

Vigilancia sanitaria con perspectiva de Una-Sola-Salud: vinculación e investigación en Galápagos, Ecuador 2021-2022

Health surveillance from a One-Health perspective: linkage and research in Galapagos, Ecuador 2021-2022

Renato León | Rafael Polit | Carla Culda |
Diego Páez-Rosas | Rommel Lenin Vinueza |
Daniela Figueroa | Andrei Daniel Mihalca

Recibido: 31 de octubre de 2023

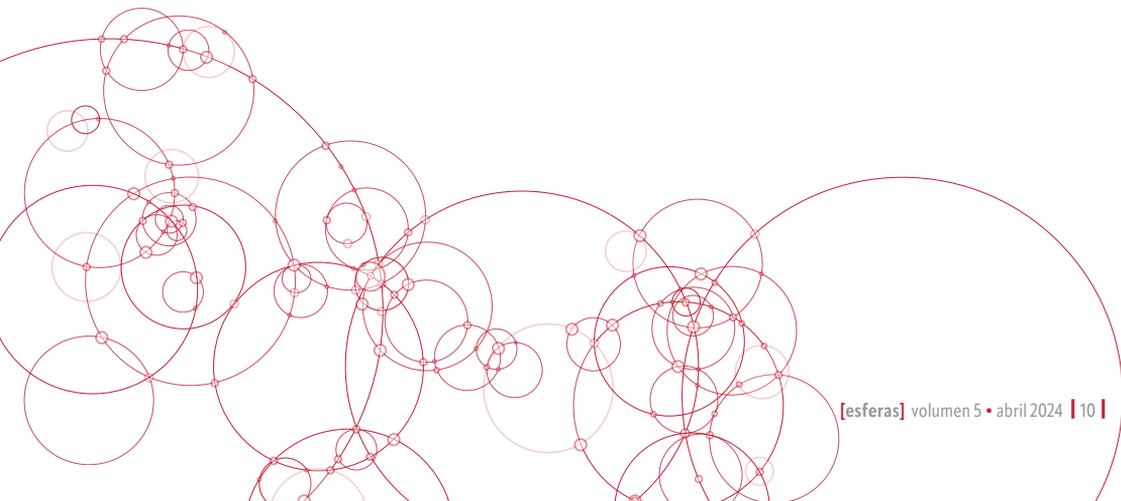
Aceptado: 10 de enero de 2024

DOI: <https://doi.org/10.18272/esferas.v5i.3133>

Cómo citar: León, L., Polit, R., Culda, C., Páez-Rosas, D., Lenin, R., Figueroa, D. y Mihalca, A. (2024).

Vigilancia sanitaria con perspectiva de Una-Sola-Salud: vinculación e investigación en Galápagos, Ecuador 2021-2022.

Esferas, 5, pp. 10-38. <https://doi.org/10.18272/esferas.v5i.3133>



Luis Renato León Villalba
Universidad San Francisco de Quito USFQ
Laboratorio de Entomología Médica & Medicina Tropical LEMMT, Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales COCIBA
170901, Cumbayá, Quito, Ecuador
rleon@usfq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1909-8445>

Rafael Polit
Universidad San Francisco de Quito USFQ
Escuela de Medicina Veterinaria
170901, Cumbaya, Quito, Ecuador
mpolit@alumni.usfq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3087-1918>

Carla Culda
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine USAMV Cluj Napoca
Department of Parasitology and Parasitic Diseases, Faculty of Veterinary Medicine
Cluj-Napoca 400372, Calea Manastur 3-5, Romania
carla-andreea.culda@usamvcluj.ro
<https://orcid.org/0000-0002-5384-8924>

Diego Páez-Rosas
Universidad San Francisco de Quito USFQ
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA
170901, Cumbayá, Quito, Ecuador
dpaez@usfq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2446-9888>

Rommel Lenin Vinueza
Universidad San Francisco de Quito USFQ
Escuela de Medicina Veterinaria
170901, Cumbaya, Quito, Ecuador
rvinueza@usfq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4587-8795>

Daniela P. Figueroa
Universidad Santo Tomás
Av. Ejército Libertador 146, Santiago,
Región Metropolitana, 7550611, Chile
dfigueroap@santotomas.cl
<https://orcid.org/0000-0003-3443-6331>

Andrei Daniel Mihalca
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine USAMV Cluj Napoca
Department of Parasitology and Parasitic Diseases, Faculty of Veterinary Medicine
Cluj-Napoca 400372, Calea Manastur 3-5, Romania
amihalca@usamvcluj.ro
<https://orcid.org/0000-0001-6076-7914>

Resumen

Introducción

Las islas Galápagos presentan ecosistemas complejos en donde coexisten la fauna silvestre, urbana y la comunidad humana; aquí, las especies invasoras y las enfermedades infecciosas, generan riesgos para la salud humana y animal. Este ensayo describe algunos de los patógenos y enfermedades zoonóticas más importantes de Galápagos con énfasis en enfermedades vectoriales desde la perspectiva de "Una-Sola-Salud".

Metodología

Se realizaron grupos focales en las islas de San Cristóbal e Isabela, exámenes de sangre en perros para detectar el parásito *Dirofilaria immitis* y monitoreos entomológicos usando trampas BG y trampas Gravid-*Aedes* trap (GAT).

Resultados

Las instituciones conocen del riesgo de brotes de dengue u otra enfermedad con el aumento de mosquitos; se denota la escasez de recursos para la vigilancia y el diagnóstico. En la comunidad, no siempre se asocia aumento de mosquitos con mayor riesgo de enfermedad; se percibe baja importancia del tema frente a otros y se conoce menos en Isabela que en San Cristóbal. La educación y la participación comunitaria ayudarían a sensibilizar a la comunidad y disminuir la resistencia a la implementación de medidas de control. Hay falta de reglamentos para regular el control y limpieza en las viviendas.

La presencia de *Dirofilaria immitis* en perros evidencia el potencial riesgo de transmisión al lobo marino de Galápagos. Las trampas BG son eficientes para la captura de mosquitos; las trampas GAT necesitan de mayor evaluación para determinar su utilidad.

Conclusiones

Los estudios de enfermedades vectoriales con un abordaje de Una-Sola-Salud puede facilitar la toma de decisiones y la implementación de medidas de prevención y control más eficaces.

Palabras clave: Ecuador, dengue, *Aedes aegypti*, *Dirofilaria immitis*

Abstract

Introduction

The Galapagos Islands present complex ecosystems where wildlife, urban fauna, and the human community coexist. Here, invasive species and infectious diseases pose risks to human and animal health. This essay describes some of the most important pathogens and zoonotic diseases in Galapagos, with emphasis on vector-borne diseases, from the "One Health." perspective.

Methodology

Focus groups were conducted in San Cristóbal and Isabela, blood tests on dogs were performed to detect the parasite *Dirofilaria immitis*, and entomological monitoring was carried out using BG traps and Gravid-*Aedes* traps (GAT).

Results

Institutions are aware of the risk of dengue outbreaks or other diseases with the increase in mosquitoes; there is a shortage of resources for surveillance and diagnosis. In the community, the increase in mosquitoes is not always associated with a higher risk of disease; there is a perceived low importance of the issue compared to others, and there is less awareness in Isabela than in San Cristóbal. Education and community participation would help raise awareness and reduce resistance to the implementation of control measures. There is a lack of regulations to regulate control and cleaning in homes.

The presence of *Dirofilaria immitis* in dogs highlights the potential risk of transmission to the Galapagos sea lion. BG traps are efficient for the collection of mosquitoes; GAT traps require further evaluation to determine their usefulness.

Conclusions

Studies on Vector-borne diseases using a One-Health approach can facilitate decision-making and the implementation of more effective prevention and control measures.

Keywords: Ecuador, dengue, *Aedes aegypti*, *Dirofilaria immitis*

Las Galápagos: antecedentes y la coexistencia con la fauna local

Las islas Galápagos constituyen un refugio de vida silvestre y de especies endémicas, las que, en el siglo XIX, inspiraron al científico Charles Darwin para desarrollar la teoría de la evolución y la selección natural tal como expuso en su libro *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* (Darwin et al., 1859 pp. 1-502). La extensa biodiversidad tanto terrestre como acuática propia del Archipiélago de Galápagos, es un patrimonio biológico para la humanidad (Tye et al., 2002, pp. 25-35).

Debido a su aislamiento y a la presencia de ecosistemas altamente distintivos, Galápagos exhibe vulnerabilidades en diversos aspectos. Entre estos, se destaca la susceptibilidad al ingreso y propagación de especies invasivas que puedan actuar como patógenos o vectores de enfermedades, afectando tanto a la fauna endémica como a la fauna urbana y a la población humana (Toral-Granda et al., 2017, pp. 1-21). La regulación de la entrada y salida de personas, productos u organismos hacia y desde las islas es gestionada por la Agencia de Regulación y Control de la Biodiversidad y Cuarentena para Galápagos ABG, cuya tarea enfrenta cada vez mayores desafíos debido al creciente flujo de personas y productos asociado al desarrollo de las ciudades y al turismo (Zapata, 2008, pp. 60-66).

La colonización y el crecimiento poblacional en las islas han traído consigo otros problemas como el ingreso de animales domésticos (Gottdenker et al., 2005, pp. 429-439). Por ejemplo, la presencia de gatos en las islas pobladas es común y va en aumento; y su contacto con el hombre y otras especies silvestres o de la fauna urbana, es inevitable (Figura 1). De igual manera, el aumento de especies introducidas tanto de animales como de plantas invasoras es de gran preocupación. De las 1579 especies introducidas a las islas, 545 (34,5 %) corresponden a insectos, 50 (3,2 %) a vertebrados y 63 (4 %) a patógenos (El Universo, 2019; Causton et al., 2006, pp. 121-143). Otro factor preocupante es el turismo, el mismo que reportó 72 519 visitantes en el 2020; de estos, el 57 % fueron extranjeros de diferentes lugares del mundo (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

FIGURA 1. Un gato alimentándose de los restos de comida de un plato en un comedor en la calle Teodoro Wolf en el centro de Puerto Baquerizo Moreno, San Cristóbal



De las 13 islas principales, cinco: Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela, Floreana y Baltra, presentan poblaciones humanas. En estas, el número de habitantes fluctúa entre 16 000 y 7000 personas en Puerto Ayora (Santa Cruz) y Puerto Baquerizo Moreno (San Cristóbal) respectivamente. Además, alrededor de 2000 personas habitan en Puerto Villamil (Isabela), poco más de 100 habitantes en Puerto Velasco Ibarra (Floreana) y menos de 100 habitantes en Baltra, donde la mayoría de los pobladores no son permanentes, sino personal relacionado con la operación del aeropuerto de la isla (INEC, 2015).

En las Islas Galápagos, la convivencia diaria entre humanos y diversas especies animales, como pinzones de Darwin, iguanas y lobos marinos, constituye un atractivo principal. La interacción de residentes y turistas con la fauna endémica, es común en encuentros casuales, sea en senderos, en zonas turísticas o en las zonas urbanas y lleva consigo riesgos físicos para ambos facilitando la transmisión de patógenos y parásitos. La presencia cotidiana de animales silvestres en áreas urbanas (**Figura 2**), amplifica dichos riesgos, amenazando la salud de humanos, animales domésticos y especies endémicas (Denkinger et al., 2017, pp. 491-498); el monitoreo de la fauna silvestre ayuda a tener un manejo más eficiente como se ha visto en las Islas Galápagos (Gibbs et al., 1999, pp. 1055-1065).



FIGURA 2. A. Izquierda. Lobos marinos durmiendo en un bote inflable de transporte turístico en el muelle de Puerto Ayora. B. Derecha. Geckos entre los sorbetes en la recepción de un restaurante en la isla de Santa Cruz.

Enfermedades zoonóticas en las Galápagos

Las zoonosis se refieren a enfermedades que pueden ser transmitidas entre animales vertebrados y humanos (Lafaye y Li, 2018, pp. 18). En algunos casos, estas enfermedades

pueden afectar a poblaciones enteras y, en situaciones extremas, convertirse en pandemias, como posiblemente ocurrió con el COVID-19, una enfermedad causada por un coronavirus que en inicio estaba presente únicamente en animales (Wang et al., 2020, pp. 470-473).

Para las Galápagos, se han identificado ejemplos de la presencia de enfermedades transmitidas entre especies. Se ha informado de un caso en el que se detectaron varios tipos de *Salmonella*, incluyendo *S. Pomona* y *S. enterica*, en iguanas, con el potencial de ser transmitidas también a los seres humanos (Franco, 2011, pp. 1-6). Además, se ha documentado la presencia de *Leptospira* o distemper canino en las poblaciones de lobos marinos de Galápagos (Denkinger et al., 2017, pp. 491-498).

En las islas, actualmente se impulsa el estudio del impacto de los patógenos entre especies domésticas, humanos y animales silvestres, especialmente en el caso de patógenos de múltiples hospedadores con ciclos de vida complejos. Comprender el funcionamiento de estos ciclos, así como los ecosistemas en los que se desarrollan, y evaluar el riesgo que representan para la fauna urbana o endémica, resulta crucial en el contexto de la conservación en las Galápagos.

Amenazas potenciales para la fauna urbana de Galápagos

El problema de la fauna urbana en las islas

A pesar de las restricciones impuestas por el Régimen Especial en las Galápagos, que prohíbe la libre introducción de animales domésticos, en especial perros y gatos, su presencia va en aumento, lo que representa un desafío para las autoridades locales (Howitt B., 2019, pp. 733-734). El número total de animales domésticos en las islas permanece mayormente desconocido, ya que la información se limita a estudios y censos parciales en determinadas islas (Levy et al., 2008, pp. 60-65; Culda et al., 2022, pp. 1-10).

En el caso de los perros, según los registros locales, se tiene constancia de que habitan en las cinco islas pobladas del archipiélago, y en numerosas ocasiones, estos pueden desplazarse desde zonas urbanas hacia áreas silvestres, aumentando el riesgo para la integridad de varias especies y la transmisión de enfermedades a la fauna silvestre (Diaz et al., 2016, pp. 128-129). La tenencia responsable de mascotas no es estrictamente regulada y perros y gatos deambulan libremente en las calles y playas de Puerto Ayora y Puerto Baquerizo Moreno lo que aumenta la posibilidad de que se conviertan en animales ferales (Figura 3). En 2024, se reporta la muerte de cachorros de lobos marinos de la lobería de San Cristóbal por ataque de perros (Primicias, 2024) lo que advierte del riesgo asociado a la fauna urbana en las islas. La investigación de patógenos en perros domésticos ha sido limitada, pero estudios han

revelado una amplia diversidad de agentes infecciosos potencialmente patógenos para los lobos marinos, destacando el interés especial en el gusano del corazón canino (Adams et al., 2016; Culda et al., 2022, pp. 1-10).



FIGURA 3. A. Izquierda. Perro callejero que carga un collar y posiblemente tiene dueño, pero se encuentra deambulando libremente en una calle de Puerto Baquerizo Moreno. Derecha. Gato feral en el botadero de basura de la Encañada en Puerto Baquerizo Moreno.

El gusano del corazón de los perros (*Dirofilaria immitis*)

Es un parásito nemátodo (gusano cilíndrico) que infecta a carnívoros silvestres y domésticos como perros y gatos. Este parásito se reportó en las Américas hace más de 150 años y los primeros casos fueron notificados del Brasil (Labarthe y Guerrero, 2005, pp. 149). La dirofilariasis es considerada una enfermedad zoonótica ya que en ocasiones también el ser humano puede llegar a convertirse en un hospedador accidental. El ciclo biológico del parásito comprende la inoculación de sus larvas a través de la picadura de un mosquito a un hospedador adecuado. Una vez en el nuevo hospedador, las larvas o microfilarias migran al corazón y arterias pulmonares, maduran y se convierten en parásitos adultos. Los adultos producen microfilarias que circulan por el torrente sanguíneo. Un mosquito toma sangre del hospedador infectado y las microfilarias entran junto con la sangre al tubo digestivo medio posterior del mosquito y de ahí migran hacia la cavidad abdominal (hemocele) del insecto infectando las glándulas salivales y haciéndolo un mosquito competente para transmitir el parásito en la próxima picadura (CDC, 2019).

Amenazas potenciales para la fauna endémica de Galápagos

El Lobo marino de Galápagos.

El lobo marino, *Zalophus wollebaeki*, es una de las dos especies de pinnípedos presente en las islas Galápagos; es la especie más distribuida y numerosa, con una población aproximada de 20 000 individuos. Sin embargo, se reporta, que en la Isla de San Cristóbal su colonia se está reduciendo (Guevara, 2011, pp. 16, 39). Esta especie está catalogada como 'en peligro' por la UICN (Trillmich, 2015). Se sugiere que las enfermedades infecciosas y parasitarias son una posible causa del declive de las poblaciones, ya que se ha observado mortalidad en colonias ubicadas cerca de asentamientos humanos, agravando el hecho de que la colonia más grande de lobos marinos se encuentra en uno de los principales asentamientos humanos.

Dado que los lobos marinos posiblemente no han estado previamente expuestos a parásitos asociados a los perros, estos pinnípedos pueden ser mucho más susceptibles al desarrollo de enfermedades. Patógenos comunes como el gusano del corazón de los perros puede afectar a los pinnípedos (Páez-Rosa et al., 2017, pp. 159-175). La presencia de este parásito ha sido detectada en otras especies de pinnípedos alrededor del mundo, observándose signos clínicos como tos, dificultad respiratoria e inclusive mortalidad (Farriols et al., 2020, pp. 1281-1290). En las Islas Galápagos, las poblaciones de perros en zonas urbanas están en contacto con poblaciones de lobos marinos (Grijalva et al., 2018, pp. 42-43). Quedan varias interrogantes sobre la ecología y el impacto del gusano del corazón canino en las Galápagos. Por ejemplo, ¿Qué especies de mosquitos juegan un rol como vectores? ¿Cuál es el ciclo natural del parásito y que hospederos están involucrados? ¿Cuál es el verdadero riesgo de transmisión a los lobos marinos? Se aspira a que investigaciones a futuro puedan dar luz a todo este conocimiento.

Amenaza de otras enfermedades zoonóticas

Otros patógenos como los morbillivirus han sido la causa de brotes epidémicos causando significativa mortalidad en diversas especies de pinnípedos en todo el mundo (Duignan et al., 2014, pp. 5094-5098). En 2017, se informó sobre la presencia de ADN del virus del distemper canino (moquillo) en 6 de 48 tejidos recolectados en 2011 de cachorros de lobos marinos de Galápagos muertos en la isla San Cristóbal (Denkinger et al., 2017, pp. 495). Además, se han reportado perros con títulos de anticuerpos positivos contra el virus del distemper en Santa Cruz e Isabela (Díaz et al., 2016, pp. 128-137; Levy et al., 2008, pp. 62).

Por otro lado, otra enfermedad, la leptospirosis, se considera la zoonosis más extendida a nivel global, ya que la bacteria *Leptospira* y sus múltiples especies se encuentran en virtualmente

todas las especies de mamíferos examinadas, incluidos los lobos marinos y los seres humanos, y se distribuyen en todos los continentes con excepción de la Antártida. Esta enfermedad puede causar problemas renales graves que pueden ser fatales sin el tratamiento adecuado (Adler y Moctezuma, 2010, pp. 287-288). Los hospederos y reservorios más importantes de *Leptospira* spp. son los roedores; sin embargo, los perros también pueden estar infectados y desempeñar un papel en la transmisión del patógeno; estudios de meta-análisis revelan la carga de este patógeno en la orina de otras especies (además del hombre y ratas) como en ganado vacuno, venados y ratones (Barragán et al., 2017, pp. 4). En Galápagos, existen reportes de la presencia de ADN de *Leptospira* spp. en cinco muestras recolectadas de lobos marinos varados provenientes de la colonia Malecón de San Cristóbal (Denkinger et al., 2017, pp. 495). Los datos demográficos de referencia de los animales de compañía, como por ejemplo de los perros, son importantes para la formulación, implementación y evaluación de políticas públicas de convivencia responsable (Hiby et al., 2017, pp. 1-20).

Amenazas para la población humana

Los mosquitos como vectores de patógenos

Los mosquitos, vulgarmente llamados zancudos, son pequeños insectos dípteros voladores y de patas largas. Estos tienen la capacidad de dispersarse en zonas rurales y zonas urbanas propagando fácilmente diversos patógenos por medio de sus picaduras y provocando así brotes epidémicos o epizooticos (brote epidémico en animales). (Alenou et al., 2023, pp.6-10). Solamente los mosquitos hembra se alimentan de sangre, a lo que se denomina hematofagia, y por tanto solo las hembras son consideradas como vectores de bacterias, virus o parásitos. En contraste, los machos solamente ingieren pequeñas gotas de rocío o savia de las plantas. Las diferentes especies de mosquitos muestran predilección por ciertos animales para alimentarse o pueden preferir al ser humano, como es el caso del *Aedes aegypti*, que es vector principal de diversos virus como se explicará posteriormente. El periodo extrínseco de incubación se refiere al tiempo desde que un mosquito hembra adquiere un determinado patógeno al ingerir sangre infectada durante una primera picadura hasta que es capaz de transmitir el mismo en una próxima picadura. Junto a la sangre, el patógeno entra hacia el tubo digestivo medio posterior, atraviesa el epitelio desde el lumen hacia el hemocele y termina infectando las glándulas salivales y saliva del mosquito. Durante la siguiente picadura del mosquito, la transmisión ocurre por inoculación de la saliva mientras el mosquito se alimenta de sangre. El periodo extrínseco de incubación depende de varios factores bióticos y abióticos, que incluyen entre otros, a la temperatura, a la diversidad genética del patógeno y del vector (Ohm et al., 2018, pp. 1-4).

Los mosquitos en las Galápagos

A diferencia de Ecuador continental en donde han sido descritas aproximadamente 252 especies de mosquitos (Ramon et al., 2019, pp. 178), en las Galápagos solamente existen tres especies: *Aedes taeniorhynchus*, *Ae. aegypti* y *Culex quinquefasciatus*. Todas estas especies fueron una o varias veces introducidas en las islas (Bataille et al., 2009, pp. 10230). En el archipiélago, los mosquitos son abundantes en la época lluviosa y caliente de febrero a junio, y representan una verdadera molestia para la población debido a sus picaduras. La presencia de mosquitos en las Galápagos es de gran relevancia, no solamente por la potencial transmisión de enfermedades, sino también porque son especies introducidas, cuyo control compete tanto al Ministerio de Salud Pública (MSP) como a la Agencia ABG.

La introducción del mosquito *Aedes aegypti*, una especie altamente antropofílica, en las islas Galápagos en la década de 1990, ha generado preocupación sobre la transmisión del dengue en este ecosistema único en donde los primeros casos se notificaron en el 2002 (León et al., 2022, pp. 191). Se resalta la importancia de prevenir la introducción de nuevos casos del dengue desde el continente a través de visitantes o turistas infectados lo que puede iniciar brotes epidémicos de la enfermedad en las Galápagos considerando las abundantes poblaciones del mosquito vector en Puerto Ayora y en Puerto Baquerizo Moreno. De igual manera, la dispersión del vector o del dengue a otras islas, como Floreana, en donde no hay aún reportes de la presencia del *Ae. aegypti* ni de casos de la enfermedad. Un brote masivo de dengue u otros arbovirus podría ser catastrófico para el turismo, principal fuente de ingresos de las islas.

Aedes taeniorhynchus: Especie comúnmente conocida como mosquito negro de las marismas, esta especie se registró por primera vez en Galápagos a fin del siglo XIX (1880s) (Bataille et al., 2009, pp. 10230). Estudios moleculares sugieren que este mosquito ha evolucionado en una especie distinta a las variedades del resto del continente, por lo que ahora se considera autóctono de Galápagos (Bataille et al., 2010, pp. 4491-4504). Hoy en día, está ampliamente distribuido en el archipiélago y se han observado adaptaciones específicas que les permiten habitar tanto las tierras altas como bajas de las islas. Desde el punto de vista sanitario, es importante porque se sabe que es un vector de muchas enfermedades virales, entre las más importantes el virus del Nilo occidental, lo que también representa un riesgo para la fauna nativa y endémica de Galápagos y de otros patógenos como el antes mencionado gusano del corazón canino *Dirofilaria immitis* (León et al., 2022, pp. 189,190, 198)

Aedes aegypti: Especie originaria de África, es mejor conocida como el mosquito de la fiebre amarilla por su capacidad de transmitir el virus de esa enfermedad. También ha sido identificada como el principal vector del virus del dengue, el virus del Chikunguña y el virus del Zika (Powell, 2018, pp. 1563-1565). Se cree que esta especie se extendió por primera vez al Nuevo Mundo durante el comercio de esclavos y posteriormente invadió zonas tropicales

y subtropicales del mundo (Powell y Tabachnick, 2013, pp. 11-17). Se especula que llegó a Galápagos en la década de los noventa, fue detectado en el 2002 y actualmente ya está presente en San Cristóbal, Santa Cruz e Isabela (Ryan et al., 2019, pp. 1-16; Asigau et al., 2017, pp. 247; Molina et al., 2018; León et al., 2023). Antropofílico y principalmente de hábitos diurnos, aunque también puede alimentarse en la noche, probablemente esta especie sea el vector más importante de arbovirus que puedan infectar al ser humano (Lima-Cámara, 2010, pp. 740). Habita en contenedores de agua limpia artificiales y naturales y se encuentra principalmente en los domicilios urbanos y sus alrededores (Figura 4). Los estadios inmaduros, larvas y pupas, se encuentran habitualmente en agua almacenada en tanques, macetas, neumáticos de repuesto y zanjas de drenaje (Romero-Vivas et al., 2006, pp. 87-95). La falta de vacunas disponibles o de programas de vacunación bien desarrollados contra estos arbovirus, a excepción de la fiebre amarilla, hace actualmente al control vectorial del *Ae. aegypti*, la principal herramienta de control para prevenir la transmisión de estas enfermedades (Achee et al., 2015, pp. 1).



FIGURA 4. Izquierda. Hembra del mosquito *Aedes aegypti* observada bajo un estereomicroscopio. Derecha. Recipiente con agua de lluvia que puede servir como criadero de larvas de mosquitos, abandonado en el peridomicilio de una casa.

***Culex quinquefasciatus*:** Zancudo conocido como el mosquito doméstico del sur; esta especie habita en zonas tropicales y subtropicales en todo el mundo, incluyendo África, América, Asia y Australia (Fonseca et al., 2006, pp. 284). El primer registro de *Cx. quinquefasciatus* en Galápagos se remonta a 1985 cuando se cree sus larvas fueron introducidas a las islas (Whiteman et al., 2005, pp. 844-847), posiblemente a través de aviones desde el continente; en la actualidad, ha sido reportado en todas las islas habitadas del archipiélago incluyendo a Baltra (Eastwood et al., 2019, pp. 48). *Culex quinquefasciatus* es un importante vector de patógenos como el virus del Nilo occidental y del virus de la encefalitis de San Luis (Reisen et al., 2005, pp. 367-375; Soh y Aik, 2021, pp. 1-2), dos arbovirus zoonóticos de los cuales se han reportado también reservorios en la fauna silvestre (Kilpatrick et al., 2006, pp. 1224-1231). Esta especie es además vector del virus

Oropouche (Da Rosa et al., 2017, pp. 1022), de la filarisis linfática, y en las poblaciones silvestres, de la malaria y viruela aviar (León et al., 2022, pp. 190).

Enfermedades arbovirales en las Galápagos

Los arbovirus, del inglés ARthropod-BORne virus, son agentes virales que se transmiten mediante vectores artrópodos sean estos insectos como los mosquitos o arácnidos como las garrapatas. Estos se alimentan de sangre de diferentes hospedadores que si están infectados con un arbovirus transmiten el mismo al vector que luego de su ciclo extrínseco de incubación se hace competente para transmitir el arbovirus en la siguiente picadura. Las enfermedades arbovirales como el dengue son de las enfermedades vectoriales más importantes en Ecuador. En la década anterior (2010-2020), se pudo observar cómo dos arbovirus adicionales, el virus del Chikunguña y el virus del Zika, anteriormente desconocidos en el Nuevo Mundo, se introdujeron desde África produciendo brotes epidémicos de relevancia en la mayoría de los países de las Américas incluyendo al Ecuador (Young, 2018, pp. 1-10).

Dengue: es considerado una de las enfermedades vectoriales más importantes en las Américas. Pese a que en la década de 1950 la transmisión del dengue en el Ecuador pudo interrumpirse como resultado de un eficiente programa de control de vectores (García, 1953, pp. 221-224), en 1988 la enfermedad y su vector, el mosquito *Ae. aegypti* reaparecieron produciendo un brote de más de 80 000 casos en Guayaquil y un subsecuente gran brote de unos 800 000 casos en todo el país (Badii et al., 2007, pp. 309-333). De los cinco serotipos descritos de este virus, cuatro (DENV1-4) se han registrado en el Ecuador y causan la fiebre del dengue en el ser humano (Ramos-Castaneda et al., 2017, pp. 7). Tras la introducción del *Ae. aegypti* a la isla de Santa Cruz hacia el 2002 se reportan los primeros casos de dengue en las islas Galápagos y en 2009 se describe un brote con cerca de 1000 casos en San Cristóbal que evidencia la expansión del *Ae. aegypti* a esa isla y la relevancia de esta enfermedad en las Galápagos. Desde el 2003 hasta el 2018, se han producido al menos 540 casos en Galápagos según los datos del Ministerio de Salud Pública de Ecuador (Ryan et al., 2019, pp. 4), lo que ha repercutido significativamente en la vida de los habitantes del archipiélago y en su economía. Se piensa estos valores pueden ser una subestimación y los casos en total en Galápagos desde los primeros reportes hasta la actualidad, llegar a cerca de 2000. En el 2020, con la venida de la pandemia y la co-epidemia del COVID-19/dengue en las Galápagos (Hinojosa et al., 2022), también se reportaron los primeros casos del dengue en Puerto Villamil en la isla Isabela (León et al., 2022, pp. 199-200), lo que evidencia la expansión de esta enfermedad incluso a poblaciones con menos de 5000 habitantes.

Chikunguña: Este virus surgió en el África y se distribuyó gradualmente al resto del mundo, produciendo un brote de gran magnitud en las Américas (Yactayo et al., 2016, pp. 441-445). En

Ecuador, el número de casos notificados ha disminuido año tras año, de 33 619 en 2015 a solo ocho en 2018 y un caso en el 2023 (MSP, Gaceta-Vectores SE 52 2018, pp. 12; SE 50, 2023, pp.1). En Galápagos solo se notificaron 26 casos en el 2015 (MSP, Gaceta-Vectores SE 52 2018, pp. 12).

Zika: este arbovirus también originario de África, llegó a las Américas en 2015 y produjo un total de 223 477 casos acumulados hasta el 4 de enero de 2018 (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2018). En Ecuador, el primer caso reportado fue en 2015 y le siguieron 2946 casos en 2016, 2396 en el 2017, disminuyendo hasta tan solo diez en 2018 (MSP, Gaceta-Vectores SE 52 2018, pp. 14). En Galápagos, los únicos cinco casos importados se reportaron entre 2016 y 2017 (MSP, Gaceta-Vectores SE 52 2018, pp. 14).

Actividades de Vinculación 2021-2022

Grupos focales

La información proveniente de encuestas a la población sobre la presencia de enfermedades puede constituir un recurso clave en el diseño de planes y programas de educación sanitaria (Azhar et al., 2010, pp. 249-253). El uso de herramientas de la epidemiología social como entrevistas, métodos Delphi o grupos focales, son recursos que permiten entender mejor los elementos sociales y culturales relacionados a estas problemáticas. Aunque se puede partir de ámbitos reducidos, estas herramientas permiten intervenir en macroespacios, contribuyendo al acierto en el diseño de planes de acción y decisiones de políticas públicas (Segura del Pozo, 2006, pp. 153-158), y pueden contribuir a un mejor diseño de las estrategias a implementarse por parte de los organismos encargados del control sanitario, como en el caso de las islas Galápagos.

En esta fase del proyecto se incorporó la participación del Instituto de Medicina Social & Desafíos Globales de la USFQ, a través del laboratorio de Veterinaria y Epidemiología Social. Para el estudio se aplicó la metodología de grupos focales en grupos de participantes de las islas San Cristóbal e Isabela, como parte del taller de Participación Comunitaria en la prevención de enfermedades transmitidas por vectores.

En esta parte del proyecto, se realizaron dos sesiones de grupos focales con integrantes de la sociedad civil y organizaciones locales, tanto en San Cristóbal como en Isabela, con el fin de establecer el nivel de conocimiento y percepción de la problemática de las enfermedades vectoriales relacionadas al ser humano y a la fauna silvestre en las Islas Galápagos. Se aplicó el método participativo, a partir de preguntas desencadenantes preestablecidas, discutidas de forma anticipada por el equipo de investigadores (Azhar et al., 2010, pp 749-750; Hamui-Sutton y Varela-Ruiz, 2013, pp. 55-60).

Debido a las características de los asistentes, las preguntas se adaptaron a dos grupos de participantes, el primero integrado por pobladores de las islas y el segundo por representantes de instituciones. A partir de la información registrada se sistematizaron las ideas principales, que fueron agrupadas en temas. La información fue incluida en una hoja de cálculo y representada en gráficos estadísticos para su análisis e interpretación.

Grupo focal de San Cristóbal

Estuvo compuesto por 12 participantes, principalmente representantes de instituciones públicas presentes en la isla San Cristóbal, entre ellas Ministerio de Salud Pública (MSP), además de otras instituciones vinculadas a la prevención de la salud como el municipio, la agencia ABG y el Ecu-911. La sociedad civil estuvo representada por pobladores que participan en el sistema de vigilancia comunitaria y algunos líderes barriales invitados por el MSP.

Los representantes de las instituciones públicas demostraron conocimiento e interés en el problema, mencionando algunas estrategias planificadas para implementarse a mediano plazo. La percepción de riesgo de las instituciones fue alta. Sin embargo, señalaron la escasez de recursos económicos y tecnológicos para los procesos de vigilancia de vectores y diagnósticos iniciales y diferenciales de las enfermedades.

En cuanto a la colaboración e involucramiento de los pobladores al problema, se hizo énfasis en la falta de educación y sensibilidad de la gente, mencionando que es necesario realizar labores de educación para la salud y buscar mecanismos para lograr la participación comunitaria. Se mencionó la resistencia de la población a la implementación de medidas de control y además la falta de reglamentos que obliguen a los pobladores a realizar control y limpieza en sus viviendas, identificando como un factor de riesgo importante para la proliferación de vectores. Las instituciones están conscientes que un aumento de la abundancia de mosquitos podría desencadenar el brote de alguna enfermedad. Los asistentes mencionaron la alteración de los planes de control por la pandemia, bajo presupuesto y dificultades para conseguir los productos requeridos para el control.

Por su parte, la población civil en San Cristóbal identificó el tema de los mosquitos, como una situación que causa molestias en la época lluviosa y de calor. Sin embargo, no asocian directamente la relación de los mosquitos con los brotes y propagación de enfermedades transmisibles por vectores. El conocimiento del problema, la percepción de riesgo y la importancia que le dan frente a otros problemas de salud fue bajo. No hubo consenso en cuanto a las medidas que implementa el MSP. Algunos pobladores son resistentes a acatar las disposiciones de los técnicos como eliminar posibles reservorios de agua, sin embargo, otros participantes mencionaron que se requiere más fumigación. Los asistentes mencionaron que estarían dispuestos a participar, aunque no lograron identificar del todo el beneficio de colocar las trampas para mosquitos en sus hogares.

Grupo focal Isla Isabela

Participaron representantes de las instituciones públicas. La sociedad civil estuvo representada por pobladores y algunos líderes barriales. Los participantes de las instituciones de Isabela mostraron menos conocimiento del problema y riesgo de brote de enfermedades en la isla, aunque saben que la presencia de los mosquitos causa molestias a la población local y los turistas en las épocas de calor. Mencionaron que es difícil lograr el compromiso de la comunidad para eliminar aguas estancadas y mencionaron que se necesita más educación. Sin embargo, se mostraron abiertos a colaborar en procesos de capacitación y educación en beneficio de la población.

Entre la población civil de Isabela se pudo observar un bajo nivel de conocimiento del problema y percepción del riesgo. La población local, no ve como amenaza inmediata el riesgo de propagación de una enfermedad vectorial. Han oído hablar muy poco sobre algunas enfermedades y no conocen detalles sobre su transmisión y control. Sin embargo, se mostraron interesados en el tema y en participar eventualmente en algún programa de control.

Actividades de Investigación

Muestreo de perros domésticos para la detección del gusano del corazón canino.

Entender el riesgo que suponen los parásitos multi hospedadores para los lobos marinos es crucial para el éxito de las acciones de conservación. La actividad de investigación se realizó por medio de un equipo conjunto compuesto por un grupo de la Universidad de Rumania USAMV Cluj-Napoca, y un grupo de la Universidad San Francisco de Quito USFQ. Un objetivo del proyecto a mediano plazo es la producción de un plan de acción para erradicar el gusano del corazón canino en las Galápagos. En el largo plazo, estas medidas podrían reducir la mortalidad asociada a patógenos de los leones marinos de Galápagos.

En 2021 se recogieron y examinaron muestras de sangre de perros domésticos en la isla de San Cristóbal para evaluar el riesgo de transmisión de *Dirofilaria immitis* a lobos marinos. Las tres especies de mosquito presentes en Galápagos son vectores potenciales de la enfermedad, y todas fueron identificadas en seis localidades de Puerto Baquerizo Moreno, en proximidad a los hogares de los habitantes y de colonias de lobos marinos. Se demostró la presencia del gusano del corazón en perros domésticos en la isla San Cristóbal, con una prevalencia preocupante principalmente en la zona rural.

En 2022, se continuó la investigación en áreas urbanas y rurales de las islas Floreana, Isabela y Santa Cruz. La colecta de sangre de perros domésticos con una edad mayor a seis meses se

hizo de puerta en puerta durante las visitas a los diferentes barrios. Previamente se obtuvo consentimiento verbal del propietario del perro, y cada dueño recibió un folleto en español que explicaba el objetivo principal de la investigación. Se comprobó la presencia o ausencia de microchip; en los perros que no tenían chip se implantó uno y se otorgó el número de este al propietario.

Para la extracción de sangre, se colocó un bozal. Se desinfectó el lugar de extracción con alcohol. Se aplicó un torniquete en el miembro anterior izquierdo o derecho y la sangre se extrajo de la vena cefálica. Se colectó entre 2 y 3 ml de sangre, seguidamente, el torniquete fue retirado antes de extraer la aguja de la vena, el flujo sanguíneo fue interrumpido aplicando presión con una torunda de algodón estéril en el lugar de la toma de muestra hasta conseguir hemostasia. (Culda et al., 2022, pp. 3-4). Para el estudio de la detección de las microfilarias de *Dirofilaria immitis* se usó la prueba de Knott modificada. Se puede observar al parásito y parte del proceso en la Figura 5.

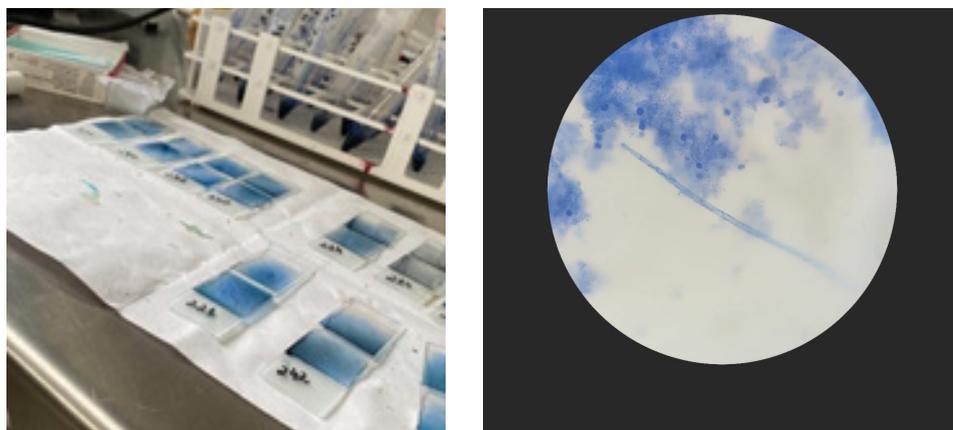


FIGURA 5. Izquierda. En el laboratorio, las muestras de sangre fueron procesadas, coloreadas y examinadas al microscopio en busca de infección por *Dirofilaria immitis*. Derecha. Microfilaria de *D. immitis* observada bajo el microscopio de luz.

Pudo determinarse la prevalencia de *Dirofilaria immitis* en las poblaciones de perros domésticos de áreas urbanas y rurales de las islas de Santa Cruz (Puerto Ayora), Isabela (Puerto Villamil) y Floreana (Puerto Velasco Ibarra) a través del hallazgo de microfilarias en sangre de canino por medio de la prueba de Knott. Los resultados y detalles de este estudio respecto a San Cristóbal fueron publicados en una revista científica especializada (Culda et al., 2022, pp. 1-10) y respecto a las otras islas están en vía de publicación. Las observaciones microscópicas se complementarán con estudios moleculares para confirmar la presencia y prevalencia de esta parasitosis en las diferentes islas muestreadas. Los resultados también fueron compartidos con los propietarios de los perros muestreados acerca de la existencia y posibles efectos de esta enfermedad parasitaria en los animales domésticos, silvestres y el ser humano.

Colectas de mosquitos

Para la captura y monitoreo de mosquitos, se utilizaron tanto trampas BG como trampas GAT. En el verano del 2022, que corresponde a la época fría en Galápagos, las poblaciones de mosquitos son escasas por lo que no se pudo realizar un estudio entomológico completo y las colecciones entomológicas se limitaron a ensayos preliminares. Se planea llevar a cabo monitoreos más exhaustivos a futuro cuando las poblaciones de mosquitos aumenten, lo que aportaría información sobre el estado de población de las diferentes especies de mosquitos en las islas.

Trampas de mosquitos BG

La trampa BG es un equipo entomológico especializado para colecta de mosquitos urbanos y silvestres especialmente *Ae. aegypti*; funciona a través de corriente eléctrica de una batería de 12 voltios o con un transformador a 110 voltios. Consiste en un cilindro de 36 cm de diámetro por 40 cm de altura cuyas paredes están hechas de tela o material plástico y es plegable para su fácil transporte. Al centro de la trampa, se localiza un segundo cilindro vertical que se acopla hacia la parte de arriba a una boca de entrada de muestras y hacia abajo a un ventilador que funciona aspirando de arriba hacia abajo los insectos que son atrapados en una funda colectora de muestras localizada por arriba del ventilador. Este diseño aventaja al de otras trampas pues los mosquitos no atraviesan las hélices del ventilador que los absorbe como ocurre en las trampas de luz CDC en donde los insectos pasan a través de las hélices lo que podría dañar las muestras y hacer complicada su identificación. (Krockel et al., 2006, pp. 229-238).

Trampas de mosquitos GAT

Por otro lado, la trampa Gravid *Aedes* Trap (GAT) es una trampa pasiva que no necesita de una fuente de electricidad y simula condiciones ambientales para atraer a los mosquitos (Eiras et al., 2014, pp. 200-209). Una hembra de mosquito después de alimentarse de sangre busca un lugar fresco y oscuro donde descansar, en inglés se las denomina "*resting mosquitoes*", y poner sus huevos, ovoposición. La trampa GAT aprovecha este comportamiento y provee de un sitio atractivo y oscuro dentro de la trampa para atraer especialmente a las hembras de mosquitos, pero también a los machos que las siguen para poder reproducirse. La trampa GAT está compuesta básicamente de un recipiente plástico negro de 20 cm de alto, 24 cm de diámetro a la base y 30 cm de diámetro en la parte superior, al cual se añade agua en la base. Un segundo recipiente cilíndrico transparente abierto por ambos extremos se coloca invertido sobre el primero para formar una cámara interior. En la parte superior del recipiente transparente calza una boca plástica de entrada de especímenes y al otro extremo un anillo plástico sostiene una malla negra que impide que los mosquitos que entren al interior de la trampa toquen el agua depositada en el recipiente principal. (Eiras et al., 2019, pp. 1-5; 2021, pp. 1-2; León et al., 2022, pp. 201).

Entre las ventajas de este tipo de trampa está su bajo costo y fácil funcionamiento y que en las colecciones entomológicas se puedan involucrar a la comunidad; las desventajas son que para matar a los mosquitos que entran dentro de la trampa se necesita colocar un insecticida impregnado en tela o papel pegajoso, lo que no siempre es práctico y eficiente especialmente en zonas con resistencia de los mosquitos a los insecticidas. Y que además del agua como atrayente, sea más eficiente colocar un atrayente químico, que no está disponible en el país y su adquisición desde el exterior implica altos costos y trámites complejos de importación. Ante estas dificultades, se realizó ensayos de fabricación local de tanto las telas impregnadas con insecticida como del atrayente químico en base al pasto elefante *Panicum máximum* (Santana et al., 2006, pp. 214-220).

Para la colocación de las trampas BG en el 2021 se seleccionaron tanto locaciones cercanas a los lobos marinos como también otros microambientes urbanos (Figura 6). Las trampas fueron colocadas al anochecer y recogidas a las 7 am del siguiente día y las fundas colectoras sometidas a congelación por 20 minutos para matar a los mosquitos. Las trampas permanecieron en los lugares de colección durante todo el estudio y solo las baterías recargables y las bolsas colectoras fueron reemplazadas cada día. Muy pocas colecciones con trampas BG fueron exitosas en el 2022. Los resultados de estas colectas 2021 y 2022 serán parte de otra publicación científica.



FIGURA 6. Trampa BG colocadas en zonas urbanas y suburbanas para captura de mosquitos. Estas trampas operan con una batería que debe ser recargada y las muestras se recogieron a diario

Los ensayos preliminares con trampas GAT (Figura 7) han mostrado que estas pueden ser una alternativa para el monitoreo y control de mosquitos en las Galápagos (León et al., 2021, pp. 201).

FIGURA 7. Trampa Gravid-Aedes trap GAT colocada en zonas urbanas para colecta de mosquitos. Estas trampas son pasivas y no necesitan de electricidad; las muestras se recogieron semanalmente o cada dos semanas

En el verano del 2022, se lograron realizar pocas capturas con las trampas GAT como un ensayo preliminar. Para la colocación de las trampas GAT, se seleccionaron hogares aleatorios en Puerto Villamil (Isabela) y un barrio en Puerto Ayora (Santa Cruz). Las trampas se colocaron en lugares cercanos a fuentes de agua como lavanderías y otros sitios de acumulación de agua como cerca de tanques bajos desatendidos. Al instalar la trampa se



colocó agua fresca y solución atrayente con base al pasto elefante en una relación 4:1 y se ensayaron telas impregnadas con insecticida a varias disoluciones. En el caso de Puerto Villamil el monitoreo de cada trampa se realizó cada tres días por cuestiones logísticas, en el caso de Puerto Ayora el monitoreo pudo realizarse cada dos semanas. Solamente cuatro mosquitos fueron colectados durante estos ensayos preliminares. Más colecciones entomológicas en un estudio más amplio deben llevarse a cabo en el futuro.

Perspectivas futuras y colaboración internacional

En el 2023, el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) adoptó una orientación de Una-Sola-Salud (Resolución No. AQ 004-2023) mediante la gestión realizada por La Red One Health Latinoamérica + Ibero y el Caribe (OHLAIC) que ha reconocido a Quito por este logro como de los primeros municipios One Health a nivel global. Las experiencias de Una-Sola-Salud (One Health) en América Latina provinieron de movimientos 'de base' (de abajo hacia arriba) a través de One Health Actions (**Pettan-Brewer et al., 2022**, pp. 1-5).

Las islas Galápagos, a pesar de su localización alejada del continente, reflejan la misma problemática Latinoamericana de la desigualdad social asociada a la degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad que amenazan la salud integral de los diversos sistemas socioecológicos. El trabajo realizado en Quito permite que en las islas Galápagos se pueda utilizar esa experiencia recogida en el continente y por la gestión que se lleva a cabo con diferentes actores claves, con el fin de aportar a la generación de política pública en Galápagos, esta articulación con asesoría internacional podría ser una gran oportunidad para que los municipios de las islas puedan seguir los mismos pasos que Quito y adoptar una orientación de Una-Sola-Salud más rápida y efectivamente, ya implícita en muchas investigaciones y experiencias pasadas en las islas. Las Galápagos serían un lugar idóneo para implementar el enfoque integrado de Una-Sola-Salud, por la interacción diaria que tiene la fauna endémica y silvestre de las islas con la población humana y también con la fauna urbana que cada año va en aumento. Este enfoque busca optimizar la salud de las personas, los animales y los ecosistemas, reconociendo su interrelación e interdependencia y alcanzarlo sería de los objetivos a corto y mediano plazo.

Históricamente, profesiones como médicos, veterinarios, biólogos entre otras, han colaborado aportando sus conocimientos con un objetivo común. Las diferentes profesiones relacionadas con la biología y la salud se han apoyado mutuamente en su labor de prevención y control de enfermedades, mediante actividades estratégicas de educación y promoción de la salud, por lo que las prácticas integradas de Una-Sola-Salud ya han sido aplicadas mucho antes que la introducción formal de este concepto. Sin embargo, durante el siglo XX el avance del conocimiento en temas particulares de cada profesión hizo que estos se separen relegando a la integralidad en la salud pública a un segundo plano. Actualmente, se vuelve a recalcar la importancia de tener una

visión holística que evite la competencia entre las profesiones y aumente la cooperación técnica a través de colaboración de grupos multidisciplinarios, logrando implementar la política de las 4C: colaboración, comunicación, coordinación y desarrollo de capacidades. De esta forma, los recursos son mejor aprovechados y se logra llegar a las metas fijadas más rápida y eficientemente.

En países en vías de desarrollo como el Ecuador, la colaboración multidisciplinaria fortalece los esfuerzos por mejorar la calidad de vida humana y animal en especial en zonas rurales y urbanas menos desarrolladas y empobrecidas en donde hay escasez de profesionales de la salud y una necesidad urgente de recursos médicos y biomédicos.

Conclusiones

Comprender el riesgo que representan los agentes zoonóticos e infecciosos es de vital importancia para una preparación óptima frente a futuros brotes epidémicos que con seguridad azotarán a la humanidad. Es de mucha relevancia, estructurar e implementar los más adecuados sistemas de alerta temprana que ayuden a identificar a tiempo a estos patógenos, pronosticar su diseminación con suficiente anterioridad para contener su dispersión eficientemente y evitar nuevos brotes epidémicos o endémicos. Con este propósito, la participación comunitaria es clave para establecer programas de monitoreo de mosquitos y prevención de enfermedades vectoriales como el dengue, que es relevante para la salud pública en Galápagos y para su comunidad.

Se sugiere que las enfermedades infecciosas y parasitarias pueden ser una causa del declive de la fauna endémica de Galápagos y una potencial amenaza también para la población humana, siendo este archipiélago un escenario único en donde el contacto y potencial interacción del ser humano con fauna silvestre es posible tanto en la zona urbana como en los sitios turísticos de las islas.

Los estudios de Una-Sola-Salud pueden servir a las autoridades para tomar las mejores y más adecuadas medidas de prevención de las diferentes enfermedades mencionadas, por ejemplo, mediante campañas de desparasitación y vacunación de perros y educación a los habitantes de las islas sobre los efectos de las enfermedades de fauna urbana y su posible afectación a la fauna endémica y silvestre de las islas.

Agradecimientos

A la Dra. Marilyn Cruz, Viviana Duque y personal de apoyo de la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos ABG, institución con la cual la USFQ mantiene un convenio de cooperación técnica para la ejecución de estos proyectos. A la Dra.

Georgiana Deak por su liderazgo y asistencia en el estudio de la presencia de *D. immitis* en Santa Cruz, Isabela y Floreana. A los voluntarios Romane Dionnet, Andra-Celia Barbu, Andrada-Silvia Cârstolovean, Teodora Dan, Nathalie Tejena, Fortunato Puleo, por su asistencia en las actividades del proyecto durante el 2021 y 2022. A los miembros de la comunidad, Jorge Saravia y Felipe Guanga y al personal de campo por su ayuda y la coordinación de estas actividades. Al Galapagos Science Center de la USFQ por el uso de sus instalaciones de laboratorio en el 2021 para examinar las muestras de sangre colectadas. Se dedica esta publicación al Dr. Jaime Grijalva, abnegado veterinario e investigador del proyecto que falleció trágicamente en el 2022.

Contribución de los Autores

R L, coordinación general, diseño del manuscrito, trabajo de campo, permisos de colección, RP, trabajo de campo y diseño del manuscrito. C C, diseño del manuscrito, trabajo de campo. D P-R, trabajo de campo, permisos de investigación. L V, trabajo de campo, diseño de los grupos focales, D F, asesoría técnica desde OHLAIC, AM, diseño del manuscrito, trabajo de campo. Todos los autores contribuyeron en la escritura y edición de esta publicación.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

Referencias

- Achee, N. L., Gould, F., Perkins, T. A., Reiner, R. C., Jr, Morrison, A. C., Ritchie, S. A., Gubler, D. J., Teysou, R., & Scott, T. W. (2015). A critical assessment of vector control for dengue prevention. *PLoS neglected tropical diseases*, *9*(5), e0003655. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003655>
- Adams, D.J., Rosenberg, D.E. y Yirui, H. (2016). Prevalence of vector-borne diseases in a sample of client-owned dogs on Santa Cruz in the Galápagos Islands: A pilot study. *Vet. Parasitol. Reg. Stud. Reports* *6*, 28–30. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2016.11.007>
- Adler, B. y Moctezuma, A.D. (2010). Leptospira and leptospirosis. *Veterinary Microbiol*, *140*(3-4), 287–296. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.012>
- Alenou, L. D., Nwane, P., Mbakop, L. R., Pameu, M., Ekoko, W., Mandeng, S., Bikoy, E. N., Toto, J. C., Onguina, H., & Etang, J. (2023). Burden of mosquito-borne diseases across rural versus urban areas in Cameroon between 2002 and 2021: prospective for community-oriented vector management approaches. *Parasites & vectors*, *16*(1), 136. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05737-w>
- Asigau, S., Hartman, D. A., Higashiguchi, J. M. y Parker, P. G. (2017). The distribution of mosquitoes across an altitudinal gradient in the Galapagos Islands. *Journal of vector ecology: journal of the Society for Vector Ecology*, *42*(2), 243–253. <https://doi.org/10.1111/jvec.12264>
- Azhar, M., Lubis, A. S., Siregar, E. S., Alders, R. G., Brum, E., McGrane, J., Morgan, I. y Roeder, P. (2010). Participatory Disease Surveillance and Response in Indonesia: Strengthening Veterinary Services and Empowering Communities to Prevent and Control Highly Pathogenic Avian Influenza. *Avian Diseases*, *54*(s1), 749-753, <https://doi.org/10.1637/8713-031809-Reg.1>
- Badii, MH., Landeros, J., Cerna, E. y Abreu, JL. (2007). Ecología e historia del dengue en las Américas. [Ecology and history of dengue in the Americas]. *Daena Int J Good Consci* *2*(2), 309–333
- Barragan, V., Nieto, N., Keim, P. y Pearson, T. (2017). Meta-analysis to estimate the load of *Leptospira* excreted in urine: beyond rats as important sources of transmission in low-income rural communities. *BMC Res. Notes* *10*, 71. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2384-4>
- Bataille, A., Cunningham, A.A., Cedeño, V., Patiño, L., Constantinou, A., Kramer, L.D. y Goodman, S.J. (2009). Natural colonization and adaptation of a mosquito species in Galápagos and its implications for disease threats to endemic wildlife. *Proc Natl Acad Sci*, *106*(25), 10230–10235. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0901308106>
- Bataille A., Cunningham, AA., Cruz, M., Cedeno, V. y Goodman, SJ. (2010). Seasonal effects and fine-scale population dynamics of *Aedes taeniorhynchus*, a major disease vector in the Galapagos Islands. *Mol Ecol*, *19*(20), 4491–4504. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2010.04843.x>

- Causton, C. E., Peck, S. B., Sinclair, B. J., Roque-Albelo, L., Hodgson, C. J. y Landry, B. (2006). Alien Insects: Threats and Implications for Conservation of Galápagos Islands. *Annals of the Entomological Society of America*, 99(1), 121-143. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2006\)099\[0121:AITAIF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2006)099[0121:AITAIF]2.0.CO;2)
- CDC. (2019, abril 16). *Dirofilariasis—Biology—Life Cycle of D. immitis*. CDC. <https://www.cdc.gov/dpdx/dirofilariasis/index.html>
- Cuda, C. A., Dionnet, R., Barbu, A. C., Cârstolovean, A. S., Dan, T., Grijalva, J., Espin, P., Vinueza, R. L., Cruz, M., Páez-Rosas, D., León, R., & Mihalca, A. D. (2022). The Presence of *Dirofilaria immitis* in Domestic Dogs on San Cristobal Island, Galapagos. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 11(11), 1287. <https://doi.org/10.3390/pathogens11111287>
- Da Rosa, J.F.T., de Souza, W.M., de Paula Pinheiro, F., Figueiredo, M.L., Cardoso, J.F., Acrani, G.O. y Nunes, M.R.T. (2017) Oropouche virus: clinical, epidemiological, and molecular aspects of a neglected Orthobunyavirus. *Am J Trop Med Hyg*, 96(5),1019–1030. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0672>
- Darwin, Charles, 1809-1882 y Woolls, William, 1814-1893 y Mort, H.S. (Harold Sutcliffe) 1878-1950 & Usinger, Robert L. (Robert Leslie), 1912-1968. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or, the preservation of favoured races in the struggle for life / by Charles Darwin. M.A., Fellow of the Royal, Geological, Linnæan, etc., societies ; author of 'Journal of researches during H.M.S. Beagle's voyage round the world'*. John Murray
- Denkinger, J., Guevara, N., Ayala, S., Hirschfeld, M., Chavez, C., Martinez, J., Trueba, G., Montero-Serra, I., Fietz, K., Barragán, V., Murillo, J.C., Goldstein, T., Ackermann, M., Cabrera, F. y Dubovi, E.J. (2017). Pup Mortality and Evidence for Pathogen Exposure in Galapagos Sea Lions (*Zalophus Wollebaeki*) on San Cristobal Island, Galapagos, Ecuador. *J. Wildl. Dis.*, 53(3), 491–498. <https://doi.org/10.7589/2016-05-092>
- Diaz, N.M., Mendez, G.S., Grijalva, C.J., Walden, H.S., Cruz, M., Aragon, E. y Hernandez, J.A. (2016). Dog overpopulation and burden of exposure to canine distemper virus and other pathogens on Santa Cruz Island, Galapagos. *Prev. Vet. Med.*, 123, 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.11.016>
- Duignan, P.J., Van Bresseem, M.F., Baker, J.D., Barbieri, M., Colegrove, K.M., De Guise, S., de Swart, R.L., Di Guardo, G., Dobson, A., Duprex, W.P., Early, G., Fauquier, D., Goldstein, T., Goodman, S.J., Grenfell, B., Groch, K.R., Gulland, F., Hall, A., Jensen, B.A., Lamy, K., Matassa, K., Mazzariol, S., Morris, S.E., Nielsen, O., Rotstein, D., Rowles, T.K., Saliki, J.T., Siebert, U., Waltzek, T. y Wellehan, J.F.X. (2014). Phocine Distemper Virus: Current Knowledge and Future Directions. *Viruses*, 6(12), 5093–5134. <https://doi.org/10.3390/v6125093>
- Eastwood, G., Cunningham, A.A., Kramer, L.D. y Goodman, S.J. (2019). The vector ecology of introduced *Culex quinquefasciatus* populations, and implications for future risk of West Nile virus emergence in the Galápagos archipelago. *Med Vet Entomol*, 33(1), 44–55. <https://doi.org/10.1111/mve.12329>

- Eiras, A.E., Buhagiar, T.S. y Ritchie, S.A. (2014). Development of the gravid *Aedes* trap for the capture of adult female container-exploiting mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology*, 51(1), 200–209. <https://doi.org/10.1603/me13104>
- Eiras, A.E., Resende, M.C., Acebal, J.L. y Paixão K.S. (2019). New Cost-Benefit of Brazilian Technology for Vector Surveillance Using Trapping System. En F. H. Kasenga (Ed.). *Malaria*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.78781>
- Eiras, A. E., Costa, L. H., Batista-Pereira, L. G., Paixão, K. S., & Batista, E. P. A. (2021). Semi-field assessment of the Gravid *Aedes* Trap (GAT) with the aim of controlling *Aedes (Stegomyia) aegypti* populations. *PLoS one*, 16(4), e0250893. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250893>
- El Universo (2019). Galápagos tiene un plan de 10 años para controlar especies invasoras <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/02/07/nota/7176464/1579-especies-introducidas-islas/> Obtenido el 12/02/2024.
- Farriols, M., Arellano-Carbajal, F., Elorriaga-Verplancken, F.R., Adame-Fernández, K., Garrido, E., Álvarez- Martínez, R.C., Bárcenas, R.T., Flores-Morán, A.E. y Acevedo-Whitehouse, K. (2020). Filarial infections in California sea lions vary spatially within the Gulf of California, Mexico. *Parasitol. Res.*, 119, 1281–1290. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06638-y>
- Fonseca, D.M., Smith, J.L., Wilkerson, R.C. y Fleischer, R.C. (2006). Pathways of expansion and multiple introductions illustrated by large genetic differentiation among worldwide populations of the southern house mosquito. *Am J Trop Med Hyg*, 74(2), 284–289. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2006.74.284>
- Franco, A. (2011). Characterization of Salmonella Occurring at High Prevalence in a Population of the Land Iguana *Conolophus subcristatus* in Galápagos Islands, Ecuador. *PLoS ONE*, 6(8), e23147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023147>
- García, E. (1953). Progresos en la lucha contra la fiebre amarilla en el Ecuador [Progress in the struggle against yellow fever in Ecuador]. Boletín de la oficina sanitaria panamericana. PAHO. <https://iris.paho.org/handle/106652/14686>
- Gibbs, J.P., Snell, H.L. y Causton, C.E. (1999). Effective Monitoring for Adaptive Wildlife Management: Lessons from the Galápagos Islands. *The Journal of Wildlife Management*, 63(4), 1055-1065. <https://doi.org/10.2307/3802825>
- Gottdenker, N.L., Walsh, T., Vargas, H., Merkel, J., Jiménez, G.U., Miller, R.E., Dailey, M. y Parker, P.G. (2005). Assessing the risks of introduced chickens and their pathogens to native birds in the Galápagos Archipelago. *Biological Conservation*, 126(3), 429-439. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.06.025>
- Grijalva, C.J., Paez-Rosas, Diego, Crawford, C., Stacy, N., Nollens, H., Romagosa, C., Zeisloft, M., Cruz-Bedon, M., Llerena, Y. y Hernandez, J. (2018). Analysis of the Owned and Free-Roaming Dog Population in San Cristobal Island, Galapagos (2016-2017). En: Muñoz, J.P. (Ed.), *3er Simposio de Investigación y Conservación. Galapagos Science Center, San Cristobal, Galapagos, Ecuador* (42-43). Archivos Académicos USFQ. <https://doi.org/10.18272/archivosacademicos.vi20.1487>

- Guevara, N.C. (2011). Línea base del estado de salud y detección de *Leptospira* patógena por PCR en lobos marinos de Galápagos (*Zalophus wollebaeki*) de la Isla San Cristóbal [Tesis de grado Universidad San Francisco de Quito USFQ]. Repositorio Digital USFQ <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1500>
- Hamui-Sutton, A. y Varela-Ruiz, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación en Educación Médica*, 2(5), 55-60. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349733230009>
- Hiby, E., Atema, K.N., Brimley, R., Hammond-Seaman, A., Jones, M., Rowan, A., Fogelberg, E., Kennedy, M., Balaram, D., Nel, L., Cleaveland, S., Hampson, K., Townsend, S., Lembo, T., Rooney, N., Whay, H.R., Pritchard, J., Murray, J., van Dijk, L., Waran, N., Bacon, H., Knobel, D., Tasker, L., Baker, C. y Hiby, L. (2017). Scoping review of indicators and methods of measurement used to evaluate the impact of dog population management interventions. *BMC Vet. Res.* 13, 143. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1051-2>
- Hinojosa-Gavilanes, A., Carrazco-Montalco, A., Leon, R. (2022). Review of COVID-19/dengue fever co-epidemic at the Galapagos Islands, Ecuador. Poster científico presentado en el Congreso 57 de la SBMT MEDTROP, Belem do Para, Brazil, 13-16 Nov, 2022.
- Howitt B. (2019). Save Galapagos species by managing cats and dogs. *The Veterinary record*, 185(23), 733-734. <https://doi.org/10.1136/vr.l6905>
- INEC. (2015). Censo de Población y Vivienda-Galapagos. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda-galapagos/>
- Kilpatrick, A.M., Daszak, P., Goodman, S.J., Rogg, H., Kramer, L.D., Cedeño, V. y Cunningham, A.A. (2006). Predicting pathogen introduction: West Nile virus spread to Galápagos. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*, 20(4), 1224-1231. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00423.x>
- Krockel, U., Rose, A., Eiras, A. E., & Geier, M. (2006). New tools for surveillance of adult yellow fever mosquitoes: comparison of trap catches with human landing rates in an urban environment. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22(2), 229-238. [https://doi.org/10.2987/8756-971X\(2006\)22\[229:NTFSOA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2987/8756-971X(2006)22[229:NTFSOA]2.0.CO;2)
- Labarthe, N., & Guerrero, J. (2005). Epidemiology of heartworm: what is happening in South America and Mexico?. *Veterinary parasitology*, 133(2-3), 149-156. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.04.006>
- Lafaye, P. Li, T. (2018, October 1). Use of camel single-domain antibodies for the diagnosis and treatment of zoonotic diseases. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 6, 17-22 <https://scite.ai/reports/10.1016/j.cimid.2018.09.009>
- León, R., Carrazco Montalvo, A. R., Llerena Martillo, I. A., & Hinojosa Gavilanes, A. (2021). La trampa entomológica Gravid-Aedes Trap, como una alternativa para el monitoreo del mosquito *Aedes aegypti*, vector del dengue, en las islas Galápagos. *Esferas*, 2(1), 54-73. <https://doi.org/10.18272/esferas.v2i.1988>

- León, R., Ortega-Lopez, L., Molina, C., Waters W.F. (2022). Mosquitoes of the Galapagos Islands: The Risk for Arbovirus Transmission and the Need for a Better Vector Surveillance and Control Program. (Chapter 12). En A. L. Thompson, V. Ochoa-Herrera, E. Teran (Eds.). *Water, Food and Human Health in the Galapagos, Ecuador, "A little World Within Itself"* (181-186). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-92411-9>
- León, R., Molina, C., Ortega-Lopez, L., Waters, W.F. (2023). Entomological surveillance and community knowledge on mosquitoes and dengue risk in the Galapagos islands, Ecuador. León, R., Molina, C., Ortega-Lopez, L., Waters, W.F. Poster científico a la reunión anual 72 de la Sociedad Americana de Medicina Tropical e Higiene ASTMH, Chicago USA, Oct 18-22, 2023.
- Levy, J.K., Crawford, P.C., Lappin, M.R., Dubovi, E.J., Levy, M.G., Alleman, R., Tucker, S.J. y Clifford, E.L. (2008). Infectious diseases of dogs and cats on Isabela Island, Galapagos. *Journal of veterinary internal medicine*, 22(1), 60–65. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2007.0034.x>
- Lima-Camara, TN. (2010). Activity patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) under natural and artificial conditions. *Oecologia Australis*, 14(03), 737–744. <https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1403.09>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (01 de septiembre 2022). La crisis sanitaria provocó un descenso del 73% en el ingreso de turistas a Galápagos. Noticias. MAATE. Boletín N° 039, 03 de febrero de 2021. Recuperado de <https://www.ambiente.gob.ec/la-crisis-sanitaria-provoco-un-descenso-del-73-en-el-ingreso-de-turistas-a-galapagos/>
- Molina C., Ortega, L., Azuero, R., Guerrero, E., Mejía, M., Llerena, I., Waters, W., Cruz, M., León, R. (2018) Monitoreo y comportamiento del mosquito *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) en las islas Galápagos, principal vector de dengue, chikungunya y Zika. Poster al III. Simposio de Investigación y Conservación, GAIAS y GSC. Junio 27 y 28, 2018.
- MSP (Ministerio de Salud Pública). Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica; Ministerio de Salud (2017) Gaceta-Vectores SE 52/2018. <https://www.salud.gob.ec/gacetas-vectoriales/>
- MSP (Ministerio de Salud Pública). Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica; Ministerio de Salud (2023) Gaceta-Vectores SE 50/2023. <https://www.salud.gob.ec/gacetas-vectoriales/>
- Ohm, J. R., Baldini, F., Barreaux, P., Lefevre, T., Lynch, P. A., Suh, E., Whitehead, S. A. y Thomas, M. B. (2018). Rethinking the extrinsic incubation period of malaria parasites. *Parasites & vectors*, 11(1), 178. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2761-4>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2018). Zika Cumulative Cases. <https://www.paho.org/en/topics/zika>

- Páez-Rosas, D. y Guevara, N. (2017). Management strategies and conservation status in populations of Galapagos sea lion (*Zalophus wollebaeki*). En J.J. Alava (Ed.). *Tropical Pinnipeds, Bio-Ecology, Threats and Conservation* (159-175). CRC Press/ Taylor & Francis Group.
- Pettan-Brewer, C., Figueroa, D. P., Cediell-Becerra, N., Kahn, L. H., Martins, A. F., y Biondo, A. W. (2022). Editorial: Challenges and successes of One Health in the context of planetary health in Latin America and the Caribbean. *Frontiers in public health*, *10*, 1081067. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1081067>
- Powell J. R. (2018). Mosquito-Borne Human Viral Diseases: Why *Aedes aegypti*?. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, *98*(6), 1563–1565. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.17-0866>
- Powell, J. R., & Tabachnick, W. J. (2013). History of domestication and spread of *Aedes aegypti*--a review. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, *108 Suppl 1*(Suppl 1), 11–17. <https://doi.org/10.1590/0074-0276130395>
- Primicias. El Periodismo comprometido. Sociedad. Muerte de cachorros de lobos marinos moviliza al Ministerio del Ambiente. Artículo digital. Publicado el 30 de enero, 2024 <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/muerte-lobos-marinos-ministerio-ambiente/>
- Ramón, G. M., Pérez, R. y Jarrín, P. (2019). Francisco Campos-Rivadeneira and Roberto Levi-Castillo: Their lives and contributions to the study of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Ecuador. Francisco Campos-Rivadeneira y Roberto Levi-Castillo: sus vidas y contribuciones al estudio de los mosquitos (Diptera: Culicidae) en Ecuador. *Biomedica: revista del Instituto Nacional de Salud*, *39*, 172–198. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i3.4415>
- Ramos-Castaneda, J., Barreto dos Santos, F., Martinez-Vega, R., Galvão de Araujo, JM., Joint, G. y Sarti, E. (2017). Dengue in Latin America: systematic review of molecular epidemiological trends. *PLoS Negl Trop Dis*, *11*(1), e0005224. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005224>
- Reisen, WK., Fang, Y. y Martinez, VM. (2005). Avian host and mosquito (Diptera: Culicidae) vector competence determine the efficiency of West Nile and St. Louis encephalitis virus transmission. *J. Med. Entomol.*, *42*(3), 367–375. <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.3.367>
- Romero-Vivas, CME., Arango-Padilla, P. y Falconar, AKI. (2006). Pupal-productivity surveys to identify the key container habitats of *Aedes aegypti* (L.) in Barranquilla, the principal seaport of Colombia. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, *100*(s1), S87–S95. <https://doi.org/10.1179/136485906X105543>
- Ryan, S.J., Lippi, C.A., Nightingale, R., Hamerlinck, G., Borbor-Cordova, M.J., Cruz, B.M., Ortega, F., Leon, R., Waggoner, E. y Stewart-Ibarra, A.M. (2019). Socio-ecological factors associated with dengue risk and *Aedes aegypti* presence in the Galápagos Islands, Ecuador. *Int J Environ Res Public Health* *16*(5), 682. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050682>

- Segura del Pozo, J. (2006). Epidemiología de campo y epidemiología social. *Gaceta Sanitaria*, 20(2), 153-158. <https://doi.org/10.1157/13087328>
- Santana, A.L., Roque, R.A. y Eiras, A.E. (2006). Characteristics of grass infusions as oviposition attractants to *Aedes* (*Stegomyia*) (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology*, 43(2), 214–220. [https://doi.org/10.1603/0022-2585\(2006\)043\[0214:cogiao\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1603/0022-2585(2006)043[0214:cogiao]2.0.co;2)
- Soh, S., & Aik, J. (2021). The abundance of *Culex* mosquito vectors for West Nile Virus and other flaviviruses: A time-series analysis of rainfall and temperature dependence in Singapore. *The Science of the total environment*, 754, 142420. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142420>
- Tye, A., Snell, H.L., Peck, S.B. y Adersen, H.E. (2002). Outstanding terrestrial features of the Galapagos Islands. En *A Biodiversity Vision for the Galapagos Islands* (pp. 25-35). Charles Darwin Foundation y WWF.
- Toral-Granda, M. V., Causton, C. E., Jäger, H., Trueman, M., Izurieta, J. C., Araujo, E., Cruz, M., Zander, K. K., Izurieta, A. y Garnett, S. T. (2017). Alien species pathways to the Galapagos Islands, Ecuador. *PLoS one*, 12(9), e0184379. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184379>
- Trillmich, F. (2015). *Zalophus wollebaeki*. IUCN Red List Threat. Species.
- Wang, C., Horby, P. W., Hayden, F. G., & Gao, G. F. (2020). A novel coronavirus outbreak of global health concern. *Lancet (London, England)*, 395(10223), 470–473. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30185-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30185-9)
- Whiteman, N.K., Simon, J., Sinclair, B.J., Walsh, T.I.M., Cunningham, A.A., Kramer, L.D. y Parker, P.G. (2005). Establishment of the avian disease vector *Culex quinquefasciatus* on the Galápagos Islands, Ecuador. *Ibis* 147, 844–847.
- Yactayo, S., Staples, J.E., Millot, V., Cibrelus, L. y Ramon-Pardo, P. (2016). Epidemiology of chikungunya in the Americas. *J. Infect. Dis.*, 214(s5), S441–S445. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiw390>
- Young P. R. (2018). Arboviruses: A Family on the Move. En *Advances in experimental medicine and biology*, 1062, (1–10). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8727-1_1
- Zapata C.E. (2008). Evaluation of the Quarantine and Inspection System for Galapagos (SICGAL) after seven years. En C.D.F, D.P.N.G, INGALA, (Eds.). *Galapagos Report 2006–2007* (60–66). Puerto Ayora, Galápagos.