, los aumentos en la aptitud climática de ambas enfermedades, serán mayores en las zonas rurales que en las urbanas, y el cinturón epidémico de ambas enfermedades se expandirá hacia las zonas templadas. En tanto, la población en riesgo de ambas enfermedades podría aumentar hasta en 4,7 mil millones de personas adicionales para 2070, con relación al período de 1970 a 1999, particularmente en las tierras bajas y las áreas urbanas (48).

Así, el incremento de la temperatura media global aumentará la aptitud climática de varias enfermedades y sus especies vectores, particularmente en áreas en las que ya son endémicas, como es el caso del *Aedes aegypti*, que es vector del dengue, el chicunguña y el zika. Además, la expansión prevista hacia mayores altitudes y regiones templadas, sugiere que los brotes pueden ocurrir en áreas donde las personas pueden ser inmunológicamente ingenuas y los sistemas de salud pública no están preparados. Esto sin considerar los efectos de las islas de calor urbano, que podrían aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades (48).

Lo así descrito ya está ocurriendo en Bolivia, donde, en el departamento de Cochabamba, una fracción del territorio tropical amazónico, a menos de 500 m s. n. m., endémico de dengue, era la fuente de casos importados de la enfermedad a la ciudad capital del departamento, en los valles secos interandinos ubicados a 2700 m s. n. m., a apenas 90 km cruzando el ramal oriental de la cordillera de los Andes (49). Sin embargo, desde 2017 los vectores (mosquito *Aedes aegypti*) ya llegaron como residentes, y el dengue ya cuenta con casos endémicos en una relación 9:1 entre casos importados y autóctonos (50, 51).

Salud de las plantas y de los ríos temporales asociados al cambio climático

Aunque las plantas son esenciales para toda la vida humana y animal, su salud generalmente se considera

de menor prioridad que las de otras formas de vida en la tierra. Sin embargo, los recursos vegetales críticos, incluidos los cultivos, los pastizales y los bosques, son susceptibles a una amplia gama de patógenos fúngicos, bacterianos, virales y nematodos. A lo largo de la historia, los impactos de las enfermedades de las plantas se han manifestado en daños a la salud y el bienestar humanos (52, 53).

Según el Comité Internacional de Taxonomía de Virus, un total de 6590 especies de virus han sido registradas en todo el mundo, de las que más de 2000 son especies de virus de plantas, muchas de las cuales infligen enfermedades graves en cultivos críticos para alimentos y fibra (54, 55). En tanto, la producción agrícola intensiva, desarrollada en monocultivos para satisfacer la creciente demanda mundial de recursos, ha contribuido en gran medida al desarrollo de reservorios de virus de plantas de cultivos y silvestres; pero, además, los datos disponibles sugieren que el producto del cambio climático ya se ha reducido entre el 1 y el 5 % por cada década de la productividad agrícola mundial, en los últimos 30 años, principalmente cuanto corresponde a los cultivos de maíz y arroz en regiones tropicales (56).

Al parecer, concentraciones más altas de CO₂, el agente principal del cambio climático, podrían aumentar el riesgo de aparición de enfermedades en los cultivos de arroz, trigo y cebada, al cambiar la fisiología y el metabolismo de las plantas (56, 57). Por ejemplo, se ha demostrado que niveles elevados de CO₂ se asocian con mayor incidencia de infección por el virus de la enana amarilla de la cebada (BYDV) en las plantas de trigo (58), pudiendo ser el aumento en la temperatura del dosel de las hojas o los cambios en la química de las plantas, los mecanismos que explicarían el fenómeno (58). Se necesitan más estudios para mejorar la comprensión de los efectos del CO₂ elevado en las enfermedades virales de las plantas.

Además, se demostró que la transmisión de virus por contacto en los cultivos está influenciada por el crecimiento de las plantas (59). Del mismo modo, las hojas

blandas y tiernas que crecen en ambientes de alta humedad relativa son más vulnerables a la infección (59). En tanto, una combinación de epidemias de enfermedades y ocurrencias de sequías está contribuyendo a fallas de cosechas más graves que cualquiera de estos parámetros de estrés por sí solos. Por ejemplo, en un escenario de combinación entre sequía y enfermedades, tanto el virus de los amarillos de remolacha (BYV por su sigla en inglés: *beet yellows virus*) como el virus del mosaico enano del maíz (MDMV por su sigla en inglés) podrían infligir un daño económico significativo (60). Además, tanto las sequías como las inundaciones pueden afectar la supervivencia de los patógenos virales en el suelo, contaminado al afectarse su compactación.

Por otro lado, y de manera aditiva, mucha biodiversidad se pierde también en mercados de vida silvestre (61). De tal manera, aquello afectaría especialmente a muchas especies amenazadas, y a los servicios ecosistémicos que prestan. Precisamente todos estos factores interactuando entre sí, podrían haber sido las causas para la pandemia actual del SARS Cov2, principalmente debido a que las condiciones naturales de los ecosistemas, y la biodiversidad que la contiene, se han visto afectadas en su capacidad de regulación interna (*efecto de dilución*), promoviendo el salto del virus a poblaciones humanas (62). Precisamente, en procura de la mejor manera de evitar futuros episodios zoonóticos, es fundamental aplicar efectivamente estudios multidisciplinarios en los que la conservación de la biodiversidad en todos sus componentes y escalas, se convierta en uno de los pilares centrales del enfoque Una Salud (63, 64).

En tanto, los ríos temporales (RT) se definen como sistemas que durante un cierto período del año no tienen flujo superficial (65). Estos son frecuentes en regiones de características áridas, semiáridas y mediterráneas, donde la distribución anual de las precipitaciones determina que muchos ríos desarrollen discontinuidades espaciales y temporales en el sistema actual, con largos períodos sin agua (65). Por esa razón, históricamente, estos sistemas han quedado fuera de los ecosistemas acuáticos y terrestres tradicionales. Sin embargo, las

actividades antropogénicas —por ejemplo, la extracción de agua y la deforestación—, combinadas con los fenómenos del cambio climático, han llevado a una expansión de las discontinuidades hidrológicas, estimándose que más de la mitad de la red hidrográfica mundial corresponde a ríos temporales e intermitentes (66).

Debido a su enorme expansión a escala global, y al avance del conocimiento, ahora se sabe que estos sistemas tienen una alta biodiversidad, con especies endémicas adaptadas a la drástica sequía y escorrentía (67). Al mismo tiempo, estos proporcionan importantes servicios ecosistémicos —por ejemplo, la disponibilidad de energía en situaciones de eventos de alto flujo— y son una parte integral de las cuencas hidrológicas y los sistemas de aguas subterráneas, incluso en una situación léntica, cuando el agua superficial está ausente (68). Se trata entonces de sistemas en los que la conexión con el sistema terrestre circundante es decisiva para su funcionamiento, por medio de la vegetación de ribera, llanuras aluviales y humedales, promovándose así el mantenimiento de estos ecosistemas de gran valor. A su vez, los lechos secos de los ríos son colonizados por numerosos organismos terrestres, que completan toda una cadena trófica funcional, la cual integra el ciclo dinámico de estos sistemas (69).

En tanto, la existencia del equilibrio en los sistemas naturales ha definido durante mucho tiempo el paradigma dominante en la dinámica de las comunidades. A partir de los años setenta, este diseño ha sido cuestionado por numerosos investigadores que sostienen que existe un mayor número de sistemas en situaciones de no equilibrio, debido a la existencia de numerosas perturbaciones. En ese sentido, la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que el concepto de *perturbación* debe definirse como un evento discreto, que causa una mortalidad significativa, y que presenta un cierto grado de imprevisibilidad en el tiempo (70).

Cabe señalar que las perturbaciones naturales más frecuentes en los sistemas lóticos son las inundaciones (71). Estas pueden presentarse con diferentes

intensidades, causando cambios que pueden variar, partiendo desde pequeños movimientos de sustrato, hasta cambios en la estructura del sistema, como la exportación de materia orgánica, deposición de sedimentos y arrastre de comunidades biológicas.

Por otro lado, las perturbaciones antropogénicas están relacionadas con el estrés causado por los seres humanos —por ejemplo, la agricultura, el urbanismo y la deforestación—, el cual acarrea efectos directos e indirectos en las cuencas fluviales, secciones de ríos y sitios específicos. Asimismo, estos pueden cambiar sustancialmente, a corto y largo plazo, las comunidades biológicas y los flujos entre los diferentes compartimentos del sistema, produciéndose, en algunas situaciones, degradaciones irreversibles, en cuyo caso, se excede el límite delineado desde las comunidades o los sistemas, de modo que estos no tienen la capacidad de recuperarse. Por ejemplo, a nivel local y regional, se reconocen la deforestación, los cambios en el uso de la tierra con la introducción de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura, los impactos en las poblaciones humanas, y las amenazas a la seguridad de la población, derivadas de la aparición de enfermedades como los esquistosomas y la malaria (72). En tanto, es importante hablar, a escala planetaria, de las alteraciones climáticas globales, resultantes de cambios químicos en la atmósfera, y que promueven el ‘efecto invernadero’; procesos que han contribuido, entre otros fenómenos, al aumento de las zonas áridas y semiáridas.

Recientemente, se ha acordado en general que los TR, incluida la estación seca, son sistemas extremadamente dinámicos; por tanto, son biológicamente activos, y cuentan con alta biodiversidad, desempeñando un papel importante a nivel de funcionamiento del sistema y prestación de importantes servicios ecosistémicos (73, 74). Se debe tener en cuenta que (i) son corredores importantes para la dislocación de vertebrados, utilizados por pequeños mamíferos, reptiles y aves en áreas desérticas y mediterráneas (69); (ii) son lugares de residencia de pequeños vertebrados terrestres, un hábitat húmedo utilizado por liebres y ratas (69);

(iii) constituyen un hábitat de especies raras, aún no completamente descritas, por ejemplo, diatomeas en el sur de Portugal (75); (iv) son especies estibadas de su refugio durante los eventos extremos de sequía y fuga (76, 77); (v) promueven la dispersión, en particular de organismos terrestres de zonas áridas que tienen una mayor extensión del período seco (76); (vi) desempeñan un papel importante en el ciclo del carbono y en el procesamiento de la materia orgánica, cuantificado en varios RT a escala global (78, 79); (vii) proporcionan sitios de recreación, rutas de senderismo sombreadas, más fáciles de navegar; (viii) generan alimentos para los humanos, por ejemplo, peces en Botswana, y agua para el ganado en Egipto (73) y en todo el Mediterráneo, incluido el sur de Portugal; (ix) otorgan agua a poblaciones remotas a través de pozos excavados en lechos de ríos, y ríos que son construcciones de represas subterráneas en el noreste de Brasil (80).

En dicho contexto, es necesario proponer e implementar acciones para minimizar los efectos de estos cambios complejos, por medio de la restauración del caudal, así como la protección de hábitats, comunidades y especies objetivo. De tal manera, los proyectos o acciones LIFE, en el marco de la Estrategia Europea sobre Biodiversidad, que establecen objetivos específicos para la mejora de los ecosistemas y sus servicios de aprovisionamiento, son un medio de financiación para intervenir, con el objetivo de minimizar la degradación, y revertir algunas situaciones.

Asimismo, como parte de las intervenciones para la restauración de los TR en la región mediterránea, específicamente en el sur de Portugal, se propusieron acciones puntuales. Estas incluyeron (i) *el uso de soluciones de base natural*, para restaurar la vegetación ribereña en las orillas, mediante la implementación de especies endémicas (aumento de la sombra, así como disminución de la temperatura del agua y de la erosión de los márgenes); (ii) *el fortalecimiento de las infraestructuras de rehabilitación* (molinos y presas), con vistas a mejorar la capacidad de retención del agua, la disponibilidad de hábitats para especies acuáticas, y la calidad y la recarga

del agua; y (iii) *el aumento de la capacidad natural de retención y almacenamiento de agua*, por medio de soluciones naturales que contribuyan a reducir la abundancia de plantas acuáticas emergentes, gestionando el agua mediante el drenaje, y fomentando la recarga natural de las aguas subterráneas.

Finalmente, es importante señalar que el éxito de cualquier proyecto de restauración depende desde el principio de la capacidad de desarrollar un proceso participativo con la integración de la población local y *los actores sociales (stakeholders)* de diferentes sectores de la economía local / regional / nacional, en particular aquellos con diferentes intereses y objetivos (por ejemplo, asociaciones de agricultores e institutos de conservación), que pueden generar conflictos (*compensaciones*).

Mensajes finales

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), los factores medioambientales extremos van a aumentar en cuanto a frecuencia e intensidad, debido al incremento de la concentración de gases efecto invernadero (81). Se sabe que América Latina y el Caribe componen la segunda región del mundo con mayor predisposición a la afectación de los desastres naturales, reportando una afectación a 152 millones de personas como resultado de 1205 desastres naturales que se dieron durante el periodo de 2000 a 2019. En ese escenario, las inundaciones fueron el desastre más común en la región, afectando a alrededor de 41 millones de personas, y generando cerca de 26.000 millones de dólares en daños en toda la región. En el mismo periodo (2000-2019), se ha reportado un promedio de 17 huracanes por año y 23 huracanes de categoría 5. En tanto, en el 2017, la temporada de huracanes fue la tercera peor registrada en términos del número de desastres, países afectados y magnitud de los daños. Asimismo, la sequía es el desastre que afecta al mayor número de personas en la región. Se han registrado reducciones del rendimiento de los cultivos de entre el 50 % y el 75 % en

el centro y el este de Guatemala, el sur de Honduras, el este de El Salvador y algunas partes de Nicaragua. En esos países —conocidos como el *Corredor Seco*—, 8 de cada 10 hogares de las comunidades más afectadas por la sequía adoptan mecanismos para afrontar las crisis. Por otra parte, el 25 % de los terremotos de magnitud 8,0 o superior han sucedido en América del Sur, y desde el año 2000, ha habido 20 terremotos de magnitud 7,0 o superior en la región. El terremoto de Haití de 2010 figura entre los 10 más mortales de la historia de la humanidad (82).

Con las cifras descritas, se plantea que la crisis climática es un problema multisectorial; por tanto, su solución debe ser también multisectorial. De tal forma, es prioritario el compromiso de los profesionales que trabajan en la región de Iberoamérica con el abordaje de Una Salud, en torno a la adaptación y mitigación del cambio climático, dados sus impactos en la interfaz humano-animal-ecosistema, como se puede constatar en este documento. En ese sentido, reconocer los puntos en común y los objetivos compartidos de los diferentes sectores, es una estrategia pionera para proteger la salud mundial de los desastres, así como para contrarrestar la fragmentación de los esfuerzos, los recursos y las inversiones nacionales, regionales y mundiales. Negar la crisis climática, sin hacer nada al respecto, o, peor aún, aceptándola como parte de la evolución generada por los beneficios para la humanidad, es inaceptable. A la luz de la sabiduría y de las capacidades existentes en Iberoamérica, no solo a nivel científico sino a nivel del conocimiento de las comunidades locales, resulta esencial generar dinámicas participativas, incluyentes y transdisciplinarias, tales como las que se proponen en la red Cyted de Una Salud, ante el cambio climático.

REFERENCIAS

1. Olival KJ, Cryan PM, Amman BR, Baric RS, Blehert DS, Brook CE, et al. Possibility for reverse zoonotic transmission of SARS-CoV-2 to free-ranging wildlife: A case study of bats. *PLoS Pathog.* 2020;16(9): e1008758. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1008758>
2. United Nations Environment Programme and International Livestock Research Institute. Preventing the next pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission. Nairobi: United Nations Environment Programme and International Livestock Research Institute; 2020.
3. Valente M, Trentin M, Ragazzoni L, Barone-Adesi F. Aligning disaster risk reduction and climate change adaptation in the post-COP26 era. *The Lan Planet Heal.* 2022;6(2): e76-e77. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00013-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00013-4)
4. WWF. Informe Planeta Vivo. WWF; 2020. Disponible en: https://www.wwf.org.co/sala_redaccion/especiales/informe_planeta_vivo/
5. Rüegg SR, McMahon BJ, Häsler B, Esposito R, Rosenbaum L, Ifejika C, et al. A Blueprint to Evaluate One Health. *Fro Pub Heal.* 2017;5(20). Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00020>
6. WHO/FAO/OIE/UNEP. Tripartite and UNEP support OHHLEP's definition of "One Health". WHO/FAO/OIE/UNEP; 2021. Disponible en: <https://www.who.int/news/item/01-12-2021-tripartite-and-unesp-support-ohhlep-sdefinition-of-one-health>
7. Hitziger M, Esposito R, Canali M, Aragrande M, Häsler B, Rüegg S. Knowledge integration in One Health policy formulation, implementation and evaluation. *B W Heal Org.* 2018;96(3): 211-218. Disponible en: <https://doi.org/10.2471/BLT.17.202705>
8. Perrone G, Ferrara M, Medina A, Pascale M, Magan N. Toxigenic fungi and mycotoxins in a climate change scenario: Ecology, genomics, distribution, prediction and prevention of the risk. *Microorganisms.* 2020;8(10): 1496. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8101496>
9. Liu C, Fels-Klerx V. Quantitative modeling of climate change impacts on mycotoxins in cereals: A review. *Toxins.* 2021;13(4): 276. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/toxins13040276>
10. Cartín-Rojas A, Pascual A. Alimentos de origen animal y enfermedades de transmisión alimentaria en Costa Rica: 2015-2020. *UNED Res Jour.* 2021;13(2): e3587-e3587. Disponible en: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/download/3587/4967?inline=1>

11. Botana LM. Toxicological perspective on climate change: aquatic toxins. *Chem Res Toxic.* 2016;29(4): 619-625. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.6b00020>
12. Käse L, Geuer JK. Phytoplankton responses to marine climate change—an introduction. En: *YOUMARES 8—oceans across boundaries: learning from each other. Proceedings of the 2017 conference for YOUng MA-Rine REsearchers in Kiel, Germany.* Kiel, Germany: German Society for Marine Research; 2018. p. 55-71.
13. Marcogliese DJ. The impact of climate change on the parasites and infectious diseases of aquatic animals. *Rev Sci Tech.* 2008;27(2): 467-484. Disponible en: <https://doi.org/10.20506/RST.27.2.1820>
14. Utaaker KS, Robertson LJ. Climate change and foodborne transmission of parasites: A consideration of possible interactions and impacts for selected parasites. *Food Res Internat.* 2015;68: 16-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.051>
15. Singer RS, Finch R, Wegener HC, Bywater R, Walters J, Lipsitch M. Antibiotic resistance—the interplay between antibiotic use in animals and human beings. *The Lanc Infect Dise.* 2003;3(1): 47-51. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(03\)00490-0](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(03)00490-0)
16. Martinez JL. Environmental pollution by antibiotics and by antibiotic resistance determinants. *Envir Pollut.* 2009;157(11): 2893-2902. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.05.051>
17. Schulz-Bañares B, Sandoval-Cifuentes C, Sandoval-Quijada T, Muller-Ramírez C. Residuos farmacéuticos domiciliarios en el medio ambiente: de la preocupación a la acción. *Rev Panam Salud Públ.* 2021;45: e155. Disponible en: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.155>
18. Infac. Farmacotaminación. Impacto ambiental de los medicamentos. *Inform Farmaco Com.* 2016;24(10). Disponible en: https://files.sld.cu/medicamentos/files/2017/01/INFAC_Vol_24_n_10_farmacotaminacion.pdf
19. Oaks JL, Gilbert M, Virani MZ, Watson RT, Meteyer CU, Rideout BA, et al. Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan. *Nature.* 2004;427(6975): 630-633. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nature02317>
20. Triebkorn R, Casper H, Scheil V, Schwaiger J. Ultrastructural effects of pharmaceuticals (carbamazepine, clofibrac acid, metoprolol, diclofenac) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and common carp (*Cyprinus carpio*). *Analy Bioanaly Chem.* 2007;387(4): 1405-1416. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00216-006-1033-x>
21. Kidd KA, Blanchfield PJ, Mills KH, Palace VP, Evans RE, Lazorchak JM, et al. Collapse of a fish population after exposure to a synthetic estrogen. *Proceed Nat Acad Sciences.* 2007;104(21): 8897-8901. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.0609568104>
22. Michelini L, Reichel R, Werner W, Ghisi R, Thiele-Bruhn S. Sulfadiazine uptake and effects on *Salix fragilis* L. and *Zea mays* L. plants. *Wat Air Soil Poll.* 2012;223(8): 5243-5257. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11270-012-1275-5>
23. Gil MJ, Soto AM, Usma JI, Gutiérrez OD. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Prod Limp.* 2012;7(2): 52-73. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>
24. Wilkinson JL, Boxall ABA, Kolpin DW, Leung KMY, Lai RWS, Galbán-Malagón C, et al. Pharmaceutical pollution of the world's rivers. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2022;119(8): e2113947119. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.2113947119>
25. Manzo V, Goya-Pacheco J, Arismendi D, Becerra-Herrera M, Castillo-Aguirre A, Castillo-Felices R, et al. Cork sheet as a sorptive phase to extract hormones from water by rotating-disk sorptive extraction (RDSE). *Analy Chi Act.* 2019;1087(9): 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.08.069>
26. Daniels PL. Climate Change, Economics and Buddhism — Part I: An Integrated Environmental Analysis Framework. *Ecol Econ.* 2010;69(5): 952-961. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800909005035>
27. UNDP. *Tras la Huellas del Cambio Climático en Bolivia. Adaptación en Agua y Seguridad Alimentaria, Bolivia.* La Paz: UNDP; 2011.
28. Nightingale AJ. The nature of gender: work, gender, and environment. *Environ Plan Soci Spa.* 2006;24: 165-185. Disponible en: <https://doi.org/10.1068/d01k>

29. Cediel Becerra N, Morales P. Equidad de género en la tenencia y control de la tierra en Colombia: llamado a una acción emancipatoria. *Rev Med Vet.* 2018;(37): 7-12. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.vol11.iss37.1>
30. Granados Martínez A. Vulnerabilidad social por género: riesgos potenciales ante el cambio climático en México. *Letr Ver Rev Lat Est Socioamb.* 2017;(22): 274-296. Disponible en: <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.22.2017.2720>.
31. Laska S, Hearn Morrow B, Willinger B, Mock N. Gender and Disasters: Theoretical Considerations. En: Willinger B (ed.). *Katrina and the Women of New Orleans.* New Orleans: Tulane University – University of New Orleans; 2008.
32. FAO. The State of Food and Agriculture 2010-11. GreenStream/Ministry for Foreign Affairs of Finland Report: Gender and the Clean Development Mechanism (CDM). Opportunities for CDM to Promote Local Positive Gender Impacts. FAO; 2010.
33. Cediel-Becerra NM, Prieto-Quintero S, Garzón ADM, Villafañe-Izquierdo M, Rúa-Bustamante CV, Jiménez N, et al. Woman-Sensitive. One Health Perspective in Four Tribes of Indigenous People From Latin America: Arhuaco, Wayúú, Nahua, and Kamëntsa. *F Pub Heal.* 2022;(10): 774713. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.774713>
34. Bryan E, Bernier Q, Espinal M, Ringler C. Integrating Gender into Climate Change Adaptation Programs: A Research and Capacity Needs Assessment for Sub-Saharan Africa. CCAFS Working Paper no. 163. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS); 2016.
35. Cowie RH, Bouchet P, Fontaine B. The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biol Rev Camb Philos Soc.* 2022;97(2): 640-663. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/brv.12816>
36. Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, García A, Pringle RM, Palmer TM. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci Adv.* 2015;1(5): e1400253. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>
37. Rockstrom J, Steffen W, Noone K, Persson A, Chapin III FS, Lambin EF. A safe operating space for humanity: identifying and quantifying planetary boundaries that must not be transgressed could help prevent human activities from causing unacceptable environmental change, argue Johan Rockstrom and colleagues. *Nature.* 2009;461(7263): 472-476. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/461472a>
38. Scholes RJ, Montanarella L, Brainich E, Brainich E, Barger N, Brink B, et al. (eds.). *Ipbes: Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.* Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany: Ipbes; 2018. Disponible en: https://www.ipbes.net/system/tdf/spm_3bi_ldr_digital.pdf?file=1&type=node&id=28335
39. Maxwell SL, Fuller RA, Brooks TM, Watson JE. Biodiversity: the ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature.* 2016;536(7615): 143-145. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/536143a>
40. Román-Palacios C, Wiens JJ. Recent responses to climate change reveal the drivers of species extinction and survival. *Proceed Natl Acad Sci.* 2020;117(8): 4211-4217. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.1913007117>
41. Mo M, Roache M, Davies J, Hopper J, Pitty H, Foster N, et al. Estimating flying-fox mortality associated with abandonments of pups and extreme heat events during the austral summer of 2019–20. *Pac Conserv Biol.* 2022;28: 124-139. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/PC21003>
42. Welbergen JA, Booth C, Martin J. Killer climate: tens of thousands of flying foxes dead in a day. *The Conversation* [Internet]. 2014 Feb 24. Disponible en: <https://theconversation.com/killer-climate-tens-of-thousands-of-flying-foxes-dead-in-a-day-23227>
43. Cleveland S, Laurenson MK, Taylor MH. Diseases of humans and their domestic animals: Pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Phil Trans R Soc Lond B.* 2001;356(1411): 991-999. Disponible en: <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0889>

44. Woolhouse MEJ. Population biology of emerging and re-emerging pathogens. *Trends Microbiol.* 2002;10(10 Suppl): 3-7. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0966-842x\(02\)02428-9](https://doi.org/10.1016/s0966-842x(02)02428-9)
45. Morens DM, Folkers GK, Fauci AS. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature.* 2004;430(6996): 242-249. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nature02759>
46. Dash SP, Dipankar P, Burange PS, Rouse BT, Sarangi PP. Climate change: how it impacts the emergence, transmission, resistance and consequences of viral infections in animals and plants. *Crit Rev Micro.* 2021;47(3): 307-322. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1040841X.2021.1879006>
47. Liao W, Atkinson CT, LaPointe DA, Samuel MD. Mitigating Future Avian Malaria Threats to Hawaiian Forest Birds from Climate Change. *PloS One.* 2017;12(1): e0168880. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168880>
48. Colón-González FJ, Sewe MO, Tompkins AM, Sjödin H, Casallas A, Rocklöv J, et al. Projecting the risk of mosquito-borne diseases in a warmer and more populated world: a multi-model, multi-scenario intercomparison modelling study. *T Lan Plan Heal.* 2021;5(7): e404-e414. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00132-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00132-7)
49. Aquino Rojas E, Rojas Cortez M, Espinoza J, Vallejo E, Lozano D, Torrico F. Caracterización de la infestación de viviendas por *Aedes aegypti* en el área metropolitana de Cochabamba, Bolivia: nuevos registros altitudinales. *Gac Méd Boliv.* 2016;39(2): 83-87. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662016000200005&lng=es&tlng=es
50. Opinión. 80% de casos de dengue está en El Trópico. Opinión [Internet]. 2021 Nov 9 [citado en 2022 Mar 28]. Disponible en: <https://www.opinion.com.bo/articulo/cochabamba/80-casos-dengue-tropico/20211109000409842375.html>
51. Redacción Central. Cochabamba, a punto de un brote de dengue por proliferación de mosquitos. Tiempos [Internet]. 2021 Nov 16 [citado en 28 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.los-tiempos.com/actualidad/cochabamba/20211116/cochabamba-punto-brote-dengue-proliferacion-mosquitos>
52. Schumann G, D'Arcy C. Essential plant pathology. St Paul, Minnesota: The American Phytopathological Society (APS) Press; 2006.
53. Fletcher J, Franz D, LeClerc JE. Healthy plants: necessary for a balanced 'One Health' concept. *Vet Ital.* 2009;45(1): 79-95.
54. Hull R. Behavior of the ordinary tobacco mosaic. *Jour Agric Res.* 2013;52: 271.
55. Walker PJ, Siddell SG, Lefkowitz EJ, Mushegian A, Adriaenssens E, Dempsey D, et al. Changes to virus taxonomy and the Statutes ratified by the International Committee on Taxonomy of Viruses (2020). *Arch Virol.* 2020;165: 2737-2748. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00705-020-04752-x>
56. Newbery F, Qi A, Fitt BD. Modelling impacts of climate change on arable crop diseases: progress, challenges and applications. *Curr O Plant Bio.* 2016;32: 101-109. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2016.07.002>
57. Trębicki P, Nancarrow N, Cole E, Bosque-Pérez NA, Constable FE, Freeman A, et al. Virus disease in wheat predicted to increase with a changing climate. *Glob Ch Bio.* 2015;21(9): 3511-3519. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/gcb.12941>
58. Trębicki P, Vandegheer RK, Bosque-Pérez NA, Powell KS, Dader B, Freeman A, et al. Virus infection mediates the effects of elevated CO₂ on plants and vectors. *Sci Rep.* 2016;6(1): 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/srep22785>
59. Jones RAC. Future scenarios for plant virus pathogens as climate change progresses. *Adv Vir Res.* 2016;95: 87-147. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/bs.aivir.2016.02.004>
60. Jones RA. Plant virus emergence and evolution: origins, new encounter scenarios, factors driving emergence, effects of changing world conditions, and prospects for control. *Vir Res.* 2009;141(2): 113-130. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2008.07.028>
61. Lin B, Dietrich ML, Senior RA, Wilcove DS. A better classification of wet markets is key to safeguarding human health and biodiversity. *T Lanc Planet H.* 2021;5(6): e386-e394. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00112-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00112-1)

62. Platto S, Xue T, Carafoli E. COVID19: an announced pandemic. *C Death Dis*. 2020;11(799): 1-13. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41419-020-02995-9>
63. Noss RF. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conserv Bio*. 1990;4(4): 355-364.
64. Romanelli C, Cooper HD, De Souza Dias BF. The integration of biodiversity into One Health. *Rev Sci Tech*. 2014;33(2): 487-496. Disponible en: <https://doi.org/10.20506/rst.33.2.2291>
65. Leigh C, Boulton AJ, Courtwright JL, Fritz K, May CL, Walker RH, et al. Ecological research and management of intermittent rivers: an historical review and future directions. *Freshwater Biol*. 2016;61(8): 1181-1199. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/fwb.12646>
66. Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata ZI, Knowler DJ, Lévêgue C, et al. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol Rev*. 2006;81: 163-182. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
67. Datry T, Bonada N, Heino J. Towards understanding the organization of metacommunities in highly dynamic ecological systems. *Oikos*. 2016;125(2): 149-159. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/oik.02922>
68. Datry T, Boulton AJ, Bonada N, Fritz K, Leigh C, Sauquet E, et al. Flow intermittence and ecosystem services in rivers of the Anthropocene. *J Appl Ecol*. 2017;55(1): 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12941>
69. Sanchez-Montoya MM, Tockner K, von Schiller D, Minano J, Catarineu Ch, Lencina JL, et al. Dynamics of ground-dwelling arthropod metacommunities in intermittent streams: The key role of dry riverbeds. *Biol Conserv*. 2020;241(5): 108328. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108328>
70. Resh VH, Brown AV, Covich AP, Gurtz ME, Minshall GW, Reice SR, et al. Wissmar. The role of disturbance in stream ecology. *J N Am Benthol Soc*. 1988;7: 433-455.
71. Fisher SG, Gray JL, Grimm NB, Busch DE. Temporal succession in a desert stream ecosystem following flash flooding. *Ecol Monog*. 1982;52(1): 93-110.
72. Minakawa N, Dida GO, Sonye GO, Futami K, Njenga SM. Malaria Vectors in Lake Victoria and Adjacent Habitats in Western Kenya. *PLoS ONE*. 2012;7(3): e32725. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032725>
73. Steward AL, von Schiller D, Tockner K, Marshall JC, Bunn SE. When the river runs dry: human and ecological values of dry riverbeds. *Front Ecol Environ*. 2012;10(4): 202-209. Disponible en: <https://doi.org/10.1890/110136>
74. Cid N, Bonada N, Canedo Arguelles M, Crabot J, Sarremejane R, Soinenen J, et al. A Metacommunity Approach to Improve Biological Assessments in Highly Dynamic Freshwater Ecosystems. *BioScience*. 2020;70(5): 427-438. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa033>
75. Morales EA, Wetzel CE, Novais MH, Morais MM, Ector L. *Nitzschia transtagensis* sp. nov. (Bacillariophyceae) from a spring in southern Portugal. *Bot Lett*. 2020;167(1): 32-41. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23818107.2019.1688676>
76. Datry T, Corti R, Philippe M. Spatial and temporal aquatic-terrestrial transitions in the temporary Albarine River, France: responses of invertebrates to experimental rewetting. *Freshwater Biol*. 2012;57(4): 716-727. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2012.02737.x>
77. Stubbington R, Datry T. The macroinvertebrate seed-bank promotes community persistence in temporary rivers across climate zones. *Freshwater Biol*. 2013;58(6): 1202-1220. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/fwb.12121>
78. Storfer A, Murphy MA, Spear SF, Holderegger R, Waits LP. Landscape genetics: where are we now? *Mol Ecol*. 2010;19(17): 3496-3514. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2010.04691.x>
79. Von Schiller D, Datry T, Corti R, Foulquier A, Tockner K, Marcé R, et al. Sediment respiration pulses in intermittent rivers and ephemeral streams. *Global Biogeochemical Cycles*. 2019;33(10): 1251-1263. Disponible en: <https://doi.org/10.1029/2019GB006276>
80. Silva A, Porto R. Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do trópico semi-árido do Brasil: tecnologias de baixo custo-Documentos 14. Petrolina: Embrapa-CPATSA; 1982.

81. IPCC. Global warming of 1.5 °C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways. Geneva: IPCC; 2018. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
82. UN-OCHA. Desastres Naturales en América Latina y el Caribe, 2000–2019. UN-OCHA; 2020. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/OCHA-DESASTRES_NATURALES_ESP%20%281%29.pdf

Natalia Margarita Cediél Becerra

PhD. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

✉ nmcedielb@unisalle.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-8141-8502>

Daniel Felipe Machado

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

✉ danielf.machador@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7397-5015>

Jaime Pineda

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

✉ jpineda11@unisalle.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-7461-1002>

Andrés Cartín-Rojas

PhD. Cátedra de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (ECEN), Universidad Estatal a Distancia (UNED), San José, Costa Rica.

Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Técnica Nacional, Atenas, Costa Rica.

Maestría en Gestión de Programas Sanitarios en Inocuidad de los Alimentos, Universidad para la Cooperación Internacional, San José, Costa Rica.

✉ acartin@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0003-0448-9977>

Luis F. Aguirre

PhD. Centro de Biodiversidad y Genética Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

✉ laguirre@fcyt.umss.edu.bo; luchomurci@yahoo.es

<https://orcid.org/0000-0002-4194-1523>

Renzo Vargas Rodríguez

PhD. Departamento de Ecología y Medio Ambiente, Instituto de Filosofía y Ciencias de la Complejidad (IFICC), Chile.

✉ rvargas@ificc.cl

<https://orcid.org/0000-0003-3453-3529>

María Pilar Sánchez

PhD. Departamento de Biología, Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile.

✉ mariapilar.sanchez@usach.cl

<https://orcid.org/0000-0002-5284-7735>

Santiago Vega

PhD. Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Valencia, España.

✉ svega@uchceu.es

<https://orcid.org/0000-0002-4220-6029>

Manuela Morais

PhD. Laboratório da Água da Escola de Ciência e Tecnologia, Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora, Portugal.

✉ mmorais@uevora.pt

<https://orcid.org/0000-0003-0482-4309>