

**ANEXO**

**ESPECIES MIGRATORIAS Y SALUD:  
UNA REVISIÓN DE LA DINÁMICA DE LA MIGRACIÓN Y LAS ENFERMEDADES DE LA  
VIDA SILVESTRE, Y LA SALUD DE LAS ESPECIES MIGRATORIAS, EN EL CONTEXTO  
DE LOS ENFOQUES DE SALUD DE UNA SOLA SALUD Y ECOSISTEMAS.**

**DOCUMENTO RESUMEN**

*Cláusula de exención de responsabilidad: este documento, redactado originalmente en inglés, se ha traducido automáticamente mediante una herramienta en línea. Remítase al contenido original en inglés como fuente primaria de información. La Secretaría ha utilizado la herramienta gratuita en línea para traducir algunos anexos que contienen texto informativo y no de adopción. Esto ha supuesto un ahorro en el presupuesto de traducción. Agradecemos los comentarios de las Partes sobre este enfoque.*

**Autores coordinadores:** Marja Kipperman<sup>1</sup>, Katie Beckmann<sup>1</sup>, Anna Meredith<sup>1</sup>, Neil Anderson<sup>1</sup>, Ruth Cromie<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Edimburgo

<sup>2</sup>CMS Consejero de Salud de la Vida Silvestre designado por la COP

**Preparado para:** La Convención sobre la Conservación de los Animales Migratorios (CMS)

La financiación para este trabajo fue proporcionada por los gobiernos de Alemania y el Reino Unido.

*Este es un documento resumido que describe nuestro enfoque y las principales conclusiones esperadas de esta revisión, con nuestros mensajes y recomendaciones clave. Se elaborará un informe final y más detallado antes de la decimocuarta reunión de la Conferencia de las Partes (COP14 de la CMS) en Samarcanda, Uzbekistán, del 23 al 28 de octubre de 2023.*

## RESUMEN EJECUTIVO

### MENSAJES CLAVE

- Los ecosistemas sanos, bien gestionados y resilientes influyen positivamente en la salud en todos los sectores. Los enfoques preventivos para gestionar la salud son más rentables que abordar los problemas de salud una vez que surgen.
- La enfermedad se considera a menudo como una cuestión de supervivencia o muerte cuando, de hecho, sus efectos son a menudo mucho más sutiles, afectando la productividad, el desarrollo, el comportamiento, la capacidad de competir por los recursos o evadir la depredación, o la susceptibilidad a otras enfermedades que pueden influir consecuentemente en el estado de la población.
- Las enfermedades pueden afectar el estado de conservación de las especies migratorias, y los impulsores habituales de la disminución de la población son también los impulsores de la aparición de enfermedades que luego pueden exacerbar las amenazas preexistentes. Por lo tanto, abordar amenazas de conservación más amplias contribuye a reducir los riesgos de enfermedades para la vida silvestre migratoria, el ganado y las personas.
- Las interfaces, ya sean directas o indirectas, entre el ganado doméstico y la vida silvestre corren un riesgo significativo de resultados negativos para la salud de las enfermedades infecciosas en ambos sectores.
- Las responsabilidades de la salud de los ecosistemas y las poblaciones migratorias de vida silvestre recaen en las secciones ambientales del gobierno.
- Existen brechas significativas en la planificación de contingencia para las amenazas de enfermedades de la vida silvestre. La vigilancia inadecuada de las enfermedades de la fauna silvestre contribuye a una comprensión deficiente de ambas enfermedades y de los medios para gestionarlas. Además, las regulaciones para el transporte de muestras de diagnóstico de muchas especies están retrasando las respuestas a los brotes y obstaculizando nuestra comprensión de la epidemiología de las enfermedades de la vida silvestre.
- La dinámica de la enfermedad asociada con los costos fisiológicos de la migración es compleja y los resultados de salud para los individuos y las poblaciones dependen de la situación.
- La migración en sí misma no necesariamente aumenta la carga de infección o introduce nuevos patógenos, puede reducir la infección dentro de una población al eliminar de hecho a aquellos que no son lo suficientemente aptos para migrar, y con ellos sus genes para la susceptibilidad a enfermedades.
- El aumento de la exposición de los migrantes a diferentes y diversos agentes infecciosos puede aumentar su resiliencia a las enfermedades infecciosas.
- Por lo tanto, la migración puede servir para salvaguardar la salud de la vida silvestre y el riesgo de infección en animales domésticos y personas, dependiendo del contexto local.
- Sin embargo, la migración puede llevar nuevos agentes infecciosos a nuevas áreas y a poblaciones ingenuas, aumentando la probabilidad de infección y enfermedad.

- Los agentes infecciosos pueden influir en el comportamiento migratorio y los resultados de la migración.
- Las actividades humanas están influyendo profundamente en los patrones migratorios. Los cambios en la migración, junto con los impulsores de estos cambios, pueden aumentar la carga de infección en las poblaciones migratorias.
- Estas mayores cargas de infección pueden comprometer la salud de los animales salvajes migratorios y/o la salud de los animales domésticos e incluso de las personas.

#### **RECOMENDACIONES PRELIMINARES**

- Los ecosistemas resilientes saludables crean el entorno y determinan la salud. Los enfoques preventivos son rentables y necesarios para promover la salud en la vida silvestre migratoria, el ganado y las personas. Por lo tanto, el papel de quienes participan en la conservación de la biodiversidad y los medios de vida sostenibles debe ser reconocido y apoyado activamente en su contribución a la salud en todos los sectores. El papel del PNUMA en la Cuadripartita de la OMS de la FAO y la OMS es bienvenido.
- Deben intensificarse los esfuerzos para abordar los factores que impulsan la disminución de la población, como el cambio climático, la pérdida y degradación del hábitat, la contaminación, las especies invasoras y las barreras a la migración, ya que también son impulsores de la aparición de enfermedades en todos los sectores.
- En lugar de ver la salud animal como la responsabilidad exclusiva de los ministerios de agricultura, las secciones ambientales del gobierno deben involucrarse y liderar la salud de la vida silvestre y los ecosistemas.
- Los enfoques de One Health aprecian la interconectividad de la salud entre la vida silvestre, el ganado y las personas, pero a menudo pueden ser antropocéntricos: tales enfoques deben usarse de manera equitativa en las decisiones sobre la gestión de la salud, apreciando que promover la salud de la vida silvestre reduce los riesgos para los humanos y nuestros intereses, además de aportar beneficios de conservación.
- La prevención y la respuesta a las enfermedades de la fauna silvestre requieren un buen trabajo intersectorial. Se alienta a los gobiernos, sus agencias y todos aquellos que manejan la vida silvestre a planificar una contingencia en tiempos de paz que involucre a todas las partes interesadas relevantes para prevenir que ocurran problemas de salud de la vida silvestre pero también para responder adecuadamente en situaciones de emergencia. Esto minimizará los impactos adversos de los brotes de enfermedades y las medidas de control inadecuadas.
- Las interfaces ganado-vida silvestre causadas, por ejemplo, por el desarrollo agrícola y la invasión de áreas silvestres, son particularmente problemáticas para la propagación y el retroceso de enfermedades. Se debe hacer todo lo posible para gestionar el ganado a fin de reducir estos riesgos en beneficio de todos. Esto podría incluir una mejor bioseguridad, una mejor planificación o cambios significativos y una reevaluación del manejo del ganado, particularmente en países de ingresos medios y altos donde se pueden tomar decisiones sobre las fuentes de proteínas.
- Se protegerá y fomentará la salud de las poblaciones migratorias mediante el fortalecimiento de los "sistemas de salud de la vida silvestre" que comprendan la experiencia y los recursos necesarios para permitir una vigilancia, diagnóstico y gestión

eficaces y rápidos de las enfermedades. La creación de esta capacidad es relativamente barata en comparación con los costos potenciales asociados con el manejo reactivo de los brotes de enfermedades.

- Se requiere una vigilancia sólida de la salud de la vida silvestre, con la conservación (en lugar de la protección del ganado) como su objetivo, para apoyar una planificación sólida y una evaluación de riesgos, y la vigilancia puede integrarse con el monitoreo ecológico y de la población. Se necesitan mejoras en los diagnósticos de vida silvestre, las instalaciones de prueba y los sistemas de notificación, junto con el desarrollo de capacidades adecuadas, en todo el mundo. Las regulaciones para el transporte de especímenes de especies amenazadas a través de las fronteras nacionales están retrasando las respuestas al brote y esto también debe abordarse.
  
- Existen importantes lagunas de conocimiento sobre la epidemiología y los impulsores de muchas enfermedades de las especies migratorias que impiden una buena gestión de la salud. La investigación y los recursos deben centrarse en las amenazas prioritarias para la salud de las especies migratorias, en particular las que tienen un estado de conservación deficiente.

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Fines y objetivos

El objetivo de este programa de trabajo es realizar un examen de la salud de las especies migratorias para la Convención sobre las Especies Migratorias del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (CMS del PNUMA) sobre la base del mandato establecido en el [documento UNEP/CMS/ScS-SC5/Doc.6.4.1](#). Esto servirá de base para la labor del nuevo Grupo de Trabajo de la CMS sobre Especies Migratorias y Salud del Consejo Científico de la CMS ([UNEP/CMS/ScC-SC5/Outcome 11](#)).

Si bien la CMS tiene una resolución existente sobre enfermedades de la vida silvestre y especies migratorias que se adoptó en la COP12 en 2017 ([UNEP/CMS/Resolución 12.6 Enfermedades de la vida silvestre y especies migratorias](#)), y ha desempeñado un papel importante en la respuesta al [envenenamiento](#) y [la gripe aviar en](#) especies migratorias, se reconoce que hay margen para un mayor enfoque de la CMS en este tema. Las enfermedades de la vida silvestre no ocuparon un lugar destacado en la agenda de la COP13, sin embargo, la pandemia de COVID-19 ha dado lugar a un renovado interés en One Health. Este interés fue estimulado e informado por informes como Preventing [the Next Pandemic](#) del PNUMA (PNUMA, 2020). Después de la COP13, el Consejo Científico de la CMS decidió emprender acciones con respecto a la salud de las especies migratorias y, en consecuencia, propuso el establecimiento del grupo de trabajo antes mencionado, junto con esta revisión.

### 1.2 Principales áreas temáticas

El informe consta de las siguientes secciones principales:

- Una sección "Una **sola salud y la salud de los ecosistemas**" **que resume el contexto de la salud en relación con la conservación; la interdependencia de la salud en todos los sectores; y la necesidad de una sola salud y enfoques ecosistémicos para la salud y su gestión.**
- Una **sección de "dinámica de la migración y la enfermedad"**, que analiza las enfermedades en relación con la migración y los posibles impactos de la migración y su interrupción en la salud de la vida silvestre, los animales domésticos y los seres humanos (es decir, los riesgos zoonóticos).
- Una sección de "cuestiones sanitarias clave para las especies migratorias" **que examina las principales cuestiones de salud que afectan a las especies migratorias, a un alto nivel, haciendo hincapié en las cuestiones conocidas para las especies incluidas en los Apéndices de la CMS.**

Estas secciones se resumen en las páginas siguientes.

## 2 UNA SOLA SALUD Y SALUD DEL ECOSISTEMA

En esta sección, revisamos el concepto de One Health y cómo la salud del ecosistema y la vida silvestre son integrales y están conectadas a este enfoque. También destacamos las oportunidades para que la gestión de la salud sea más holística en todos los sectores.

### 2.1 Definiciones

#### 2.1.1 Dimensiones de salud

Salud de la vida silvestre

Para esta revisión, definimos la salud de la vida silvestre *"como el bienestar físico, fisiológico, conductual y social de los animales silvestres medido a nivel individual, poblacional y de ecosistema más amplio, y su resiliencia al cambio"* (Meredith et al., 2022).

Desde esta perspectiva, la "salud" en individuos y poblaciones más amplias infiere que sus necesidades básicas están satisfechas y son capaces de adaptarse al cambio ambiental. Esto significa que los individuos y las poblaciones son resistentes a los cambios sociales asociados y pueden cumplir con sus funciones habituales, tanto para sí mismos como para lo que esperamos de una población "saludable" que funcione (Stephen, 2014). Se relaciona estrechamente con el concepto de salud de los ecosistemas que se examina más adelante.

### Salud del ecosistema

*"Un ecosistema saludable se define como 'estable y sostenible'; mantener su organización y autonomía en el tiempo y su resiliencia al estrés"* (Rapport et al., 1998).

El concepto reconoce que la salud de los ecosistemas está interconectada con la salud de los demás, y que nuestras acciones sobre los ecosistemas pueden afectar significativamente la salud de sus habitantes y su capacidad de adaptación al cambio.

### Una sola salud

*"One Health es un enfoque integrado y unificador que tiene como objetivo equilibrar y optimizar de manera sostenible la salud de las personas, los animales y los ecosistemas. 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"* (OHHLEP, 2022).

Este es el término más utilizado y aceptado que describe un enfoque colaborativo e interdisciplinario para gestionar problemas de salud a gran escala que afectan a los seres humanos, los animales (ganado y vida silvestre) y el medio ambiente. Los enfoques de One Health están destinados a lograr una mayor equidad en salud en todos estos sectores, haciendo hincapié en que para los problemas de salud humana que abarcan estos sectores, la gestión óptima requiere atención a los factores animales y ambientales relacionados con los problemas de enfermedad.

### Otras dimensiones de la salud

Una población saludable de vida silvestre es genéticamente diversa. Los tamaños de población pequeños corren más riesgo de cambios perjudiciales a nivel genético, como endogamia, mutaciones genéticas dañinas y una reducción en la variación genética. Esto puede reducir su resiliencia al cambio y puede aumentar su susceptibilidad a las enfermedades infecciosas, aumentando así el riesgo de extinción para algunas poblaciones (Frankham et al., 2012).

Históricamente, los conceptos indígenas de salud se han pasado por alto, sin embargo, las personas que han crecido rodeadas de la naturaleza y aprendiendo de ella tienen una perspectiva y una comprensión únicas de cómo funcionan los ecosistemas. Pueden percibir cambios sutiles como indicadores tempranos de problemas de salud significativos, por ejemplo, los cazadores pueden identificar la condición de pérdida de sus presas, lo que puede ser un indicador temprano de los factores estresantes y la disminución de la población local. (Kutz y Tomaselli, 2019). La salud del medio ambiente es una característica clave de muchas culturas y creencias indígenas, que comúnmente son consistentes con el espíritu de One Health. También son custodios de algunos de los ecosistemas más naturales y biodiversos que quedan en el mundo (Riley et al., 2021).

## 2.1.2 Condiciones de salud

¿Qué es la enfermedad?

La enfermedad puede definirse como "cualquier deterioro que interfiera o modifique el desempeño de las funciones normales [de un organismo], incluidas las respuestas a factores ambientales como la nutrición; tóxicos y climáticos; agentes infecciosos; defectos inherentes o congénitos, o combinaciones de estos factores" (Wobeser, 1981).

A partir de esta definición, es importante apreciar que no todas las enfermedades son causadas por agentes infecciosos, sino también por causas no infecciosas. La enfermedad tampoco siempre conduce a la muerte de los individuos: puede enfermarlos o perjudicar sus funciones fisiológicas o conductuales normales; o puede conducir a problemas de salud continuos; Pero los animales pueden recuperarse de la enfermedad y pueden ser más resistentes al desafío en el futuro, por ejemplo, a través del desarrollo de la inmunidad. Ver Mesa 1, a continuación se describen algunos términos comunes relacionados, como «infección» y «zoonosis».

### **Mesa 1. Terminología común (adaptado de Wobeser., 2006)**

<b>Terminología</b>	<b>Descripción</b>
Infección	La presencia en un individuo de un agente que puede causar enfermedad. Un individuo puede estar "infectado" con un agente, pero puede o no sufrir de enfermedad como consecuencia de la infección.
Infeccioso (agente)	Un agente que puede causar infección en un individuo (ver Tabla 2 a continuación)
Enfermedad (clínica)	Deterioro de las funciones normales debido a la presencia de un agente infeccioso u otro deterioro
Contagioso	Un agente que puede causar infección y también puede transmitirse de individuo a individuo
Infecciones subclínicas "silenciosas"	Una infección por un agente que causa pocos o ningún síntoma externo de la enfermedad en el individuo. Puede haber poco o ningún impacto negativo observable en el individuo
Enfermedad no infecciosa	Impedimentos de salud que no son infecciosos. Esto incluye enfermedades genéticas; enfermedad resultante de extremos físicos (calor, frío); traumatismos, enfermedades degenerativas (por ejemplo, relacionadas con la edad); enfermedades o deficiencias nutricionales; y enfermedades debidas a productos químicos (toxinas naturales o relacionadas con el ser humano), metales pesados u otras sustancias tóxicas
Zoonosis (o enfermedad zoonótica)	Enfermedades que pueden transmitirse entre animales y humanos

¿Qué causa la enfermedad?

Como se discutió, no todas las enfermedades son causadas por agentes infecciosos: en muchos casos, las condiciones no infecciosas son responsables de la interrupción de las funciones normales. Estas condiciones en los animales pueden ser de origen natural u originarse en actividades humanas. Mesa 2 enumera los agentes infecciosos y las afecciones no infecciosas como categorizados para el propósito de esta revisión.



**Mesa 2. Agente infeccioso y condiciones no infecciosas de la enfermedad (adaptado de Beckmann et al., 2022).**

Agentes infecciosos	Condiciones no infecciosas
Virus Gérmenes Hongos y levaduras Pasterizar Endoparásitos (gusanos) Ectoparásitos (pulgas, garrapatas, ácaros, etc.) Otro, por ejemplo, tumor transmisible (según corresponda) Priones	Toxinas, contaminación, eutrofización Respuesta fisiológica al clima (por ejemplo, hipertermia) Desnutrición (por ejemplo, inanición), enfermedad o deficiencia nutricional Estrés o molestias de las personas (por ejemplo, contaminación acústica o lumínica) Trauma no intencional de humanos (por ejemplo, colisión de vehículos, enredo, captura incidental); trauma por lesión intencional, depredación o competencia <sup>1</sup> Ingestión de objetos extraños (por ejemplo, plástico) Lesiones ambientales (por ejemplo, electrocución, ahogamiento, quemaduras) Otras afecciones, incluidos problemas de desarrollo, genéticos o de comportamiento

<sup>1</sup>El trauma por lesión intencional, depredación o competencia se incluye para completarlo aquí, pero se clasifica por separado, bajo "otros problemas" (específicamente "persecución" y "problemas ecológicos") en la sección 3 de esta revisión.

Sin embargo, vale la pena señalar que los problemas de salud en la vida silvestre no son solo de enfermedades infecciosas y no infecciosas (Stephen, 2022). Hay muchas otras amenazas que afectan a la salud de la vida silvestre que a menudo se derivan de problemas sociopolíticos profundamente arraigados, como el creciente impulso por la riqueza económica, la expansión agrícola, la urbanización y los conflictos políticos, por nombrar algunos. (Manfredo *et al.*, 2020).

**2.2 Salud de la vida silvestre, conservación de la biodiversidad y efectos indirectos**

*2.2.1 Estado de conservación de las especies migratorias*

Muchas especies migratorias están disminuyendo, debido a una multitud de factores, muchos de los cuales son comúnmente impulsados por la actividad humana. La mayoría de estos "impulsores" (descritos más adelante en esta sección) están contribuyendo a la disminución no solo de las especies migratorias, sino también de las especies de vida silvestre en todo el mundo. Estas disminuciones y sus impulsores se exploran más a fondo en otro informe de la CMS del PNUMA, actualmente en preparación.

*2.2.2 Salud y conservación de la vida silvestre*

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores de salud y enfermedad de la vida silvestre, y dado que se espera un bajo nivel de enfermedad en cualquier población de vida silvestre, las enfermedades preocupantes para la conservación de la vida silvestre son aquellas a las que la población en cuestión no puede responder o no es resistente a lo largo del tiempo (Hanisch *et al.*, 2012; UFWS., 2020; Bacon *et al.*, 2023). En esta revisión se utiliza el término "amenaza" para denotar tales afecciones patológicas significativas, para las cuales puede haber evidencia de un impacto negativo a nivel de la población.

Como se mencionó anteriormente, la enfermedad en las poblaciones de vida silvestre puede ser un fenómeno natural y un mecanismo para la regulación natural del número de individuos de una especie particular dentro de un ecosistema. Sin embargo, cuando las poblaciones

están disminuyendo como resultado de otros factores estresantes como la invasión del hábitat, la contaminación o la persecución, entonces la enfermedad en una población en riesgo puede causar una disminución de tal gravedad que la población no puede recuperarse. Esto puede conducir a eventos de extinción local (Aguirre & Tabor., 2008).

Las disminuciones inducidas por enfermedades en las poblaciones de animales salvajes pueden afectar negativamente a los ecosistemas. Muchas especies proporcionan beneficios ecosistémicos. Por ejemplo, los ungulados de pastoreo en grandes manadas proporcionan nutrientes esenciales a los pastos y plantas a través de sus excreciones. Sus comportamientos de alimentación o forrajeo pueden regular el crecimiento de las plantas, manteniendo la biodiversidad general de las especies de plantas y animales en el ecosistema que habitan (Kauffman *et al.*, 2020). Por lo tanto, los brotes de enfermedades en la vida silvestre a veces pueden tener impactos más amplios en los ecosistemas.

#### Ejemplo de caso

Reducción de la población de perritos de las praderas (*Cynomys spp.*) por infección con *Yersinia pestis* (peste selvática) conduce a cambios en las especies de plantas de pastizales y alteración del contenido de nitrógeno en el suelo. Chorlitos de montaña (*Charadrius montanus*) anidan en el suelo de madrigueras de perros de las praderas, por lo que cuando el número de perros de las praderas disminuye de *Y.pestis* Infección, las poblaciones de chorlito de montaña a menudo disminuyen simultáneamente (Eads y Biggins, 2015).

### 2.2.3 Salud de la vida silvestre y "derrame"

Los brotes de enfermedades de la vida silvestre pueden ocurrir dentro de las poblaciones de vida silvestre y / o entre diferentes especies de vida silvestre. Sus agentes infecciosos también pueden potencialmente "extenderse" y causar enfermedades en animales domésticos (incluido el ganado) y personas (Acevedo-Whitehouse y Duffus., 2009). Es más probable que las "nuevas" enfermedades infecciosas emergentes provengan de la vida silvestre a través de eventos indirectos como resultado de la creciente presión de las actividades humanas. Sin embargo, la transmisión directa de enfermedades zoonóticas de la vida silvestre a las personas es rara. La gran mayoría de la transmisión de enfermedades zoonóticas se deriva de animales domésticos (animales de compañía y ganado), por ejemplo, del consumo de productos ganaderos como zoonosis transmitidas por los alimentos (Grace *et al.*, 2012). Cuando se produce la transmisión a las personas de la vida silvestre, es principalmente a través de la transmisión indirecta, es decir, a través de una especie intermedia ('vector') como el mosquito (por ejemplo, el virus del Nilo Occidental) (Kock y Cáceres-Escobar., 2022).

El ganado a menudo es la fuente de enfermedades para las especies de vida silvestre, y el derrame también ocurre del ganado a la vida silvestre. Esta es una preocupación importante para muchas especies de vida silvestre y puede tener graves consecuencias. Por ejemplo, en 2016-2017 hubo una mortalidad masiva de miles de antílopes saiga mongoles (*Saiga tatarica mongolica*) se produjeron tras la introducción del virus de la peste de pequeños rumiantes (PPRV) procedente de pequeños rumiantes (ovinos y caprinos). También se produjeron muertes en otras especies de fauna silvestre, incluida la cabra montés siberiana (*Capra sibirica*) y gacela bocio (*Gazella subgutturosa*). Se cree que el virus se introdujo a partir de movimientos de ovejas y cabras que usaban las mismas tierras que saiga, y redujo significativamente el tamaño de la población de saigas. (Pruvot *et al.*, 2020).

**Ejemplo de caso**

La cepa de influenza aviar altamente patógena H5N1 (HPAI), que desde 2020 ha afectado significativamente a las poblaciones de aves silvestres a nivel mundial, se originó en gansos domésticos en China en 1996. El virus se mantuvo en gran medida en las aves de corral en Asia hasta que se produjo un gran evento de contagio a la vida silvestre en el lago Qinghai, China, en 2005. La alta mortalidad temprana de aves silvestres fue seguida por años de brotes episódicos. Los cambios en el virus y las vías hacia nuevos huéspedes, como las colonias de cría de aves marinas, han dado lugar a graves problemas de conservación y exigen una mejor protección de la vida silvestre contra las enfermedades del ganado. (Kuiken y Cromie, 2022).

**2.3 Las amenazas a la conservación como impulsoras de enfermedades**

Existe una gran superposición entre las amenazas de conservación para las especies en peligro o vulnerables y los impulsores de la aparición de enfermedades. Los principales impulsores que contribuyen a la disminución y extinción de las especies silvestres también son los impulsores de los brotes de enfermedades (Machalaba *et al.*, 2020). La enfermedad exacerba aún más las amenazas al estado de conservación.

Por ejemplo, la pérdida de hábitat y la invasión de actividades humanas, como la agricultura y el desarrollo, ejercen presión sobre las poblaciones al reducir sus áreas habitables disponibles o degradar la calidad del hábitat. Estos cambios pueden predisponerlos a brotes de enfermedades de varias maneras, como conducir a un contacto más cercano con animales domesticados (ganado) y humanos, aumentar la probabilidad de transmisión de enfermedades del ganado a la vida silvestre, o viceversa (Kock y Cáceres-Escobar., 2022). Mesa 3 describe los impulsores de las amenazas a la conservación de la vida silvestre y la aparición de enfermedades. Utilizamos estas categorías de conductor en nuestra revisión (Sección 3, a continuación).

Por lo tanto, la presencia de enfermedades infecciosas y no infecciosas en la vida silvestre, y su gravedad, pueden ser indicadores de la salud del ecosistema que habitan, y la vida silvestre puede actuar como centinelas (sistemas de alerta) para el estado de salud de los ecosistemas. Las acciones para mejorar la salud de la vida silvestre y sus ecosistemas, reduciendo las presiones a través de acciones humanas más sostenibles, también pueden mejorar la salud de los humanos y el ganado. Se requieren enfoques interdisciplinarios para desarrollar soluciones a estos problemas difíciles y complejos (Meredith *et al.*, 2022).

**Mesa 3. Impulsores de amenazas a la conservación, que también actúan como impulsores de la aparición de enfermedades (adaptado de UICN, 2023).**

Conductor	Descripción
Agricultura o acuicultura	Expansión o intensificación agrícola, incluida una mayor interfaz entre el ganado y la vida silvestre
Otra pérdida, degradación o perturbación del hábitat	Asentamientos relacionados con los seres humanos; cambiar el uso de la tierra; carreteras u otras infraestructuras; alteración, destrucción o perturbación de hábitats debido a otras actividades humanas (incluida la producción de energía y las industrias extractivas); corredores de transporte y servicios; perturbación del ruido; guerra y conflicto; recreación. Puede conducir a una mayor proximidad a asentamientos humanos o especies domésticas o salvajes no cultivadas (por ejemplo, perros / gatos).
Sobreexplotación (cosecha o persecución)	Uso excesivo consuntivo deliberado o no intencional de los recursos silvestres por la caza, la recolección, la pesca y la recolección de recursos
Especies invasoras	Especies exóticas invasoras, otras especies problemáticas o genes <sup>1</sup>
Contaminación	Introducción de materiales o energía exóticos y/o excedentes o tóxicos al medio ambiente. Incluye la contaminación química y plástica; Agricultura, silvicultura, escorrentías/efluentes industriales, aguas residuales domésticas, residuos sólidos
Cambio climático o fenómenos meteorológicos severos	Amenazas de cambios climáticos a largo plazo, que pueden estar relacionados con el calentamiento global y otros eventos climáticos severos. Incluye sequías, temperaturas extremas, tormentas e inundaciones
Otro	Eventos geológicos catastróficos

<sup>1</sup>La definición de la UICN y la CMS incluye enfermedades invasoras de estas especies, pero se consideran por separado para el propósito de esta revisión.

## 2.4 Enfoques holísticos de salud: desafíos y oportunidades

### 2.4.1 Limitaciones de los enfoques actuales

Es importante reconocer las debilidades en la forma en que la sociedad ve actualmente la salud de la vida silvestre, con un enfoque predominante en la mala salud / enfermedad y las respuestas de emergencia a los brotes. Estos dominan entonces la financiación y el gasto en salud. Si bien este enfoque es sin duda importante, distorsiona la ecuación de la salud y no aborda lo que "determina" la salud (o la mala salud). Ese fracaso puede resultar en cargas innecesarias de enfermedad para los seres humanos, los animales domésticos y salvajes. Además, la salud animal a menudo se considera una responsabilidad de los ministerios de agricultura con muy poca participación en la salud por parte de los sectores ambientales del gobierno.

Para la salud de la vida silvestre, esto a menudo se ve a través del prisma de cómo afecta inmediatamente a los humanos y nuestros intereses. Las respuestas a los brotes de enfermedades en las que la vida silvestre desempeña un papel generalmente han sido reaccionarias, en lugar de preventivas. Esto puede conducir rápidamente a resultados negativos. Un ejemplo reciente ha sido la pandemia de COVID-19. La vida silvestre fue rápidamente culpada como la fuente del virus con algunos informes de murciélagos que fueron atacados como parte de las respuestas basadas en el miedo. Del mismo modo, la propagación de la gripe aviar altamente patógena H5N1 a las aves silvestres provocó tanto la muerte de aves silvestres como la destrucción de nidos y algunos hábitats de humedales en los primeros días de la enfermedad. Estas respuestas no comprenden las causas

fundamentales ni se dan cuenta de la interconexión de la salud en los animales, el ecosistema y las personas. El uso de enfoques racionales y preventivos, como mejorar la planificación de las actividades agrícolas o las prácticas de bioseguridad en granjas y mercados, o mejorar las prácticas agrícolas para reducir los factores estresantes en la vida silvestre, puede permitir que las personas vivan de manera más sostenible junto a la vida silvestre y con menos resultados negativos (Machalaba *et al.*, 2020). La gestión reactiva no solo puede ser perjudicial a largo plazo, sino que también es económicamente costosa, y mucho más que los enfoques preventivos. (Dobson *et al.*, 2020).

El enfoque One Health ha sido criticado por permanecer con frecuencia demasiado antropocéntrico, centrando la mayor parte de su atención en mejorar la salud de los humanos y reducir los riesgos que enfrentan los humanos, con poca consideración por la salud y el bienestar de los animales no humanos (Stephen *et al.*, 2023). Como se mencionó anteriormente, esto puede generar grandes costos para las poblaciones animales, como cuando se utiliza el sacrificio o la contención como método de control de enfermedades. También pone un gran énfasis en que la vida silvestre sea la causa de brotes de enfermedades y riesgo para los humanos, en lugar de comprender cómo todos estos sistemas están interrelacionados, y que las acciones humanas son un factor causal subyacente frecuente. Para mejorar esto, se están proponiendo nuevos marcos para hacer que One Health sea más holístico y menos orientado al ser humano, como el marco propuesto recientemente por Stephen *et al.* (2022): un "marco de salud informado por la equidad en un marco de salud".

A lo anterior se suman múltiples dificultades logísticas que afectan negativamente las respuestas a los problemas de enfermedades de la vida silvestre. Por ejemplo, muchos países tienen instalaciones inadecuadas de vigilancia y diagnóstico, o carecen de capacidad para adoptar enfoques de investigación y almacenamiento adecuados de muestras. Además, los países que parecen ser puntos críticos de enfermedades emergentes (zoonóticas y de otro tipo) son a menudo aquellos con infraestructuras de salud y sistemas de investigación más débiles (Watsa *et al.*, 2020). A esto se suman las regulaciones en el transporte de muestras de especies amenazadas (incluidas en la CITES) que pueden retrasar el análisis de muestras y, por lo tanto, las respuestas a los brotes de enfermedades (Machalaba *et al.*, 2020). Los sistemas de notificación voluntaria de incidentes de enfermedades o mortalidad de la fauna silvestre suelen ser inadecuados e ineficaces, y se requieren esfuerzos de colaboración en todo el mundo para mejorar esta situación.

#### 2.4.2 Oportunidades de mejora

La biodiversidad desempeña un papel clave en el funcionamiento de los ecosistemas. De hecho, la salud puede verse como una propiedad de un ecosistema y un ecosistema natural biodiverso es intrínsecamente saludable y resistente. Por lo tanto, mantener y mejorar la biodiversidad de los ecosistemas debe ser parte de un enfoque holístico de salud que reduzca los riesgos de enfermedades para la vida silvestre, los animales domésticos y / o las personas. Los cambios en la biodiversidad pueden alterar la dinámica de las enfermedades en las poblaciones de vida silvestre.

La comprensión completa de estos determinantes de la salud conducirá a enfoques preventivos o ecosistémicos de la salud que probablemente tengan mejores resultados al considerar los contextos más amplios de la agricultura sostenible, el desarrollo socioeconómico, la protección del medio ambiente y la sostenibilidad, y los patrones complejos del cambio global (Cromie *et al.*, 2012).

La salud de las especies silvestres puede protegerse y fomentarse mediante el fortalecimiento de los «sistemas de salud de la fauna silvestre», es decir, los conocimientos especializados y los recursos fundamentales para permitir una vigilancia, un diagnóstico y una gestión

eficaces y rápidos de las enfermedades. Las organizaciones mundiales y nacionales tienen la capacidad de mejorar los enfoques de la salud en todos los sectores, por ejemplo:

- Mejorar la capacidad de vigilancia, diagnóstico e investigación de brotes de enfermedades de fauna silvestre.
- Establecer un sistema mundial de notificación para rastrear los brotes de enfermedades y comprender las enfermedades de la vida silvestre (con datos ecológicos contextuales completos para medir los impactos de los brotes).
- Establecer directrices internacionales sobre enfoques preventivos y constructivos de gestión del riesgo de enfermedades, para prevenir respuestas ineficaces y potencialmente perjudiciales a los brotes de enfermedades de la fauna silvestre
- Promover la comprensión de los verdaderos determinantes de la salud y el papel de los ecosistemas biodiversos resilientes en este contexto.
- Fomentar la equidad en los enfoques de Una sola salud, y utilizarlos en las decisiones sobre planificación, desarrollo y, en particular, prácticas agrícolas.
- Fomentar una planificación de contingencia más eficaz para la salud de las especies silvestres, tanto en términos de planes de mitigación para minimizar los riesgos para la vida silvestre como de planificación de la respuesta de emergencia en situaciones de brote para garantizar que se tomen las medidas de gestión más adecuadas y rápidas.
- La gestión preventiva y rápida es clave. Los riesgos de enfermedades para la fauna silvestre junto con los riesgos estándar para humanos y ganado deben incluirse y tenerse en cuenta en las evaluaciones de impacto ambiental. Esto podría ayudar a identificar qué acciones de manejo podrían usarse para reducir o mitigar los riesgos de enfermedad. Esto no detendrá todos los brotes de enfermedades, pero puede ayudar a contenerlos más rápidamente, reduciendo así el impacto tanto en animales como en humanos (Machalaba *et al.*, 2020; Kock y Cáceres-Escobar, 2022).

#### **MENSAJES CLAVE: Una sola salud y la salud de los ecosistemas**

- Los ecosistemas sanos, bien gestionados y resilientes influyen positivamente en la salud en todos los sectores. Los enfoques preventivos para gestionar la salud son más rentables que abordar los problemas de salud una vez que surgen.
- La enfermedad a menudo se ve como una cuestión de supervivencia o muerte cuando, de hecho, los efectos a menudo son lejanos. más sutil, en lugar de afectar la productividad, el desarrollo, el comportamiento, la capacidad de competir por recursos o evadir la depredación, o la susceptibilidad a otros factores de enfermedades que pueden influir consecuentemente en el estado de la población.
- Las enfermedades pueden afectar el estado de conservación de las especies, y los impulsores habituales de la disminución de la población también son los impulsores de la aparición de enfermedades que luego pueden exacerbar las amenazas preexistentes. Por lo tanto, abordar las amenazas de conservación más amplias contribuye a reducir los riesgos de enfermedades para la vida silvestre, el ganado y las personas.
- Las interfaces, ya sean directas o indirectas, entre el ganado doméstico y la vida silvestre corren un riesgo significativo de resultados negativos para la salud de las enfermedades infecciosas en ambos sectores.

- Las responsabilidades de la salud de los ecosistemas y la vida silvestre recaen en las secciones ambientales del gobierno.
- Existen brechas significativas en la planificación de contingencia para las amenazas de enfermedades de la vida silvestre. La vigilancia inadecuada de las enfermedades de la fauna silvestre contribuye a una comprensión deficiente de ambas enfermedades y de los medios para gestionirlas. Además, las regulaciones para el transporte de muestras de muchas especies están retrasando las respuestas a los brotes y obstaculizando nuestra comprensión de la epidemiología de las enfermedades de la vida silvestre.
- Se requieren sistemas de salud de vida silvestre más sólidos para permitir la prevención y el control efectivos de las enfermedades en la vida silvestre. Estos deben integrarse en los sistemas de salud humana y animal doméstica dentro de un marco de «Una sola salud».

### 3 MIGRACIÓN Y DINÁMICA DE LA ENFERMEDAD

En esta sección, revisamos la dinámica de las enfermedades infecciosas en relación con la migración y las posibles consecuencias de la migración para la conservación de la vida silvestre, así como para la salud de los animales domésticos y las personas.

#### 3.1 Migración

##### 3.1.1 Definiciones

La migración es típicamente el movimiento recurrente, generalmente estacional, de animales a diferentes ubicaciones geográficas en busca de recursos y condiciones beneficiosas para ciertas etapas de la vida (Dingle, 2014).

La definición de especies migratorias de la Convención sobre las Especies Migratorias (CMS) es:

*"... toda la población o cualquier parte geográficamente separada de la población de cualquier especie ... de animales silvestres, una proporción significativa de cuyos miembros cruzan cíclica y predeciblemente uno o más límites jurisdiccionales nacionales"* (CMS., 2023).

##### 3.1.2 Impacto fisiológico

La migración, si bien proporciona acceso a recursos y/o medios para escapar de condiciones desfavorables, puede tener un costo fisiológico considerable. La migración generalmente puede tener un enorme costo fisiológico para el individuo, por lo que para justificar este comportamiento, sus beneficios deben superar los costos. Los costos fisiológicos pueden diferir dependiendo de las condiciones ambientales fluctuantes junto con cualquier factor estresante que los migrantes puedan encontrar. Las actividades antropogénicas (factores estresantes) que crean mayores costos para el individuo pueden cambiar el equilibrio y dar lugar a peores resultados de salud.

#### Mesa 4. Algunos costos y beneficios de la migración

Costos de la migración	Beneficios de la migración
Alto gasto energético	Utilizar mayores recursos ambientales
Hora	Hábitat más adecuado para la cría / invernada / muda
Alto gasto de reservas de grasa corporal	Puede aumentar la salud y la resiliencia <sup>3</sup>
Mortalidad	Puede escapar de altas cargas de parásitos <sup>4</sup>
Estrés, inmunosupresión	Puede aprovechar las corrientes y los vientos para reducir el tiempo de migración
Posible aumento de la exposición a parásitos <sup>1</sup>	Reducción de la depredación en algunas situaciones
El clima y el medio ambiente influyen en la migración <sup>2</sup>	Cepas de parásitos menos dañinas <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Encontrarse con otras especies en el camino puede aumentar la exposición a los parásitos.

<sup>2</sup>Por ejemplo, las tormentas y el clima ventoso adverso pueden afectar los patrones de vuelo de las aves y aumentar su mortalidad; los animales migratorios terrestres pueden verse afectados por la mala calidad del suelo, lo que impide su movimiento, y el clima extremo, por ejemplo, los pastizales puede dificultarlos.

<sup>3</sup>Al utilizar mejores recursos en el destino migratorio, puede mejorar la salud

<sup>4</sup>La migración puede servir al huésped por sus áreas de escape con altas cargas de parásitos

<sup>5</sup>Existe cierta evidencia de que los animales migratorios pueden albergar cepas de parásitos menos dañinas que sus contrapartes residentes (Altizer *et al.*, 2011).

### 3.2 Migración y enfermedad

#### 3.2.1 Principios

Los eventos de enfermedades infecciosas reflejan una interacción compleja entre el agente infeccioso, el animal huésped y su entorno más amplio. Los factores a considerar con respecto a los agentes infecciosos incluyen: qué tan dañino es un agente, número de huéspedes y presencia de vectores / huéspedes intermedios. Los factores relevantes para los huéspedes incluyen: especie, edad, sexo, estado nutricional, estado inmunológico y genética. Y los factores relevantes para el medio ambiente incluyen: calidad del hábitat, competencia, contaminación, clima e interferencia. El equilibrio entre la salud y la enfermedad de un individuo o población depende de la compleja interacción entre estos tres elementos (Thrusfield *et al.*, 2018). De esta manera, podemos ver cómo los cambios antropogénicos, como la degradación o pérdida del hábitat, o el cambio climático, que afectan a las poblaciones animales, también pueden influir considerablemente en la dinámica de las enfermedades.

#### 3.2.2 Cómo la migración puede impactar en la salud

La migración puede tener consecuencias positivas y negativas para la salud de los entornos más amplios que visitan las especies migratorias, y repercusiones para otras especies y humanos. La migración puede mejorar la salud de un individuo, promoviendo el acceso a mejores recursos y potencialmente "escapando" de las cargas de parásitos. Los migrantes



pueden introducir agentes infecciosos a huéspedes ingenuos, lo que podría desempeñar un papel en la aparición de enfermedades. Una suposición frecuente es que los migrantes son responsables de introducir agentes infecciosos en nuevas áreas y de propagar enfermedades tanto en animales como en personas. Esta suposición puede comprometer los esfuerzos de conservación para tales especies. Si bien esto puede ser cierto, el acto de la migración puede servir igualmente para disminuir la carga de infección (Mesa 5) (Altizer *et al.*, 2011).

**Mesa 5. Consecuencias del comportamiento migratorio.** Llave: ✓ = positivo ✗ = negativo

El comportamiento migratorio puede:	Consecuencias para la salud de la vida silvestre, o la salud de los animales domésticos o humanos
Reducir la proporción de individuos con infección en la población migratoria	✓
Aumentar la proporción de individuos con infección en la población migratoria	✗
Aumentar la exposición de los animales migratorios a nuevos agentes infecciosos	✗
Aumentar la diversidad de agentes infecciosos en la población migratoria	✓ / ✗
Mejorar la salud y la resiliencia a la infección	✓

Discutimos cada uno de los puntos en la Tabla 5 con más detalle, a continuación:

→ **La migración puede reducir el número de infectados en la población migratoria**

**Esto reduce la probabilidad de enfermedades infecciosas en los animales migratorios, salvaguardando su estado de salud y conservación y reduciendo la probabilidad de transmisión de enfermedades a otros animales silvestres, animales domésticos o personas.**

¿Cómo?

- Los animales pueden alejarse de hábitats con una alta carga de infección para "escapar" de las cargas de infección. También pueden evitar tales hábitats en sus rutas migratorias o lugares de escala.
- Los individuos infectados pueden sucumbir durante la migración, eliminando así a los individuos infectados de una población. Los costos intensivos de energía asociados con la migración también pueden reactivar las infecciones latentes en los individuos, exacerbando este efecto. Esto también puede, en efecto, "eliminar" genes para la susceptibilidad a enfermedades de la población.
- La migración a hábitats con mejores recursos puede mejorar la salud de las personas y su resistencia a la infección.
- A través del acto de la migración, los migrantes pueden separarse de las personas vulnerables de la población, como los juveniles, reduciendo así tanto su propia exposición a agentes infecciosos como la de individuos vulnerables inmunológicamente ingenuos.
- Los animales infectados pueden optar por seguir siendo residentes y no migrar; También pueden retrasar la migración o tardar más en migrar.
- Una vez que los animales salen para la migración, puede permitir que el medio ambiente se "recupere", en efecto, descontaminando el medio ambiente.

**Ejemplo de caso**

Las infecciones de malaria aviar en las poblaciones de aves playeras varían según los hábitats que utilizan durante sus rutas migratorias. Las poblaciones de aves playeras que utilizan la ruta migratoria del Atlántico oriental que viajaron a ambientes del norte y costeros tuvieron niveles mucho más bajos de infección en comparación con las poblaciones del sur que utilizan hábitats tropicales, ambientes continentales y de agua dulce. Se cree que esto se debe a que las aves playeras en hábitats marinos y de agua salada "escapan" de la posibilidad de exposición a mosquitos infectados, ya que estos hábitats no soportan los vectores, así como los hábitats tropicales y de agua dulce (Mendes et al., 2005).

→ **La migración puede aumentar la exposición a nuevos agentes infecciosos tanto para los migrantes como para otros animales encontrados en el camino.**

**Esto aumenta la probabilidad de enfermedades infecciosas en animales migratorios, lo que puede comprometer su estado de salud y conservación y aumentar la probabilidad de transmisión de enfermedades a otros animales silvestres, animales domésticos o personas.**

Por lo tanto, la migración puede actuar como un medio para aumentar la distribución de una enfermedad, llevándola a nuevas regiones.

## ¿Cómo?

- Muchos individuos pueden congregarse en sitios de escala, reproducción o no reproducción, lo que aumenta las posibilidades de exposición a agentes infecciosos.
- Los costos intensivos de energía asociados con la migración pueden causar estrés (inmunosupresión), que puede reactivar las infecciones latentes en los individuos.
- Los migrantes siguen las condiciones ambientales más favorables; Sin embargo, estas condiciones también pueden ser beneficiosas para la supervivencia y transmisión de agentes infecciosos, especialmente para aquellos agentes que persisten a largo plazo en el medio ambiente.
- Los agentes infecciosos pueden tener diferentes impactos en diferentes especies, diferentes grupos de edad y diferentes etapas de la vida. Por ejemplo, los animales más viejos a menudo tienen más resistencia / inmunidad a la infección en comparación con los juveniles que son más ingenuos inmunológicamente. Los animales preñados pueden estar más inmunodeprimidos, por lo tanto, es más probable que contraigan infecciones que sus contrapartes no preñadas. Por lo tanto, la migración puede "introducir" individuos más susceptibles en poblaciones no migratorias, lo que puede tener consecuencias para la dinámica de la enfermedad.

### Ejemplo de caso

Los virus de la influenza aviar (AIV), que infectan más comúnmente a las aves juveniles, pueden transmitirse por aves migratorias, entre sí y a otras poblaciones de aves residentes en sus destinos o detenerse en los sitios. La pérdida y degradación del hábitat debido a las actividades humanas puede conducir al hacinamiento en estos sitios y / o al contacto más cercano con animales domésticos y ganado (y personas). Por ejemplo, cuando los patos domésticos pastan en humedales naturales que aumentan el riesgo de transmisión al ganado y, posteriormente, a las personas (Hall *et al.*, 2022).

→ **La migración puede aumentar la diversidad de agentes infecciosos en la población migratoria**

**Esto puede tener una serie de consecuencias: una mayor probabilidad de enfermedad infecciosa o, por el contrario, una mayor resistencia a las enfermedades infecciosas, en la población migratoria.**

## ¿Cómo?

- Como se mencionó anteriormente, los encuentros con diferentes hábitats y especies en los sitios de escala pueden exponer a los migrantes a una variedad más amplia de agentes.
- La exposición a nuevos parásitos, combinada con el estrés (inmunosupresión) asociado con la migración, puede aumentar la susceptibilidad a la enfermedad (Poulin y Dutra., 2021).
- La exposición a infecciones previas por parásitos (Hoye *et al.*, 2016) y/o el aumento de la diversidad de parásitos (Faria *et al.*, 2008) pueden mejorar la resiliencia a los impactos negativos de la infección (Moller y Erritzoe., 1998).

### Ejemplo de caso

La exposición previa (infección natural) a la influenza aviar de baja patogenicidad (LPAI) en cisnes de Bewick (*Cygnus columbianus berwickii*) pareció mejorar la resistencia a los efectos negativos de la infección si se expone nuevamente a la LPAI. Por el contrario, las aves ingenuas sin anticuerpos contra la IABP demostraron más efectos negativos de la infección (Hoye *et al.*, 2016).

### 3.2.3 Impactos del estado de infección en la migración

#### → Los animales infectados pueden optar por no migrar

Los animales infectados a menudo reducen su movimiento debido a los costos fisiológicos de la infección, ya sea como una estrategia inmune para hacer frente a la infección o de los efectos negativos de la infección en el cuerpo. Por lo tanto, la infección puede llevar a las personas a elegir permanecer residentes en lugar de arriesgarse a la migración y la mortalidad potencial (Narayanan *et al.*, 2020).

#### → Los animales infectados pueden alejarse de hábitats con una alta carga de infección

La presencia de parásitos puede incluso actuar como una fuerza para fomentar la migración, como los animales que migran para alejarse de las áreas con altos parásitos, especialmente durante las etapas vulnerables de la vida. Por ejemplo, el caribú (*Rangifer tarandus*) migra para reproducirse, lo que reduce su exposición a moscas de curruca dañinas (*Hypoderma tarandi*) (Folstad *et al.*, 1991).

### 3.3 Cambio migratorio

Con los cambios ecológicos a escala global, algunas poblaciones se están volviendo más residentes y eligen no migrar; otras están luchando por aclimatarse al clima cambiante y al medio ambiente que las rodea (Bowlin *et al.*, 2010).

#### 3.3.1 Interrupción de la migración

Los cambios antropogénicos junto con los cambios climáticos están influyendo en el comportamiento migratorio; Muchas especies migratorias son sensibles a los cambios en el uso de la tierra. Ejemplos de perturbación migratoria, y sus consecuencias, se dan en Mesa 6.

#### Mesa 6. Consecuencias de la interrupción de la migración

Interrupción migratoria	Secuela
Retrasos en la migración	Abundancia de recursos perdidos, aumento de la competencia, carga continua de parásitos del "sitio de origen" (ver texto principal), terreno difícil (por ejemplo, derretimiento del hielo, lo que significa que las especies terrestres necesitan nadar)
Migración anterior	Tiempos perdidos, recursos estacionales no listos
Residente restante / omitir migración	Reducción de recursos, competencia, aumento de las cargas parasitarias (véase el texto principal)
Pérdida o degradación del hábitat	Lugares de escala superpoblados, aumento del contacto entre poblaciones, mayor riesgo de efectos indirectos (véase el texto principal)
Rango o rutas de migración alterados	Exposición a nuevos agentes infecciosos en ambientes o diferentes especies; Aumento de la distribución de la enfermedad (véase el texto principal)

#### → Barreras a la migración

Las barreras físicas (como cercas, turbinas eólicas, carreteras, edificios, otra infraestructura) pueden interrumpir la migración en algunas poblaciones, por lo que intentan cruzar estas barreras migratorias o siguen siendo residentes y eligen no migrar (Altizer *et al.*, 2011).

**Ejemplo de caso**

El cercado en una zona migratoria importante puede ser catastrófico para el comportamiento migratorio masivo. En un año (1983) con la reducción de las precipitaciones y la sequía, aproximadamente 50.000 ñus murieron en el Kalahari, en gran parte debido a su incapacidad para acceder al agua debido a las cercas del cordón veterinario (para la fiebre aftosa) que bloqueaban su camino. Tuvieron que acceder al agua del lago Xau, que tenía una presencia humana significativa, y en consecuencia fueron cazados, impedidos de beber por los agricultores con su ganado y estresados al ser perseguidos (Williamson *et al.*, 1988).

**→ Cambio climático**

Se prevé que los cambios climáticos alterarán los hábitats, incluida la reducción de los sitios adecuados de reproducción o no reproducción, y los sitios de parada. Esto puede y ya está causando discrepancias en la disponibilidad de recursos y presas. Las posibles consecuencias incluyen cambios en los patrones y horarios normales de migración; alteraciones en los rangos migratorios; cambios en las tasas de reproducción y mortalidad; retraso en la migración; poblaciones que siguen siendo residentes; o aumento de la mortalidad por migración (López-Hoffman *et al.*, 2017). El cambio climático también alterará la distribución y abundancia de vectores de enfermedades, muchos de los cuales son artrópodos cuya distribución está determinada en gran medida por el clima. Por lo tanto, los impactos potenciales tanto en las especies migratorias como en los riesgos de enfermedades juntos son complejos y difíciles de predecir.

*3.3.2 Posibles impactos del cambio migratorio relacionados con las enfermedades*

Al considerar la compleja interacción entre la estrategia migratoria y el estado de infección, es posible ver cómo las alteraciones en los patrones de migración pueden tener un impacto significativo en la dinámica de la enfermedad en las especies migratorias (McKay y Hoye, 2016).

**→ El cambio migratorio puede aumentar la carga de infección en las poblaciones migratorias**

Los cambios en las rutas migratorias y los rangos en respuesta a los cambios climáticos pueden exponer a los migrantes a nuevos parásitos y / o transmitir sus parásitos a poblaciones ingenuas, aumentando la transmisión de enfermedades.

**→ El cambio migratorio y sus impulsores asociados pueden actuar juntos para aumentar la carga de infección y el contacto con otras especies**

La pérdida y degradación del hábitat es un importante impulsor de la aparición de enfermedades y podría reducir el tamaño de los sitios de parada. Con un mayor número de animales y especies que ocupan áreas más pequeñas y superpobladas, la exposición a más y nuevos agentes infecciosos es muy probable. El cambio climático puede alterar la dinámica de los vectores, y las temperaturas más cálidas promueven la expansión del rango de los vectores. Esto podría conducir a una capacidad reducida de las especies para evitarlas / escapar de ellas mediante la migración, lo que conduciría a una mayor transmisión de parásitos (Hall *et al.*, 2016). En una especie de interés para la conservación, esto podría ser un riesgo futuro significativo para ellos. Esto también podría conducir a un mayor rango de migración a medida que las poblaciones alteran sus rutas para adaptarse a los climas cambiantes y los diferentes recursos.

**→ La disminución de la población de especies migratorias puede aumentar la probabilidad de eventos de enfermedad**

Es más probable que las enfermedades infecciosas emergentes aparezcan en poblaciones que están estresadas por otros factores. Como se mencionó anteriormente, los factores

estresantes pueden incluir la fragmentación del hábitat, la pérdida o degradación de las actividades humanas y la creciente invasión de personas, animales domésticos y ganado. Las poblaciones de vida silvestre pequeñas y aisladas corren un mayor riesgo de brotes de enfermedades debido a estos factores estresantes en sus poblaciones y vulnerabilidades genéticas, lo que podría aumentar las posibilidades de extinción (Aguirre y Tabor., 2008).

#### **MENSAJES CLAVE: Sobre migración y enfermedad**

- La dinámica de la enfermedad asociada con la migración es compleja, y los resultados de salud para los individuos y las poblaciones dependen de la situación.
- La migración en sí misma no necesariamente aumenta la carga de infección o introduce nuevos agentes infecciosos, puede reducir la infección dentro de una población al eliminar aquellos que no son lo suficientemente aptos para migrar, y con ellos sus genes para la susceptibilidad a enfermedades.
- Por lo tanto, la migración puede servir para salvaguardar el estado de conservación de la vida silvestre y el riesgo de infección en animales domésticos y personas, dependiendo del contexto específico.
- Por el contrario, la migración puede traer nuevos agentes infecciosos a nuevas áreas y a poblaciones ingenuas, aumentando la probabilidad de infección y enfermedad.
- Mientras tanto, una mayor exposición de los migrantes a diferentes y diversos agentes infecciosos puede aumentar su resistencia a las enfermedades infecciosas.
- Los agentes infecciosos pueden influir en el comportamiento migratorio y los resultados de la migración.
- Las actividades humanas están influyendo profundamente en los patrones migratorios. Los cambios en la migración, junto con los impulsores de estos cambios, tienen el potencial de aumentar la carga de infección en las poblaciones migratorias.

## **4 CUESTIONES CLAVE DE SALUD PARA LAS ESPECIES MIGRATORIAS**

En esta sección, proporcionaremos una visión general de los principales problemas de salud que los expertos en taxones específicos perciben que afectan a las especies migratorias, específicamente a las especies incluidas en la lista de la CMS, y los impulsores de estos problemas. El resultado, es decir, la tabla de enfermedades, ha sido diseñado como una plataforma viva para que el Grupo de Trabajo de Especies Migratorias y Salud de la CMS trabaje en el futuro, permitiendo la identificación de amenazas de enfermedades prioritarias, patrones entre taxones, impulsores de la aparición de enfermedades e importantes brechas de conocimiento.

### **4.1 Introducción**

Agentes infecciosos y afecciones no infecciosas

Como se discutió brevemente en la sección One Health y Ecosystem Health, la salud de la vida silvestre está amenazada tanto por agentes infecciosos como por afecciones no

infecciosas. Estos pueden no causar enfermedades en una especie, pero pueden tener efectos graves en otra.

Los agentes infecciosos causan infección en el animal huésped, que luego puede mostrar signos clínicos de enfermedad; o puede causar una infección "silenciosa" sin signos externos. Esto significa que algunos animales pueden verse bien, pero potencialmente ser portadores de agentes que podrían causar infección en otros individuos. Tales agentes pueden transmitirse directamente entre individuos; o indirectamente a través de un vector, como un mosquito o una garrapata; o de la contaminación ambiental a través de sus fluidos corporales.

Los agentes no infecciosos también pueden ser responsables de la mala salud o la muerte en animales. Estos incluyen enfermedades genéticas, agentes físicos (como calor o frío), trauma (incluido el trauma no intencional de humanos, como colisiones de vehículos o captura incidental), problemas nutricionales, estrés o perturbación de personas como contaminación acústica o lumínica, ingestión de objetos extraños (como plástico) y otras formas de lesiones del medio ambiente (por ejemplo, ahogamiento, lesiones por quemaduras).

### Controladores

Para recapitular la Sección 2, algunos impulsores de la disminución de la biodiversidad también causan la aparición de enfermedades que pueden agravar las amenazas a las poblaciones. Hay mucha superposición entre estos, y la mayoría de las amenazas que afectan la salud del ecosistema también juegan un papel en los brotes de enfermedades. Ver Mesa 3, arriba, para nuestra categorización de conductores.

## 4.2 Métodos

Para determinar los problemas clave de salud para las especies migratorias incluidas en la lista de la CMS, y sus posibles impulsores, se construyó una tabla de enfermedades con el fin de solicitar la opinión de expertos sobre las amenazas a la salud de las especies migratorias (ver final de la sección).

## Tabla de enfermedades

Actualmente hay 657 especies incluidas en la lista CMS en diferentes grupos taxonómicos. Agrupamos diferentes especies para agilizar la finalización de esta tarea en nuestra escala de tiempo limitada. Generalmente agrupamos las especies en órdenes. Sin embargo, dado el número de órdenes que necesitábamos considerar y la cantidad variable de conocimiento sobre las condiciones de salud en estos taxones, utilizamos una agrupación taxonómica más alta para algunas especies de peces (Clase Chondrichthyes); para los órdenes Carnivora y Artiodactyla agrupamos las especies según familia; y agrupamos algunos órdenes de aves (por ejemplo, cuatro órdenes se agruparon bajo 'aves rapaces'). A partir de nuestra propia revisión de la literatura y el conocimiento experto, identificamos problemas infecciosos, no infecciosos y otros que pueden afectar la salud de las especies de vida silvestre. Estos se enumeraron en esta tabla de enfermedades con líneas adicionales para que los colaboradores expertos agreguen cualquier agente / condición que podamos haber pasado por alto, y para proporcionar comentarios sobre estas amenazas según corresponda.

Había otras dos secciones en la tabla. Estos fueron:

- Clasificación: impactos probados/sospechosos (puesto 5-1, 5 = prioridad más alta). La intención de esta sección era priorizar las amenazas identificadas para la salud con énfasis en su impacto más amplio a nivel de conservación, en la salud de los animales domésticos (medios de vida humanos y economía) o en la salud humana, y también identificar posibles amenazas futuras o emergentes.
- Controladores  
La intención de esta sección era identificar los impulsores sospechosos o confirmados de las amenazas identificadas. Los impulsores de la tabla se esbozaron en la sección anterior Una sola salud y salud de los ecosistemas (Mesa 3).

## Consulta de expertos

El equipo central de investigación identificó a los expertos más apropiados con conocimiento de salud de cada grupo taxonómico, a partir de sus redes de contacto. El "reclutamiento de bolas de nieve" se utilizó para reclutar expertos adicionales para algunos taxones. Se estableció contacto con expertos (con el objetivo de un mínimo de dos expertos por grupo taxonómico) y se les pidió que completaran la tabla de enfermedades: agregar cualquier amenaza adicional para la salud que se pudiera haber pasado por alto en nuestra propia revisión; para clasificarlos de acuerdo con su nivel de amenaza percibido en cada una de las categorías anteriores (ver Figura 1-Figura 3 abajo); e identificar posibles impulsores de estas amenazas.

Este ejercicio de consulta está actualmente en curso, y la información reunida se recopilará y analizará antes de la presentación del informe final.

### 4.3 Casos de estudio

Utilizaremos la información recopilada de los expertos consultados para esta revisión para presentar estudios de casos en el informe final, que ilustran cómo las actividades humanas están afectando negativamente la salud de las especies de vida silvestre incluidas en la lista de la CMS, y cómo esto está impulsando problemas de enfermedades.



Taxonomic details as per CMS listing		Proximate threat to health	Ranking - proven/suspected impacts (1-5, 5=highest priority)					Drivers*										
Class, Order	No. of species represented (see Species List for details)	Potential threat	Category	Negative impact on biodiversity conservation*	Risk of epidemic in people*	Negative impact on human livelihoods or economics*	Top 5 Threats*	One to watch: a possible future threat*	Agriculture or aquaculture	Other habitat loss, degradation or disturbance	Harvesting or persecution (overexploitation)	Invasive species	Pollution	Climate change or severe weather	Other*	Undetermined / unknown		
4. Order Charadriiformes (waders/shorebirds, gulls)	98	<b>Infectious</b>	<b>Category*</b>															
		Avian influenza viruses - particularly highly pathogenic strains	Virus	5	5	5	5	Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Avian paramyxoviruses (APMVs) including Newcastle Disease virus (APMV-1)	Virus			3		Unlikely	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Infectious bursal disease virus	Virus					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian poxvirus	Virus					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Puffinosis (viral disease; unknown cause)						Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Salmonella sp	Bacterium			4		Unlikely	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Erysipelothrix spp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Campylobacter spp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Chlamydia sp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Yersinia sp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mycoplasma sp	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mycobacterium avium complex	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Klebsiella pneumoniae	Bacterium					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aspergillus (A.fumigatus)	Fungus or Yeast					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Eimeria spp (renee-coccidiosis)	Protozoa					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Cestodes, trematodes & acanthocephalans - various spp	Helminth					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Nematodes - various including Capillaria spp	Helminth					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Trematodes (Cyclocoelum spp)	Helminth					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Ectoparasites including lice, mites & others	Arthropod ectoparasite					Unlikely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Coronavirus	Virus			4		Low	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Circovirus, reovirus & various other viruses	Virus					Medium	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pasteurella multocida (avian cholera)	Bacterium						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian malaria (Haemoproteus sp, Plasmodium sp)	Protozoa					Low	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<b>Non-infectious</b>	<b>Category*</b>															
		Chemical pollutants: pesticides, heavy metals, industrial chemicals, petroleum products (oil spills)	Toxin, pollution or eutrophication					Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eutrophication and changes in water quality	Toxin, pollution or eutrophication	3			3	Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Road traffic or fence collisions, entanglements	Incidental anthropogenic trauma						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
FB ingestion	Foreign body ingestion						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Bycatch (incidental offtake)	Incidental anthropogenic trauma	5			5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Algal blooms - reducing quality of feeding areas and potential for direct toxicity	Toxin, pollution or eutrophication	3			3	Medium	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Avian botulism	Toxin, pollution or eutrophication	1			1	Low	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Nest disturbance	Anthropogenic stress or disturbance						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Microplastic or nanosilver pollution	Toxin, pollution or eutrophication					Medium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>Other problems*</b>	<b>Category*</b>																	
Habitat loss due to agricultural intensification and development - at wintering, breeding & stopover sites	Environmental conditions																	
Habitat degradation due to agricultural practices, wetland drainage and other developments - at wintering, breeding & stopover sites	Environmental conditions																	

Figura 1: Captura de pantalla de la tabla que se ha proporcionado a los colaboradores expertos para que la rellenen. Esta imagen muestra el sistema de clasificación y los conductores completados para el Orden Charadriiformes (limícolas, aves playeras y gaviotas).

Taxonomic details as per CMS listing		Proximate threat to health		Ranking - proven/suspected impacts (1-5, 5=highest priority)				
Class, Order	No. of species represented (see Species List for details)	Potential threat	Category	Negative impact on biodiversity conservation*	Risk of epidemic in people*	Negative impact on human livelihoods or economics*	Top 5 Threats*	One to watch: a possible future threat*
4. Order Charadriiformes (waders/shorebirds, gulls)	98	<b>Infectious</b>	<b>Category*</b>					
		Avian influenza viruses - particularly highly pathogenic strains	Virus	5	5	5	5	Medium
		Avian paramyxoviruses (APMVs) including Newcastle Disease virus (APMV-1)	Virus			3		Unlikely
		Infectious bursal disease virus	Virus					Unlikely
		Avian poxvirus	Virus					Unlikely
		Puffinosis (viral disease, unknown cause)						Unlikely
		Salmonella sp	Bacterium			4		Unlikely
		Erysipelothrix spp	Bacterium					Unlikely
		Campylobacter spp	Bacterium					Unlikely
		Chlamydia sp	Bacterium					Unlikely
		Yersinia sp	Bacterium					Unlikely
		Mycoplasma sp	Bacterium					Unlikely
		Mycobacterium avium complex	Bacterium					Unlikely
		Klebsiella pneumoniae	Bacterium					Unlikely
		Aspergillus (A.fumigatus)	Fungus or Yeast					Unlikely
		Eimeria spp (renal-coccidiosis)	Protozoa					Unlikely
		Cestodes, trematodes & acanthocephalans - various spp	Helminth					Unlikely
		Nematodes - various including Capillaria spp	Helminth					Unlikely
		Trematodes (Cyclocoelum spp)	Helminth					Unlikely
		Ectoparasites including lice, mites & others	Arthropod ectoparasite					Unlikely
		Coronavirus	Virus			4		Low
		Circovirus, reovirus & various other viruses	Virus					Medium
		Pasteurella multocida (avian cholera)	Bacterium					
		Avian malaria (Haemoproteus sp, Plasmodium sp)	Protozoa					Low
		<b>Non-infectious</b>	<b>Category*</b>					
		Chemical pollutants: pesticides, heavy metals, industrial chemicals, petroleum products (oil spills)	Toxin, pollution or eutrophication					Medium
		Eutrophication and changes in water quality	Toxin, pollution or eutrophication	3			3	Medium
		Road traffic or fence collisions, entanglements	Incidental anthropogenic trauma					
		FB ingestion	Foreign body ingestion					
Bycatch (incidental offtake)	Incidental anthropogenic trauma	5			5			
Algal blooms - reducing quality of feeding areas and potential for direct toxicity	Toxin, pollution or eutrophication	3			3	Medium		
Avian botulism	Toxin, pollution or eutrophication	1			1	Low		
Nest disturbance	Anthropogenic stress or disturbance							
Microplastic or nanosilver pollution	Toxin, pollution or eutrophication					Medium		
<b>Other problems*</b>	<b>Category*</b>							
Habitat loss due to agricultural intensification and development - at wintering, breeding & stopover sites	Environmental conditions							
Habitat degradation due to agricultural practices, wetland drainage and other developments - at wintering, breeding & stopover sites	Environmental conditions							

Figura 2: Una captura de pantalla más cercana de la tabla que muestra las amenazas identificadas y cómo se han clasificado.

Taxonomic details as per CMS listing		Proximate threat to health	Drivers*								
Class, Order	No. of species represented (see Species List for details)	Potential threat	Agriculture or aquaculture	Other habitat loss, degradation or disturbance	Harvesting or persecution (overexploitation)	Invasive species	Pollution	Climate change or severe weather	Other*	Undetermined / unknown	
4. Order Charadriiformes (waders/shorebirds, gulls)	98	<b>Infectious</b>									
		Avian influenza viruses - particularly highly pathogenic strains	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian paramyxoviruses (APMVs) including Newcastle Disease virus (APMV-1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Infectious bursal disease virus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian poxvirus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Puffinosis (viral disease, unknown cause)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Salmonella sp	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Erysipelothrix spp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Campylobacter spp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Chlamydia sp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Yersinia sp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mycoplasma sp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Mycobacterium avium complex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Klebsiella pneumoniae	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aspergillus (A.fumigatus)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Eimeria spp (renal coccidiosis)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Cestodes, trematodes & acanthocephalans - various spp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Nematodes - various including Capillaria spp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Trematodes (Cyclocoelum spp)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Ectoparasites including lice, mites & others	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Coronavirus	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Circovirus, reovirus & various other viruses	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pasteurella multocida (avian cholera)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Avian malaria (Haemoproteus sp, Plasmodium sp)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<b>Non-infectious</b>									
		Chemical pollutants: pesticides, heavy metals, industrial chemicals, petroleum products (oil spills)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Eutrophication and changes in water quality	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Road traffic or fence collisions, entanglements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		FB ingestion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Bycatch (incidental offtake)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Algal blooms - reducing quality of feeding areas and potential for direct toxicity	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avian botulism	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Nest disturbance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Microplastic or nanosilver pollution	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>Other problems*</b>											
Habitat loss due to agricultural intensification and development - at wintering, breeding & stopover sites											
Habitat degradation due to agricultural practices, wetland drainage and other developments - at wintering, breeding & stopover sites											
Predation (particularly of nests & pre-fledged young)											
Flooding of breeding sites											
Persecution or offtake											

Figura 3: Una captura de pantalla más cercana de la tabla que muestra las amenazas identificadas y sus posibles impulsores.

## 5 MENSAJES CLAVE Y RECOMENDACIONES

En conclusión, la salud de las especies migratorias depende de ecosistemas saludables, que son una plataforma importante para los enfoques de Una sola salud. Las relaciones entre la migración y la dinámica de la enfermedad son muy complejas y muchos factores influyen en la aparición de la enfermedad. Existe una creciente evidencia global que demuestra los graves impactos de la actividad humana en las poblaciones y los ecosistemas, y muchos de los mismos impulsores de la disminución de la conservación y la degradación de los ecosistemas son impulsores de la aparición de enfermedades.

Nuestra comprensión de las muchas enfermedades que afectan a las especies migratorias, y cómo la migración influye en la dinámica de la infección, es limitada. Existen documentos de modelado, pero ha habido estudios de casos limitados en el mundo real. Se necesita más investigación para mejorar nuestra comprensión de cómo la migración y el cambio migratorio pueden alterar la infección y el estado de la enfermedad en las poblaciones migratorias.

### RECOMENDACIONES PRELIMINARES

- Los ecosistemas resilientes saludables crean el entorno y determinan la salud. Los enfoques preventivos son rentables y necesarios para promover la salud en la vida silvestre migratoria, el ganado y las personas. Por lo tanto, el papel de quienes participan en la conservación de la biodiversidad y los medios de vida sostenibles debe ser reconocido y apoyado activamente en su contribución a la salud en todos los sectores. El papel del PNUMA en la Cuadripartita de la OMS de la FAO y la OMS es bienvenido.
- Deben intensificarse los esfuerzos para abordar los factores que impulsan la disminución de la población, como el cambio climático, la pérdida y degradación del hábitat, la contaminación, las especies invasoras y las barreras a la migración, ya que también son impulsores de la aparición de enfermedades en todos los sectores.
- Los enfoques de One Health aprecian la interconectividad de la salud entre la vida silvestre, el ganado y las personas, pero a menudo pueden ser antropocéntricos: tales enfoques deben usarse de manera equitativa en las decisiones sobre la gestión de la salud, apreciando que promover la salud de la vida silvestre reduce los riesgos para los humanos y nuestros intereses, además de aportar beneficios de conservación.
- En lugar de ver la salud animal como la responsabilidad exclusiva de los ministerios de agricultura, las secciones ambientales del gobierno deben involucrarse y liderar la salud de la vida silvestre y los ecosistemas.
- La prevención y la respuesta a las enfermedades de la fauna silvestre requieren un buen trabajo intersectorial. Se alienta a los gobiernos, sus agencias y todos aquellos que manejan la vida silvestre a planificar una contingencia en tiempos de paz que involucre a todas las partes interesadas relevantes para prevenir que ocurran problemas de salud de la vida silvestre pero también para responder adecuadamente en situaciones de emergencia. Esto minimizará los impactos adversos de los brotes de enfermedades y las medidas de control inadecuadas.
- Las interfaces ganado-vida silvestre causadas, por ejemplo, por el desarrollo agrícola y la invasión de áreas silvestres, son particularmente problemáticas para la propagación y el retroceso de enfermedades. Se debe hacer todo lo posible para gestionar el ganado a fin de reducir estos riesgos en beneficio de todos. Esto podría incluir una mejor bioseguridad, una mejor planificación o cambios significativos y una reevaluación del

manejo del ganado, particularmente en países de ingresos medios y altos donde se pueden tomar decisiones sobre las fuentes de proteínas.

- Se protegerá y fomentará la salud de las poblaciones migratorias mediante el fortalecimiento de los "sistemas de salud de la vida silvestre" que comprendan la experiencia y los recursos necesarios para permitir una vigilancia, diagnóstico y gestión eficaces y rápidos de las enfermedades. La creación de esta capacidad es relativamente barata en comparación con los costos potenciales asociados con el manejo reactivo de los brotes de enfermedades.
- Se requiere una vigilancia sólida de la salud de la vida silvestre, con la conservación (en lugar de la protección del ganado) como su objetivo, para apoyar una planificación sólida y una evaluación de riesgos, y la vigilancia puede integrarse con el monitoreo ecológico y de la población. Se necesitan mejoras en los diagnósticos de vida silvestre, las instalaciones de prueba y los sistemas de notificación, junto con el desarrollo de capacidades adecuadas, en todo el mundo. Las regulaciones para el transporte de especímenes de especies amenazadas a través de las fronteras nacionales están retrasando las respuestas al brote y esto también debe abordarse.
- Existen importantes lagunas de conocimiento en torno a la epidemiología y los impulsores de muchas enfermedades de las especies migratorias que impiden una buena gestión de la salud. La investigación y los recursos deben centrarse en las amenazas prioritarias para la salud de las especies migratorias, en particular las que tienen un estado de conservación deficiente.

## 6 Referencias

- Acevedo-Whitehouse, K. and Duffus, A.L.J. (2009) 'Effects of environmental change on wildlife health', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1534), pp. 3429–3438. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0128>.
- Aguirre, A.A. and Tabor, G.M. (2008) 'Global Factors Driving Emerging Infectious Diseases', *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1149(1), pp. 1–3. Available at: <https://doi.org/10.1196/annals.1428.052>.
- Altizer, S., Bartel, R. and Han, B.A. (2011) 'Animal Migration and Infectious Disease Risk', *Science*, 331(6015), pp. 296–302. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1194694>.
- Bacon, A. *et al.* (2023) *Scottish Wildcat Action (SWA) Specialist Report - Disease Surveillance*. Inverness: NatureScot. Available at: <https://www.nature.scot/doc/scottish-wildcat-action-swa-specialist-report-disease-surveillance> (Accessed: 17 May 2023).
- Beckmann, K.M. *et al.* (2022) 'Wildlife health outcomes and opportunities in conservation translocations', *Ecological Solutions and Evidence*, 3(3), p. e12164. Available at: <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12164>.
- Bowlin, M.S. *et al.* (2010) 'Grand Challenges in Migration Biology', *Integrative and Comparative Biology*, 50(3), pp. 261–279. Available at: <https://doi.org/10.1093/icb/icq013>.
- Cromie, R.L. *et al.* (2012) *Ramsar Wetland Disease Manual. Guidelines for Assessment, Monitoring and Management of Animal Disease in Wetlands*. Ramsar Technical Report No. 7. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.

- Dingle, H. (2014) 'Migration: definition and scope', in H. Dingle (ed.) *Migration: The Biology of Life on the Move*. Oxford University Press, p. 0. Available at: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199640386.003.0002>.
- Dobson, A.P. et al. (2020) 'Ecology and economics for pandemic prevention', *Science*, 369(6502), pp. 379–381. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.abc3189>.
- Eads, D.A. and Biggins, D.E. (2015) 'Plague bacterium as a transformer species in prairie dogs and the grasslands of western North America', *Conservation Biology*, 29(4), pp. 1086–1093. Available at: <https://doi.org/10.1111/cobi.12498>.
- Faust, C.L. et al. (2017) 'Null expectations for disease dynamics in shrinking habitat: dilution or amplification?', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1722), p. 20160173. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0173>.
- Folstad, I. et al. (1991) 'Parasite avoidance: the cause of post-calving migrations in Rangifer?', *Canadian Journal of Zoology*, 69(9), pp. 2423–2429. Available at: <https://doi.org/10.1139/z91-340>.
- Frankham, R., Ballou, J.D. and Briscoe, D.A. (2012) *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge: Cambridge University Press. Available at: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808999>.
- Grace, D. et al. (2012) *Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots*. Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute (ILRI). Available at: <https://www.ilri.org/research/projects/mapping-poverty-and-likely-zoonoses-hotspots> (Accessed: 21 May 2023).
- Hall, R.J. et al. (2022) 'Animal migration and infection dynamics: Recent advances and future frontiers', in V. Ezenwa, S.M. Altizer, and R. Hall (eds) *Animal Behavior and Parasitism*. Oxford University Press, p. 0. Available at: <https://doi.org/10.1093/oso/9780192895561.003.0007>.
- Hall, R.J., Brown, L.M. and Altizer, S. (2016) 'Modeling vector-borne disease risk in migratory animals under climate change', *Integrative and Comparative Biology*, 56(2), pp. 353–364. Available at: <https://doi.org/10.1093/icb/icw049>.
- Hanisch, S.L., Riley, S.J. and Nelson, M.P. (2012) 'Promoting wildlife health or fighting wildlife disease: Insights from History, Philosophy, and Science', *Wildlife Society Bulletin*, 36(3), pp. 477–482. Available at: <https://doi.org/10.1002/wsb.163>.
- Hoye, B.J. et al. (2016) 'Hampered performance of migratory swans: intra- and inter-seasonal effects of avian influenza virus', *Integrative and Comparative Biology*, 56(2), pp. 317–329. Available at: <https://doi.org/10.1093/icb/icw038>.
- Kauffman, M.J. et al. (2021) 'Causes, Consequences, and Conservation of Ungulate Migration', *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 52(1), pp. 453–478. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-012021-011516>.
- Keesing, F., Holt, R.D. and Ostfeld, R.S. (2006) 'Effects of species diversity on disease risk', *Ecology Letters*, 9(4), pp. 485–498. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x>.
- Kock, R. and Caceres-Escobar, H. (2022) *Situation analysis on the roles and risks of wildlife in the emergence of human infectious diseases*. IUCN. Available at: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2022.01.en>.
- Kuiken, T. and Cromie, R. (2022) 'Protect wildlife from livestock diseases', *Science*, 378(6615), pp. 5–5. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.adf0956>.
- Kutz, S. and Tomaselli, M. (2019) "'Two-eyed seeing" supports wildlife health', *Science*, 364(6446), pp. 1135–1137. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.aau6170>.

- López-Hoffman, L. *et al.* (2017) 'Ecosystem Services from Transborder Migratory Species: Implications for Conservation Governance', *Annual Review of Environment and Resources*, 42(1), pp. 509–539. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-090119>.
- Machalaba, C. *et al.* (2020) *Urgent Needs for Global Wildlife Health*. Zenodo. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4105126>.
- Manfredo, M.J. *et al.* (2020) 'The changing sociocultural context of wildlife conservation', *Conservation Biology*, 34(6), pp. 1549–1559. Available at: <https://doi.org/10.1111/cobi.13493>.
- McKay, A.F. and Hoyer, B.J. (2016) 'Are Migratory Animals Superspreaders of Infection?', *Integrative and Comparative Biology*, 56(2), pp. 260–267. Available at: <https://doi.org/10.1093/icb/icw054>.
- Mendes, L. *et al.* (2005) 'Disease-limited distributions? Contrasts in the prevalence of avian malaria in shorebird species using marine and freshwater habitats', *Oikos*, 109(2), pp. 396–404. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13509.x>.
- Meredith, A. *et al.* (2022) 'Capacity building for wildlife health professionals: the Wildlife Health Bridge', *One Health & Implementation Research*, 2(2), pp. 68–78. Available at: <https://doi.org/10.20517/ohir.2022.03>.
- Møller, A.P. and Erritzøe, J. (1998) 'Host immune defence and migration in birds', *Evolutionary Ecology*, 12(8), pp. 945–953. Available at: <https://doi.org/10.1023/A:1006516222343>.
- Narayanan, N., Binning, S.A. and Shaw, A.K. (2020) 'Infection state can affect host migratory decisions', *Oikos*, 129(10), pp. 1493–1503. Available at: <https://doi.org/10.1111/oik.07188>.
- One Health High-Level Expert Panel (OHHLEP), Adisasmito W.B *et al.*, (2022) 'One Health: A new definition for a sustainable and healthy future', *PLOS Pathogens*, 18(6), p. e1010537. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>.
- Poulin, R. and de Angeli Dutra, D. (2021) 'Animal migrations and parasitism: reciprocal effects within a unified framework.', *Biological Reviews of The Cambridge Philosophical Society*, 96(4), pp. 1331–1348. Available at: <https://doi.org/10.1111/brv.12704>.
- Pruvot, M. *et al.* (2020) 'Outbreak of Peste des Petits Ruminants among Critically Endangered Mongolian Saiga and Other Wild Ungulates, Mongolia, 2016–2017', *Emerging Infectious Diseases*, 26(1), pp. 51–62. Available at: <https://doi.org/10.3201/eid2601.181998>.
- Rapport, D.J., Costanza, R. and McMichael, A.J. (1998) 'Assessing ecosystem health', *Trends in Ecology & Evolution*, 13(10), pp. 397–402. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01449-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01449-9).
- Riley, T. *et al.* (2021) 'One Health in Indigenous Communities: A Critical Review of the Evidence', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), p. 11303. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph182111303>.
- Rohr, J.R. *et al.* (2020) 'Towards common ground in the biodiversity–disease debate', *Nature Ecology & Evolution*, 4(1), pp. 24–33. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1060-6>.
- Stephen, C. (2014) 'Toward a modernized definition of One Health', *Journal of Wildlife Diseases*, 50(3), pp. 427–430. Available at: <https://doi.org/10.7589/2013-11-305>.
- Stephen, C. (2022) 'What Is Wildlife Health?', in C. Stephen (ed.) *Wildlife Population Health*. Cham: Springer International Publishing, pp. 3–12. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-90510-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90510-1_1).
- Stephen, C. *et al.* (2023) 'A reimagined One Health framework for wildlife conservation', *Research Directions: One Health*, 1, p. e12. Available at: <https://doi.org/10.1017/one.2023.2>.



Teitelbaum, C.S. *et al.* (2018) 'Migratory behaviour predicts greater parasite diversity in ungulates', *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1875), p. 20180089. Available at: <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0089>.

Thrusfield, M. *et al.* (2018) *Veterinary Epidemiology*. 4th ed. John Wiley & Sons, Ltd.

*Translocation of Mojave Desert Tortoises from Project Sites: Plan Development Guidance* (2020). Las Vegas, Nevada: U.S Fish and Wildlife Service (UFWS), p. 35. Available at: <https://www.fws.gov/sites/default/files/documents/Revised%20USFWS%20DT%20Translocation%20Guidance.20200603final.pdf>.

UNEP (2020) *Preventing the Next Pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme & International Livestock Research Institute.

Watsa, M. and Wildlife Disease Surveillance Focus Group (2020) 'Rigorous wildlife disease surveillance', *Science*, 369(6500), pp. 145–147. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.abc0017>.

Williamson, D., Williamson, J. and Ngwamotsoko, K.T. (1988) 'Wildebeest migration in the Kalahari', *African Journal of Ecology*, 26(4), pp. 269–280. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.1988.tb00979.x>.

Wobeser, G.A. (1981) *Diseases of Wild Waterfowl*. New York: Plenum Press. New York: Plenum press.

Wobeser, G.A. (2005) *Essentials of Disease in Wild Animals*. 1st edition. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.