

# Grupo Especializado de Hongos Filamentosos y Levaduras

**HUMBERTO MARTÍN-BRIEVA<sup>1</sup> Y M<sup>a</sup> ANGELES DE LA TORRE-RUIZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

<sup>2</sup>IRBLleida-CMB. Biomedicina-1. Facultad de Medicina, Universidad de Lleida.

✉ [humberto@farm.ucm.es](mailto:humberto@farm.ucm.es) | [mariaangeles.delatorre@udl.cat](mailto:mariaangeles.delatorre@udl.cat)

JUNIO 2021

N.º 71



Fotos de grupo de los últimos congresos de Micología: Lleida 2016 y Tarragona 2018.

El Grupo Especializado de Micología de la Sociedad Española de Microbiología comenzó su andadura a través de la organización de ciertas actividades científicas ya en el año 1972, de la mano de Carlos

Ramírez Gómez. Sin embargo, la constitución del grupo oficial y definitivamente tuvo lugar en 1977 y ello ocurrió fundamentalmente debido al impulso y entusiasmo de su primer Presidente, el Dr Rafael Sen-

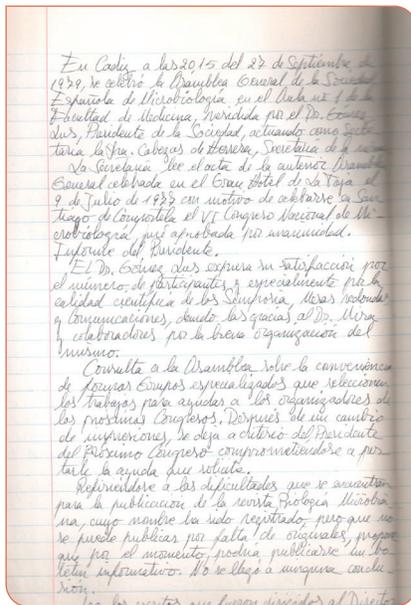
tandreu Ramón (1979-1990). Dicho impulso fué posteriormente continuado y apoyado por el Dr Germán Larriba Lacalle (1990-1998). Posteriormente y tras la presidencia del Dr Miguel Sánchez Pérez (1998-2004),

este grupo sufrió un cambio de denominación pasándose a llamar: Grupo de Hongos Filamentosos y Levaduras que es como le seguimos conociendo en la actualidad. La Dra M<sup>a</sup> Isabel-Reyes González Roncero (2004-2008) presidió el nuevo bautismo. Fueron sus sucesores los Drs Amparo Querol Simón (2008-2012), el Dr Humberto Martín Brieva (2012-2020) y en la actualidad la Dra. M<sup>a</sup> Angeles de la Torre Ruiz.

El sentido de la creación y mantenimiento de nuestro grupo especializado es diverso y obedece a varios objetivos:

Uno de ellos tiene como finalidad el servir de herramienta de aglutinación y de interacción entre científicos senior y junior dedicados a los diferentes ámbitos de la Micología. Un reflejo de este ánimo lo ilustra la amistosa y fructuosa colaboración que mantenemos con la Asociación Española de Micología desde el año 1982. Desde entonces llevamos celebrando reuniones conjuntas bienales para intercambiar experiencias y resultados y como no, amistades, en bellas ciudades de nuestra geografía. A partir del año 1992 dichas reuniones se transformaron y formalizaron en los denominados Congresos Nacionales de Micología. La celebración del primer congreso tuvo lugar en el Puerto de la Cruz en 1992. El siguiente congreso se celebró en Santiago de Compostela en 1994. En 1996 la sede fue en Peñíscola, seguido de Cádiz (1998), Cáceres (2000), Valencia (2002), Salamanca (2004), Barcelona (2006), Córdoba (2008), Sevilla (2010), Cádiz (2012), Bilbao (2014), Lérida (2016) y Tarragona (2018). En 2020 debería haberse celebrado en Valencia, no sucedió por razones obvias y se decidió aplazar hasta el año 2022. Deseamos de corazón poder reunirnos presencialmente en Valencia el próximo año dejando atrás las limitaciones de la pandemia vivida.

El otro gran objetivo establecido por el grupo es el fomento de la investigación básica y aplicada así como su divulgación, de hecho este es el motor y el sentido del objetivo anterior. Desde nuestro grupo y para este fin tratamos de dar impulso a la investigación con algunos premios, como el que se concede a las mejores presentaciones realizadas en el ámbito de la Micología durante la celebración de los congresos bianuales de la Sociedad Española de Microbiología (SEM). Otra distinción muy prestigiosa en nuestro grupo es el premio Fleming que se convoca cada dos años y se entrega durante los congresos del grupo

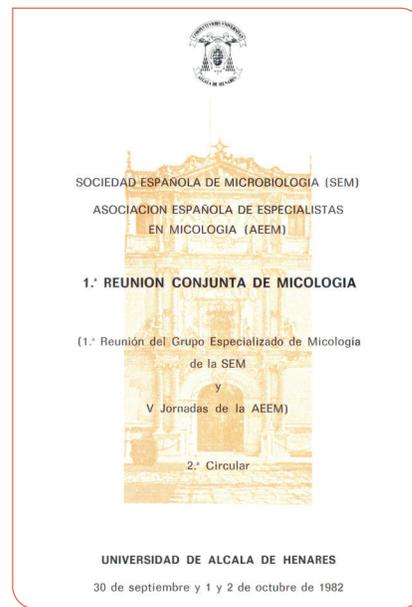


Fragmento del acta correspondiente a la Asamblea General Ordinaria de la SEM celebrada en Cádiz el 27 de septiembre de 1979 y que recoge el informe del Dr. Sentandreu sobre la constitución del grupo de Micología.

especializado. Para optar a este premio se accede a un concurso abierto a todos los investigadores en la que se presentan publicaciones relevantes de nuestro ámbito realizadas por los diversos grupos de investigación. Algunos ejemplos:

- ▶ 2006: Sonia Castillo-Lluva S. y Pérez-Martín J. 2005. Plant Cell, 17: 3544-3560.
- ▶ 2008: Madrid M et al. 2007. Mol Biol Cell, 18: 4405-19.
- ▶ 2012: López-Berges, M.S. 2010. Plant Cell, 22:2459-75
- ▶ 2014: Muñoz J. 2013. J Cell Biol, 203: 265-82.
- ▶ 2016: Calderón-Noreña DM. 2015. PLoS Genet, 11(4):e1005152.
- ▶ 2018: Encinar del Dedo J. 2017. Dev Cell, 43(5):588-602.e6.
- ▶ 2020: Navarro-Mendoza MI. 2019. Curr Biol,29(22):3791-3802.e6.

Nuestro grupo cuenta en la actualidad con 135 socios, que desempeñan su labor científica como micólogos en los diversos grupos de investigación que se encuentran repartidos en distintos centros: Universidad, Consejo Superior de Investigaciones



Una imagen de una circular de la primera reunión del grupo en Alcalá de Henares.

Científicas, Instituto de Salud Carlos III, Hospitales, laboratorios de las diferentes administraciones públicas y empresas privadas de diversa índole.

Nuestros socios son integrantes de muy diversos grupos de investigación que abarcan temáticas muy variadas relacionadas con los aspectos básicos, aplicados, clínicos...de la Micología. En dos pasados números del boletín de la SEM SEM@foro, concretamente los números 57 y 67, de junio de 2014 y 2019 respectivamente, se pueden encontrar gran número de grupos, pero no están todos. Nos enorgullecemos de ser un grupo dinámico y acogedor en donde hay cabida para nuevas ideas y aproximaciones y nuevas interacciones.

La nueva Junta Directiva del grupo ha comenzado a andar hace pocos meses con mucha ilusión, coincidiendo con la renovación de la Junta directiva de la SEM. En estos aires renovadores se incluye la remodelación de la página web de la SEM y por supuesto del grupo especializado. Trataremos de incluir todo tipo de información relevante para el grupo, la iremos construyendo y completando con la ayuda y las sugerencias de los socios.

## Sobre la importancia global de los hongos y las levaduras: algunas líneas clave para el futuro de la investigación en este campo

**IGNACIO BELDA**

Universidad Complutense de Madrid

✉ [ignaciobelda@ucm.es](mailto:ignaciobelda@ucm.es)

Los hongos son parte esencial del funcionamiento de los ecosistemas naturales, cobrando especial relevancia por su papel esencial –como descomponedores de materia orgánica– en el ciclo del carbono en los suelos, y su impacto directo en la nutrición y el estado de salud de las plantas. A una escala global, los factores climáticos, seguidos de patrones edáficos y espaciales, son los principales predictores de la riqueza y composición de las comunidades fúngicas. Aunque, al igual que ocurre con las plantas y los animales, la diversidad taxonómica de hongos disminuye desde el ecuador a los polos, la presencia de taxones fúngicos ubicuos en continentes alejados sugiere una gran capacidad de dispersión a grandes distancias, superior a la de otros organismos (Tedersoo et al., 2014).

En este contexto, y dado el gran potencial fitopatógeno de los hongos, resulta esencial prever el impacto del cambio climático en la incidencia y virulencia de patógenos fúngicos de las plantas en ecosistemas terrestres en general, y agroecosistemas en particular. En un trabajo reciente, Manuel Delgado-Baquerizo y colaboradores (2020) demostraron que, a escala global, temperaturas mayores aumentan la abundancia relativa de hongos potenciales fitopatógenos transmitidos por el suelo. Asimismo, el uso del suelo y las prácticas agrícolas son también determinantes de las estrategias ecológicas que determinan la estructura, el funcionamiento y la resistencia de las comunidades fúngicas en los agroecosistemas (Ortiz-Álvarez et al., 2021). Este hecho, sumado al creciente problema de la aparición de resistencias a los tratamientos fungicidas en algunos de los principales patógenos fúngicos que afectan a variedades vegetales de interés agrícola, ponen a los hongos en el punto de mira de las estrategias globales para garantizar la sostenibilidad y seguridad del sistema agro-alimentario (Lucas et al., 2015). Así, haciendo un paralelismo con el creciente interés en conectar la salud animal y humana, a través de la problemática de la aparición de resistencias a

los antibióticos, los micólogos debemos sumarnos a esa visión integradora del concepto de salud, conectando salud humana y salud de los agro-ecosistemas a través de la emergencia de las resistencias a antifúngicos (Chowdhary y Meis, 2018). En conclusión: ¡jurge incorporar la dimensión fúngica a las estrategias de lucha contra las resistencias a antimicrobianos!

Sin embargo, los hongos no sólo son problema, sino también solución. Por mencionar algunos, varias cepas de *Trichoderma* o *Sebacinales* han demostrado su capacidad para controlar el desarrollo de numerosos patógenos foliares, radiculares y frutales. Asimismo, en su interacción directa con las plantas, algunos hongos son capaces de reducir el impacto de determinados estreses abióticos en el crecimiento de las plantas, así como de mejorar su desarrollo a través de una mayor eficiencia en la adquisición de nutrientes por vía radicular, e incluso en su actividad fotosintética (Shoresh et al., 2010). El estudio de los mecanismos que inducen estas respuestas positivas en las plantas es una importante línea de investigación actual. Estos estudios deben trascender de las meras observaciones empíricas y abordar, experimentalmente, la compleja red de interacciones moleculares que justifican la reprogramación metabólica que las plantas –y las comunidades microbianas que componen el holobionte– sufren en presencia de ciertos hongos; sólo así estos fenómenos podrán convertirse en herramienta biotecnológica.

En este punto, cabe mencionar el gran interés del estudio de los mecanismos de interacción interespecífica y la comunicación intercelular en los hongos. Algunos fenotipos de relevancia industrial, pero también algunos fenotipos virulentos en hongos y levaduras, están regulados por mecanismos de interacción interespecífica o comunicación intercelular (ej. *quorum sensing*, *cross-feeding*). Desde la perspectiva industrial, un reciente trabajo de Oliveira Lino y colaboradores (2021) demuestra cómo la presencia de la bacteria *Lactoba-*

*cillus amylovorus* mejora la tasa de crecimiento y el rendimiento en la producción de bioetanol de *Saccharomyces cerevisiae*, actuando como un “probiótico industrial”. Asimismo, Cosetta y colaboradores (2020) han demostrado que el intercambio de moléculas señal (compuestos orgánicos volátiles) entre hongos y bacterias determina la composición de las comunidades microbianas que se establecen en la corteza de los quesos que, a su vez, son en gran parte responsables de las características sensoriales de dichos quesos. De esta forma, los estudios de caracterización molecular de las especies clave en procesos industriales, deben acompañarse del estudio de las interacciones bióticas de dichas especies en su ecosistema (natural o antrópico); así, el consorcio microbiano debe continuar imponiéndose como elemento y unidad en el estudio de procesos y fenómenos que, hasta ahora, estudiábamos desde la perspectiva de una sola especie clave. Podremos así considerar las interacciones interespecíficas (a todos los niveles taxonómicos) como estrategia para evitar, deliberadamente, un fenotipo indeseable o, por el contrario, obtener nuevas funcionalidades y mejores eficiencias en procesos industriales (Zhang et al., 2018). Me permito sugerir que quizá sea ahora el momento de reproducir los esfuerzos en investigación puestos en décadas anteriores para entender el fenómeno del *quorum sensing* en bacterias –que ya están viendo sus frutos en forma de avances clínicos y biotecnológicos– y comenzar a definir, realmente, la dimensión de este fenómeno en el mundo fúngico a nivel de sus interacciones inter-específicas e inter-reinos (Barriuso et al., 2018).

La relevancia industrial de muchas especies de hongos y levaduras, se ha traducido en un proceso de adaptación rápida de algunas cepas a los entornos y condiciones operacionales impuestas en los procesos industriales. Durante este proceso de domesticación, algunas cepas adquirieron la capacidad de consumir nutrientes particulares de manera eficiente, hacer frente a una multitud de

factores de estrés específicos de los procesos industriales y producir compuestos deseables, a menudo a costa de una reducción de la aptitud en sus entornos naturales originales (Steensels et al., 2019). Identificar los marcadores genómicos que han acompañado a la domesticación es un esfuerzo necesario para la comprensión de las bases moleculares de fenotipos de relevancia industrial, sentando las bases para futuros programas de mejora genética de cepas industriales. Otro de los mecanismos por los que las levaduras se han adaptado a estos ambientes son las hibridaciones interespecíficas que, en ocasiones, dan como resultado la combinación de fenotipos ventajosos provenientes de las especies parentales (Steensels et al., 2021). Además del interés evolutivo del estudio de este fenómeno, los híbridos

interespecíficos constituyen otra de las grandes vías de estudio para la mejora en la eficiencia de los procesos industriales llevados a cabo, principalmente, por levaduras. En este campo, se están logrando hitos que van más allá de la relevancia industrial de los resultados, y que afianzan a las levaduras como modelos de estudio en aspectos fundamentales de genética y biología celular, donde cabe destacar la obtención de híbridos dodecaploides de *Saccharomyces*, con material genético -y fenotipos conservados- procedente de seis especies diferentes (Peris et al., 2020). Para finalizar, en esta misma línea, las levaduras están a punto de marcar un hito en el campo de la biología sintética; la síntesis completa *de novo* de los 16 cromosomas de *S. cerevisiae*, que dará lugar al primer organismo eucariota sintético (consorcio

internacional *Yeast 2.0*), promete disparar la utilidad de las levaduras como factorías celulares, en la producción de metabolitos de interés farmacéutico, biocombustibles, alimentación, etc (Pretorius y Boeke, 2018).

En este breve texto he querido resumir algunos de los trabajos que, en los últimos años han sentado las bases de la investigación en hongos y levaduras en los próximos años. Por supuesto, esta percepción está sesgada por las áreas que me son más afines y, por ello, me disculpo anticipadamente con todos aquellos compañeros que trabajan en direcciones que se escapan de mi conocimiento y que, seguro, contribuirán también en los próximos años a incrementar la visibilidad de los hongos y las levaduras (dentro y fuera de la comunidad científica) por su papel en procesos ambientales, clínicos e industriales.

## Referencias

- Tedersoo et al., 2014. Global diversity and geography of soil fungi. *Science* 346 (6213), 1256688. DOI: 10.1126/science.1256688
- Delgado-Baquerizo et al., 2020. The proportion of soil-borne pathogens increases with warming at the global scale. *Nature Climate Change* 10, 550-554. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0759-3>
- Ortiz-Álvarez et al., 2021. Network properties of local fungal communities reveal the anthropogenic disturbance consequences of farming practices in vineyard soils. *mSystems* 6(2):e00344-21. DOI: 10.1128/mSystems.00344-21
- Lucas et al., 2015. The Evolution of Fungicide Resistance. *Advances in Applied Microbiology* 90, 29-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.aambs.2014.09.001>
- Chowdhary & Meis, 2018. Emergence of azole resistant *Aspergillus fumigatus* and One Health: time to implement environmental stewardship. *Environmental Microbiology* 20, 1299-1301. DOI: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14055>
- Shoresh et al., 2010. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual Review of Phytopathology* 48, 21-43. DOI: 10.1146/annurev-phyto-073009-114450
- Oliveira Lino et al., 2021. Complex yeast-bacteria interactions affect the yield of industrial ethanol fermentation. *Nature Communications* 12, 1498. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21844-7>
- Cosetta et al., 2020. Fungal volatiles mediate cheese rind microbiome assembly. *Environmental Microbiology* 22, 4745-4760. DOI: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15223>
- Zhang et al., 2018. Interkingdom microbial consortia mechanisms to guide biotechnological applications. *Microbial Biotechnology* 11, 833-847. DOI: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13300>
- Barriuso et al., 2018. Role of quorum sensing and chemical communication in fungal biotechnology and pathogenesis. *FEMS Microbiology Reviews* 42, 627-638. DOI: <https://doi.org/10.1093/femsre/fuy022>
- Steensels et al., 2019. Domestication of Industrial Microbes. *Current Biology* 29, PR381-R393. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.04.025>
- Steensels et al., 2021. Interspecific hybridization as a driver of fungal evolution and adaptation. *Nature Reviews Microbiology* DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00537-4>
- Peris et al., 2020. Synthetic hybrids of six yeast species. *Nature Communications* 11, 2085. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15559-4>
- Pretorius & Boeke, 2018. Yeast 2.0—connecting the dots in the construction of the world's first functional synthetic eukaryotic genome. *FEMS Yeast Research* 18, foy032. DOI: <https://doi.org/10.1093/femsyr/foy032>