

The Last of Us y la micosis de los zombies

The Last of Us and the zombie mycosis

Prontamente, se estrenará la segunda temporada de la exitosa serie *The Last of Us*, donde el actor chileno Pedro Pascal tiene el rol protagónico, como Joel, junto a la actriz Bella Ramsey, como Ellie. Ambos siguen un camino difícil y doloroso en un mundo apocalíptico donde las personas son infectadas por el hongo *Ophiocordyceps unilateralis*, el cual manipula el sistema nervioso central de los infectados y los transforma en “zombis” asesinos.

En el primer capítulo, en una entrevista televisiva sobre el riesgo de pandemias mortales, uno de los expertos (Dr. Neuman) asegura que los hongos son el mayor riesgo, que hay algunos de ellos que podrían generar una pandemia zombi, tal como ocurre con algunas especies de insectos, donde son capaces de infectarlos y dominar su conducta hasta generar su autodestrucción.

Pero, ¿qué hay de ficticio o real en esta serie? ¿Es posible que la humanidad pueda sufrir algo así? La OMS en el año 2022 fijó las principales amenazas fúngicas, destacando 19 especies, basados en 10 criterios: tasa de letalidad, incidencia anual, extensión geográfica, tendencias en los últimos 10 años, requerimiento de hospitalización, complicaciones y secuelas, resistencia a antifúngicos, capacidad de prevención, acceso a pruebas diagnósticas y opciones de tratamiento.



Figura 1. Afiche de publicidad de la serie donde se observa a Joel y Ellie en un mundo apocalíptico.



microscopio
del

arte y la cultura

En el nivel crítico destacan *Cryptococcus neoformans*, *Candida auris*, *C. albicans* y *Aspergillus fumigatus*. También se describen especies en nivel alto como *Nakaseomyces glabrata* (*C. glabrata*), *Histoplasma* spp, agentes causales de eumicetoma, Mucorales, *Fusarium* spp, *C. tropicalis* y *C. parapsilosis*. En nivel medio, *Scedosporium* spp, *Lomentospora prolificans*, *Coccidioides* spp, *Pichia kudriavzevii* (*C. krusei*), *C. gattii*, *Talaromyces marneffeii*, *Pneumocystis jirovecii* y *Paracoccidioides* spp.

En este listado no se incluyen patógenos humanos de baja virulencia, patógenos vegetales o de animales que, aunque pueden ser frecuentes, es poco probable que en algún momento puedan mutar y hacerse resistentes o más virulentos, generar brotes o comenzar una pandemia, tal como ocurre con virus o bacterias.

Se estima que 1,5 millones de especies de hongos son entomopatógenos, de las cuales aproximadamente solo se han descrito un 7%, distribuyéndose en todo tipo de ecosistemas en el mundo, principalmente en climas tropicales o subtropicales, donde cumplen un rol fundamental en el equilibrio entre los distintos organismos. Sin embargo, estas especies históricamente han recibido menos atención en comparación con aquellas que causan patología humana, veterinaria o vegetal.

Los hongos del género *Ophiocordyceps* (Clavicipitaceae: Hypocreales) se caracterizan por infectar a hormigas y otros insectos, pudiendo provocar la modificación del comportamiento. Este cambio mejora la reproducción y diseminación de estos hongos, asegurando de esta forma su diseminación y permanencia de forma exitosa.

Las hormigas infectadas con *Ophiocordyceps* muestran un comportamiento deambulante que provoca que se alejen de su colonia antes de que sus compañeras de nido noten estos cambios, ya que las hormigas sanas atacan a los individuos infectados como una estrategia de inmunidad grupal, lo que puede cortar la cadena de multiplicación y diseminación de estos hongos.



Figura 2. Estroma de *Ophiocordyceps unilateralis* creciendo sobre una hormiga zombi.

Otras especies pueden infectar y provocar la muerte de insectos a ciertas horas, por ej., *Eryniopsis lampyridarum* infecta a los escarabajos soldados, los cuales mueren por la mañana, o *Entomophthora* que infecta a las moscas, las que mueren al mediodía o al anochecer.

Lo que causa estos cambios de comportamiento son una amplia gama de biomoléculas liberadas por estos hongos cuando infectan los distintos tejidos de los insectos, alterando y manipulando la maquinaria celular del huésped, además de destrucción de tejidos específicos, cambios en presiones internas y producción de esporas en compartimentos particulares.

Si bien todos estos datos sobre las infecciones por hongos entomopatógenos son atractivos de conocer y estudiar, no representan una real amenaza para la salud pública, ahora ni en los próximos años. Por el momento, la mayor preocupación para los médicos clínicos sigue siendo la creciente resistencia bacteriana o una próxima pandemia por conocidos o nuevos virus.

Referencias bibliográficas

1. de Bekker C, Beckerson WC, Elya C. Mechanisms behind the madness: How do zombie-making fungal entomopathogens affect host behavior to increase transmission? *mBio* 2021;12: e0187221. doi: 10.1128/mBio.01872-21.
2. WHO fungal priority pathogens list to guide research, development and public health action. Geneva: World Health Organization. 2022. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/363682/9789240060241-eng.pdf?sequence=1>.
3. Lin WJ, Lee YI, Liu SL, Lin CC, Chung TT, Chou JY. Evaluating the tradeoffs of a generalist parasitoid fungus, *Ophiocordyceps unilateralis*, on different sympatric ant hosts. *Sci Rep* 2020; 10: e6428. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63400-1>.
4. Evans HC, Elliot SL, Hughes DP. *Ophiocordyceps unilateralis*: A keystone species for unraveling ecosystem functioning and biodiversity of fungi in tropical forests?. *Commun Integr Biol* 2011; 4: 598-602. doi: 10.4161/cib.4.5.16721.

Rodrigo Cruz Ch. e Isidora Cruz D.¹
¹Universidad de Valparaíso.

Correspondencia a:
rodrigo.cruz@uv.cl