



CURSO : MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGIA

UNIDAD : SEGUNDA

TEMAS : VIROLOGIA Y MICOLOGIA MEDICA

- Micología: definición, objeto de estudio, reseña histórica y vinculación con otras ciencias.
- Los hongos: características, clasificación, nutrición y reproducción.

## GENERALIDADES DE LA MICOLOGÍA

Los hongos son organismos que presentan diferencias estructurales y morfológicas con las bacterias y con las células animales y vegetales. La micología es la ciencia que se encarga de su estudio, en tanto que la micología médica describe los hongos patógenos para el ser humano como productores de micosis. En esta lectura se estudiarán las características morfológicas y estructurales de los hongos, los aspectos más importantes de su metabolismo y los mecanismos de reproducción, que son fundamentales para establecer la clasificación de estos organismos.

El estudio de los hongos comienza antes que el de las bacterias. En 1677, Hooke construye unas lentes y estudia las manchas amarillas de las hojas de una rosa, donde observa que estaban constituidas por organismos filamentosos, los cuales describe en detalle e ilustra con dibujos.

En 1729, Micheli describe el género *Aspergillus* entre otros hongos. En la primera mitad del siglo XIX se realizan progresos en el estudio de los hongos y no es hasta entonces que aquellos parásitos para el hombre comienzan a atraer la atención.

En la actualidad existen aproximadamente de 50 000 a 100 000 especies "aceptadas" de hongos. De las mismas, alrededor de 200 son patógenas a los animales y al hombre bajo ciertas circunstancias; de estas, una pequeña porción puede causar enfermedad en el humano.

Los hongos son microorganismos eucarióticos, aerobios, no fotosintéticos, inmóviles; tienen una pared celular que constituye el 90 % del peso seco del hongo, la cual está constituida de polisacáridos como: quitina, celulosa, glucanas y mananas, entre otros; esto constituye entre el 70 al 80 % y el 10 al 20 % lo forman proteínas y glicoproteínas las cuales son antigénicas y quizá expliquen la reacción mediada por células que se produce frente a los antígenos de *Candida* (candidina) y dermatófitos (tricotina). Esta pared le imparte al hongo rigidez, actúa como barrera osmótica, determina la forma del microorganismo, es importante en la taxonomía y propiedades antigénicas.



Además, los hongos sintetizan lisina, por biosíntesis del ácido L-aminolipídico; tienen microtúbulos compuestos de la proteína tubulina, ergosterol en sus membranas celulares (sitio donde actúan algunos fungistáticos como los polienos e imidazoles bloqueando su formación), centríolo, mitocondria, ribosoma 80 S, núcleo rodeado de membrana, retículo endoplásmico y mitocondrias. Son heterotróficos y la mayoría obtiene sustancias orgánicas preformadas del medio ambiente. Los hongos vierten enzimas hidrolíticas en sus alrededores, las cuales degradan el sustrato en pequeñas subunidades y de esta forma es que ellos lo absorben. Los patógenos humanos poseen las enzimas necesarias para obtener nutrientes directamente del hospedero. El material alimenticio de reserva es el glucógeno.

Solamente algunos hongos poseen cápsula, por ejemplo, el *Cryptococcus neoformans*, compuesta de polisacárido, es antigénica y antifagocítica.

Por lo general, los hongos patógenos no producen toxinas, provocan enfermedades crónicas con lesiones de tipo granulomatosas y son resistentes a los tratamientos. Las micosis superficiales y cutáneas pueden ser crónicas, pero rara vez afectan la salud general, mientras que las profundas sí la afectan y a veces son mortales.

Los hongos son reconocidos en el laboratorio por su morfología macroscópica y microscópica, y de acuerdo con ello se dividen en dos grupos:

- Hongos filamentosos: la hifa o filamento es el elemento primario de estos hongos; son estructuras cilíndricas parecidas a tubos; pueden tener tabiques o septos en número variable o no tenerlos y ser aseptadas o cenocíticas; poseen poros pequeños. Según la forma que adopten pueden ser: vesiculosas, nodulares, pectinadas, en raqueta, en candelabro fávico y otras. Al conjunto de hifas unidas y entrelazadas se les denomina micelio, el cual puede ser aéreo o reproductivo, es el que crece en la superficie del medio de cultivo y donde podemos encontrar las conidias o esporas; el micelio vegetativo o nutritivo es aquel que se introduce en el medio de cultivo para absorber los nutrientes. En el micelio aéreo se desarrolla la colonia del hongo, que de acuerdo con el género o especie a que pertenezcan van a tener diferentes formas y colores. Así pueden ser: algodonosas, pulverulentas, cerebriformes, crateriformes, etc.; y los pigmentos pueden ser: rojo, carmelita, violeta, verde, amarillo y otros.
- Hongos levaduriformes: forman colonias suaves, cremosas, con pigmentos variados según el género y la especie; pueden ser: blancas, crema, color café, negras; van a estar constituidas por células redondas, ovals o gemantes denominadas blastosporas o blastoconidias; en algunas levaduras estas células quedan unidas y se alargan formando una especie de filamento denominado pseudomicelio. La reproducción es asexual por gemación.

Dimorfos: son aquellos que crecen tanto en la forma filamentosa como en la levaduriforme, dependiendo esto, entre otros factores, de la temperatura a que sean sometidos (25 o 37 °C) y de los nutrientes.

Los hongos se reproducen sexual y asexualmente. Desde el punto de vista médico la reproducción asexual es la más importante, pues la mayoría de los hongos patógenos para el hombre sólo se reproducen de esta forma.

A pesar de que ya se ha encontrado en algunos la reproducción sexual, esta no es fácil de obtenerla en los laboratorios, resultando muy útil y económico identificarlos por su reproducción asexual.

Las esporas asexuales se denominan conidias, estas pueden formarse sobre conidióforos especializados, a partir de una hifa o sobre los lados o extremos de estas. Dentro de una misma colonia pueden formarse más de una clase de conidias.

### Metabolismo de los hongos

Los hongos requieren carbono, nitrógeno y otros elementos. El carbono es usado para la síntesis de carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. La oxidación de los mismos proporciona la energía requerida por los hongos; además, secretan enzimas extracelulares como la amilasa, proteasa y lipasa que degradan macromoléculas. El nitrógeno es requerido para la síntesis de los constituyentes celulares como: aminoácidos, proteínas, purinas, pirimidinas, ácidos nucleicos, glucosamina y quitina.

Casi todos los hongos son aerobios, pero algunas levaduras y hongos filamentosos como el *Mucor* son facultativos. Ninguno es anaerobio estricto; pueden tolerar variaciones de pH entre 2 y 10, más su crecimiento óptimo es alrededor de 7; prefieren un ambiente húmedo, sin embargo, las conidias o esporas pueden sobrevivir en una atmósfera seca; la temperatura óptima para el crecimiento de la mayoría de los hongos es entre 25 y 37 °C, aunque algunos pueden crecer a bajas temperaturas y otros a 45 °C como, por ejemplo, *Aspergillus fumigatus*.

Los hongos obtienen los nutrientes por absorción y tienen un metabolismo quimioheterotrofo, ya que la energía y el carbono proceden de compuestos orgánicos sintetizados por otros organismos. Este hecho condiciona su modo de vida, porque en la naturaleza se encuentran asociados a la materia orgánica en descomposición, participando en los ciclos naturales de reciclado del carbono y otros elementos naturales, o como patógenos oportunistas de los animales y las plantas. Los hongos pueden degradar una gran cantidad de componentes, para lo que disponen de potentes exoenzimas que en algunos casos pueden servirles como factores de virulencia en el hospedador. Algunos hongos patógenos para el ser humano se multiplican en la naturaleza en el suelo enriquecido con materia orgánica y compuestos nitrogenados procedentes de excrementos de animales.

- En el laboratorio los hongos crecen fácilmente en la mayoría de los medios de cultivo: Necesitan una fuente de carbono orgánica.
- Iones amonio o nitrato como fuentes de nitrógeno.
- Esta facilidad para desarrollarse en cualquier medio de cultivo y la presencia de conidios en el aire hace que sean contaminantes habituales de los cultivos en el laboratorio.
- Los hongos filamentosos son aerobios. Mientras que los levaduriformes son anaerobios facultativos.
- Son poco exigentes en cuanto a sus necesidades de temperatura y de pH. Ya que la mayoría crece a un pH entre 2 y 9 y en un intervalo de temperatura de 10 a 40.

### Ubicar a los hongos en la clasificación taxonómica de los seres vivos

Los hongos poseen una estructura celular eucariótica y se han incluido dentro del reino Protista, con las algas y los protozoos, entre los protistas superiores. Hoy, por sus características morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y ecológicas forman un nuevo reino: Fungi o Mycota.

### Clasificación y nomenclatura

La clasificación de los hongos es compleja, variada y llena de controversias, pues pretende ordenar un grupo de microorganismos muy diversos.

Los criterios de clasificación se basan principalmente en las características morfológicas de las estructuras involucradas en la reproducción sexual. Por ello, para poder identificar y clasificar los hongos, es necesario observar estas estructuras, aunque con frecuencia no las forman en los medios de cultivo habitualmente y requieren medios especiales para hacerlo (cuando los hongos sólo expresan las estructuras de reproducción asexual, están en su "forma imperfecta" o "amorfa". La forma "teleomorfa" o "perfecta" es aquella que expresa las estructuras y la diferenciación propia del estado de reproducción sexual).

Actualmente, bajo criterios del tipo de reproducción sexual, dentro del reino FUNGI, se aceptan cuatro filas: ZYGOMYCOTA, ASCOMYCOTA, BASIDIOMYCOTA y CHYTRIDIOMYCOTA (la inclusión de Chytridiomycota dentro del reino Fungi es discutida, pues son los únicos organismos considerados hongos que poseen flagelos), que a su vez se subdividen en diferentes clases, ordenes, familias y géneros, hasta llegar al nivel básico de la clasificación, que es la especie. Los ZYGOMYCETES son los hongos filamentosos inferiores, se reproducen sexualmente mediante la formación de zigosporas (esporas de pared gruesa formadas por la fusión de dos gametangios). Dentro de las filas ASCOMYCOTA y BASIDIOMYCOTA, se incluyen los hongos filamentosos superiores de micelio tabicado y las levaduras (hongos unicelulares). Los primeros se reproducen sexualmente formando ascosporas (esporas sexuales endógenas formadas dentro de una célula ascógena o asco), y los BASIDIOMYCETES forman basidiosporas (esporas sexuales exógenas formadas sobre basidios). Para los hongos cuya fase sexual se desconoce (hongos imperfectos) se ha creado un grupo arbitrario, el filum DEUTEROMYCOTA. En este grupo se incluye la gran mayoría de los hongos causantes de micosis al hombre.

La nomenclatura de los hongos sigue las reglas del sistema binomial, de modo que los géneros, familias, órdenes, etcétera, se denominan con una palabra latinizada, escrita en cursiva con la inicial en mayúscula, y las especies con dos palabras: la primera del género al que pertenece la especie en cursiva y con la inicial en mayúscula, y la segunda propia de la especie, en cursiva y minúscula (ejemplo: familia: Mucedinaceae, género: *Asperillus*, especie: *Aspergillus fumigatus*).

Dado que la clasificación de los hongos se basa fundamentalmente en características morfológicas y puesto que la morfología de la fase asexual (imperfecta o anamorfa) difiere considerablemente de la de la fase sexual (perfecta o teleomorfa), la clasificación de los hongos está llena de controversias. Muchos hongos comunes son conocidos con dos nombres diferentes, uno que se refiere a su fase imperfecta y otro que hace referencia a la fase perfecta (ejemplo: teleomorfo: *Pseudallescheria boydii*; anamorfo: *Scedosporium apiospermum*). Por otro lado, con la incorporación de las técnicas de biología molecular, constantemente se están describiendo nuevas especies y reclasificando la ya existentes.

En micología clínica, se ha optado por basar la identificación y utilizar la nomenclatura de la forma asexual porque es la más antigua, esta consagrada por el uso, hace referencia a la fase del hongo que suele observarse en los medios de cultivo convencionales y se aplica a todos los hongos, incluyendo aquellos cuya forma sexual se desconoce.

Definir qué se entiende por hifa, micelio, pseudomicelio y espora

- Hifa: estructuras tubulares que son la unidad anatómica de un hongo, son sistemas tubulares, comunicantes y ramificados. Pueden ser tabicadas o no.
- Micelio: la ramificación y extensión de las hifas por la zona preapical forman una masa entrelazada de hifas secundarias y terciarias que es el micelio. La parte que penetra en

el sustrato es el micelio vegetativo, la que se proyecta por encima de la superficie es el micelio aéreo o reproductor.

- Seudomicelio: estructura denominada así porque su formación es a partir de formas similares a las hifas. Típico de las levaduras.
- Espora: estructura que se encarga de la reproducción del micelio aéreo. Se forman por condensación del citoplasma con su contenido nuclear y se envuelven por una membrana interna y otra externa. Poseen un foco germinativo de donde surgirá un nuevo elemento o hifa durante el desarrollo.

Explicar qué se entiende por dimorfismo, pleomorfismo y hongo bifásico

Dimorfismo consiste en que un hongo puede cambiar de una forma a otra, esto es, crecer con un micelio y luego ser una levadura, y viceversa.

El pleomorfismo es el cambio que presenta un hongo en el medio de cultivo, generalmente irreversible.

Un hongo se llama bifásico cuando es capaz de presentar dos formas, una filamentosa y la otra de cualquier otro tipo, pero no de levadura, esto es, se diferencia del dimorfismo porque en éste la otra forma es la levadura.

Mencionar los principales mecanismos de transmisión de los hongos

Las micosis en el ser humano se transmiten por:

- Contacto directo de persona a persona.
- Por vía percutánea, a través de la penetración de heridas en la piel.
- Por inhalación.
- Por ingestión.
- Por inoculación mediante venoclisis, inyecciones y procedimientos invasivos diagnósticos o terapéuticos.
- En forma endógena por hongos de la flora comensal, que en situaciones de inmunodepresión invaden y dañan los tejidos del huésped.

Anotar la clasificación de los hongos

Las micosis se clasifican en función de la localización de la infección:

- Micosis superficiales:
  - Pitiriasis Malassezia furfur
  - Piedras Trichosporum ovoide, T. inkin, Piedraza hortae
  - Tiña negra Hortaea werneckii
- Micosis cutáneomucosas
  - Dermatofitosis Trichophyton mentagrophytes, T. rubrum, Microsporum canis, Epidermophyton floccosum
  - Candidiosis cutánea Cándida albicans, C. glabrata, C. tropicalis
  - Mucositis candidósica Candida albicans, C. glabrata, C. tropicales
- Micosis subcutáneas
  - Esporotricosis Sporothrix schenckii
  - Feohifomicosis Alternaria, Bipolares, Curvularia, Phialophora, Aureobasidium, Cladosporium, Exophiala
  - Cromoblastomicosis Fonsecaea pedrosoi, F. compacta, Phialophora verrucosa
  - Micetomas Madurella mycetomatis, M. grisea

- Micosis sistémicas primarias
  - Histoplasmosis Histoplasma capsulatum
  - Blastomycosis Blastomyces dermatitidis
  - Coccidioidomycosis Coccidioides immitis
  - Paracoccidioidomycosis Paracoccidioides brasiliensis
  
- Micosis sistémicas oportunistas
  - Candidiasis sistémica Candida albicans, C. glabrata, C. tropicales
  - Criptococosis Cryptococcus neoformans
  - Aspergilosis sistémica Aspergillus fumigatus, A. flavus, A. nidulans, A. Níger, A. versicolor
  - Mucormycosis Rhizopus arrhizus, R. microsporas
  
- Otras micosis sistémicas (oportunistas), que se producen por la invasión tisular de hongos de la flora normal en situaciones de inmunocompromiso. Fusarium solani, F. oxysporum, F. moniliforme.

Los hongos que producen micosis subcutáneas y profundas viven libres en la naturaleza y no producen enfermedades contagiosas.

Enlistar los principales elementos para el diagnóstico micológico

El diagnóstico de las micosis se realiza en base a criterios epidemiológicos, clínicos, inmunológicos, por estudios de gabinete y estudios micológicos, procedimientos histopatológicos y técnicas moleculares.

Anotar la clasificación de las enfermedades producidas por hongos de acuerdo a la localización y a factores predisponentes

- Internas: afectan estructuras no queratinizadas.
  - a) Profundas: afectan órganos y vísceras.
  - b) Subcutáneas: afectan piel, tejido celular subcutáneo, fascias e incluso huesos.
- Externas: afectan estructuras queratinizadas.
  - a) Cutáneas: afectan la epidermis y sus anexos: piel, pelo y uñas.

Mencionar las principales características epidemiológicas de las micosis, según su clasificación

En relación con la frecuencia y distribución geográfica:

- Las micosis superficiales son las más frecuentes y su distribución es cosmopolita, a diferencia de,
- Las sistémicas, que están limitadas a zonas que reúnen algunos factores que facilitan su presencia, y en cuanto a número de personas infectadas, es relativamente pequeño.
- Las micosis oportunistas son también cosmopolitas, y su frecuencia se va incrementando en la medida en que hay personas con situaciones de inmunocompromiso, como son las que producen las neoplasias, las enfermedades crónicas debilitantes o mieloproliferativas, o el síndrome de inmunodeficiencia adquirida.
- Las micosis subcutáneas tienen una amplia distribución y son más frecuentes en grupos de personas de riesgo ocupacional, que al realizar su actividad tienen

posibilidad de contacto con el hongo y de trauma que rompa la integridad cutánea, con lo que se abre la puerta de entrada a las formas infectantes.

Explicar los criterios de diagnóstico epidemiológico en las micosis

El diagnóstico de las micosis se establece con datos epidemiológicos, como son: lugar de nacimiento y residencia, distribución geográfica, tipo de ocupación rutinaria, y actividades ocasionales y recreativas. Se debe investigar otro tipo de factores, como son: el padecer enfermedades que cursan con depresión inmunológica, edad, vida sexual, uso de anovulatorios, intercambio de objetos que puedan actuar como fomites, etc. El sexo es también un elemento de importancia; hay micosis que se ven más en la mujer que en el hombre, y al contrario.

Explicar el diagnóstico micológico

La confirmación diagnóstica se logra idealmente por la demostración del agente. Se estudian pelos, escamas y uñas, y si buscamos hongos queratinofílicos, entonces se analizan secreciones orgánicas y fluidos orgánicos como sangre, líquido cefalorraquídeo, orina, heces. En micosis sistémicas, sobre todo se estudian secreciones de lesiones cutáneas o mucosas y fístulas, como en los casos de micosis subcutáneas.

También se hace el estudio histopatológico por biopsia diagnóstica; la inmunoserología es un recurso de extraordinaria utilidad, ya que nos permite hacer indirectamente el diagnóstico, al demostrar anticuerpos o antígenos específicos.

El estudio micológico en laboratorios especializados investiga el hongo aislado en sus aspectos morfológicos y fisiológicos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jawetz, E., J. Melnick y E. Adelberg. 2001. Microbiología Médica. 17ava edición. Editorial El Manual Moderno, S.A., México D.F.
2. Murray, P.; Rosenthal, K.; Kobayashi, G. y M. Pfaller. 2002. Microbiología Médica. 4ta. Edición. Editorial Elsevier Science. Barcelona – España.
3. Prats, G. 2006. Microbiología Clínica. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires – Argentina.