

## MALARIA EN AVES SILVESTRES EDITH MONTALVO

### Introducción

Los parásitos y patógenos son algunos de los mecanismos, que explican los patrones de diversidad junto con depredación, competencia, mutualismos y asociaciones con el hábitat (Jankowski et al. 2013). Específicamente, los parásitos sanguíneos como la malaria aviar han sido insuficientemente estudiados. En Ecuador se han reconocido tres géneros de protozoos que causan esta enfermedad: *Plasmodium*, *Haemoproteus* y *Leucocytozoon* (Valkiūnas 2005; Pérez-Tris et al 2005).

Enfermedades como la malaria aviar juegan un papel muy importante en la regulación de las poblaciones. Sin embargo, las enfermedades han recibido poca atención como factor determinante de la distribución de la biodiversidad (Niebuhr et al. 2016). Más aun, cuando las especies de vectores y su ecología aún se desconocen para todas las especies de haemosporidios. (Chasar et al 2009).

### Diversidad

La malaria aviar es un grupo sumamente diverso, aunque su riqueza aun es pobremente conocida. Se han descrito más de 200 morfo especies de parásitos de malaria (Valkiūnas 2005) y detectado más de 2000 linajes en aproximadamente 1200 especies de aves (Bensch et al 2009). Solo en el género *Haemoproteus* se han descrito hasta el momento 132 morfo especies mientras que para *Plasmodium* solo 38 (Valkiūnas 2005). Sin embargo, estas morfo especies pueden contener especies crípticas que aumentaría el número de linajes conocidos hasta el momento (Martinsen et al 2006).

Se ha mostrado que tanto *Haemoproteus* como *Plasmodium* son diversos y *Haemoproteus* es el género con mayor prevalencia, mientras que *Leucocytozoon* se ha registrado en pocas localidades de elevadas altitudes.

### Efectos de hemoparásitos en aves

Sintomatología. Los mosquitos no pueden restringir la transmisión de parásitos a las aves, sino que portan y transmiten una diversa variedad de linajes y sintomatologías (Atkinson et al 2008). Aunque existe una gran variabilidad en la virulencia y sintomatología de malaria aviar, se conoce que *Plasmodium* es el más virulento provocando, entre otros síntomas, anemia, letargo, anorexia, plumas erizadas, diarrea, aumento de células blancas de la sangre, convulsiones, parálisis, piernas edematosas e incluso muerte (Atkinson et al 2008). Mientras que *Haemoproteus*, el parásito más prevalente, puede causar cojera, pesos y tasas de crecimiento más bajos, pérdida de equilibrio, dificultad para caminar, anemia, anorexia, elevación del número de linfocitos, heterófilos, basófilos, eosinófilos y monocitos (Atkinson et al 2008).

Al analizar los niveles de testosterona de *Zonotrichia capensis* con la infección de parásitos haemosporidios no se observa afectación directa, sin embargo, en algunas poblaciones de esta especie

aumenta la posibilidad de ser infectado cuando los individuos se encuentran en condiciones reproductivas (Escallón et al 2016).

Si bien en la actualidad no se conoce a fondo la relación entre hemoparásitos y poblaciones aviares, se sabe que poseen baja patogenicidad en poblaciones naturales y muertes en cautividad (Marzal 2005). Sin embargo, en estado silvestre, los efectos de hemoparásitos en poblaciones de aves pueden ser mayor. Por ejemplo, la diseminación en Estados Unidos de la micoplasmosis *Mycoplasma gallisepticum* en la última década causó importantes declinaciones en las poblaciones de *Carpodacus mexicanus* (Saggese 2007).

Particularmente, en ecosistemas donde no existían, la malaria aviar pueden causar graves problemas en las poblaciones de los hospederos. Por ejemplo, la introducción por medio de mosquitos vectores de la malaria *Plasmodium relictum* y de la viruela aviar *Avipoxvirus* en Hawai, ocasionó una severa declinación e incluso extinción de numerosas aves endémicas.

Los parásitos de malaria aviar pueden también tener efectos sobre la supervivencia de sus vectores. Por ejemplo, algunas especies de *Haemoproteus* pueden afectar la supervivencia de *Culicoides impunctatus*, su mosquito vector. Hembras silvestres de *Culicoides impunctatus* tuvieron una supervivencia 4.4 veces mayor cuando se alimentaban de aves no infectadas por *Haemoproteus*. Las tasas de mortalidad de los mosquitos infectados implican posibles efectos negativos de los oocinetos y oocistos tempranos en el vector (Valkiūnas et al 2013).

Efectos de la heterogeneidad climática. La relación entre las condiciones de clima y enfermedades epidémicas ha sido muy bien conocida incluso mucho antes de que los agentes infecciosos fueran descubiertos. Particularmente, la malaria aviar tiene niveles altos de transmisión en tierras bajas, intermitente a elevaciones medias y baja o inexistente en elevaciones altas. (Atkinson and Samuel 2010, LaPointe et al. 2012). Esto implica que la tasa de transmisión de malaria aviar se incrementa a altas temperaturas del aire (Zamora-Vilchis et al. 2012, Atkinson et al. 2014). En general, altas precipitaciones y temperaturas parecen ser factores relevantes para una prevalencia alta de malaria aviar (Jones et al. 2013, Rojo et al. 2013).

### **Cambio climático y distribución de malaria aviar.**

La tierra tiene un proceso natural que mantiene la temperatura óptima para la vida, este proceso se llama efecto invernadero el cual retiene parte del calor del sol, sin este, la temperatura promedio del planeta sería aproximadamente 18°C bajo cero.

Nuestra atmósfera está compuesta por diversos gases (GEI) que se desequilibran cuando las emisiones de gases de efecto invernadero aumentan en la atmósfera, entonces en la superficie del planeta se retiene más calor del necesario provoca que la temperatura aumente y da como resultado el calentamiento global.

Este aumento de temperatura altera el clima en el planeta y se produce lo que conocemos como cambio climático, este cambio afecta directamente la conservación de la flora y fauna incluyendo el ser humano

Los científicos han hablado mucho de los impactos que produce el cambio climático, entre los más analizados están el aumento de nivel del mar por derretimiento de polos, los eventos climáticos

extremos, (sequias, inundaciones, incendios etc.) destrucción de los medios de subsistencia y recursos económicos en países en desarrollo. (acciona 2020), razón por la cual es motivo de gran interés los estudios científicos que puedan aportar información sobre este tema además de alternativas que ayuden a sobrellevar sus efectos.

En humanos y animales, este fenómeno también se ha asociado al surgimiento de nuevas enfermedades y a la reemergencia de algunas que parecían erradicadas. Dónde o cuándo emergerán nuevas epidemias no es fácil, pero sí es seguro es que seguirán apareciendo y propagándose.

Se prevé una reorganización generalizada de comunidades de parásitos bajo escenarios de cambio climático. El fenómeno del Niño, por ejemplo, es responsable del calentamiento del agua en el Océano Pacífico ecuatorial alterando la humedad y temperatura del aire y consecuentemente el ciclo de vida de los vectores de enfermedades infecciosas como malaria (Rossi et al 2005).

### **Relación entre perturbación de hábitat y parásitos haemosporidios.**

A medida que las poblaciones humanas aumentan en todo el mundo los paisajes se transforman masivamente. Estos cambios en el uso de la tierra incluyen deforestación, construcción de carreteras, invasión agrícola y la expansión de entornos urbanos. Tales modificaciones conducen a la fragmentación del bosque y la pérdida de biodiversidad así como también puede alterar procesos evolutivos (Chasar et al 2009). Se piensa que la fragmentación del hábitat y la deforestación interrumpen las interacciones entre el hospedador y parásito aumentando el riesgo de brotes epizooticos en vertebrados salvajes. Los impactos humanos en el medio ambiente perturban cada vez más las relaciones ecológicas entre el huésped y el parásito, ya sea a través del cambio climático (Kutz et al 2005) o impactos directos en el hábitat. Se conoce que algunas alteraciones de hábitat desempeñan un papel en la aparición de enfermedades infecciosas que dan lugar a epidemias (Bonneaud et al 2009).

Algunos estudios indican que la cantidad de hábitat no afecta la prevalencia de hemoparásitos (Sebaio et al. 2010, Laurance et al. 2013). Aún más, la prevalencia de malaria aviar, por ejemplo, puede ser más alta en hábitat menos disturbados (Bonneaud et al. 2009).

### **Otros Factores de infección**

La vida en grupos sociales o bandadas es un método de protección y sobrevivencia ya que un mayor tamaño del grupo disminuye la capacidad del depredador de fijarse en un único individuo. Un costo de este comportamiento puede ser el aumento en la transmisión de patógenos de transmisión de contacto como H5N1, Salmonella, ácaros y parásitos transmitidos por vectores. Las aves que participan en bandadas mixtas son mayormente infectadas con *Haemoproteus* y *Leucocytozoon*. Además, las aves residentes podrían estar más infectadas que aves migratorias. (Gonzalez et al 2014).

Los haemosporidios aviares no se distribuyen uniformemente entre las especies hospedadoras. La prevalencia de las especies se relaciona con los rasgos ecológicos o de historia de vida de las especies de aves. Por ejemplo, insectívoros terrestres, especialistas de bosques y especies endémicas con rangos geográficos reducidos son más vulnerables a infecciones (Laurance et al 2013). La prevalencia puede variar como resultado de la exposición diferencial a vectores haemosporidios (Garvin y Remsen 1997). Por ejemplo, existe una asociación entre la prevalencia de hemoparásitos y la búsqueda de alimento o la altura del nido porque los vectores son más abundantes hacia el dosel (Bennett y Fallis 1960).

## Bibliografía

- Atkinson, C. T., & Van Riper, C III. (1991). Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leucocytozoon* and *Haemoproteus*. In Ecology behavior and evolution of bird-parasitism interaction (S.J.E. Loya and M. Zuk, Eds.). Oxford University Press Oxford.
- Atkinson, C. T., & Samuel, M.D. (2010). Avian malaria *Plasmodium relictum* in native Hawaiian forest birds: epizootiology and demographic impacts on the native Hawaiian honeycreeper *Himatione sanguinea*. *Journal of Avian Biology* 41:357-366.
- Atkinson, C. T., Uzzurum, R. B., Lapointe, D. A., Camp, R. J., Crampton, L. H., Foster, J. T., & Giambelluca T. W. (2014). Changing climate and the altitudinal range of avian malaria in the Hawaiian Islands - an ongoing conservation crisis on the island of Kaua'i. *Global Change Biology* 20:2426-2436.
- Bensch, S., Hellgren, O., & Pérez-Tris, J. (2009). MalAvi: a public database of malaria parasites and related haemosporidians in avian hosts based on mitochondrial cytochrome b lineages. *Molecular Ecology Resources*, 9, 1353-1358.
- Bonneaud, C., Sepil, I., Mila, B., Buermann, W., Pollinger, J., Sehgal R.N.M., Valkiunas G., Iezhova, T., Saatchi, S., & Smith, T.B. (2009). The prevalence of avian Plasmodium is higher in undisturbed tropical forests of Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*. 25:439-447.
- Bennett, G. F., & Fallis, A.M. (1960). Blood parasites of birds in Algonquin Park, Canada, and a discussion of their transmission. *Canadian Journal of Zoology* 38:261-273.
- Cadena, F. (2015). Malaria Aviar en los Chingolos (*Zonotrichia capensis*) del Parque Recreacional-Bosque Protector Jerusalem, Pichincha, Ecuador. Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Escuela de Ciencias Biológicas, Quito.
- Chasar, A., Loiseau, C., Valkiūnas, G., Iezhova, T., Smith, T.B., & Sehgal, R.N.M. (2009). Prevalence and diversity patterns of avian blood parasites in degraded African rainforest habitats. *Molecular Ecology* 18, 4121-4133.
- Cheng T.C. (1978). *Parasitología General*. Editorial AC. Madrid.
- Escallón, C., Weinstein, N.M., Tallant, J.A., Wojtenek, W., Rodríguez-Saltos, C.A., Bonaccorso, E. & Moore I.T. (2016). Testosterone and Haemosporidian Parasites Along a Tropical Elevational Gradient in Rufous-Collared Sparrows (*Zonotrichia capensis*). *J. Exp. Zool.* 00A:1-10.
- Fecchio, A., Lima, M.R., Silveira, P., Braga, E.M. & Marini, M. A. (2011). High prevalence of blood parasites in social birds from a neotropical savanna in Brazil. *Emu* 111, 132-138.
- Garvin, M.C., & Renssen, J.R. (1997). An alternative hypothesis for heavier parasite loads of brightly colored birds: exposure at the nest. *Auk* 114: 179-191.
- Gonzalez, A.D., Matta, N.E., Ellis, V.A, Miller, E.T., Ricklefs, R.E., & Gutierrez, R. (2014). Mixed Species Flock, Nest Height, and Elevation Partially Explain Avian Haemoparasite Prevalence in Colombia. *PLOS ONE*.
- Hamilton, W.D., & ZUK, M. (1982). Heritable true fitness in bright birds: A role for parasites? *Science* 218:384-387.
- Harrigan R.J., Sedano, R., Chasar, A.C., Chaves, J.A., Nguyen, J.T., Whitaker, A., & Smith, T.B. (2014). New host and lineage diversity of avian haemosporidia in the northern Andes. *Evolutionary Applications* ISSN 1752-4571
- Jankowski, J. E., Londono, G. A., Robinson, S.K., & Chappell, M.A. (2013). Exploring the role of physiology and biotic interactions in determining elevational ranges of tropical animals. *Ecography* 36:1-12.
- Jones, M., Cheviron, Z., & Carling, M. (2013). Spatial patterns of avian malaria prevalence in *Zonotrichia capensis* on the western slope of the Peruvian Andes. *Journal of Parasitology* 99:903-905.
- Kutz, S. J., Hoberg, E. P., Polley, L. & Jenkins, E.J. (2005). Global warming is changing the dynamics of arctic host-parasite systems. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences* 272:2571-2576.

Kilpatrick, A.M., Kramer, L.D., & Jones, M.J. (2006) West Nile virus epidemics in North America are driven by shifts in mosquito feeding behavior. *PLoS Biology*, 4, e82.

LaPointe, D. A., Atkinson, C. T., & Samuel, M.D. (2012). Ecology and conservation biology of avian malaria. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1249:211-226.

Laurance, S. G., Jones, D., Westcott, D., Mckeown, A., Harrington, G., & Hilbert, D. W. (2013). Habitat fragmentation and ecological traits influence the prevalence of avian blood parasites in a tropical rainforest landscape. *PLoS ONE* 8:e76227.

Liao, W., Timm, O. E., Zhang, C., Atkinson, C. T., LaPointe, D. A., & Samuel, M. D., (2015). Will a warmer and wetter future cause extinction of native Hawaiian forest birds? *Global Change Biology* 21:4342-4352.

Martínez de la Puente, J. (2010). Interrelaciones entre hospedadores, vectores y parásitos sanguíneos en poblaciones de aves silvestres. Memoria para optar al grado de doctor presentada por universidad complutense de Madrid, Facultad de ciencias Biológicas. Departamento de Microbiología. Madrid.

Martinsen, E.S., Paperna, I., & Schall, J.J. (2006) Morphological versus molecular identification of avian Haemosporidia: an exploration of three species concepts. *Parasitology* 133(03): 279-288.

Marzal, A., Bensch, S., & Reviriego, M. (2008). Effects of malaria double infection in birds: one plus one is not two. *Journal of Evolutionary Biology*, 21, 979-987.

Matta, N. E., Lotta, I.A., Valkiūnas, G., González, A.D., Pacheco, M.A., Escalante, A.A., Moncada, L.I., & Rodríguez-Fandiño, O.A. (2014). Description of *Leucocytozoon quynzae* sp. nov. (Haemosporida, Leucocytozoidae) from hummingbirds, with remarks on distribution and possible vectors of leucocytozoids in South America. *Parasitol Res* 113:457–468.

Moens M.A.J. (2016). Diversidad y especificidad de simbioses en aves neotropicales. Tesis doctoral. Departamento de Zoología y Antropología Física .Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas.

Niebuhr, C. N., Poulin, R., & Tompkins, D. M. (2016). Is Avian Malaria Playing a Role in Native Bird Declines in New Zealand? Testing Hypotheses along an Elevational Gradient. *PLoS ONE* 11:e0165918.

Pérez-Rodríguez, A., Hera, I., Fernández-González, S., & Pérez-Tris., J. (2014). Global warming will reshuffle the areas of high prevalence and richness of three genera of avian blood parasites. *Global Change Biology*. (20) 341-680.

Pérez-Tris, J., & Bensch, S., (2005). Dispersal increases local transmission of avian malarial parasites. *Ecology Letters*, 8, 838-845.

Reiter, M. E., & LaPointe, D. A. (2007). Landscape Factors Influencing the Spatial Distribution and Abundance of Mosquito Vector *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in a Mixed Residential–Agricultural Community in Hawai‘i. *Journal of Medical Entomology* 44:861-868.

Rojo, M. Á., Campos, F., Hernández, M. Á., Dias, S., Santos, E., Santamaría, T., & Corrales, L. (2013). Prevalence of haematozoan parasites in the White-throated Dipper *Cinclus cinclus* in southern Europe. *Bird Study* 60:247-256.

Rossi E., Leyva, F., & Llanos-Cuentas, A. (2005). Influence of climatic factors on infectious diseases, Huaracaya Castilla. *Rev Med Hered* 2004; 15: 218 – 224.

Sebaio, F., Braga, E. M., Branquinho, F., Manica, L. T., & Marini. M. A., (2010). Blood parasites in Brazilian Atlantic Forest birds: effects of fragment size and habitat dependency. *Bird Conservation International* 20:432-439.

Saggese, D. (2007). Medicina de la conservación, enfermedades y aves rapaces. *Hornero* 22(2): 117-130.

Valkiūnas, G., (2005). Avian Malaria Parasites and Other Haemosporida. CRC Press, Boca Raton.

Valkiūnas G., Iezhova, T.A., Evans, E., Carlson, J.S., Martínez -Gómez, J.E., Ravinder N.M. & Sehgal. (2013) Two New Haemoproteus Species (Haemosporida: Haemoproteidae) from Columbiform Birds 2013 *The Journal of Parasitology*, Vol. 99, No. 3.

Vittor, AY., Gilman, RH., & Tielsch, J. (2006). The effect of deforestation on the human-biting rate of *Anopheles darlingi*, the primary vector of *Falciparum malaria* in the Peruvian Amazon. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 74, 3–11.

Zamora-Vilchis, I., Williams, S. E., & Johnson, C. N. (2012). Environmental temperature affects prevalence of blood parasites of birds on an elevation gradient: implications for disease in a warming climate. *PLoS ONE* 7:e39208.