

# HONGOS

## Bacterias y hongos microscópicos

Marcela Gamboa Angulo / Gabriela Heredia Abarca / Manuela Reyes Estebanez / Susana de la Rosa García

Las bacterias y los hongos microscópicos (HM) son generalmente organismos heterotróficos que se alimentan de materia orgánica en descomposición (saprobios) o de materia viva (parásitos). Se encuentran en una gran variedad de hábitat, tales como cuerpos de agua dulce, mar, suelo, hojarasca, restos vegetales, restos animales, estiércol y organismos vivos; y están distribuidos desde las zonas desérticas hasta las áreas más gélidas del planeta. Los microorganismos son vitales en el equilibrio ecológico del suelo; participan en la degradación de la materia orgánica que permite el reciclaje de nutrientes, así como en la transformación del nitrógeno a formas disponibles para las plantas.

Los hongos son considerados los organismos más diversos después de los insectos. Su riqueza se estima en 1.5 millones de especies a nivel mundial (Hawksworth, 1993; Rossman, 1994). En México, la diversidad fúngica se calcula entre las 120 000 y 140 000 especies, de las que menos de 10% han sido estudiadas: se han descrito aproximadamente 4000 especies de hongos macroscópicos y 2000 de hongos microscópicos. Lo anterior deja ver que el estudio de este grupo de organismos en nuestro país está en su fase inicial, y coloca en una situación crítica el conocimiento sobre las especies microscópicas, amén de ser organismos que se encuentran amenazados al igual que los diversos ecosistemas. En su mayoría, los trabajos relacionados con los hongos microscópicos versan sobre especies parásitas de plantas y causantes de micosis en el hombre y los animales (Heredia y Reyes, 1999). En particular, sólo existen reportes para los estados de Campeche, Chiapas, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.

Por otra parte, se estima que existen de 300 000 a 1 millón de bacterias en la Tierra, de las cuales, aproximadamente unas 6000 han sido identificadas. Mientras que más de una tercera parte de las 36 divisiones conocidas incluyen bacterias que no han sido cultivadas *in vitro*, por lo que menos de 1% de la diversidad bacteriana ha sido ubicada taxonómicamente (Pace, 1999; Harvey, 2000).

En general, el hombre ha utilizado durante siglos los microorganismos y sus productos metabólicos, como en los procesos de fermentación de panes y vinos, hasta la actual producción de diversos aditivos para la industria y las acciones de biorremediación de sitios contaminados. En especial, los metabolitos de origen microbiano han sido de alto valor en la elaboración de medicamentos para humanos, plantas y animales; y los mismos organismos son utilizados en el control biológico de plagas y enfermedades.

Con el afán de contribuir de manera activa en la búsqueda de nuevos productos naturales microbianos, en el año 2003 el grupo de Química Orgánica de la Unidad de Biotecnología del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) inició un estudio exploratorio encaminado al aislamiento de bacterias y HM de Yucatán, con el objetivo final de evaluarlos en una batería de ensayos biológicos y, de esta manera, conocer su potencial de aplicación biotecnológica en farmacia y agricultura.

Las fuentes de colecta de las bacterias comprenden dos cenotes de Yucatán: Temozón y X kan ho ho che, ubicados en los alrededores del parque arqueológico de Dzibilchaltún, en el municipio de Mérida. Fueron seleccionados por no presentar signos de perturbaciones humanas y/o contaminación, con la intención de aislar la microflora autóctona. Los HM se aislaron de la hojarasca sumergida y el raspado de pared de los cenotes de estudio, y de la hojarasca en descomposición de la selva baja caducifolia del mismo parque y del jardín botánico regional del CICY.

De los resultados de estos trabajos de aislamiento se formó una colección de 278 bacterias (20 de tipo actinomicetos) y 133 HM. Esta microflora comprende los microorganismos cultivables con las técnicas utilizadas, así como los más frecuentes (Cuadro 1). Posteriormente, se evaluaron las cepas bacterianas aisladas en un ensayo antagonista contra las bacterias patogénicas *Bacillus subtilis*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas syringae*, *Staphylococcus aureus*, *Xanthomonas campestris* y la levadura *Candida albicans*; todas de importancia médica o agrícola. Aquellas bacterias con actividad antagonista se identificaron mediante técnicas bioquímicas, detectando que las cepas más frecuentes pertenecen a las especies *Pseudomonas luteola* (18) y *Burkholderia cepacia* (6), además de que correspondieron a las aisladas con mayor abundancia y con un amplio espectro de acción antimicrobiana. En otras de menor actividad se ubicaron *Aeromonas salmonicida*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas stutzeri*, *Serratia plymuthica*, *Shewanella putrefaciens* y *Stenotrophomonas maltophilia*, así como otras cepas no identificadas. Adicionalmente se evaluaron las propiedades biosurfactantes, detectando diez cepas promisorias, con propósitos de biorremediación, que pueden ser usadas directamente en el control de derrames de aceite y petróleo (De la Rosa-García y otros, 2007).

En los aislamientos fúngicos se detectó que predominaron los de tipo hifomicetos, donde la micobiota obtenida y ubicada taxonómicamente a la fecha la conforman hongos típicos saprobios que colonizan los restos vegetales en zonas tropicales.

**Cuadro 1. Aislamientos microbianos recolectados en cuatro diferentes sitios del municipio de Mérida.**

Tipo de aislamiento	Cenote		Hojarasca		Total
	1	2	3	4	
<b>Bacterias</b>	127	151	NE	NE	278
con actividad antimicrobiana	36	20			6
con actividad surfactante	6	4			10
identificadas a nivel género	7	4			11
identificadas a nivel especie	19	12			31
no identificadas	101	135			236
<b>Hongos microscópicos</b>	74	31	20	8	133
con actividad antimicrobiana	60	25	6	1	92
identificados a nivel género	7	20	10	4	41
identificados a nivel especie	10	11	6	2	29
no identificados	52	6	4	2	63

1: Temozón. 2: X' Kam ho ho che. 3: CICY. 4: Dzibilchaltun.

NE: No explorado.



Seta de *Beltrania rhombica* y esporas rombicas.

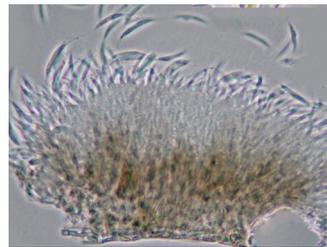
Fotos: G. Heredia.



Esporas cilíndricas de *Cylindrocladium intermedium*.



*Periconia cookie*, conidióforo obscuro y esporas germinando.



Sinema de *Thozetella havanensis* y esporas falciformes.



Zona apical de conidióforo de *Phaeobotrys* sp. y esporas fusiformes.

De todas las cepas se identificó un total de 39 diferentes géneros, siendo aislados en más de una ocasión *Acremonium* (3), *Beltrania* (2), *Cladosporium* (3), *Colletotrichum* (3), *Cylindrocladium* (2), *Dactylaria* (4), *Fusarium* (11), *Gliocladium* (2), *Gliomastix* (2), *Helicosporium* (2), *Penicillium* (2), *Periconia* (2), *Volutella* (3) y *Verticillium* (3). Al estado de Yucatán se contribuye con 41 aislamientos fúngicos ubicados a nivel género y 29 hasta especie (Anexo III), permaneciendo 63 cepas sin identificar (Cuadro 1). Para obtener sus correspondientes extractos, todas las cepas se cultivaron en arroz con un disolvente orgánico denominado extracto fúngico. Los extractos se secaron al eliminar el disolvente, y se sometieron a una serie de ensayos biológicos, detectando actividad antimicrobiana y antioxidante de manera rutinaria. Los ensayos indicaron que, al compararlas con los productos comerciales, dos cepas poseen actividad promisorias para continuar siendo estudiadas. En estos casos se encuentran las cepas *Clonostachys rosea* y *Fusarium incarnatum*.

Otras evaluaciones de actividad biológica se realizan en colaboración con diversas instituciones para continuar explorando las propiedades biológicas de los microorganismos aislados.

Una parte de los extractos fúngicos del banco formado se evaluó contra una cepa de *Mycobacterium tuberculosis*: el protozoario *Leishmania mexicana* GS, el nemátodo agallador *Meloydogine incognita* y una larva de *Spodoptera littoralis*; estos dos últimos catalogados como plagas de importancia agrícola. Los resultados son altamente significativos con las cepas *Fusarium* sp. TZ54 y *Verticillium* sp. TZ28, a una concentración mínima inhibitoria menor a 25 µg/mL en el caso de *M. tuberculosis* y *L. mexicana*.

Estos resultados son altamente alentadores para continuar en la búsqueda de los metabolitos responsables de la actividad en estudio, así como de su toxicidad, además de que revelan el enorme potencial de nuestra microflora. Las evaluaciones realizadas a la fecha muestran el potencial en cuanto a diversidad y uso de la microflora autóctona de los cenotes y de la hojarasca de las regiones tropicales del sureste de México; microflora que se está perdiendo al mismo ritmo que la macroflora. Por tales razones, se recomienda continuar enriqueciendo las colecciones ya existentes en el país con nuevos cultivos bacterianos y micológicos de la región.