

Capítulo 3

Efectos antrópicos sobre los ecosistemas faunísticos

Santiago Monsalve Buriticá

3.1 Problemas antrópicos sobre los ecosistemas

Los efectos antrópicos se refieren al impacto causado por las actividades humanas, sean voluntarias o involuntarias, que pueden afectar de alguna manera el medio ambiente; así, abarcan desde algo tan sencillo como deshacerse de una pequeña bolsa de plástico, hasta la tala de miles de hectáreas de bosque primario. Existe un sinnúmero de efectos antrópicos que tienen una gran variedad de factores que conducen a la aparición de los mismos. La destrucción y fragmentación de ecosistemas sumada a los efectos del cambio climático sobre el hábitat y la biodiversidad, pueden desacoplar importantes sistemas de control biológico que determinan el surgimiento y la propagación de plagas y patógenos (Arrivillaga y Caraballo, 2009). Algunas especies de roedores, insectos y algas representan los principales indicadores biológicos pues responden rápidamente a los cambios del medio ambiente provocados por el hombre.

Las vías y mecanismos incluyen:

1. Los monocultivos y la simplificación del hábitat aumentan el potencial para que algunas enfermedades se difundan.

2. La pérdida de hábitat y la penetración humana en los espacios naturales alterados conllevan a que los seres humanos tengan contacto con agentes patógenos considerados “aislados”.
3. La disminución de los depredadores puede disminuir el proceso de control biológico natural, por lo que las presas pequeñas pueden convertirse en plagas portadoras de agentes patógenos (Godínez-Reyes, Santos del Prado, Zepeda, Aguirre, Anderson, Parás y Zavala-González, 2006; Medina-Vogel, 2010)

3.2 Especies oportunistas frente al cambio climático

Se debería plantear entonces la siguiente pregunta ante esta situación: ¿La pérdida actual de biodiversidad favorece el aumento y distribución de poblaciones de especies oportunistas?

En un contexto de fragmentación y simplificación del hábitat el uso excesivo de metales pesados y plaguicidas son determinantes como componentes del cambio ambiental global, convirtiéndose rápidamente en una fuerza importante en la interrupción de las relaciones entre las especies que ayudan a impedir la proliferación de plagas y patógenos (Aguirre, 2009). Como la tasa de aumento del cambio climático se encuentra en crecimiento exponencial, los sistemas biológicos se vuelven vulnerables debido a una mayor inestabilidad meteorológica indicada por el calentamiento a largo plazo. El cambio climático puede desempeñar un papel cada vez más importante en el surgimiento, resurgimiento y redistribución de las enfermedades infecciosas en las próximas décadas, pues las sinergias entre

la heterogeneidad de fenómenos meteorológicos extremos, así como variación en el uso/cobertura del suelo y las condiciones climáticas extremas secuenciales pueden dar lugar a la resurgencia de organismos patógenos para la salud humana y animal (Figura 6) (Medina-Vogel, 2010). En tanto el calentamiento está ocurriendo desproporcionadamente en regiones de mayores latitudes o altitudes, ciertas especies de estas zonas geográficas se desplazarán a sitios diferentes favoreciendo el contacto con nuevos vectores y huéspedes. Muchos invertebrados transmisores de enfermedades infecciosas están limitados por las temperaturas ambientales de manera que el calentamiento global podría significar un aumento en el número y distribución de los mismos.

3.3 Destrucción de hábitat natural

La fragmentación del hábitat, la invasión por asentamientos humanos, el ecoturismo y los sistemas agrícolas intensivos están creando un nuevo medio para la propagación de enfermedades cruzadas entre especies. En esencia, con el aumento de la población y por la huella humana en expansión en el planeta, las interacciones de enfermedades humanas y animales son cada vez más frecuentes. La tala de árboles, el manejo de tierras para la agricultura, el desarrollo suburbano no planificado y el uso de madera para combustible están alterando los paisajes y la ecología de comunidades de especies animales (Fotografía 12).

Variaciones inusuales de las densidades poblacionales también pueden afectar la ecología de los patógenos al aumentar el contacto entre organismos o posibilitar el intercambio de indi-

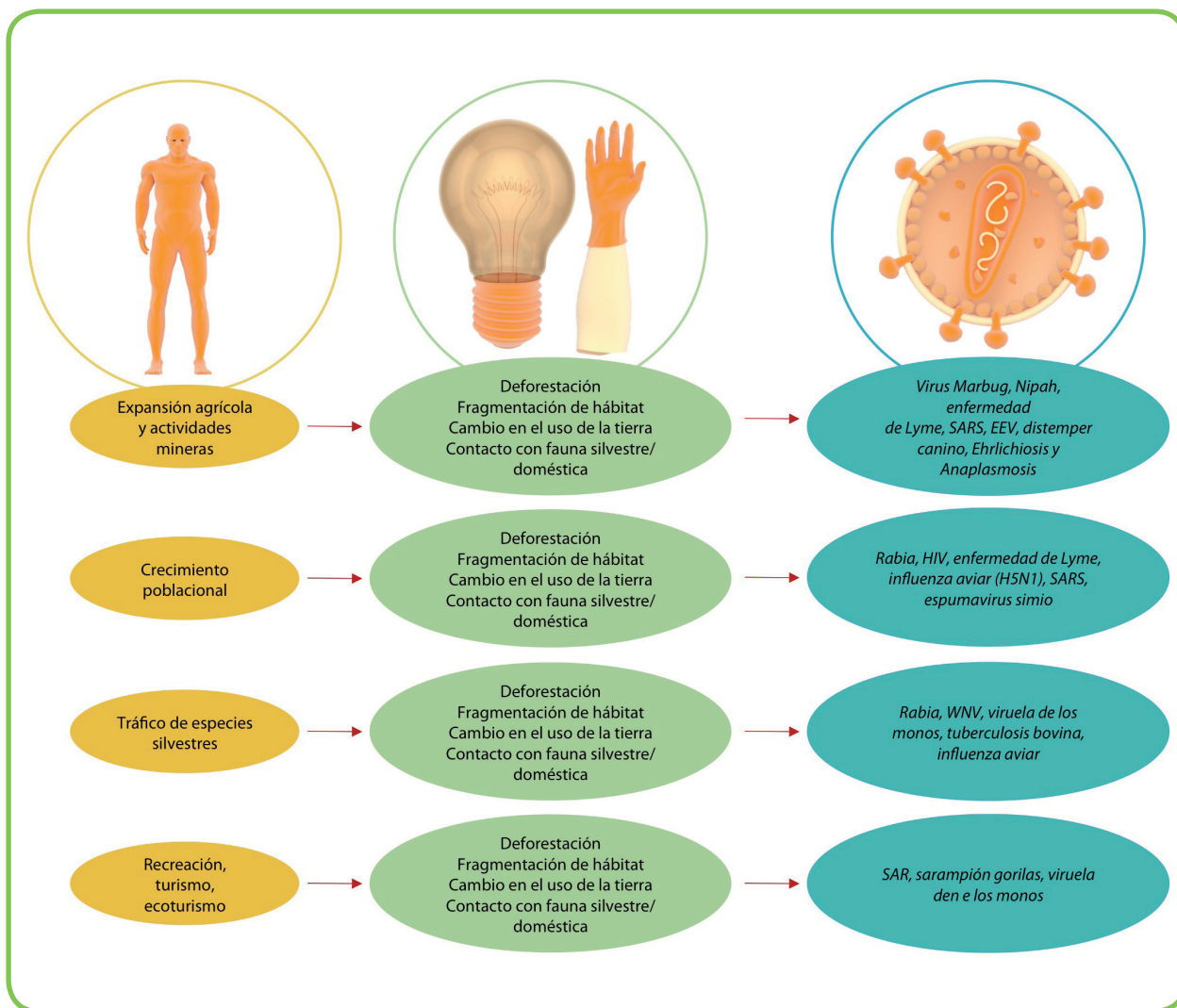


Figura 6. Algunos factores humanos asociados o relacionados con la emergencia o reemergencia de diferentes zoonosis. (Adaptado y modificado de: Arrivillaga y Caraballo, 2009).

viduos entre poblaciones antes separadas. Los hábitats –bosques húmedos tropicales, bosques secos, bosques de niebla, ciénagas, humedales, ríos, islas, etc.– se ordenan o distribuyen conformando un paisaje en un área geográfica determinada, dicho paisaje incluye también los hábitats intervenidos con elementos como explotaciones agropecuarias, veredas, pueblos

o ciudades, caminos, autopistas o trazados de megaconstrucciones. De esta forma, las poblaciones de organismos vivos se distribuyen ocupando los hábitats e interactuando con otros organismos en lo que se llama una comunidad (Medina-Vogel, 2010) cuya biodiversidad varía en el tiempo, entre otras cosas, debido a modificaciones cualitativas y cuantitativas en



Fotografía 12. Ejemplar de zorro (*Cerdocyon thous*) atropellado en una vía secundaria. A los lados de la vía hay presencia de bosque seco tropical. Fotografía: Santiago Monsalve, Municipio de Montelíbano, Córdoba, Colombia, 2009.

el ambiente. En un paisaje determinado, un área natural puede estar fragmentado y aun así mantener la comunicación entre especies; esto ocurre pues las poblaciones pueden distribuirse en los fragmentos como metapoblación, es decir, subpoblaciones, ocupando cada zona con distintos grados de aislamiento y de comunicación entre las áreas geográficas intervenidas. (Fisher y Garner, 2007; Medina-Vogel, 2010). Así, en el caso de que una de estas subpoblaciones se extinga, el hábitat tiene la posibilidad de ser recolonizado por individuos de otra subpoblación de manera que la metapoblación persiste en el tiempo. Como resultado puede haber un cambio significativo en la estructura de la comunidad (Figura 7).

Por ejemplo, la enfermedad de Lyme (*Borrelia burgdorferi*) en Centro y Norteamérica es transmitida a poblaciones humanas principalmente por garrapatas del género *Ixodes* spp., la prevalencia de la enfermedad en las especies infectadas está inversamente correlacionada con las áreas de los fragmentos boscosos. En estas zonas de menor tamaño la densidad del roedor (*Peromyscus leucopus*) que es huésped primario, y uno de los principales reservorios del contagio de la enfermedad, es mayor como resultado de la reducción de las poblaciones de competidores y depredadores. En la medida que los fragmentos de hábitat son mayores, la diversidad de la comunidad aumenta y con ella crece también la diversidad de especies huésped-secundarias,

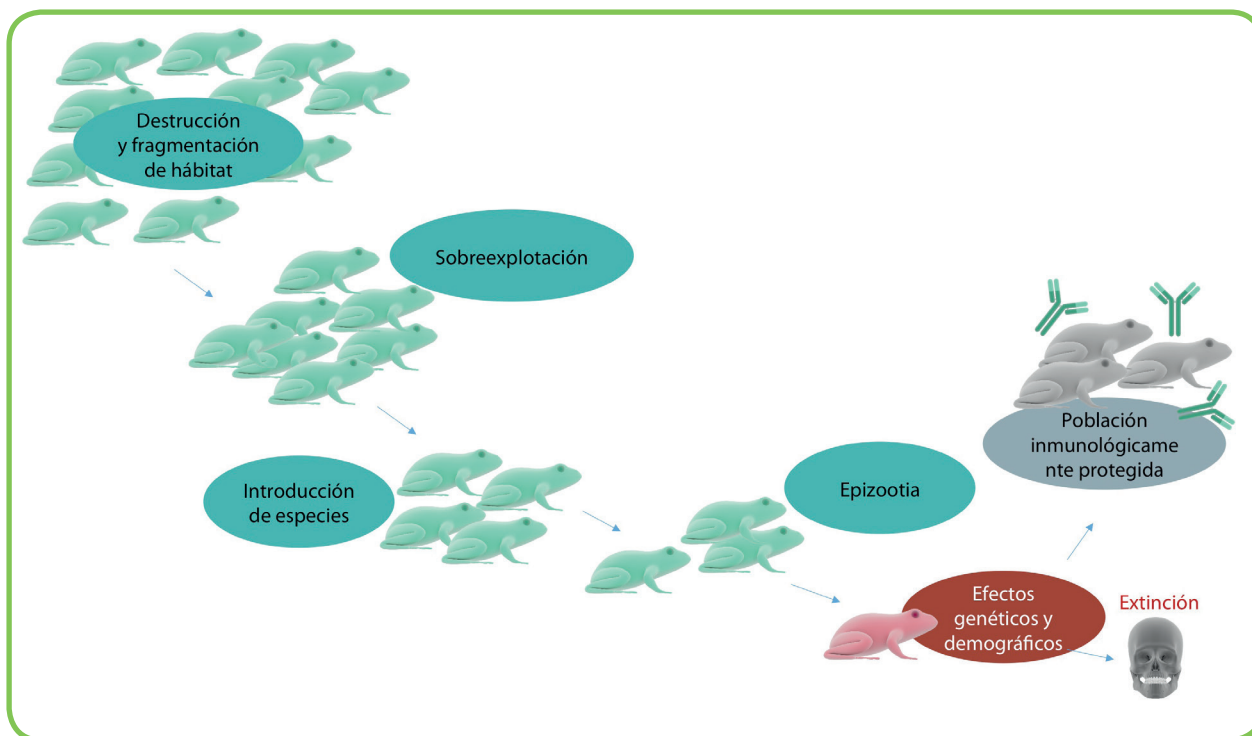


Figura 7. Efecto de una enfermedad infecciosa sobre una población dada como resultado de condiciones ambientales y poblaciones del huésped favorables al patógeno. Adaptado y modificado de Medina-Voguel, 2010.

por lo que disminuye la posibilidad de infección de las garrapatas por el roedor huésped (efecto de dilución) así como el contagio de las personas (Ostfeld y Keesing, 2000; Medina-Vogel, 2010). De manera más compleja y súbita, la eliminación repentina de un hábitat puede provocar la emigración de especies desde esa área y de los patógenos asociados a estas.

Variaciones inusuales en la densidad poblacional también pueden afectar la ecología de los patógenos al aumentar el contacto entre individuos o el intercambio de individuos entre poblaciones antes separadas. La eliminación de los bosques debido a la construcción del aeropuerto internacional de Kuala Lumpur (Malasia) provocó la emigración de los murciélagos de la fruta a los

árboles cercanos en centros agrícolas. Estos murciélagos, reservorios naturales de paramixovirus, tomaron contacto con cerdos domésticos, les transmitieron el virus y provocaron la grave encefalitis conocida como enfermedad de Nipah (Weiss, 2001; Medina-Vogel, 2010).

3.4 Tráfico de fauna silvestre e inclusión de especies alóctonas

El tráfico de fauna silvestre puede desencadenar serios problemas de salud pública (Fotografías 13 y 14). En Colombia, a pesar de la legislación existente y el control que ejercen las autorida-



Fotografía 13. Decomisos de carne de tortuga hicotea (*Trachemys callirostris*). **Fotografía 14.** Huevos de Iguana (*Iguana iguana*). Estos subproductos originados en la vida silvestre son consumidos de manera tradicional en la región caribe colombiana (Monsalve et al., 2009) pese a que se ha determinado la presencia de enterobacterias patógenas para los humanos en ellos (Barreda, Gallegos Antúnez, Bär, De Bär, Cano y Ruiz Reyes., 1999). Fotografías: Santiago Monsalve, 2010.

des ambientales, sigue siendo un problema de gran magnitud. Sin embargo, por su naturaleza ilegal no se conocen su verdadero alcance (Choperena-Palencia y Mancera-Rodríguez, 2018), su impacto sobre las poblaciones animales ni las consideraciones zoonóticas y de salud pública que se puedan generar de esta situación. En muchas ocasiones el estado médico, genético o comportamental impide la reintroducción o liberación inmediata de fauna silvestre; en estos casos la forma de asegurar el bienestar animal es su permanencia temporal en centros de valoración o de manera permanente en instituciones zoológicas. Un caso particularmente complejo son los centros de rescate en cautiverio de especies silvestres, pues allí las especies son concentradas en espacios reducidos favoreciendo la transmisión de enfermedades con el riesgo de infectar las poblaciones residentes y receptoras de los animales liberados.

Otro gran problema que puede surgir a través de las vías del tráfico de fauna internacional corresponde a las especies alóctonas, estas especies provenientes de otras regiones que son introducidas por el hombre en un nuevo ambiente son un importante elemento asociado al surgimiento de enfermedades infecciosas en especies silvestres (Medina-Vogel, 2010).

3.5 Los patógenos emergentes pueden ser nativos, exóticos o posiblemente exóticos

Nativo es aquel que ha coexistido por largo tiempo en la población huésped; exótico es aquel originado en una región geográfica dife-

rente o en una población diferente pero en la misma región; y posiblemente exótico es aquel patógeno del que se desconoce su origen pero se tiene información circunstancial que lo asocia a especies alóctonas o a actividades antropogénicas que indican un origen no nativo (Dobson y Foufopoulos, 2001; Godínez-Reyes et al., 2006).

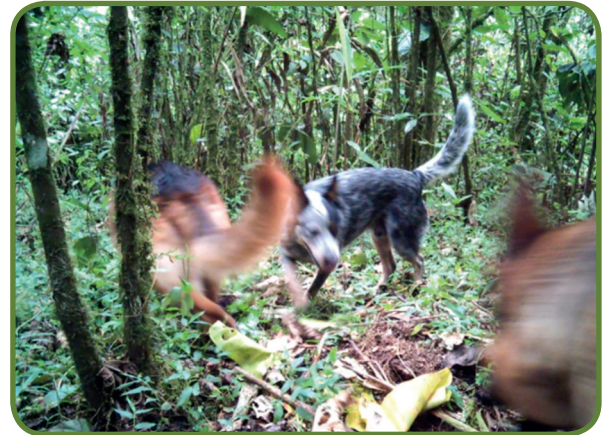
Al respecto, el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* tiene por ejemplo un rango amplio, la capacidad de reproducirse rápidamente en poblaciones de anfibios susceptibles y sobrevive saprofiticamente en el suelo o en las partes quitrinas de larvas mejorando la persistencia del patógeno y evitando así la recuperación de las poblaciones infectadas. La quitridiomycosis ha sido identificada como la causa de la muerte en masa, la disminución poblacional y la extinción de especies de anfibios en todo el mundo y se ha demostrado su asociación con el comercio internacional de estos, la introducción de anfibios alóctonos en ambientes naturales y la contaminación con esporas de sistemas de agua dulce por medio de desagües (Dobson y Foufopoulos, 2001; Daszak, Cunningham y Consortium, 2003; Medina-Vogel, 2010).

La desaparición o el surgimiento de una especie a costa de otra puede establecer una cascada trófica de las respuestas ecológicas pues cuando el equilibrio depredador-presa o cuando las relaciones inter e intraespecíficas se rompen, los efectos ecológicos pueden extenderse más allá del depredador, la presa o los competidores. Un ejemplo de esto es lo que ha sucedido en el continente africano, allí la población de perros domésticos que deambulan libremente se caracteriza por una alta tasa de crecimiento que altera la ecología de varias enfermedades infecciosas como rabia y distemper canino, lo

cual ha afectado a varias especies de felinos y cánidos silvestres en varias regiones del continente (Medina-Vogel, 2010) (Fotografía 15).

3.6 Contaminación ambiental

Los efectos de contaminantes sobre las células y el sistema inmune de mamíferos y peces son reconocidos (Arkoosh y Kaattari, 1987; Dean, Cornacoff y Luster, 1990; Medina-Vogel, 2010). Los organoclorados, por ejemplo, poseen propiedades tóxicas que afectan la respuesta de las células T. Muchos contaminantes ambientales como metales pesados y radiaciones son reconocidos tóxicos en el nivel cromosómico (Eeva, Belskii y Kuranov, 2006; Medina-Vogel, 2010), en consecuencia, algunas especies de aves que han sido estudiadas y que han estado expuestas a metales pesados como arsénico o radiactividad han mostrado una mayor diversidad nucleotídica, sugiriendo una mayor tasa de mutación en ambientes contaminados (Eeva et al., 2006; Medina-Vogel, 2010). Sin embargo, la ocurrencia de epidemias asociadas a contaminación en especies silvestres es una materia poco estudiada. En Colombia los estudios se han limitado a algunas poblaciones de especies usadas en la industria de la piscicultura y sus ambientes naturales, a tortugas hicotreas del caribe colombiano y un estudio de caso en un ejemplar de jaguar (Fotografías 16 y 17) (Marrugo-Negrete, Verbel, Ceballos y Benitez, 2008; Gracia, Marrugo, y Alvis, 2010; Racero-Casarrubia, Marrugo-Negrete y Pinedo-Hernández, 2012). Un ejemplo del efecto antrópico por contaminantes fue el detectado en ejemplares de focas del Atlántico Norte contaminadas con bifenilos policlorados



Fotografía 15. Foto de caninos domésticos ingresando a un bosque del municipio de Caldas, Antioquia, Colombia, 2015 (Quintana, Carmona, Plese, David-Ruales y Monsalve, 2016). Fotografía: Santiago Monsalve.

(BPCs-PCBs) (Heide-Jørgensen y Härkönen, 1992; Medina-Vogel, 2010), en este caso se habría presentado una situación de contagio con un nuevo patógeno por una población de fócidos en situación de susceptibilidad como resultado de la contaminación y el nuevo contacto con el principal huésped del patógeno, la foca de Groenlandia (*Pagophilus groenlandicus*), la cual habría modificado su distribución ocupando regiones al sur como resultado de la explotación de los recursos pesqueros del Ártico (Goodhard, 1988; Medina-Vogel, 2010). Migración y contagio provocaron la muerte de cientos de focas comunes, cuya susceptibilidad al parecer fue debida a la contaminación ambiental (Heide-Jørgensen y Härkönen, 1992; Medina-Vogel, 2010).

3.7 Cambio climático

El cambio climático es uno de los problemas de salud ecosistémica más complejos que en la

actualidad irrumpe con los procesos naturales, y las consecuencias para la salud son generalizadas y globales. Los efectos del cambio climático en la promoción de la propagación de enfermedades infecciosas permiten que los patógenos puedan tener mayores rangos de distribución geográfica, como los que migran desde el trópico a zonas más templadas; un ejemplo de esto es la migración epidemiológica en los casos encontrados de enfermedades como la malaria y el dengue. El aumento en la población de organismos reservorios y portadores de enfermedades y la resistencia reducida a los microorganismos oportunistas pueden ser vistos como signo de alteraciones ecosistémicas. El cambio climático favorece los cambios en la hibernación de insectos reservorios de enfermedades, el aumento en la actividad y distribución geográfica y las tasas de maduración de patógenos. Estas nuevas pautas consistentes con proyecciones de los modelos pueden ser consideradas “huellas biológicas” del cambio climático y sugieren que este ya habría podido afectar la distribución geográfica de la biota de la tierra. El calentamiento desproporcionado durante la temporada cálida juega un papel particularmente complejo en la alteración de los procesos biológicos de algunas especies

Fotografía 16. Toma de muestras de sangre en delfines para proyectos de investigación (*Tursiops truncatus* y *Sotalia guianensis*) y **Fotografía 17.** Ejemplares de quelonios como la especie hicotea del caribe (*Trachemys callirostris*) pueden ser útiles como bioindicadores ecosistémicos debido a que se encuentran en el tope de la cadena trófica en los estudios de detección de metales pesados y plaguicidas (Racero-Casarrubia et al., 2012). Fotografías: Acuario y museo del mar El Rodadero, Dr. Carlos Zuluaga y Dra. Laura Hernández, Santa Marta, Magdalena; y Municipio de Montería, Colombia, 2016.



silvestres migratorias (Aguirre, 2009). Un ejemplo de esto se reportó en Nueva York en 1999 cuando aves originarias de África contagiaron a las aves y mosquitos (*Culex* sp.) locales con el virus del Nilo occidental haciendo que éste apareciera en personas residentes en la ciudad (Rappole, Derrickson y Hubálek, 2000; Weiss, 2001; Medina-Vogel, 2010). La evaluación del riesgo de enfermedades infecciosas emergentes en especies silvestres (en un paisaje determinado) debería enfocarse en patógenos que pueden causar altas mortalidades, que permanecen por más tiempo en el medio silvestre y que además pueden causar disminuciones poblacionales al afectar las tasas de fecundidad y reclutamiento. Lo anterior, en tanto el cambio climático puede modificar fenotípica y genotípicamente una especie, aumentar su plasticidad o el grado de dimorfismo sexual intraespecífico y afectar la viabilidad de poblaciones por cambios en la diversidad de especies silvestres.

3.8 Ejemplos de indicadores biológicos del cambio global en la investigación

- Disminución de anfibios en todos los continentes.
- Disminución de organismos polinizadores.
- Proliferación de algas nocivas a lo largo de las costas de todo el mundo.
- Aparición y cruce de la barrera de especies de enfermedades emergentes y reemergentes.
- Descenso en la biodiversidad, especialmente vinculados con un clima cambiante e inestable (Aguirre, 2009).

Referencias

- Aguirre, A. A. (2009). Essential veterinary education in zoological and wildlife medicine : a global perspective. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*, 28(2), 605-610.
- Arkoosh, M. R., y Kaattari, S. L. (1987). Effect of early aflatoxin B1 exposure on in vivo and in vitro antibody responses in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Journal of Fish Biology*, 31, 19-22. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1987.tb05287.x>
- Arrivillaga, J., y Caraballo, V. (2009). Medicina de la Conservación, 20(1), 55-67.
- Barreda, C. M., Gallegos Antúnez, D. C., Bär, W., De Bär, G. M., Cano, R. F., y Ruiz Reyes, G. (1999). Reptiles “mascotas” : una fuente potencial de infecciones por Salmonella. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 1919(66), 266-269. Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-1999/ei996b.pdf>
- Choperena-Palencia, M. C., y Mancera-Rodríguez, N. J. (2018). Evaluación de procesos de seguimiento y monitoreo postliberación de fauna silvestre rehabilitada en Colombia. *Luna Azul*, 46, 181-209. Recuperado de: <https://doi.org/10.17151/luaz.2018.46.11>
- Daszak, P., Cunningham, A. a, y Consortium, A. D. H. (2003). Special issue: Amphibian Declines Infectious disease and amphibian population declines. *Diversity and Distributions*, 9(2), 141-150. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/00397910600775267>
- Dean, J. H., Cornacoff, J. B., y Luster, M. I. (1990). TOXICITY TO THE IMMUNE SYSTEM : A REVIEW, 377-378.
- Dobson, A., y Foufopoulos, J. (2001). Emerging infectious pathogens of wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1411), 1001-1012. Recuperado de: <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0900>
- Eeva, T., Belskii, E., y Kuranov, B. (2006). Environmental pollution affects genetic diversity in wild bird

- populations. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 608(1), 8-15. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2006.04.021>
- Fisher, M. C., y Garner, T. W. J. (2007). The relationship between the emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis*, the international trade in amphibians and introduced amphibian species. *Fungal Biology Reviews*, 21(1), 2-9. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2007.02.002>
- Godínez-Reyes, C., Santos del Prado, G. K., Zepeda, L. H., Aguirre, A., Anderson, D. W., Parás, G. a, ... Zavala-González, A. (2006). Monitoreo de poblaciones y condición de salud de aves marinas y lobos marinos en islas del norte del Golfo de California, México. *Gaceta Ecológica*, 81, 31-45. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Goodhard, C. (1988). Did virus transfer from harp seals to common seals? *Nature*, 336, 21.
- Gracia H., L., Marrugo N., J. L. ., y Alvis R., E. M. . (2010). Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009. *Revista Facultad Nacional Salud Pública*, 28, 118-124.
- Heide-Jørgensen, M.-P., y Härkönen, T. (1992). Epizootiology of the seal disease in the eastern North Sea. *J. Appl. Ecol*, 29(1), 99-107.
- Marrugo-Negrete, J., Verbel, J. O., Ceballos, E. L., y Benítez, L. N. (2008). Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Mojana region of Colombia. *Environmental Geochemistry and Health*, 30(1), 21-30. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10653-007-9104-2>
- Medina-Vogel, G. (2010). Ecología de enfermedades infecciosas emergentes y conservación de especies silvestres. *Arch Med Vet*, 42, 11-24.
- Ostfeld, R., y Keesing, F. (2000). Biodiversity and Disease Risk: The Case of Lyme Disease. *Conservation Biology*, 14(3), 722-728. Recuperado de: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99014.x>
- Quintana, L., Carmona, M., Plese, T., David-Ruales, C., y Monsalve, S. (2016). Análisis de la biodiversidad de fauna vertebrada en una finca de Caldas, Antioquia. *Rev. Med. Vet*, 32, 53-65. Recuperado de: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19052/mv.3855>
- Racero-Casarrubia, J. A., Marrugo- Negrete, J. L., y Pinedo-Hernández, J. J. (2012). Hallazgo de mercurio en piezas dentales de jaguares (*Panthera onca*) provenientes de la zona amortiguadora del parque nacional natural Paramillo, Córdoba, Colombia. *Revista Latinoamericana de Conservación | Latin American Journal of Conservation*, 3(1), 87-92.
- Rappole, J., Derrickson, S., y Hubálek, Z. (2000). Migratory Birds and Spread of West Nile Virus in the Western Hemisphere. *Emerging Infectious Diseases*, 6(4), 319-328.
- Weiss, R. A. (2001). The Leeuwenhoek lecture 2001. Animal origins of human infectious disease. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1410), 957-977. Recuperado de: <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0838>

