

Capítulo 1

Bases de la medicina de la conservación

Santiago Monsalve Buriticá

1.1 Los inicios

En 1884, Claude Vericel, profesor, investigador francés y discípulo de Louis Pasteur, llegó a Colombia gracias a la gestión de los sabios Juan de Dios Carrasquilla Lema y Jerónimo Triana Silva, quienes se encontraban preocupados para ese entonces por la aparición de una enfermedad que surgió en los animales domésticos de consumo y que pudo haber sido tuberculosis (*Mycobacterium tuberculosis*), enfermedad que ya era considerada un riesgo para la salud pública. En el año 1885 Vericel fundó y dirigió la primera “Escuela Oficial de Veterinaria” que funcionó hasta 1889; este fue un período durante el cual el médico veterinario en formación incluiría la historia natural y la zoología como disciplinas integrales de las artes médicas. Al igual que Vericel, los profesionales de la salud consideraban que ya existían áreas del conocimiento multidisciplinarias estrechamente alineadas. Un ejemplo de esto fue la aparición en el país del “carbón sintomático” (*Clostridium chauvoei*), enfermedad que promovió los estudios de tipo clínico y anatómo-patológico veterinario, entrelazando áreas

transversales de la ciencia. La obra del médico Vericel fue extensa, además de sus trabajos científicos, organizó los servicios de inspección de carnes y productos alimenticios de Colombia. La Escuela Oficial de Veterinaria fue clausurada a finales del siglo XIX debido al surgimiento de la guerra civil (Román, 1997).

Unas décadas antes, y al igual que Vericel, Charles Darwin definió las bases científicas de nuestra comprensión moderna de la diversidad biológica y la especiación. Por medio de sus estudios determinó que las amenazas ambientales exigían la renovación del vínculo entre la medicina, la historia natural, la zoología y la ecología. En la actualidad, la selección natural está dando paso a una insidiosa selección artificial por la huella antrópica a escala mundial, y de allí surge la medicina de la conservación como un paradigma emergente que involucra tanto un concepto histórico como una ciencia nueva (Aguirre, Ostfeld, Tabor, House y Pearl, 2002).

1.2 Fundamentos sobre la medicina de la conservación

Soulé (1985) definió la biología de la conservación, iniciada en el siglo XX, como una ciencia de crisis dedicada al estudio y prevención de las causas de la vertiginosa declinación y extinción de numerosas especies de animales y plantas.

Precisó que las causas de esta problemática son:

- Destrucción y fragmentación de hábitat.
- Cacería indiscriminada.
- Impacto por introducciones de especies exóticas.
- Efecto en cadena por extinciones.

Sin embargo, el término “medicina de la conservación” lo introdujo Michael D. Kock en 1996 para describir el amplio contexto ecológico de la salud y la relación estrecha del estudio entre disciplinas de la ecología y la salud en su conjunto (Soulé, 1985). En esencia, la medicina de la conservación se basa en conectar áreas del conocimiento (zoología, microbiología, patología clínica, salud pública, toxicología, biología celular y molecular, epidemiología, etc.) que históricamente se han visto separadas por fallas en la metodología de enseñanza inmersas en la academia. A pesar de considerarse una ciencia relativamente nueva en el país, surge en este campo un cambio transicional de paradigmas. Los efectos antrópicos sobre los ecosistemas en Colombia podrían considerarse los mismos que en gran parte de los países del tercer mundo (pérdida de la biodiversidad, destrucción, degradación y fragmentación de hábitat natural), situación que ha repercutido sobre la vida silvestre (Figura 1).

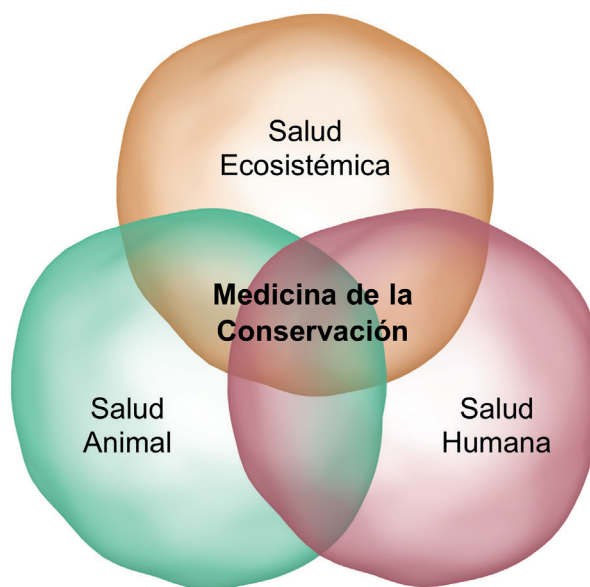


Figura 1. Triada ecológica de la enfermedad (Tabor, 2002).



Fotografía 1. Tráfico de especies silvestres (*Caiman crocodilus*) para ser utilizadas con fines comerciales en la región Caribe colombiana. Fotografía de Santiago Monsalve, Montería, Córdoba, Colombia, 2009.

En respuesta a las crecientes afectaciones para la salud humana y para la de los animales domésticos causadas por los procesos de degradación ambiental, la medicina de la conservación ha surgido como un nuevo campo interdisciplinario para abordar la compleja interrelación entre la salud y las implicaciones ecológicas propias del uso no sustentable de los recursos naturales (Fotografía 1) (Tabor, 2002).

La medicina de la conservación se convierte entonces en un área interdisciplinaria que cuenta con alcances y objetivos diversos pero con un solo fin: la conservación de las especies silvestres de manera sostenible y paralela con las actividades humanas y ecosistémicas.

1.3 Objetivos en el estudio de la medicina de la conservación

- a. Demostrar los cambios en la estructura del hábitat y en el uso del suelo.
- b. Estudiar el surgimiento y el resurgimiento de enfermedades infecciosas y parasitarias.
- c. Demostrar la implicación de los contaminantes ambientales en la salud humana y en la salud animal.

- d. Obtener indicadores que evidencien la importancia del mantenimiento ecosistémico.
- e. Demostrar los efectos causados por los cambios en la diversidad de especies y su engranaje en el mantenimiento de las enfermedades y mecanismos de transmisión (Fotografías 2 y 3) (Aguirre et al., 2002).

1.4 El concepto salud

Es evidente que, en algunos aspectos, la salud humana tenga prioridad sobre la de los animales, principalmente en los que concierne a las políticas gubernamentales. Esta situación conduce a que el estudio de la enfermedad y

la distribución de recursos para su investigación sean significativamente más relevantes respecto a las especies animales. Sin embargo, hasta la fecha, la medicina exclusivamente humana ha sido limitada en el ofrecimiento de indicadores respecto al origen de las enfermedades emergentes y reemergentes, ya que no ha sido considerada su conexión con los cambios en el medio ambiente. Los nuevos paradigmas en el equilibrio dinámico de lo que llamamos “salud” se deben ahondar desde una serie de distintas escalas espaciales y por muchas y diferentes disciplinas, incluyendo la salud humana y la pública, la epidemiología, la medicina veterinaria, la toxicología, la ecología, la microbiología



Fotografía 2. Ejemplares de venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*).



Fotografía 3. Chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), se ha determinado que estas especies pueden ser usadas como centinelas para detectar la circulación de microorganismos rickettsiales. Fotografías de César Rojano.

y la biología de la conservación (Aguirre et al., 2002). Al llegar a múltiples disciplinas, la medicina de la conservación proporciona nuevas habilidades, nuevas herramientas y una nueva visión para el campo global de la salud humana. La evolución intelectual de nuestra sociedad ha perdido una serie de habilidades al momento de la resolución de problemas basados en la observación interdisciplinaria de los mecanismos, situación que resuelve claramente el estudio de esta ciencia en crecimiento y evolución (Aguirre et al., 2002). Conceptualmente, la medicina de la conservación es el nexo de los campos de la salud humana, animal y ecosistémica; sin embargo, es más que interdisciplinaria, ya que representa una integración de conocimientos.

En conclusión, la medicina de la conservación intenta demostrar que la salud conecta a los organismos vivos desde un contexto eco-

lógico. Por tanto, se requieren esfuerzos multidisciplinarios a nivel global, nacional y local para poner en marcha actividades tangibles que abarquen al paradigma One Health en pro del beneficio del planeta, la humanidad y los animales (Dhama, Chakraborty, Kapoor, Tiwari, Kumar, Deb et al., 2013).

1.5 Áreas de estudio de interés ambiental

La salud humana está relacionada con la salud de otras especies y viceversa, y la salud de todos los seres se conecta a los ecosistemas (Monsalve, Mattar y González, 2009). Por lo tanto, para la obtención de resultados en la investigación en medicina de la conservación es necesario tener en cuenta las siguientes áreas de estudios prioritarios (Figura 2):

Efectos antrópicos sobre los ecosistemas faunísticos

Los 4 jinetes del apocalipsis faunístico por efectos antrópicos

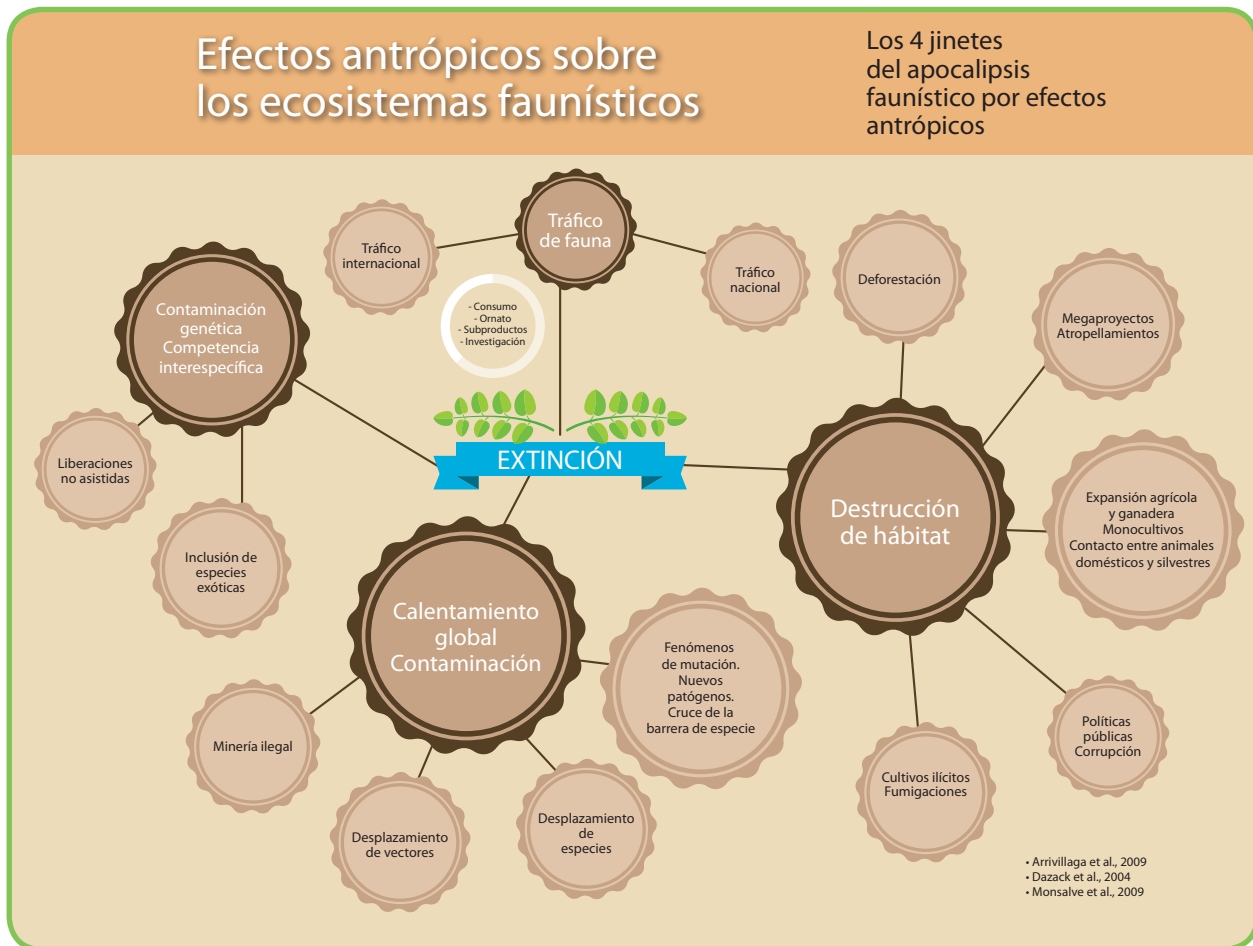


Figura 2. Efectos antrópicos sobre los ecosistemas faunísticos (Arrivillaga y Caraballo, 2009; Daszak, Tabor, Kilpatrick, Epstein y Plowright, 2004; Monsalve et al., 2009).

- Pérdida de la biodiversidad y modificación de los procesos ecológicos.
- Aumento global de los productos tóxicos, que incluye la difusión de materiales peligrosos, residuos y sustancias tóxicas con efectos de biomagnificación y bioacumulación.
- El cambio climático global y el agotamiento progresivo en algunas nuevas áreas de la capa de ozono.
- La creciente huella ecológica humana como resultado del aumento demográfico exponencial, y el uso de los recursos para el sostenimiento de esta problemática (una huella ecológica calcula los efectos humanos sobre los recursos naturales y es determinada por medio de indicadores de economía ambiental).
- La biodiversidad, vista hoy en día como un bien medicinal o como un medio para

la explotación y mercadeo de productos y servicios, debe también ofrecer indicadores que demuestren la interconexión entre la salud ecosistémica y médica, tanto humana como animal (Aguirre et al., 2002).

1.6 Cambios ecosistémicos y efectos sobre la salud

Algunas enfermedades infecciosas son una manifestación del deterioro de la salud ecosistémica. Un aspecto preocupante es el creciente reconocimiento del cruce de la barrera de especies y su transmisión por intermedio de vectores imposibles de mantener en un área determinada. Un ejemplo de esto es la diseminación en Norte América del Flavivirus (Virus del Nilo Occidental) en animales y seres humanos, este

brote se generó a finales de la década de los 90 en el área metropolitana de la ciudad de Nueva York. La detección de seropositividad de este virus en equinos en dos departamentos de la región Caribe colombiana es evidencia indirecta de la circulación del virus en un ciclo enzoótico (Monsalve et al., 2009) (Figura 3).

Además de la preocupación por las enfermedades infecciosas, se debe resaltar el enfoque emergente causado por contaminantes como metales pesados y plaguicidas que de forma amplia e histórica han sido utilizados en nuestro país en áreas naturales o agroecosistemas para la industria minera y agropecuaria. A estos tóxicos medioambientales se les considera perturbadores del sistema endocrino en organismos que hacen parte de niveles superiores

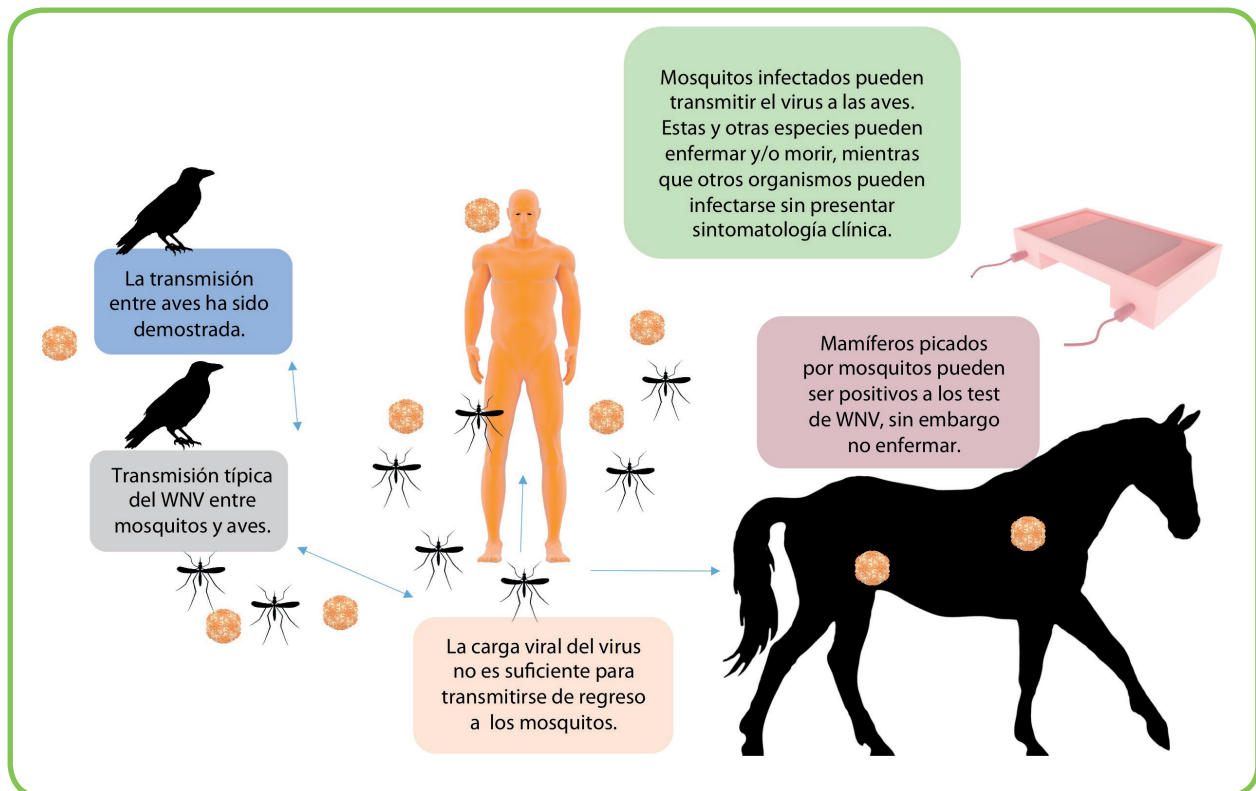


Figura 3. Ciclo del flavivirus (Virus del oeste del Nilo - WNV).

de la cadena trófica, debido a la competencia de sus moléculas con receptores hormonales de membrana. Esta situación genera un sinnúmero de compromisos que abarcan problemas múltiples de tipo inmunológico, reproductivo y del sistema nervioso en niveles letales y subletales. Los efectos de estas sustancias tóxicas y su afectación a los diferentes sistemas en Colombia han sido estudiados principalmente en el recurso pesquero.

El impacto del cambio climático en todos los procesos ecológicos es complejo. El aumento

de las precipitaciones en algunas regiones y de sequías en otras incrementa la celeridad de procesos erosivos en zonas costeras y un consecuente aumento en los niveles del mar. Todos estos factores en su conjunto promueven la incapacidad de muchas especies para adaptarse a estos cambios relativamente rápidos en los regímenes climáticos, y da como resultado el acrecentamiento de los factores que llevan a las extinciones locales. Se cree que la extinción global y nacional de algunas especies de anuros ha sido potenciada, conjuntamente con otros factores, a raíz de esta problemática (Fotografía 4).

Fotografía 4. Ejemplar anuro tomado de vida silvestre con lesiones fúngicas (Posiblemente con el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*). Fotografía de Wilfredo González, Conservación Internacional, 2009.



1.7 Una ciencia holística, interdisciplinaria y transdisciplinaria

La medicina de la conservación requiere de profesionales de diversas disciplinas que trabajen juntos y de una manera mancomunada, con el fin de hacerles frente a aspectos complejos en donde la salud y el medio ambiente se traslapan. Diferentes áreas de la ciencia y el conocimiento están reconociendo los problemas ecológicos de la salud. La medicina de la conservación examina las preocupaciones globales más allá del enfoque médico específico de la especie.

Al reunir disciplinas, puede contribuir a la solución de los problemas ambientales mediante el uso de nuevas herramientas de evaluación y seguimiento ecológico, comparativamente con los problemas de salud regional. Un posible enfoque es el desarrollo de algún tipo de evaluación integrada de la salud ecológica, que incorpore aspectos de estudios con indicadores ambientales utilizando herramientas específicas de diagnóstico biomédico que incluyan el desarrollo en procesos de gestión en el monitoreo y vigilancia de enfermedades relevantes desde el punto de vista epidemiológico (Fotografías 5 y 6) (Aguirre et al., 2002; Arrivillaga y Caraballo, 2009; Monsalve et al., 2009).



Fotografía 5 y 6. Toma de muestras de garrapatas en un ejemplar de morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) Casanare Colombia, 2015. Se han detectado microorganismos rickettsiales en garrapatas de reptiles de Colombia (Miranda y Mattar, 2014). Fotografías: Santiago Monsalve, 2015.

1.8 La huella ecológica

La huella ecológica analiza los patrones de consumo de recursos y la producción de desechos de una población, donde ambos se expresan en áreas biológicamente productivas. La huella muestra el cálculo de recursos específicos y suma los efectos por la falta de recursos. Por eso, es una herramienta que ayuda a analizar la demanda de naturaleza por parte de las personas (Martínez-Castillo, 2007). La humanidad en su conjunto emplea más de un tercio de los recursos y ecoservicios que la naturaleza puede regenerar. Muchos estudios demuestran que la huella ecológica de consumo, la cual se da por la producción de alimentos, el uso no sostenible de los productos forestales y los combustibles fósiles por sí solos, ya podría exceder la capacidad de carga global. Es necesario hacer un reconocimiento de la fragilidad de los recursos

silvestres, haciendo que cualquier iniciativa de utilización requiera una aproximación cautelosa bajo las mejores condiciones técnicas y del conocimiento científico o tradicional disponible. No siempre el uso de algunos recursos (al menos, su consumo) equivale a una estrategia de conservación, pues por más sostenible que se plantee en teoría, la incertidumbre y complejidad de los sistemas vivos hacen que sea más importante un aprendizaje lento por parte de todos los actores que el cumplimiento de metas estrictas de producción. Brigitte Baptiste, en su ensayo “La fauna silvestre colombiana: una historia económica y social de un proceso de marginalización” (2001), cuestiona el desarrollo del sector pecuario moderno, sobre todo cuando es necesario el uso de prácticas insostenibles que llevan a la destrucción (Fotografía 7) o al uso de alternativas como el aprovechamiento masivo de la fauna silvestre. Sin embargo, re-



Fotografía 7. Extracción ilegal de madera en un parque nacional natural. Parque Nacional Natural Nudo del Paramillo, Tierralta, Córdoba, Colombia. Fotografía: Santiago Monsalve, 2010.

salta la importancia de afrontar la problemática directamente, enfatizando que no es factible esperar que desde las restricciones simbólicas, religiosas, tradicionales, legales, morales o debido al control policivo, se logre una solución definitiva a esta situación (Baptiste, 2001).

1.9 Medicina de la conservación en condiciones *ex situ*

Colombia es considerado uno de los países con mayor desigualdad social del mundo por lo que en conjunto con un aumento demográfico, que suele acompañarse de explotación y un aumento en las actividades forestales, presenta una predisposición a la aparición de enfermedades emergentes y reemergentes; esto, debido a la estrecha relación entre los agentes patógenos causales que se encuentran potenciados por esta penosa situación. El estudio y accionar sobre aspectos relativos a la conservación de vida silvestre nativa colombiana, las políticas públicas nacionales y el manejo de enfermedades son complejos. Sin embargo, algunas instituciones como los Centros de Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAVR), Centros de Atención y Valoración (CAVs) y algunos parques zoológicos y acuarios se han involucrado cada vez más en la conservación haciendo de ésta uno de sus objetivos principales. Los centros de conservación *ex situ* han contribuido a la recuperación de especies en peligro de extinción y en algunos casos a procesos tan puntuales y costosos como las liberaciones y reintroducciones de vida silvestre (Monsalve et al., 2009). La medicina de la conservación, inmersa en las áreas de bienestar animal y más específicamente en el saber sobre la medicina

zoológica, cuenta con una oportunidad para llegar más allá de los confines en cautiverio para proporcionar, como un modelo de estudio, la evaluación de la salud y el mantenimiento de especies en condiciones *in situ*.

Referencias

- Aguirre, A. A., Ostfeld, R. S., Tabor, G. M., House, C., y Pearl, M. C. (Eds.). (2002). *Conservation medicine: ecological health in practice*. Oxford University Press.
- 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.
- Arrivillaga, J., y Caraballo, V. (2009). Medicina de la Conservación, 20(1), 55-67.
- Baptiste, B. L. G. (2001). Fauna silvestre en Colombia: Historia económica y social de un proceso de marginalización. En: *Rostros culturales de la fauna* (ICCAN, pp. 295-340).
- Baptiste M.P. y C. Múnera. (2010). *Análisis de riesgo de vertebrados terrestres introducidos en Colombia*. (C. D. En: Baptiste M.P., Castaño N. y G. D. L. y L. C. A. (eds). Gutiérrez F. P., Eds.) (Análisis d). Bogotá, Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Boisserie, J., Fisher, R. E., Lihoreau, F., Weston, M., Cfee, U. S. R., Box, P. O., y Ababa, A. (2011). Evolving between land and water: key questions on the emergence and history of the *Hippopotamidae* (*Hippopotamidea*, *Cetancodonta*, *Cetartiodactyla*), 1, 601-625. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00162.x>
- Castaño, J. A. (2008). *Zoológico Colombia*. Bogotá Colombia: Grupo Editorial Norma.
- Daszak, P., Tabor, G. M., Kilpatrick, A., Epstein, J. O. N., y Plowright, R. (2004). Conservation medicine and a new agenda for emerging diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1026(1), 1-11. Recuperado de: <https://doi.org/10.1196/annals.1307.001>

- Dhama, K., Chakraborty, S., Kapoor, S., Tiwari, R., Kumar, A., Deb, R., ... y Natesan, S. (2013). One world, one health-veterinary perspectives. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 1(1), 5-13.
- Delariva, L. R., y Agostinho, A. A. ngel. (1999). Introdução de espécies : uma síntese comentada. *Acta Scientiarum*, 21(2), 255-262.
- El Colombiano. (2014, April). Diez hipopótamos se salieron de Nápoles.
- Galván-Guevara, S., y De La Ossa, J. (2011). Fauna exótica y fauna trasplantada con mayor representatividad en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 3(1), 167-179.
- Graham, L. H., Reid, K., Webster, T., Richards, M., y Joseph, S. (2002). Endocrine patterns associated with reproduction in the Nile hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) as assessed by fecal progesterone analysis, 128, 74-81.
- Higgins, R. (2004). Emerging or re-emerging bacterial zoonotic diseases : bartonellosis , leptospirosis , Lyme borreliosis , plague Bartonellosis. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*, 23(2), 569-581.
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., y Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(February), 990-994. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/nature06536>
- Lewison, R. y Oliver, W. (2008). *Hippopotamus amphibius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008. IUCN SSC Hippo Specialist Subgroup. Recuperado de: <https://doi.org/e.T10103A3163790>.
- Mack, R., Simberloff, D., Lonsdale, M., Evans, H., Clout, M., y Bazzaz, F. (2000). Biotic invasions: cause epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications*, 10(3), 689-710.
- Martínez Castillo, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecológica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 8 (14).
- Medina-Vogel, G. (2010). Ecología de enfermedades infecciosas emergentes y conservación de especies silvestres. *Arch Med Vet*, 42, 11-24.
- Miranda, J., y Mattar, S. (2014). Molecular detection of *Rickettsia bellii* and *Rickettsia* sp. strain Colombianensi in ticks from Cordoba, Colombia. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 5(2), 208-212. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2013.10.008>
- Monsalve, S., Mattar, S., y González, M. (2009). Silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes zoonotic transmitted by wild animals and its impact on emerging and re-emerging diseases. *Revista MVZ Córdoba*, 14(2), 1762-1773.
- Morse, S. S. (2001). Factors in the emergence of infectious diseases. En: *Plagues and politics* (pp. 8-26). Palgrave Macmillan, London.
- Paul, J., y Rodríguez, J. O. N. P. (2001). La amenaza de las especies exóticas para la conservación de la biodiversidad suramericana. *Interciencia*, 26(10), 479-483.
- Ponce, A., Laura, B., Cabrera, A., Campos, E., Manuel, S. C., Gutiérrez, E., ... Mendoza, L. L. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, II, 277-318.
- Román, C. (1997). *Claude Vericel el amigo de los animales*. (Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas. COLCIENCIAS, Ed.).
- Saggese, M. I. D. S. (2007). Medicina de la conservación, enfermedades y aves rapaces. *Hornero*, 22(2), 117-130. Recuperado de: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-S1-S7>
- Sogbohossou, E. A., y Funston, P. J. (2011). Prey selection of lions (*Panthera leo*) in Pendjari Biosphere Reserve Benin , West Africa. En: L.U. Institute for Environmental Science (CML), Faculty of Science (Ed.), *Lions of West Africa: ecology of lion (Panthera leo Linnaeus 1975) populations and human-lion conflicts in Pendjari Biosphere Reserve* (pp. 107-124). North Benin.
- Soulé, M. (1985). What is conservation biology? *BioScience*, 35(11), 727-734.
- Stalder, G. L., Petit, T., Horowitz, I., Hermes, R., Saragusty, J., Knauer, F., y Walzer, C. (2012). Use of a medetomidine-ketamine combination for

- anesthesia in captive common hippopotami (*Hippopotamus amphibius*). *JAVMA*, 241(1), 110-116.
- Suárez, A. M. (2011, March). Practican vasectomía al hipopótamo Napolitano. *El Tiempo*, p. 1.
- Tabor, G. M. (2002). Defining conservation medicine. En: M. Aguirre, Alonso. Ostfeld, Richard. Labor, Gary. House, Carol. Pearl (Ed.), *Conservation medicine* (pp. 8-16). New York: Oxford University Press.
- Vilà, M., Bacher, S., Hulme, P., Kenis, M., Kobelt, M., Nentwig, W., ... Solarz, W. (2006). Impactos ecológicos de las invasiones de plantas y vertebrados terrestres en Europa. *Ecosistemas*, 15(2), 13-23.
- Walzer, C., Petit, T., Stalder, G. L., Horowitz, I., Saragusty, J., y Hermes, R. (2014). Theriogenology Surgical castration of the male common hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*), 81, 514-516.
- Walzer, C., y Stalder, G. (2015). *Hippopotamidae (Hippopotamus)*. *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine, Volume 8*. Elsevier Inc. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7397-8.00059-1>
- Weissenbacher, M., Salvatella, R., y Hortal, M. (1998). El desafío de las enfermedades emergentes y reemergentes. *Rev. Med. Urug*, 14, 34-40.
- Wheaton, C. J., Joseph, A. S., Reid, K., Webster, T., Richards, M., Forde, H. M., y Savage, A. (2007). Suppression of Ovulation in Nile Hippopotamus (*Hippopotamus amphibious*) Using Melengestrol Acetate-Treated Feed or High Dose Depo-Provera Injection, 274(May 2006), 259-274. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/zoo>
- Wheaton, C. J., Joseph, A. S., Reid, K., Webster, T., Richards, M., y Savage, A. (2006). Body Weight as an Effective Tool for Determination of Onset of Puberty in Captive Female Nile Hippopotami (*Hippopotamus amphibious*), 71(July 2005), 59-71. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/zoo>

