

SOY ASPERGILLUS Y ¡VOY A HACER TRAVESURAS!

Michelle Zepeda Vidales y Virginia Angélica Robinson Fuentes



Resumen

Soy *Aspergillus ochraceus* y por millones de años he acompañado a la vida en la Tierra desde las sombras, creciendo, adaptándome y observando cómo todo cambia sin que los humanos noten mi presencia. Mi familia es tan extensa y diversa como sorprendente: algunos resplandecen por sí solos, otros brillan en la oscuridad, algunos manipulan insectos, otros sostienen bosques enteros y pocos son tan codiciados que se subastan como tesoros invaluable. Yo tengo mis propias habilidades, secretos y un papel inesperado en los alimentos que tu consumes todos los días. En este relato te invito a conocer el universo microscópico, donde la competencia es feroz, la supervivencia es un arte y cada miembro de mi extensa familia, tiene una historia que contar. Quizá después de conocerlos y conocerme, descubras que el reino Fungi no solo está en los bosques...ya que en realidad están mucho más cerca de lo que podrías imaginar.

—

Hola, me llamo ***Aspergillus ochraceus*** y soy un hongo. El día de hoy quiero revelarte algo impresionante: una realidad que te rodea y que quizás nunca has notado... pero que siempre ha estado ahí. Quiero que lo descubras conmigo. ¿Alguna vez has sentido esa conexión invisible con todo lo que te rodea? ¿Has escuchado la frase “todos estamos conectados”? Bueno, cuando logras sentir esa unión, ahí estamos nosotros, los hongos. Somos seres muy antiguos, de los más antiguos que existen en la Tierra. Mi linaje se remonta a millones de años, hasta

mi ancestro primigenio, nuestro gran tatarabuelo del reino Fungi, descubierto en la República Democrática del Congo, en África. Mi familia ha estado aquí desde antes de los humanos, antes de los árboles, incluso antes de muchas formas de vida que hoy consideramos indispensables. Hemos resistido cataclismos, glaciaciones y extinciones masivas. Y aún seguimos aquí.

Pero no quiero que pienses que todos mis parientes somos iguales, como en cualquier familia que conozcas. Aquí hay de todo: pequeños, gigantes, luminosos, sabrosos, aterradores...y algunos, como yo, un poco traviesos.

Los pequeños que brillan

No solo tenemos antepasados gigantes en el tiempo, sino que también tenemos parientes diminutos. Uno de ellos, a quien puedes visitar, es *Micena subcyanocephala* que vive en Taiwán y mide apenas un milímetro de altura. Es tan joven y pequeño que casi pasa desapercibido, pero resplandece con su azul brillante.

Otro miembro de la familia que ha cautivado a muchos de nosotros —y sobre todo a los humanos— por su intenso color azul es *Entoloma hochstetteri*, originario de Nueva Zelanda (Figura 1). Muchos lo consideran uno de los hongos más hermosos del mundo. Su belleza ha llegado tan lejos que incluso aparece en el billete de cincuenta dólares neozelandés... ¡y es el único billete del mundo que nos incluye! Así que sí, podemos decir que hemos sido una fuente de inspiración artística y cultural.



Figura 1. *Entoloma hochstetteri* (Imagen elaborada con el software Microsoft Copilot, IA generativa)

El primo más escalofriante

No todo en mi familia es brillo y belleza. Uno de mis parientes lejanos se ha ganado fama por razones más inquietantes... Hablo del temido *Ophiocordyceps*. Se ha hecho muy popular en las zonas tropicales de Asia y África. Quizás hayas oído hablar de él o lo conozcas por su apodo: “el hongo zombi”.

¿Por qué lo llaman así? Para eso tendré que contarte una historia de terror. Verás, este primo es el más controlador y manipulador de todos y, personalmente, no le recomiendo a ninguna hormiga que se acerque a él jamás; de lo contrario, enfrentará el peor de los destinos: una vez que logra invadir sus cuerpos, especialmente su cerebro, las mani-

pula como si fueran marionetas y las obliga a abandonar su nido para ir al árbol más cercano e infectar a las demás hormigas. ¿Cómo lo hace? La hormiga se aferra con sus mandíbulas a una hoja de árbol que está en el suelo y muere lentamente mientras mi primo se alimenta de ella (está muriendo y no puede hacer nada al respecto). Al final, mi primo aprovecha esta muerte y libera una lluvia de esporas que infecta a sus próximas presas. ¿Escalofriante, no crees?

Pero tómallo con calma, tú no corres ningún peligro, ya que tu temperatura corporal no es la adecuada para él. Sus presas favoritas son las hormigas tropicales, aunque, quién sabe... la última vez que supe de él, estaba de vacaciones en Tailandia y, según rumores, había formado una relación muy fuerte con una hormiga en particular.

Gigantes escondidos

Ahora bien, no todo el tiempo estamos a plena vista, algunos preferimos el anonimato, como lo hace *Armillaria ostoyae* o también conocido como hongo de miel. Este es el hongo macroscópico¹ más grande del mundo. ¿Su tamaño? Equivale a 1,350 campos de fútbol. Sí, leíste bien. Y todo ese gigante vive en el bosque Nacional de Malheur en Estados Unidos en las montañas Blue de Oregón. Así que, aunque no lo veas a simple vista, ahí está bajo tus pies, extendiendo sus hifas bajo el suelo como si fueran enormes redes invisibles.

[1] Macroscópico significa que lo podemos ver a simple vista, a diferencia de los microscópicos que son tan pequeños que requerimos ayuda para poder verlos, así que usamos los microscopios.

El espectáculo nocturno

Si hablamos de brillar, no puedo dejar fuera a *Mycena chlorophos*. Se considera el hongo bioluminiscente más impresionante. Su luz verde es tan intensa que incluso puede iluminar las hojas cercanas en una noche sin luna. Imagínate caminar en la oscuridad de un bosque y ver estas pequeñas lámparas vivas brillar a tu alrededor. ¿Fascinante, no crees?

El más codiciado

En mi familia también hay miembros muy exclusivos, aunque no por razones muy afortunadas. En el noroeste de Italia crece en escaso número *Tuber magnatum*, conocido en la gastronomía como la trufa blanca. Su "crimen", al parecer, fue convertirse en el hongo más exquisito para el consumo humano. Y como era de esperar, lo más exquisito es lo más buscado. La recompensa por su captura, y la más alta pagada por unas de estas trufas, alcanzó los 330.000 dólares por apenas 1,5 kilos. Imagínate.

Si alguna vez vas a San Francisco, el restaurante Quince ofrece menús de temporada con trufa blanca por unos \$795 dólares por persona.

No es de extrañar que la mayoría de nosotros prefiramos ser microscópicos invisibles, así es más seguro.

La familia oculta

Aunque no lo creas, estamos contigo desde el primer hasta el último aliento, creciendo en la oscuridad y en la luz, e incluso... dentro de ti. Hoy en día, mientras lees estas líneas, mi familia y yo nos hemos mantenido ocupados cumpliendo nuestros propósitos y, la verdad es que, mientras las plantas roban la atención de los humanos con todos esos colores llamativos y sus formas, nosotros demostramos nuestras habilidades de maneras más discretas, pero igual de fascinantes, solo que lo hacemos desde otra perspectiva. Por ejemplo, hay quienes se encargan de crear ecosistemas al descomponer la materia orgánica, y en ello se encargan mis parientes más cercanos, los hongos saprófitos, que liberan nutrientes y estos son absorbidos por el suelo. Esto permite que las plantas crezcan y, a su vez, atrae a las aves y a otros organismos a este oasis totalmente nuevo. Sin nosotros, los ecosistemas colapsarían.

Otros familiares prosperan en condiciones adversas o a temperaturas extremas, como los basidiomicetos que sobreviven desafiando el frío en la tundra ártica helada, mientras que en volcanes activos habitan mis primos termófilos, que, de hecho, en el volcán de Tequila, en México, viven al menos 305 especies de hongos. La resiliencia corre por nuestras hifas.

Una vez, mi primo *Trichoderma atroviride* fue gravemente herido porque le cortaron parte del cuerpo, pero en tan solo una hora formó un tapón celular que evitó que perdiera todo su contenido y se regeneró por

completo. Así que no somos inmortales, es cierto, pero tenemos recursos sorprendentes para sobrevivir.

La semilla de nuestra persistencia

Hay situaciones que nos sobrepasan y la muerte puede llegar a nuestro encuentro; sin embargo, hay esperanza, tenemos un as bajo la manga que asegurará nuestra supervivencia: “las esporas”. Se trata de estos pequeños sistemas portadores de genes (auténticas cápsulas de vida) que viajan lejos y aseguran que podamos crecer en otro lugar sin ser olvidados.



Figura 2. Imagen elaborada con el software Microsoft Copilot, (IA generativa).

Como pudiste darte cuenta, todos somos muy competitivos, queremos asegurar y acaparar todo el espacio y los nutrientes posibles. Por eso, naturalmente liberamos sustancias tóxicas que afectan el crecimiento de otros organismos. A eso, los humanos le llaman micotoxinas o metabolitos secundarios.

Aquí es donde entro yo

Yo, *Aspergillus ochraceus*, tengo cierta debilidad y favoritismo por los alimentos que consumes habitualmente ya que, estos alimentos además de ser mis favoritos (como si pudieras comer la comida que te encanta todos los días sin que te haga daño) tienen demasiados nutrientes que me permiten vivir y crecer por mucho tiempo y, si son manipulados o almacenados, en lugares con cierta temperatura, humedad, pH, entre otras cosas que nos gustan, pues no podemos resistir a toda esa tentación. En el mundo se han identificado más de 600 micotoxinas, pero aproximadamente 12 destacan por su toxicidad para los humanos. Mi favorita es la Ocratoxina A (OTA), yo la produzco cuando me provocan, como me pasó hace poco con unas bacterias que intentaron robar espacio en el maíz donde llevaba un tiempo alojándome. Aunque el maíz y sus derivados son los principales alimentos en los que mejor he vivido, también puedo vivir en el café, el vino, la cerveza, los frutos secos y las especias. La OTA, es mi arma secreta contra los intrusos, ella libra las batallas por mí, así yo puedo seguir creciendo y comiendo lo que me gusta.

Entre todas las micotoxinas, la mía es muy especial. ¿Sabes por qué? Porque los humanos la han estado estudiando a profundidad y, al parecer, yo soy de las pocas especies fúngicas que generan micotoxinas nefrotóxicas en humanos. Esto quiere decir que provoca ataques directos contra ciertas células del riñón. ¿Cómo lo hace?, bueno, uno de sus importantes ataques es que inhibe la síntesis de proteínas (sin ellas tu cuerpo no funciona correctamente), provocando un gran desequilibrio en el que hay demasiado radicales libres que son como chispas químicas que dañan las células si no se controlan, solo los antioxidantes pueden hacerlo ya que actúan como bomberos que pueden apagarlas. A todo este proceso se le conoce como estrés oxidativo y, aunque el daño comenzó en las mitocondrias, inicia una reacción en cadena en la que, si tu célula no actúa rápidamente contra la OTA, ocurre lo inevitable... tu célula muere; es como si la mitocondria presionara un botón rojo de autodestrucción.

¿Puedes evitarme?

Ahora la gran pregunta es: ¿pueden los humanos evitar la presencia de micotoxinas? La respuesta es bastante simple: no pueden evitarnos; ni siquiera podrías distinguirlas, ya que las micotoxinas en los alimentos no provocan ningún cambio en su color, su olor o incluso en su apariencia. Además de eso, las micotoxinas, como la mía, soportan temperaturas que superan los 250 °C, así que soportan las temperaturas a las que cocinas tus alimentos habitualmente.

Tu mejor defensa: tu alimentación

¿Qué puedes hacer para que yo no me salga con la mía y cuides de tus riñones?

Esto es fácil de contestar: tu alimentación es una de las mejores armas en la guerra que ocurre dentro de ti.

Existen alimentos cargados de antioxidantes —esos pequeños héroes que me complican mis travesuras— como los frutos rojos (arándanos, moras, frambuesas, cerezas, fresas), las uvas moradas y rojas, las ciruelas negras, la granada y el kiwi. Y no son solo las frutas: también las verduras (espinacas, brócoli, zanahoria), legumbres (frijoles negros y rojos, lentejas, soya), frutos secos (nueces, almendras), y especias (cúrcuma, canela, clavo). Mientras más intensos sean sus colores (rojos, morados, naranjas), mayor es la probabilidad de que contengan antioxidantes. Por eso, llevar una dieta equilibrada es clave, no te servirá atiborrarte de un solo alimento, porque todo en exceso es malo, pero si alimentas a tus células con suficientes antioxidantes, te mantienes activo, haces ejercicio con regularidad, bebes suficiente agua, evitas el alcohol, el tabaco y, sobre todo, la automedicación (esto ya sería el colmo), así, tus riñones estarán protegidos.

Ahora que ya nos conoces, espero que entiendas mejor que no siempre somos enemigos, pero sí podemos ser peligrosos cuando las condiciones nos favorecen. Mi familia y yo seguiremos haciendo lo que se ha hecho durante millones de años: sobrevivir, adap-

tarnos y buscar nuestro lugar en el mundo. La diferencia es que ahora tú tienes el poder para decidir si vas a alimentar a tus defensas o darme la ventaja.

Tu plato puede ser mi hogar...o mi derrota.

La próxima vez que veas lo que comes, recuerda que podrías estar frente a mí. Y yo, siempre estoy listo para hacer travesuras... ¿y tú, estás preparado para detenerme?

Referencias

- Amayuelas, C. (2022, diciembre 15). El hongo más grande del mundo mide lo mismo que 1.350 campos de fútbol. El Español. https://www.elespanol.com/enclave-ods/historias/20221215/hongo-grande-mundo-mide-mismo-campos-futbol/724177763_0.html
- Araújo, J., Evans, H., Kepler, R., & Hughes, D. (2018). Zombie-ant fungi across continents: 15 new species and new combinations within *Ophiocordyceps*. I. Myrmecophilous hirsutelloid species. *Studies in Mycology*, 90, 119 - 160. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2017.12.002>.
- Carduño-Rosales, M., Callejas-Negrete, O., Medina-Castellanos, E., Bartnicki-García, S., Herrera-Estrella, A., & Mouriño-Pérez, R. (2022). F-actin dynamics following mechanical injury of *Trichoderma atroviride* and *Neurospora crassa* hyphae. *Fungal genetics and biology* : FG & B, 103672 . <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2022.103672>.
- Ovenden, T. (2018, diciembre 16). Focal Species: *Entoloma hochstetteri*. *Forest Ecology*. <https://forest-ecology.com/focal-species-entoloma-hochstetteri/>
- Rodríguez-Alcántar, O., Figueroa-García, D., & Herrera-Fonseca, M. (2018). Catálogo de los hongos del Volcán de Tequila, Municipio de Tequila, Jalisco, México. , 15-35. <https://doi.org/10.18387/POLIBOTANICA.45.3>.
- Rubio Domínguez, E. (2019, enero 31). *Mycena chlorophos* (Berk. & Curt.) Sacc. • CEMAS Orden Agaricales. Centro de Estudios Micológicos Asturianos. <https://www.centrodeestudios-micologicosasturianos.org/?p=15192>
- Riccioni, C., Rubini, A., Belfiori, B., Gregori, G., & Paolocci, F. (2016). *Tuber magnatum*: The Special One. What Makes It so Different from the Other Tuber spp.?, 87-103. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31436-5_6.
- Singh, P., Paul, V., & Dubey, R. (2022). Antioxidant Foods. *International Journal of Advances in Agricultural Science and Technology*. <https://doi.org/10.47856/ijaast.2022.v09i04.001>.
- Vallejo, P. (2024, febrero 20). ¡Este es el hongo más pequeño del mundo! *Micena subcyanocephala* ¿será que los pitufos vivieron ahí?. *Ecoosfera*. <https://ecoosfera.com/medio-ambiente/hongo-mas-pequeno-micena-subcyanocephala/>
- Wang, Y., Wang, L., Wu, F., Liu, F., Wang, Q., Zhang, X., Selvaraj, J., Zhao, Y., Xing, F., Yin, W., & Liu, Y. (2018). A Consensus Ochratoxin A Biosynthetic Pathway: Insights from the Genome Sequence of *Aspergillus ochraceus* and a Comparative Genomic Analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 84. <https://doi.org/10.1128/AEM.01009-18>.
-
- QFB. Michelle Zepeda Vidales.** Estudiante de maestría de tiempo completo, cuya línea de investigación se centra en las micotoxinas y la salud, adscrita a la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas, Laboratorio de Desarrollo Analítico y Toxicología Alimentaria de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Email: 1596841c@umich.mx
- DC. Virginia Angélica Robinson Fuentes.** Profesor de tiempo completo, cuya línea de trabajo es las micotoxinas en la salud, adscrita a la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas, Laboratorio de Desarrollo Analítico y Toxicología Alimentaria de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Email: virginia.robinson@umich.mx