

## Club de revistas/Journal Club

### Reseña sobre el artículo

Waddle, A. W., Clulow, S., Aquilina, A., Sauer, E. L., Kaiser, S. W., Miller, C., Flegg, J. A., Campbell, P. T., Gallagher, H., Dimovski, I., Lambreghts, Y., Berger, L., Skerratt, L. F., & Shine, R. (2024). Hotspot shelters stimulate frog resistance to chytridiomycosis. *Nature*, 631, 344-349. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07582-y>

### Aprovechando las debilidades de un hongo patógeno

En los años 80 miembros de la comunidad herpetológica empezaron a reportar, a manera de anécdota, que sus poblaciones de estudio disminuían extrañamente y que, en algunos casos extremos, no volvían a encontrar a sus preciados sujetos de estudio, otrora considerados comunes y abundantes. Los bosques dejaron de ser esas mágicas cajas de croares diversos para convertirse en lugares donde las noches se cubrían de silencios prolongados. En un principio se sugirió que se trataba de fluctuaciones normales de las poblaciones y que muy seguramente en la siguiente visita iban a aparecer, tan abundantes como antes, muchos machos cantando sin parar y hembras listas para reproducirse. Pero no fue así, las ranas y los sapos se desvanecieron y nadie sabía la razón exacta, no había nada evidente que la comunidad amante de los anfibios pudiera señalar como la causa de tales desapariciones. Lo más grave es que los reportes empezaron a ser cada vez más frecuentes, ya no eran casos aislados. Además, no estaban restringidos a una única región del planeta, ahora aparecían reportes en Australia, Panamá, Costa Rica, España. Cada día el panorama era más extraño. ¿Qué podía estar causando esta tragedia tan sincronizada en el tiempo y en el espacio?

La comunidad científica estaba dispuesta a hacer lo que fuera para entender quién o qué estaba detrás de esta devastación. En los años 90 el misterio empezó a resolverse y, en 1999, Joyce Longcore, Allan Pessier y Donald Nichols publicaron un fascinante descubrimiento (Longcore *et al.*, 1999). Habían encontrado al responsable de la crisis de los anfibios: era un hongo microscópico, al que nombraron *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*), el



Hembra adulta de *Litoria aurea*. Foto de Anthony Waddle

que, sin lugar a dudas, estaba asociado con la mortalidad masiva de ranas y sapos en diversas partes del mundo. A la enfermedad causada por este patógeno se la conoce como quitridiomycosis y hoy se sabe que es la responsable de la desaparición de por lo menos 90 especies de anfibios y de la disminución acelerada y drástica de otras 500 especies en todo el planeta (**Scheele et al.**, 2019).

La quitridiomycosis afecta la capacidad de los individuos para mantener el equilibrio osmótico, por lo que el intercambio de iones y agua a través de la piel permeable que caracteriza a los anfibios, se hace cada vez más difícil, produciendo una muerte rápida en los individuos susceptibles (**Voyles et al.**, 2009). En otros estudios se ha reportado que los animales enfermos no son capaces de dar una respuesta inmunitaria, así que el patógeno puede hacer de las suyas y las ranas no tienen cómo defenderse (**Fites et al.**, 2013). Sin embargo, es importante tener presente que no todos los individuos responden de la misma manera: hay algunas especies que actúan como vectores del patógeno y, aunque los individuos estén infectados, no desarrollan la enfermedad, lo que les permite dispersar las zoosporas del hongo a otras especies que sí son susceptibles y que, en cuestión de semanas, pueden sucumbir al patógeno.

Los esfuerzos por encontrar una solución a este problema son muchos, y aunque varios grupos de investigación en el mundo trabajan en diferentes frentes para entender las dinámicas de la infección y desarrollar estrategias y herramientas que ayuden a salvar a este grupo tan diverso, la solución aún es esquiva. Los estudios, que no son pocos, representan esfuerzos diversos y multidisciplinarios para entender y combatir la quitridiomycosis desde el punto de vista del hospedero, utilizando tratamientos directos, probióticos, manipulaciones del hábitat, y enfoques genéticos de mitigación de los efectos letales de *Bd*. Sin embargo, hay que recordar que en esta interacción hay dos protagonistas, las ranas y el hongo, y es importante aprovechar las debilidades del patógeno para actuar contundentemente contra él.

Como todo ser vivo, *Bd* tiene restricciones fisiológicas asociadas con la temperatura. Entre los 17 y los 25 °C el hongo crece mejor y puede producir una mayor cantidad de zoosporas, lo que implica una infección más fuerte en el huésped y una mayor concentración de hongo en el ambiente (**Piotrowski et al.**, 2004). Varios estudios han reportado que los refugios térmicos donde las temperaturas son más cálidas podrían ser claves para que las ranas persistan y se logre una eventual adaptación (**Heard et al.**, 2015; **Puschendorf et al.**, 2011). Cuando las temperaturas no son óptimas, la producción de zoosporas es limitada y los individuos pueden persistir con cargas bajas de infección.

Sin embargo, estos refugios ‘cálidos’ no siempre están disponibles en el ambiente, ante lo cual la creación de refugios ‘artificiales’ que ofrezcan condiciones favorables para los anfibios, pero limiten el desarrollo del hongo, parece una opción viable y fácil de implementar. Dichos refugios ayudarían a controlar la infección por *Bd* y, eventualmente, permitirían que se desarrolle una resistencia al patógeno. Así, los animales que ya han estado expuestos y han sobrevivido podrían tener una mayor capacidad de resistir una reinfección. En un estudio publicado recientemente en la revista *Nature*, **Waddle et al.** (2024) usaron como modelo de estudio a la rana australiana *Litoria aurea*, una especie muy amenazada que ha desaparecido en más del 90 % de su rango de distribución desde la llegada del hongo a la zona. Esta especie representa un buen modelo para evaluar los beneficios de los refugios térmicos en especies vulnerables.

Los autores encontraron que los animales infectados con *Bd*, pero tratados para limpiar la infección mediante la exposición a una temperatura de 32 °C durante 14 días, tenían una mayor probabilidad de sobrevivir a una segunda exposición al patógeno, a diferencia de aquellos que no habían tenido contacto previo con *Bd*; además, la intensidad de la infección parecía reducirse con el tiempo en los individuos tratados. Era claro, entonces, que la exposición al patógeno permite a estas ranas desarrollar algún tipo de resistencia, aumentando sus posibilidades de sobrevivir. Lo más interesante sería probar esto en un ambiente seminatural y, así, determinar si los refugios ‘artificiales’ en donde los animales



Individuos de *Litoria aurea* haciendo uso de los refugios ofrecidos. Foto de Anthony Waddle



Mesocosmos en los que se instalaron los refugios y se llevaron a cabo los experimentos. Foto de Anthony Waddle

tengan acceso a espacios con temperaturas más altas (adecuadas para ellos, pero subóptimas para el patógeno), podrían reducir los efectos de la quitridiomycosis. Waddle y su equipo crearon unas pequeñas cámaras o invernaderos en donde, además, ponían ladrillos huecos que las ranas podían usar como refugios. Algunos invernaderos estaban al sol y otros en la sombra. En el experimento encontraron que las ranas preferían quedarse en zonas más calientes, y cuando evaluaron qué tantas zoosporas cargaba cada animal, evidenciaron que los que estaban en los invernaderos expuestos al sol tenían infecciones más leves, es decir, un menor número de zoosporas. En conclusión, los ambientes heterogéneos, que permitan a los animales modificar su temperatura corporal, contribuirían a su lucha contra el patógeno y aumentarían sus posibilidades de sobrevivir.

Este estudio abre nuevas alternativas de investigación y plantea retos para la comunidad herpetológica y conservacionista. Es una aproximación sencilla, prometedora y, sin duda, representa una gran oportunidad para salvar a una especie de la extinción. Sin embargo, no podemos olvidar que la diversidad de los anfibios en el mundo es enorme, pues hay más de 8.750 especies, cada una con una manera única de responder ante la infección y los tratamientos. Lo que funciona para algunas y parece ser la solución, en otras no tiene ningún efecto. Cada hallazgo representa una esperanza para los anfibios y debemos seguir probando, refinando los procesos y pensando de manera creativa, por fuera de nuestra zona de confort. Tal vez así, las intervenciones serán más exitosas y podremos incidir en un grupo más grande de especies, pues tal como está el panorama actualmente, la enfermedad no parece dar tregua.

 **Sandra V. Flechas**

BichoS.TEAM, Bogotá, Colombia

## Referencias

- Fites, J.S., Ramsey, J.P., Holden, W.M., Collier, S.P., Sutherland, D.M., Reinert, L.K., Gayek, A.S., Dermody, T.S., Aune, T.M., Oswald-Richter, K., Rollins-Smith L.A. (2013). The invasive chytrid fungus of amphibians paralyzes lymphocyte responses. *Science*, 342(6156), 366-369. <https://doi.org/10.1126/science.1243316>
- Heard, G.W., Thomas, C.D., Hodgson, J.A., Scroggie, M.P., Ramsey, D.S.L., Clemann, N. (2015). Refugia and connectivity sustain amphibian metapopulations afflicted by disease. *Ecology Letters*, 18(8), 853-863. <https://doi.org/10.1111/ele.12463>
- Longcore, J.E., Pessier, A.P., Nichols, D.K. (1999). *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia*, 91(2), 219-27. <https://doi.org/10.2307/3761366>
- Piotrowski, J.S., Annis, S.L., Longcore, J.E. (2004). Physiology of *Batrachochytrium dendrobatidis*, a chytrid pathogen of amphibians. *Mycologia*, 96(1), 9-15. <https://doi.org/10.2307/3761981>
- Puschendorf, R., Hoskin, C.J., Cashins, S.D., McDonald, K., Skerratt, L.F., Vanderwal, J., Alford R.A. (2011). Environmental refuge from disease-driven amphibian extinction. *Conservation Biology* 25(5), 956-964. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2011.01728.x
- Scheele, B.C., Pasman, F., Skerratt, L.F., Berger, L., Martel, A., Beukema, W., Acevedo, A.A., Burrows, P.A., Carvalho, T., Catenazzi, A., De la Riva, I., Fisher, M.C., Flechas, S.V., Foster, C.N., Frías-Álvarez, P., Garner, T.W.J., Gratwicke, B., Guayasamin, J.M., Hirschfeld, M., Kolby, J.K.,... Canessa, S. (2019). Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. *Science*, 363(6434), 1459-1463. DOI: 10.1126/science.aav0379
- Voyles, J., Young, S., Berger, L., Campbell, C., Voyles, W.F., Dinudom, A., Cook, D., Webb, R., Alford, R.A., Skerratt, L.F., Speare, R. (2009). Pathogenesis of chytridiomycosis, a cause of catastrophic amphibian declines. *Science*. 326(5952), 582-585. DOI: 10.1126/science.1176765
- Waddle, A.W., Clulow, S., Aquilina, A., Sauer, E.L., Kaiser, S.W., Miller, C., Flegg, J.A., Campbell, P.T., Gallagher, H., Dimovski, L., Yorick Lambreghts, Y., L., 6, Lee F Skerratt, L.F., Richard Shine, R. (2004). Hotspot shelters stimulate frog resistance to chytridiomycosis. *Nature*, 431, 344-349. DOI: 10.1038/s41586-024-07582-y