

Ecología de los hongos patógenos para el hombre

Rubén López Martínez

*Laboratorio de Micología Médica, Departamento de Microbiología y Parasitología,
Facultad de Medicina, UNAM, México D.F. 04510, México*

Ecology of human pathogenic fungi

Abstract. One of the main important evolution processes of Kingdom Fungi is the adaptability to living, not only on the inert organic material, but also in living organisms as plants, animals and human causing some damage; so these fungi have been considered as temporal, facultative or definitive parasites. According of the habitat of these pathogens, they are classified as anthropophilics, zoophilics and geophilics. In superficial mycosis, the fungi have the possibility to be anthropophilics, as *Trichophyton rubrum*, *T. tonsurans*, and *Epidermophyton floccosum*; zoophilics as *Microsporum canis* and *T. verrucosum*; and geophilics as *M. gypseum* and *M. nanum*. The etiologial agents of subcutaneous mycosis, as *Sporothrix schenckii* (sporotrichosis), *Fonsecaea pedrosoi* (chromoblastomycosis), and the systemic fungi as *Histoplasma capsulatum* (histoplasmosis) and *Coccidioides immitis, posadasii* (coccidioidomycosis) are principally geophilics. Fungi causing opportunistic infections as *Candida*, *Cryptococcus* and Mucorales can be isolated from any of the three habitats. One species of fungus can be found in two or more habitats and one habitat can contain different pathogenic species. The mechanisms of mycotic infections and their epidemiological importance in these knowledge are mentioned.

Key words: mycosis, pathogenic fungi, ecology, habitat.

Resumen. Uno de los procesos evolutivos de mayor importancia en los hongos es la adaptabilidad que algunos de ellos han desarrollado para vivir, no solamente sobre la materia orgánica inerte, sino también en organismos vivos como plantas, animales y el hombre, causándoles algún daño. Este trance evolutivo les dio la categoría de parásitos, que pueden ser temporales, facultativos o permanentes. De acuerdo al hábitat de estos hongos patógenos para el hombre, pueden ser antropofílicos, zoofílicos y geofílicos. En relación a las micosis superficiales, los agentes de las dermatofitosis pueden ser antropofílicos como *Trichophyton rubrum*, *T. tonsurans*, *Epidermophyton floccosum*; zoofílicos como *Microsporum canis* y *T. verrucosum* y geofílicos como *M. gypseum* y *M. nanum*. Los hongos de las micosis subcutáneas como *Sporothrix schenckii* (esporotricosis), *Fonsecaea pedrosoi* (cromoblastomycosis) y de las sistémicas como *Histoplasma capsulatum* (histoplasmosis) y *Coccidioides immitis (posadasii)* (coccidioidomycosis), son eminentemente antropofílicos. Los hongos causantes de las micosis oportunistas (*Candida*, *Cryptococcus*, Mucorales), pueden ser aislados de cualquiera de los tres hábitat descritos. Algunas especies comparten más de dos hábitat y un solo hábitat puede albergar diferentes especies de hongos. Se mencionan los mecanismos de infección y la importancia epidemiológica que tienen estos conocimientos.

Palabras clave: micosis, hongos patógenos, ecología, hábitat.

*Autor para correspondencia: Rubén López Martínez
rlm@servidor.unam.mx*

Pocos hombres han consagrado a la ciencia la mayor parte de su vida. La dedicación y amor que ha dado el Dr. Gastón Guzmán al estudio de la micología, el empeño para la formación de nuevos micólogos y las importantes y numerosas aportaciones al conocimiento micológico nacional y mundial, hacen de este hombre una de las más prestigiadas luminarias del firmamento micológico

Introducción

Conocer y comprender todos los aspectos de la ecología de los seres vivos, es por ahora prácticamente imposible, no obstante hay un constante entusiasmo por develar y descifrar lo que hasta ahora han sido “misterios de la naturaleza”. Muchos hombres han empeñado su vida por descubrir nuevos conocimientos y aportar a la humanidad elementos para su bienestar, sin alterar la armonía y los equilibrios que sostienen la salud de la naturaleza. Lo anterior se ha logrado con el trabajo multidisciplinario y coordinado para el desarrollo de las ciencias.

El campo de la ecología de los hongos patógenos para el hombre es complejo y extenso y aun cuando desde finales del siglo XIX se conoce el hábitat de la mayoría de estos hongos, queda mucho por conocer en cuanto a requerimientos nutritivos y ambientales, cambios filogenéticos, interrelaciones tanto de competencia como de simbiosis, etc.

Solamente unas 300 ó 400 especies de hongos son potencialmente patógenas para el hombre aunado a esto, el campo de la micología médica es tan vasto y diversificado como el de los cientos de miles de especies de hongos existentes. La mayoría de especies patógenas produce infecciones llamadas micosis; otra parte es causante de procesos alérgicos y el resto produce intoxicaciones en dos modalidades: las micotoxicosis por ingestión de toxinas de micromicetos contenidas principalmente en granos de cereales y los micetismos por ingestión de macromicetos tóxicos.

Los hongos son de los seres más abundantes y ubicuos en la naturaleza, propiedades que se extienden a los

patógenos para el hombre, los cuales tienen más limitaciones para la supervivencia, ya que requieren de intervalos de temperatura, pH y nutrientes más específicos. De acuerdo al hábitat, los hongos productores de micosis se clasifican en geofílicos, zoofílicos y antropofílicos. Es posible pensar que cuando los hongos hicieron su aparición en nuestro planeta, hace 600 millones de años aproximadamente, éstos vivieron primero en el agua y en la tierra; cuando aparecieron los vegetales, se adaptaron para vivir con ellos o de ellos y así continuó su poder de adaptación para vivir en los animales y al final en el hombre, hace apenas 3 millones de años.

En cuanto a la distribución geográfica las micosis pueden ser cosmopolitas o limitadas a zonas endémicas. Los hongos de las micosis cosmopolitas se adaptan a vivir en los más diversos sustratos de la naturaleza, tanto en los diferentes tipos de suelo (geofílicos) como en animales selváticos domésticos y peri domésticos (zoofílicos), otros viven exclusivamente en el hombre sin causar necesariamente enfermedad (antropofílicos).

Descripción de los hongos

En este trabajo se describirán los hábitats de los principales hongos causantes de micosis y sus mecanismos de infección al hombre (Tabla 1).

Los hongos de las micosis limitadas a zonas endémicas tienen requerimientos más estrictos, la mayoría de éstos son geofílicos como *Sporotrix schenckii*, causante de la esporotricosis, que vive en suelo y vegetales de climas templados. Otras micosis como la histoplasmosis por *Histoplasma capsulatum*, cuyo hábitat es el suelo de grutas donde se acumula el guano del murciélago, otro ejemplo es la

Tabla 1. Habitat de los principales hongos patógenos para el hombre.

ANTROPOFÍLICOS	ZOOFÍLICOS
<i>Trichophyton rubrum</i>	<i>Trichophyton equinum</i>
<i>T. mentagrophytes</i> var. <i>interdigitale</i>	<i>T. mentagrophytes</i> var. <i>mentagrophytes</i>
<i>T. tonsurans</i>	<i>T. gallinae</i>
<i>T. schoenleinii</i>	<i>T. simii</i>
<i>T. violaceum</i>	<i>T. verrucosum</i>
<i>T. concentricum</i>	<i>Microsporum canis</i>
<i>Microsporum audouinii</i>	<i>Cryptococcus neoformans</i> var. <i>neoformans</i>
<i>Epidermophyton floccosum</i>	<i>Histoplasma capsulatum</i>
<i>Malassezia</i> spp.	
<i>Candida</i> spp.	
<i>Pneumocystis jirovecii</i> (<i>carinii</i>)	
GEOFÍLICOS	
<i>Trichophyton ajelloi</i>	<i>Nocardia</i> spp.*
<i>Microsporum nanum</i>	<i>Actinomadura</i> spp.*
<i>M. gypseum</i>	<i>Streptomyces</i> spp.*
<i>M. fulvum</i>	<i>Histoplasma capsulatum</i>
<i>Hortaea werneckii</i>	<i>Coccidioides posadasii</i>
<i>Sporothrix schenckii</i>	<i>Coccidioides immitis</i>
<i>Fonsecaea pedrosoi</i>	<i>Paracoccidioides brasiliensis</i>
<i>Cladophialophora carrionii</i>	<i>Blastomyces dermatitidis</i>
<i>Phialophora verrucosa</i>	<i>Cryptococcus neoformans</i> var. <i>neoformans</i>
<i>Madurella mycetomatis</i>	
<i>Madurella griseae</i>	
OTROS SUSTRATOS	
<i>C. neoformans</i> var. <i>gattii</i> (eucaliptos)	
<i>Candida albicans</i> y otras especies (alimentos, material orgánico y otros)	
<i>C. neoformans</i> var. <i>neoformans</i> (frutas, verduras)	
Mucorales : <i>Rhizopus</i> spp., <i>Rhizomucor</i> spp., <i>Absidia</i> spp. (materiales orgánicos, muros, aire)	
<i>S. schenckii</i> (plantas y árboles)	
<i>Aspergillus</i> spp. (alimentos y otros materiales orgánicos, muros, aire)	

*Bacterias estudiadas en micología

coccidioidomicosis por *Coccidioides immitis* y *C. posadasii* que habita en tierra de climas semidesérticos, ricas en sales de calcio y boro.

Dermatofitos

Esta micosis es la más frecuente, a nivel mundial afecta cualquier parte de la superficie cutánea y a sus anexos.

GEOFÍLICOS: *Trichophyton mentagrophytes* se ha aislado de arena de mar así como de pisos de balnearios, en porcentajes muy variados que van del 4 al 75 % de las muestras de pisos de regaderas, andadores y áreas de descanso [20]. *Microsporum canis* se ha aislado de las alfombras de

probadores de ropa de diversas tiendas (7.1 %), así como de recámaras (20.5 %); en tanto que en pisos de zapaterías se aisló *T. tonsurans* y *T. terrestre* en un 13.1 % [18].

ZOOFÍLICOS: El más común de éstos es *Microsporum canis*, el cual se encuentra en la piel sana de los gatos en un porcentaje que varía del 26 % en los callejeros, al 75 % en las mascotas [18, 25].

Otro dermatofito zoofílico es *T. mentagrophytes* var. *mentagrophytes*, que se ha aislado de ratas en el 14.2 % de conejos en el 5.43 %, [7], así como de ratones en 8 % y de cobayos en 6 % [25].

ANTROPOFÍLICOS: Uno de los hallazgos más interesantes en la epidemiología de las dermatofitosis ha sido el descubrir que en la piel de personas sanas se encuentran dermatofitos. El más constante de éstos es *T. rubrum* que se ha aislado de pies en el 19 %, de tronco e ingle en el 3.5% y de cara en el 2.5% [19].

También se ha aislado con menor frecuencia a *T. mentagrophytes* de tronco e ingle y *Epidermophyton floccosum* de ingle [19].

En piel cabelluda aparentemente sana, predomina *T. tonsurans*, el cual se ha encontrado en el 8.76% [23]; habiendo gran diferencia entre las personas sucias, donde se aísla en el 14.7% y las limpias con solamente el 4.6% [23, 20, 26]; otros dermatofitos aislados con menor frecuencia son *T. mentagrophytes*, *M. canis* y *T. terrestre* [20].

Está descrito que el mecanismo de infección de las dermatofitosis es el contacto directo con las diferentes fuentes de infección: tierra, animales y hombre.

Malassezia spp.

Las 11 especies de *Malassezia* son antropofílicas pudiendo ocasionar diferentes afecciones como pitiriasis versicolor, foliculitis, dermatitis seborréica e infecciones sistémicas. Se desarrollan a partir de la reproducción excesiva de las levaduras en los sitios de la piel donde habita, gracias a la aparición de factores de oportunismo como sudor, calor, aplicación de grasas en la piel, alimentación parenteral, etc. La principal patología que causan es pitiriasis versicolor, micosis superficial muy común en jóvenes que viven en climas tropicales, es causada principalmente por *M. globosa*. En la piel de zonas seborreicas se encuentra habitualmente *M. restricta*, *M. globosa*, *M. sympodialis*, *M. furfur* y *M. sloffiae*; es común encontrar asociación de dos o más levaduras en una misma zona de la piel [13].

Sporotrix schenckii

Este hongo es causante de la esporotricosis, micosis

subcutánea frecuente en las personas que manejan tierra de cultivo así como plantas de ornato y madera, se adquiere por la penetración del hongo que vive en estos sustratos, a través de heridas en la piel; esta micosis se observa principalmente en regiones de bosques de zonas de clima templado [14, 16, 28].

S. schenckii se ha aislado recientemente en el estado de Puebla a partir de tierra de cultivo en 20 muestras de 314 estudiadas (6.36%) y en el 2.22% de plantas de rosál y bugambilia [32].

Fonsecaea pedrosoi, Cladophialophora carrionii, Phialophora verrucosa

Estos hongos causantes de la cromoblastomicosis, se aíslan a partir de tierra y detritus vegetales de áreas rurales de clima semitropical [11, 31]. Esta micosis subcutánea es muy crónica y cursa con lesiones extensas de tipo verrugoso, son hipertróficas y extensas, afectan principalmente a las extremidades inferiores de los campesinos con desnutrición y otros factores de inmunodeficiencia. Siendo ésta una micosis indolora los pacientes acuden a consulta médica muchos años después que ha iniciado la infección, por lo que se supone que estos mismos pacientes al eliminar sus escamas parasitadas, contaminan el suelo retroalimentando el hábitat natural de estos hongos.

Nocardia, Actinoadura, Streptomyces

Estos actinomicetes contienen numerosas especies patógenas; su hábitat natural es la tierra de zonas rurales; estas especies son las causantes del micetoma actinomicético, patología muy grave ya que destruye gran cantidad de piel, tejido subcutáneo y huesos, principalmente de las extremidades inferiores y del tronco. México es el país en donde se ha registrado una de las máximas casuísticas de esta patología. Estos organismos de tipo bacteriano, siempre han sido estudiados en la micología médica.

En un estudio de tierras de cultivo del estado de

Morelos se aislaron a partir de 360 muestras, 144 positivas para estos actinomicetales (40%), observando que para *Nocardia brasiliensis* fue el 20%, para *Nocardia asteroides* 8.3%, *N. otitidiscaviarum* 6.2%, *Actinoadura madurae* 2.8%, *Streptomyces somaliensis* 1.1% y *A. pelletieri* 0.8% [6].

En otro estudio en tierras de cultivo de caña de azúcar se reportó el hallazgo de 10 cepas de *N. asteroides*, 6 de *N. otitidiscaviarum*, 3 de *N. brasiliensis* y 8 de *Nocardia* spp. [24].

La esporotricosis, cromoblastomicosis y el actinomicetoma son más frecuentes en personas que habitan en zonas rurales, tanto en niños como en adultos y en ambos sexos; el mecanismo es siempre la penetración de los agentes causales a través de heridas en la piel, siendo todos estos agentes de hábitos geofílicos.

Histoplasma capsulatum

Es un hongo de alta virulencia, causante de la histoplasmosis pulmonar primaria y de la sistémica. El mecanismo de infección es la inhalación de los conidios que se aíslan principalmente del guano de los murciélagos que contiene abundantes sustancias nitrogenadas, elemento necesario para la supervivencia de este hongo en la naturaleza [33]; en personas desnutridas o que inhalan una gran cantidad de conidios esta micosis suele ser grave y aún mortal, generalmente se observa en personas que penetran a minas abandonadas o grutas donde abundan estos quirópteros [10].

Desde hace algunos años se conocen casos de histoplasmosis en pacientes que jamás han penetrado a sitios con guano de murciélago y la explicación de lo anterior se dio al conocer que además de los murciélagos, algunas aves, entre ellas las de granja, también son portadoras de *H. capsulatum*, el cual se dispersa a través de sus excrementos [1].

Coccidioides immitis y posadasii

Es una micosis sistémica muy grave cuando se disemina a partir de la forma pulmonar primaria. Al igual que la

histoplasmosis, se adquiere por inhalación de los artroconidios los cuales se encuentran en la tierra de climas semiáridos y de vegetación tipo chaparral. Es una micosis del Continente Americano y la principal zona endémica comparte la región suroeste de Estados Unidos de Norteamérica y la del norte de México. Otras zonas endémicas de esta micosis se localizan en Venezuela, Paraguay, Argentina, Colombia, Bolivia, Honduras y Guatemala. Es un hongo muy particular ya que necesita de la presencia de sales de boro y calcio contenidas en el suelo [2]; también resiste temperaturas muy extremas, que van desde 0 °C en invierno hasta 54 °C en verano; generalmente se aísla desde la superficie del suelo hasta 20 cm de profundidad [8, 17].

Otra nueva especie, además de *C. immitis*, se ha descrito recientemente, *C. posadasii*; al parecer estas dos especies son similares en su hábitat, morfología y patogenicidad, siendo las diferencias solamente de tipo molecular a nivel de secuencias genómicas [15]. Otra diferencia es en su distribución geográfica; *C. immitis* predomina en el estado de California, y *C. posadasii* en el resto de los estados de E. U. A, así como en México y demás países latinoamericanos [15].

Paracoccidioides brasiliensis

La paracoccidioidomicosis es también una infección pulmonar primaria con tendencia a la diseminación sistémica; es grave en campesinos desnutridos y con inmunodeficiencias. Es la clásica micosis latinoamericana, ya que no se conocen casos autóctonos en otros países fuera de esta región. El mayor número de casos de esta micosis se registra en Venezuela, Colombia, Brasil, Argentina y Paraguay; otros países con menor número de casos son Ecuador, Perú y Guatemala. En nuestro país la principal zona endémica se encuentra al sur del estado de Veracruz.

Es muy difícil el aislamiento de este hongo a partir de las fuentes naturales que son suelos ricos en detritus vegetales de zonas tropicales [3, 29]. Esta micosis se adquiere por

inhalación de los conidios y afecta principalmente a los adultos, los casos en niños suelen ser muy graves.

Cryptococcus neoformans

Existen dos variedades de esta especie cuyas diferencias son tanto el hábitat como el tipo de personas a las que infecta. *C. neoformans* var. *neoformans* afecta principalmente a personas inmunosuprimidas con SIDA, enfermedad de Hodgkin, leucemia, linfoma, etc. Esta especie se aísla del excremento de la paloma (*Columba livia*); en un estudio de 251 muestras de estas aves, se encontraron 52 positivas (20.7%) [5]. En otro estudio realizado al excremento de 74 aves como pericos, patos, pavos reales se aisló el hongo en 9.45%. También se encontró en 16 de 149 muestras (9.46%), de diversas frutas, principalmente cítricos tales como limón, toronja, naranja y mandarina, así como en fresa y guayaba. En este mismo estudio, *C. neoformans* var. *neoformans* se encontró en 20 de 468 muestras de diferentes verduras (4.2%), siendo las principales apio, betabel, coliflor y rábano [21].

C. neoformans var. *gatii*, ocasiona la criptococosis en personas que aparentemente no tienen factores de oportunidad, por lo que se puede suponer que esta especie es más virulenta que la variedad *neoformans*, no obstante, la gravedad de la infección es la misma, si bien los casos de criptococosis por esta variedad, tienen la tendencia a producir mayores alteraciones en el nervio óptico.

La variedad *gatii* tiene su principal hábitat en los árboles de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) [9, 30], los aislamientos a partir de este sustrato se han reportado principalmente de Australia y California y en menor grado de países latinoamericanos.

***Candida albicans* y otras especies**

Es uno de los hongos más ubicuos, es eminentemente antropofílico aún cuando también se aísla de diversos sustratos como lácteos, frutas, alimentos procesados, material orgánico en descomposición, muros y del aire. Coloniza al

hombre desde su nacimiento, ya que esta levadura se implanta en la piel y mucosas del niño al atravesar el canal del parto, por ser *Candida* parte de la biota normal de la vagina.

En el hombre se ha aislado *C. albicans* de piel y mucosas; en un estudio, se encontró en periné, axila y cuello, así como en mucosas vaginal, bucal y conjuntival [27]. Otro reporte demostró la presencia de esta levadura en esputo y orina [12]. En un estudio de 1059 manejadores de alimentos, se aisló *C. albicans* en muestras de la piel de manos en un 30.6%, lo cual demuestra la gran adaptabilidad que tiene esta levadura para vivir en los más diversos sustratos [4].

Otras especies como *C. tropicalis*, *C. kefyr*, *C. stellatoidea*, *C. parapsilosis* y *C. dubliniensis*, también se han aislado de piel y de mucosas humanas [12, 27].

Mucorales

Rhizopus arrhizus, *Rhizomucor pusillus*, *Mucor rouxii* y *Absidia corymbifera*, son los principales agentes de la mucormicosis. Afectan principalmente a diabéticos descompensados y se adquiere por la implantación de las esporas en las mucosas bucal, nasal y conjuntival (forma rinocerebral), o bien, por inhalación (forma pulmonar), ó ingestión (forma digestiva). Esta micosis es muy grave y de evolución rápida la cual puede invadir cerebro y producir la muerte en pocas semanas.

Estos hongos viven en los más diversos sustratos orgánicos, así como en muros humedecidos, produciendo gran cantidad de esporas que se suspenden en el aire e invaden prácticamente todos los ambientes a donde se desplaza el hombre [22].

Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger

Tienen los mismos hábitats que los mucorales, siendo *Aspergillus* uno de los géneros más dispersos en la naturaleza; solamente unas ocho especies de *Aspergillus* de las más de 500 descritas, son capaces de parasitar al hombre causando principalmente aspergilosis broncopulmonar, digestiva y

cutánea; también son capaces de producir procesos alérgicos de tipo respiratorios, así como la aflatoxicosis, micotoxicosis causada por *A. flavus*.

Conclusión

La diversidad y ubicuidad de los hongos patógenos para el hombre son tan grandes como las del resto de las especies que conforman el Reino *Fungi*, anotando que las especies patógenas han modificado sus sistemas biológicos para poder subsistir tanto como organismos de vida libre, como parásitos. Algunos hongos patógenos se les aísla de dos o más tipos de hábitats, como *Candida*, *Cryptococcus* y *Aspergillus*. Algunos antropofílicos, pueden vivir por tiempo limitado en otros sustratos, como *T. rubrum* que se le ha aislado también de suelo y de animales.

Los mecanismos de infección de las micosis son múltiples: contacto directo, penetración a través de heridas cutáneas, inhalación, ingestión, a través de inyecciones, venoclisis e hiperalimentación parenteral; otro mecanismo es la proliferación de los hongos de la biota normal del hombre para convertirse de comensales a patógenos, por ejemplo la candidosis, pitiriasis versicolor y neumocistosis.

El conocimiento del hábitat de los hongos patógenos, es una valiosa herramienta en la epidemiología y en el diagnóstico de las micosis, ya que se puede orientar el diagnóstico de una micosis si se conocen las fuentes de infección a las que se expone el paciente. Por otra parte, cuando se conoce la fuente de infección, puede ser eliminada o bien, advertir a la población para no exponerse y evitar los riesgos de infección o reinfección.

Por lo anterior, el conocimiento del hábitat de los hongos patógenos es de gran interés para el biólogo, ecólogo, micólogo y para el médico, quienes participan conjuntamente para resolver los problemas de salud.

Literatura citada

- Ajello, L., 1964. Relationship of *Histoplasma capsulatum* to avian habitats. Public Health Reports 79: 266-270.
- Al-Doory, Y., 1972. A bibliography of Coccidioidomycosis. Mycopathologia 46:113-188.
- Albornoz, M.B., 1971. Isolation of *Paracoccidioides brasiliensis* from rural soil in Venezuela. Sabouraudia 9:248-253.
- Bazán-Mora, E., E. Sánchez-Paredes, E. Córdova-Martínez, F. Hernández-Hernández, P. Manzano-Gayosso, R. López-Martínez, 2001. Hallazgo de *Candida albicans* en manos de manejadores de alimentos. Revista Mexicana de Patología Clínica 48:37-41.
- Castañon Olivares, L.R., R. López-Martínez, 1994. Isolation of *Cryptococcus neoformans* from pigeon (*Columba livia*) droppings in México city. Mycoses 37:325-327.
- Castañon Olivares, L.R., P. Manzano-Gayosso, F. Hernández-Hernández, R. Romero-Martínez, R. López-Martínez, 1992. Aislamiento de actinomicetos patógenos en una zona endémica de micetoma en México. Revista Mexicana de Micología 8:111-120.
- Castañon-Olivares, L.R., P. Manzano-Gayosso, R. López-Martínez, 1988. Infección por dermatofitos en animales de bioterio. Revista Latinoamericana de Microbiología 30: 321-324.
- Egeberg, R.O., 1964. Effect of salinity and temperature of *Coccidioides immitis* and three antagonistic soil saprophytes. Journal of Bacteriology 88: 473-476.
- Ellis, D., T.J. Pfeiffer, 1990. Natural habitat of *Cryptococcus neoformans* var. *gatii*. Journal Clinical of Microbiology 28:1642-1644.
- Emmons, C.W., 1961. Isolation of *Histoplasma capsulatum* from soil in Washington, D.C. Public Health Reports 76:591-596.
- Gezuele, E., J.E. Mackinnon, I.A. Conti-Díaz, 1972. The frequent isolation of *Phialophora verrucosa* and *Phialophora pedrosoi* from natural sources. Sabouraudia 10: 266-273.
- Hernández-Hernández, F., E. Córdova-Martínez, P. Manzano-Gayosso, R. López-Alvarez, E. Bazán-Mora, R. López-Martínez, 2003. Frecuencia de micosis en pacientes inmunodeprimidos de un hospital regional de la ciudad de México. Salud Pública de México 45: 455-460.
- Hernández-Hernández, F., L.J. Méndez-Tovar, E. Bazán-Mora, A. Arevalo-López, A. Valera-Bermejo, R. López-Martínez, 2003. Especies de *Malassezia* asociadas a diversas dermatosis y en piel sana en población mexicana. Revista Iberoamericana de Micología 20: 141-144.
- Howard, D.H., G.F. Orr, 1963. Comparison of strains of *Sporothrix schenckii* isolated from nature. Journal of Bacteriology 85: 816-821.
- Johannesson, H., P. Vidal, J. Guarro, R.A. Herr, G.T. Cole, J.W. Taylor, 2004. Positive directional selection in the proline-rich Antigen (PRA) gene among the human pathogenic fungi *Coccidioides immitis*, *C. posadasii* and their closest relatives. Molecular Biology and Evolution 21: 1134-1145.
- Kenyon, E.M., L.H. Russell, D.N. McMurray, 1984. Isolation of *Sporothrix schenckii* from potting soil. Mycopathologia 87: 128.
- Lacy, G.H., F.E. Swatek, 1974. Soil ecology of *Coccidioides immitis* at American middens in California. Applied Microbiology 27: 379-388.
- López-Martínez, R., 1980. Isolation of dermatofites from different natural sources. Proceedings Fifth International Conference on the Mycoses PAHO Pub 396:205-210.
- López-Martínez, R., 1983. Algunas observaciones sobre la ecología de los dermatofitos en la piel humana. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 18:21-28.
- López-Martínez, R., 1986. Investigación de algunas fuentes de infección en las dermatofitosis. Estudio de suelos, animales y hombre.

- Gaceta Médica de México 122: 167-172.
21. López-Martínez, R., L.R. Castañon-Olivares, 1995. Isolation of *Cryptococcus neoformans* var. *neoformans* from bird droppings, fruits and vegetables in México City. *Mycopathologia* 129:25-28.
 22. López-Martínez, R., E. Macotela-Ruiz, F. Méndez-Romero, 1984. Estudio de hongos atmosféricos en un medio hospitalario. *Gaceta Médica de México* 120:387-396.
 23. López-Martínez, R., F. Mariat, L. Domínguez, 1978. Aislamiento de dermatofitos de piel cabelluda sana. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12: 103-109.
 24. López-Martínez, R., L.J. Méndez-Tovar, L.R. Castañon-Olivares, M.E. Camargo-Aguirre, 1993. Patogenicidad de *Nocardia* spp. Estudio comparativo de cepas aisladas de suelo y micetoma. *Revista Iberoamericana de Micología* 10:36-38.
 25. López Martínez, R., T. Mier, M. Quirarte, 1984. Dermatophytes isolated from laboratory animals. *Mycopathologia* 88: 111-113.
 26. López Martínez, R., M. Rivera-Lona, 1984. Investigación de dermatofitos en la piel sana de diversas regiones corporales. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 26: 365-369.
 27. López Martínez, R., E. Vertiz-Chávez, 1982. Correlación de la patogenicidad de *Candida* en neonatos y madres con vaginitis. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 17:9-14.
 28. McDonough, E. S., A.L. Lewis, M. Meister, 1970. *Sporothrix (Sporotrichum) schenckii* in a nursery barn containing sphagnum. *Public Health Reports* 85:579-586.
 29. Negroni, P., 1967. Aislamiento de *Paracoccidioides brasiliensis* de una muestra de tierra del Chaco Argentino. *Boletín de la Academia de Medicina de Buenos Aires* 45: 513-516.
 30. Pfeiffer, T.J., D. Ellis, 1991. Environmental isolation of *Cryptococcus neoformans gattii* from California. *Journal of Infection Diseases* 163:929-930.
 31. Ridley, M.F., 1957. The natural habitat of *Cladosporium carrionii*, a cause of chromoblastomycosis in man. *Australian Journal of Dermatology* 4:23-27.
 32. Romo-Lozano Y., 2004. Estudio molecular de aislamientos de *Sporothrix schenckii* obtenidos de pacientes y de la naturaleza en el estado de Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias Microbiológicas de B.U.A.P. Puebla, México.
 33. Taylor M.L., C. B. Chávez-Tapia, M. R. Reyes-Montes, 2000. Molecular typing of *Histoplasma capsulatum* isolated from infected bats, captured in Mexico. *Fungal Genetics and Biology* 30: 207-212.