

El efecto del cambio climático bajo el enfoque de Una Salud

The effects of climate change under the One Health approach

Recursos Naturales y Sociedad, 2023. Vol. 8 (3): 31-42, <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2023.08.08.01.0004>

Tania Zenteno-Savín^{1*}, Daniela A. Murillo-Cisneros¹, Carlos Angulo², Sara C. Díaz-Castro¹, Martha Reyes-Becerril², Alejandro M. Maeda Martínez¹, Margarito Rodríguez Álvarez², Orlando Lugo-Lugo¹, Ramón Gaxiola-Robles³

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Planeación Ambiental y Conservación. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, 23096. México.

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Agricultura en Zonas Áridas. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, 23096. México.

³Hospital General de Zona No.1. Instituto Mexicano del Seguro Social 5 de Febrero y Héroes de la Independencia, Col. Centro, La Paz, Baja California Sur, C.P. 23000. México.

*Autor de correspondencia: tzenteno04@cibnor.mx



Resumen

Todos hemos escuchado hablar del cambio climático; el término es ya de uso cotidiano en todo el mundo. Algunas personas de alto perfil, figuras de relevancia en la política internacional, han definido una postura pública, a favor o en contra. Quizá por ello, aún quedan muchas dudas por resolver, sobre todo si queremos mitigar los efectos del cambio climático y mantener un planeta sano para las futuras generaciones. ¿Qué es el cambio climático? ¿A mí en qué me afecta el cambio climático? ¿Debo preocuparme por el cambio climático? En este manuscrito abordamos esas preguntas y brindamos información para que cada uno piense cómo podemos contribuir a frenar el cambio climático. Además, resaltamos algunas ideas de la iniciativa Una Salud para contribuir a la solución de esta problemática.

Palabras clave: Cambio climático, medicina veterinaria, salud, sostenibilidad, transdisciplinario, variabilidad ambiental

Abstract

We have all heard about climate change; the term is of everyday use throughout the world. Some high-profile figures in international politics have made a public stance, in favor or against, climate change. Maybe that is the reason why there are still many questions to be addressed, particularly if we want to mitigate the effects of climate change and keep a healthy planet for future generations. What is climate change? How does it affect me? Should I worry about climate change? In this manuscript we address those questions and provide information to think about how we can contribute to stall climate change. In addition, we highlight some ideas within the One Health initiative towards contributing to the solution of this problem.

Key words: Climate change, environmental variability, health, sustainability, transdisciplinary, veterinary medicine

Introducción

El impacto del cambio climático no está limitado a la variación global extrema del clima de nuestro planeta, resulta en una cadena de eventos que tienen un efecto, por lo general negativo, sobre el ambiente, la salud de los animales de vida silvestre, el ganado y las mascotas, así como la salud humana; todos éstos interconectados bajo el enfoque de Una Salud, el cual reconoce que la salud de los humanos, la salud de los animales y la salud de los ecosistemas están relacionadas entre sí. El incremento de enfermedades infecciosas, el agravamiento de los síntomas por exposición a contaminantes, la disminución en la producción de alimento y disponibilidad del agua son tan sólo algunos ejemplos

del impacto que puede llegar a tener el cambio climático. Para hacer frente al enorme reto que ello implica, la investigación interdisciplinaria y colaborativa de todos los sectores pertinentes, desde la academia, el gobierno (local, regional, nacional), la industria, y la sociedad en general es de suma importancia. Bajo el enfoque de Una Salud, es clave considerar la complejidad e incertidumbres de los efectos del cambio climático, y se deben tener en cuenta aspectos culturales, sociales y económicos para poder proponer soluciones viables y sostenibles, a corto, mediano y largo plazo, con estrategias flexibles en la atención (prevención, detección, tratamiento) de amenazas a la salud humana, animal y ecosistémica ante el cambio climático.

¿Qué es el Cambio Climático?

El **cambio climático** es conocido como la variación global del clima de nuestro planeta (Wilson, 2020). Esta variación se debe a causas naturales (la acumulación de bióxido de carbono o CO₂ en la atmósfera evita que la radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra, a consecuencia de absorber la luz, y ello aumenta la temperatura del planeta), pero se ha acelerado debido a muchas de las actividades del hombre (como la quema de combustibles fósiles, la minería, la fabricación y uso de plásticos) que han alterado la composición de los gases (particularmente, el aumento en la concentración de CO₂) de la atmósfera, por el crecimiento en la población global y por la expansión de las zonas residenciales y comerciales (Zandalinas *et al.* 2021). Ello ocasiona variaciones sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, pH de los cuerpos de agua, entre otros, a muy diversas escalas de tiempo.

Las variaciones de los parámetros climáticos están desencadenando otras alteraciones, como deshielo de glaciares, incremento del nivel medio del mar, acidificación de los océanos (Xu *et al.* 2009; He y Silliman, 2019; Malhi *et al.* 2020). En algunas

regiones del mundo las lluvias son más fuertes ocasionando inundaciones y deslaves, y en otras se observan sequías.

Como consecuencia del cambio climático, las especies de plantas y animales que no se pueden mover o adaptar tienden a desaparecer y las enfermedades transmitidas por insectos, que antes se restringía a los trópicos, están expandiendo su distribución.

El cambio climático afecta las fuentes de alimento

Los cambios en los patrones de lluvias propiciados por el cambio climático afectan la producción de alimento. A nivel mundial, la estabilidad de los sistemas alimenticios está en riesgo por la variabilidad en el suministro a corto plazo (Wheeler y Von Braun, 2013).

Las inundaciones y sequías que se están observando con mayor frecuencia e intensidad, amenazan, no solamente a los cultivos de granos, frutas y legumbres, sino también a las granjas de ganado (bovino, caprino, porcino, aviar), y



disminuyen la probabilidad de proveer alimento de calidad y en cantidad suficiente, particularmente en aquellas regiones en las que actualmente se registra hambre y malnutrición.

El cambio climático, tanto como la contaminación ambiental, afecta la disponibilidad del agua potable (Wheeler y Von Braun, 2013). De hecho, la cadena de producción, distribución y uso de los alimentos también es afectada por la disminución en el agua potable. La falta de alimento y agua en la cantidad y calidad adecuada trae consigo problemas de salud (como malnutrición, inmunodepresión), tanto para el humano como para los animales de granja de los cuales nos alimentamos.

El cambio climático afecta la biodiversidad y la distribución de vectores de enfermedades

El impacto del cambio climático sobre la biodiversidad y el equilibrio ecológico afecta directa

o indirectamente a la salud humana, a la salud animal y a la salud de las plantas. El rompimiento del equilibrio ecológico tiene efectos en la distribución y comportamiento de vectores y en la tasa de evolución de los patógenos. Estos efectos están creando oportunidades para la emergencia y reemergencia de enfermedades. Ejemplos de ello son la dispersión del virus *Zika* en humanos asociada con el establecimiento y proliferación del mosquito *Aedes aegypti* en Norte y Sudamérica, y la epidemia de ántrax en el antílope del ártico Siberiano en la península Yamal asociada con el verano más caliente jamás registrado en 2016 (Queenan *et al.* 2017).

El cambio climático contribuye a la distribución y disponibilidad de contaminantes

El cambio climático y la contaminación son amenazas conocidas por su impacto negativo sobre el ambiente, biota, así como el bienestar humano, en el contexto de Una Salud (Alava, 2019; Alava *et al.* 2017). El cambio climático altera los procesos físicos, químicos, biológicos y ecológicos de los océanos, y como consecuencia, influye en la persistencia, movilidad, y destino de contaminantes como los plásticos, metales pesados, contaminantes orgánicos, etc. (Balbus *et al.* 2013).

Existen múltiples mecanismos por lo cual esto sucede. Por ejemplo, los cambios extremos en los fenómenos meteorológicos inducidos por el cambio climático, como el aumento en la frecuencia de precipitaciones, huracanes y fuertes vientos, pueden aumentar la dispersión de residuos mal gestionados (ej. metales, baterías, productos farmacéuticos y plásticos) a través de los ríos y escorrentías hacia los océanos, y ser dispersados incluso a lugares relativamente prístinos (Ford *et al.* 2022). Además, los plásticos son, en su mayoría, derivados de combustibles fósiles, su combustión resulta en la emisión de gases de efecto invernadero, por lo que contribuyen al cambio climático (Alava *et al.* 2018;

Ford *et al.* 2022). Del mismo modo, el incremento en la temperatura de los océanos debido al cambio climático, ha sido relacionado con cambios en la estructura de las redes tróficas marinas, alterando las preferencias alimenticias de algunos depredadores (ej. oso polar), modificando la exposición y transferencia de contaminantes a través de las redes tróficas, afectando las tasas de bioacumulación y biomagnificación (Alava *et al.* 2018; Booth y Zeller, 2005; Braune *et al.* 2014; McKinney *et al.* 2015; Schartup *et al.* 2019). Además, se ha encontrado que el aumento en la temperatura del agua puede afectar los diversos procesos de regulación fisiológica involucrados en la captación, metabolismo y detoxificación de sustancias peligrosas por parte de la biota marina; incrementando la exposición humana a contaminantes a través del consumo de los recursos marinos; generando preocupación sobre la

seguridad de los consumidores y la salud pública (Maulvault *et al.* 2016; Schiedek *et al.* 2007).

Así mismo, el aumento de la temperatura del agua influye sobre la transformación de contaminantes, como los metales, a otras formas químicas de mayor biodisponibilidad y toxicidad, como en el caso del mercurio (Marques *et al.* 2010). Por ejemplo, el aumento de la temperatura del agua incrementa la producción de la forma orgánica de mercurio, el monometilmercurio. En consecuencia, estudios previos han evaluado el efecto de la temperatura en agua sobre la exposición a monometilmercurio, observando en peces, por ejemplo, un aumento de su concentración en tejidos y una disminución en la habilidad de eliminarlo (Maulvault *et al.* 2017; Schartup *et al.*, 2019).

Estos son sólo algunos ejemplos de cómo el cambio climático puede empeorar e influir en el problema de contaminación. A pesar de ser problemas relacionados que coocurren con mayor frecuencia, el cambio climático y la contaminación son frecuentemente evaluados por separado, y en ocasiones hasta compiten entre ellas por financiamiento. Todavía falta mucho por entender sobre la interacción de estos dos estresores ecológicos, su impacto en el ambiente, redes tróficas marinas y la seguridad del consumo directo o indirecto de los recursos marinos, especialmente para las comunidades costeras cuyo medio de subsistencia principal proviene del mar (Alava *et al.* 2017; Marques *et al.* 2010).

El cambio climático afecta a la salud de los humanos

El éxito de la supervivencia de los humanos ha sido con base en la creación de tecnología. Los humanos hemos modificado de forma evidente el ambiente olvidando que somos parte de este planeta (Semenza y Suk, 2018). La historia de las grandes pandemias o las pestes está ligada al desarrollo tecnológico y la intromisión de los humanos a nichos ecológicos ajenos a



ellos (Roche *et al.* 2020). Esta intromisión del humano a nuevos ambientes a los cuales no están preparados ni física, ni inmunológicamente, los hace vulnerables a factores abióticos o bióticos (Cushman, 2019). Sin embargo, no es necesaria la intromisión a nuevos nichos ecológicos ya que estos nichos están expuestos al cambio climático. Por ejemplo, las zonas templadas de México se han ido calentando, cambiando de templadas a subtropicales (clima cálido intermedio entre el clima tropical y templado). Esto hace de esas regiones lugares idóneos para la reproducción de algunas especies de animales, plantas y microorganismos que, en otras épocas y por su aislamiento climático, no eran factibles de desarrollarse; algunas especies de mosquitos que abundan en climas cálidos no crecen en climas templados. El principal vector de fiebres hemorrágicas en nuestro país, como en la mayoría del mundo, es el mosquito *Aedes aegypti*. Este mosquito es

endémico en toda la región tropical de México. Ahora, con un incremento en la cobertura de las zonas subtropicales, el número de personas susceptibles a contraer fiebre hemorrágica es mayor; sólo por citar una megalópolis, Ciudad de México con más de 30 millones de habitantes (Gaxiola-Robles *et al.* 2012). Otro ejemplo palpable y de gran trascendencia en la salud pública mundial es el contacto con el SARS-CoV-2. En esta ocasión, el humano tuvo contacto con animales silvestres vivos (murciélagos), en mercados bajo condiciones insalubres de manejo animal, portadores de un virus presente en algunas regiones asiáticas. En los murciélagos, este virus no causa enfermedad alguna; pero en los humanos, ha desatado la peor pandemia que hemos vivido en los últimos 100 años, causando millones de muertes, y afectación a la vida social, cultural y económica en todo el mundo (Coro, 2020). Aunado a lo anterior, la pandemia por coronavirus está dejando un potencial daño ambiental que podría evaluarse casi como irreversible por el uso indiscriminado de plásticos, consumibles y productos de limpieza que se han establecido como medidas de contención de la transmisión de este virus (Khoo *et al.* 2021).

El efecto del cambio climático sobre las alergias y el sistema de defensa inmune

El cambio climático favorece el desarrollo de alergias, infecciones e inflamaciones. En particular, los cambios en la contaminación del aire y en la aparición de los eventos climáticos extremos (olas de calor, incendios forestales, tormentas de polvo del Sahara y otros desiertos, tormentas eléctricas, huracanes y ciclones) se han relacionado con enfermedades respiratorias y de la piel, así como con trastornos inflamatorios. Esas enfermedades pueden aparecer en todas las etapas de la vida de un ser humano, incluso antes del nacimiento.

El aumento en la contaminación del aire (partículas suspendidas, compuestos volátiles, etc.) ha incrementado el

número de personas con enfermedades de los pulmones y con inflamaciones de la piel; y esas condiciones se han asociado al estrés oxidativo y a alteraciones del sistema de defensa del cuerpo (Pacheco *et al.* 2021). Incluso, los cambios en la temperatura y en el nivel de dióxido de carbono ambiental han aumentado la producción de alérgenos, afectando a personas con alergias por temporadas más prolongadas.

Dentro de los eventos climáticos extremos, los incendios forestales pueden provocar inflamaciones en todo el cuerpo, sobre todo en el sistema respiratorio por la aspiración de partículas suspendidas en el aire. Otro ejemplo son las tormentas de arena del Sahara que han generado hospitalizaciones de personas con asma.

Los huracanes y ciclones, comunes en la península de Baja California, incrementan la humedad ambiental y favorecen el crecimiento de hongos y termitas, que son

fuentes de alergias, asma y rinitis (D'Amato *et al.* 2020). En general, las inflamaciones pulmonares (infecciosas y no infecciosas) se agravan por las partículas suspendidas, como el polen, que se incrementan por la contaminación del aire y los eventos climáticos extremos.

Algo relevante es que las personas más vulnerables al cambio climático y sus consecuencias en la salud son los ancianos, las mujeres embarazadas y los niños. Por ejemplo, los ancianos son más susceptibles a las ondas de calor, la contaminación del aire y las infecciones. Las mujeres embarazadas expuestas a aire contaminado comprometen el desarrollo de la placenta y del feto. Las consecuencias en los hijos pueden ser malformaciones físicas, fallas en el sistema de defensa, alergias, y asma. Un estudio reciente demostró que madres embarazadas en el periodo prenatal expuestas a aire contaminado con partículas suspendidas y ozono tuvieron hijos que desarrollaron asma a los 6 años de edad. Directamente en los niños, la contaminación del aire puede inducir cambios inflamatorios en el cerebro y aumentar la susceptibilidad a infecciones respiratorias que pueden provocar la muerte.

En resumen, existe una explicación que dice que el cambio climático es una cadena de eventos en círculo. El cambio en el clima provoca climas más extremos que afectan el ambiente y la calidad del aire, los cuales tienen impactos en la susceptibilidad y aparición de enfermedades y otras condiciones de salud (como alergias y trastornos del sistema de defensa inmune) en las personas, principalmente en los ancianos, mujeres embarazadas y niños. A su vez, este ciclo se alimenta con actividades humanas que contaminan.

El cambio climático bajo el enfoque de Una Salud

El cambio climático aumenta la incidencia de enfermedades asociadas al calor, enfermedades transmitidas por vectores, por



los alimentos y por el agua, trastornos respiratorios y alérgicos, desnutrición, violencia colectiva y problemas de salud mental. La disminución en la producción de alimentos como consecuencia del cambio climático, disminuye la distribución de alimentos y el ingreso económico para las familias de campesinos y productores, que se traslada a los distribuidores y, finalmente, a la sociedad en general (Wheeler y Von Braun, 2013). Esta disparidad entre países y regiones afecta también los derechos humanos (derecho a la vida, a la salud, al acceso a agua y alimento saludable) y la justicia social (Levy y Patz, 2015). Los efectos negativos del cambio climático en los países de bajos ingresos, que producen la menor cantidad de gases de efecto invernadero, son mayores que en los países de altos ingresos, los cuales producen mayores cantidades de gases de efecto invernadero, pero se ven menos afectados en el corto plazo, quizá porque tienen mayor capacidad para responder a dichos efectos (Levy y Patz, 2015).

Una Salud reconoce que la salud de los humanos, la salud de los animales y la salud de los ecosistemas están relacionadas entre sí. En el tratamiento de cualquier alteración a la salud bajo este enfoque, se consideran aspectos médicos (incluyendo veterinarios, agrónomos, ecologistas, etc.), culturales, sociales, económicos y, en ocasiones, políticos. Pongamos el siguiente ejemplo: El cambio climático afecta, entre otros, la distribución y abundancia de animales que son vectores de enfermedades. Uno de estos vectores son las garrapatas (*Ixodes spp.*) que pueden transmitir a los humanos la enfermedad de Lyme, causada por la bacteria *Borrelia burgdoferi*; esta enfermedad que va en aumento en el número de casos registrados ataca varios sistemas del cuerpo, causando debilidad y discapacidad, frecuentemente con complicaciones a largo plazo (Russell *et al.* 2018). Con el cambio climático, las garrapatas han migrado a mayores altitudes y latitudes, llevando enfermedades como de Lyme a sitios donde no se habían reportado (Semenza y Suk, 2018). El escenario

se complica cuando las garrapatas parasitan a nuestras mascotas (perros, gatos y otros mamíferos) o al ganado del cual nos alimentamos y vestimos con el potencial de llevar la enfermedad a casa. Si el proveedor de la familia enferma, además de tener que pagar el costo de atención hospitalaria, se puede perder el ingreso económico y el bienestar de la familia, pudiendo afectar la vida social y económica de toda una comunidad.

Aún tenemos mucho que aprender sobre los impactos a la salud humana, animal y ambiental, particularmente bajo el esquema de Una Salud, pero todavía existen barreras significativas para su adaptación, que son específicas del contexto y, por lo tanto, presentan desafíos únicos para la práctica de la salud pública (Wheeler y Watts, 2018). La implementación del enfoque de Una Salud con estrategias flexibles que consideren las incertidumbres a largo plazo de los efectos del cambio

climático en aspectos culturales, sociales y económicos, es clave para poder proponer soluciones viables y sostenibles, a corto, mediano y largo plazo, en la atención (prevención, detección, tratamiento) de amenazas a la salud humana, animal y ecosistémica ante el cambio climático.

Consideraciones y perspectivas

El cambio climático amenaza nuestra intención de tener un mundo saludable sin hambre. La evidencia apoya la necesidad de una inversión considerable en acciones de adaptación y mitigación hacia un “sistema alimentario climáticamente inteligente” que sea más resistente a las influencias del cambio climático en la seguridad alimentaria. Para lograr soluciones viables y permanentes para los retos actuales, como enfermedades infecciosas, contaminantes emergentes, sanidad y seguridad alimentaria, se requiere considerar aspectos de salud, ecosistémicos, culturales, sociales, económicos y políticos. Para ello, es indispensable involucrar a todos los sectores pertinentes, desde la academia, el gobierno (local, regional, nacional), la industria, y la sociedad en general. La integración de un equipo multidisciplinario para llevar a cabo trabajos de investigación y formación de recursos humanos con el enfoque en Una Salud permitiría la generación de planes y alternativas que promuevan un manejo sostenible en la promoción (incluyendo diagnóstico, preparación, respuesta y manejo) de la salud de animales, personas y ecosistemas, en colaboración con todos los sectores interesados.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) por las facilidades, y a The Society for Marine Mammology (DAMC) y CONACYT (CB-2016-01-283669 y 2016-01-2305; TZS) por el financiamiento. RGR, CEAV, DAMC y TZS son miembros de la Red Iberoamericana “Evaluación de los Efectos de los Contaminantes Emergentes en Organismos Acuáticos y Salud humana” (RIESCOS; ref. 419RT0578) del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).



Literatura Citada

- Alava, J. J. 2019. *Ocean pollution and warming oceans: toward ocean solutions and natural marine bioremediation*. 495-518. En Cisneros-Montemayor, E., Cheung, W.W.L., and Ota, Y (Eds.): *Predicting Future Oceans*. Elsevier. Amsterdam.
- Alava, J. J., Cheung, W. W., Ross, P. S., y Sumaila, U. R. 2017. *Climate change–contaminant interactions in marine food webs: Toward a conceptual framework*. *Global Change Biology* 23 (10): 3984-4001.
- Alava, J. J., Cisneros-Montemayor, A. M., Sumaila, U. R., y Cheung, W. W. 2018. *Projected amplification of food web bioaccumulation of MeHg and PCBs under climate change in the Northeastern Pacific*. *Scientific Reports* 8 (1): 1-12.
- Balbus, J. M., Boxall, A. B., Fenske, R. A., McKone, T. E., y Zeise, L. 2013. *Implications of global climate change for the assessment and management of human health risks of chemicals in the natural environment*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 32 (1): 62-78.
- Booth, S., y Zeller, D. 2005. *Mercury, food webs, and marine mammals: implications of diet and climate change for human health*. *Environmental Health Perspectives* 113 (5): 521-526.
- Braune, B. M., Gaston, A. J., Hobson, K. A., Gilchrist, H. G., y Mallory, M. L. 2014. *Changes in food web structure alter trends of mercury uptake at two seabird colonies in the Canadian Arctic*. *Environmental Science and Technology* 48 (22): 13246-13252.
- Coro, G. 2020. *A global-scale ecological niche model to predict SARS-CoV-2 coronavirus infection rate*. *Ecological Modelling* 431: 109187.
- Cushman, G. T. 2019. *Los señores del guano: una historia ecológica global del Pacífico*: Instituto de Estudios Peruanos. Lima, Perú. 578 pp. ISBN-10-9972517225
- D'Amato G, Chong-Neto HJ, Monge Ortega OP, Vitale C, Ansotegui I, Rosario N, Haahtela T, Galan C, Pawankar R, Murrieta-Aguttes M, Cecchi L, Bergmann C, Ridolo E, Ramon G, Gonzalez Diaz S, D'Amato M, 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. doi: 10.1111/all.14476.
- Ford, H. V., Jones, N. H., Davies, A. J., Godley, B. J., Jambeck, J. R., Napper, I. E., Koldewey, H. J. 2022. *The fundamental links between climate change and marine plastic pollution*. *Science of The Total Environment* 806: 150392.
- Malhi Y, Franklin J, Seddon N, Solan M, Turner MG, Field CB, Knowlton N. 2020. *Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences*. 375(1794): 20190104. doi: 10.1098/rstb.2019.0104.

- Gaxiola-Robles, R., Celis, A., Serrano-Pinto, V., de Jesús Orozco-Valerio, M., y Zenteno-Savín, T. 2012. *Mortality trend by dengue in Mexico 1980 to 2009*. Revista de Investigación Clínica 64 (5): 444-451.
- He, Q., y Silliman, B.R. 2019. *Climate Change, Human Impacts, and Coastal Ecosystems in the Anthropocene*. Current Biology 7;29(19): R1021-R1035. doi: 10.1016/j.cub.2019.08.042.
- Khoo, K. S., Ho, L. Y., Lim, H. R., Leong, H. Y., y Chew, K. W. 2021. *Plastic waste associated with the COVID-19 pandemic: Crisis or opportunity?* Journal of Hazardous Materials 417: 126108.
- Levy, B. S., y Patz, J. A. 2015. *Climate change, human rights, and social justice*. Annals of Global Health 81 (3): 310-322.
- Marques, A., Nunes, M. L., Moore, S. K., y Strom, M. S. 2010. *Climate change and seafood safety: Human health implications*. Food Research International 43 (7): 1766-1779.
- Maulvault, A. L., Barbosa, V., Alves, R., Custódio, A., Anacleto, P., Repolho, T., Diniz, M. 2017. *Ecophysiological responses of juvenile seabass (Dicentrarchus labrax) exposed to increased temperature and dietary methylmercury*. Science of The Total Environment 586: 551-558.
- Maulvault, A. L., Custódio, A., Anacleto, P., Repolho, T., Pousão, P., Nunes, M. L., Marques, A. 2016. *Bioaccumulation and elimination of mercury in juvenile seabass (Dicentrarchus labrax) in a warmer environment*. Environmental Research 149: 77-85.
- McKinney, M. A., Pedro, S., Dietz, R., Sonne, C., Fisk, A. T., Roy, D., Letcher, R. J. 2015. *A review of ecological impacts of global climate change on persistent organic pollutant and mercury pathways and exposures in arctic marine ecosystems*. Current Zoology 61 (4): 617-628.
- Pacheco, S. E., Guidos-Fogelbach, G., Annesi-Maesano, I., Pawankar, R., d'Amato, G., Latour-Staffeld, P., . . . American Academy of Allergy, A. 2021. *Climate change and global issues in allergy and immunology*. Journal of Allergy and Clinical Immunology 148 (6): 1366-1377.
- Queenan, K., J. Garnier, L. Rosenbaum Nielsen, S. Buttigieg, D. de Meneghi, M. Holmberg, J. Zinsstag, S. Rüegg, B. Häslar y R. Kock. 2017. *Roadmap to a One Health Agenda 2030*. CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources 12: 1-17.
- Roche, B., Garchitorena, A., Guégan, J. F., Arnal, A., Roiz, D., Morand, S., . . . Daszak, P. 2020. *Was the COVID-19 pandemic avoidable? A call for a "solution-oriented" approach in pathogen evolutionary ecology to prevent future outbreaks*. Ecology Letters 23 (11): 1557-1560.
- Russell, A. L. R., Dryden, M. S., Pinto, A. A., y Lovett, J. K. 2011. *Lyme disease: diagnosis and management*. Practical Neurology 18 (6): 455-464.



- Schartup, A. T., Thackray, C. P., Qureshi, A., Dassuncao, C., Gillespie, K., Hanke, A., y Sunderland, E. M. 2019. *Climate change and overfishing increase neurotoxicant in marine predators*. Nature 572 (7771): 648-650.
- Schiedek, D., Sundelin, B., Readman, J. W., y Macdonald, R. W. 2007. *Interactions between climate change and contaminants*. Marine pollution bulletin 54 (12): 1845-1856.
- Semenza, J. C., y Suk, J. E. 2018. *Vector-borne diseases and climate change: a European perspective*. FEMS Microbiology Letters 365 (2): fnx244?.
- Wheeler, N., y Watts, N. 2018. *Climate change: from science to practice*. Current Environmental Health Reports 5 (1): 170–178.
- Wheeler, T., y Von Braun, J. 2011). *Climate change impacts on global food security*. Science 341 (6145): 508-513.
- Wilson, M. 2020. *Climate change*. Canadian Veterinary Journal 61(3): 225.
- Xu, J., Grumbine, R.E., Shrestha, A., Eriksson, M., Yang, X., Wang, Y., y Wilkes, A. 2009. *The melting Himalayas: cascading effects of climate change on water, biodiversity, and livelihoods*. Conservation Biology 23(3): 520-30. doi: 10.1111/j.1523-1739.2009.01237.x.
- Zandalinas, S. I., Fritschi, F.B., y Mittlern R. 2021. *Global Warming, Climate Change, and Environmental Pollution: Recipe for a Multifactorial Stress Combination Disaster*. Trends in Plant Science 6(6): 588-599. doi: 10.1016/j.tplants.2021.02.011.

Cita:

Zenteno-Savín, T., Murillo-Cisneros, D.A., Angulo, C., Díaz-Castro, S.C., Reyes-Becerril, M.C., Maeda-Martínez, A.M., Rodríguez Álvarez, M., Lugo-Lugo, O., y Gaxiola-Robles, R. El efecto del cambio climático bajo el enfoque de *Una Salud*. Recursos Naturales y Sociedad, 2023. Vol. 9 (3): 31-42, <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2023.09.09.03.0004>

Sometido: 5 de septiembre de 2022

Aceptado: 24 de enero de 2023

Editor Asociado: Dr. Alejandro López Cortés

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández

Fotos de portada: pexels-simon-berger-666737.jpg, pexels-yogendra-singh-2480807.jpg