

Unidad III

Célula eucariota: Hongos

Características generales de la célula eucariota

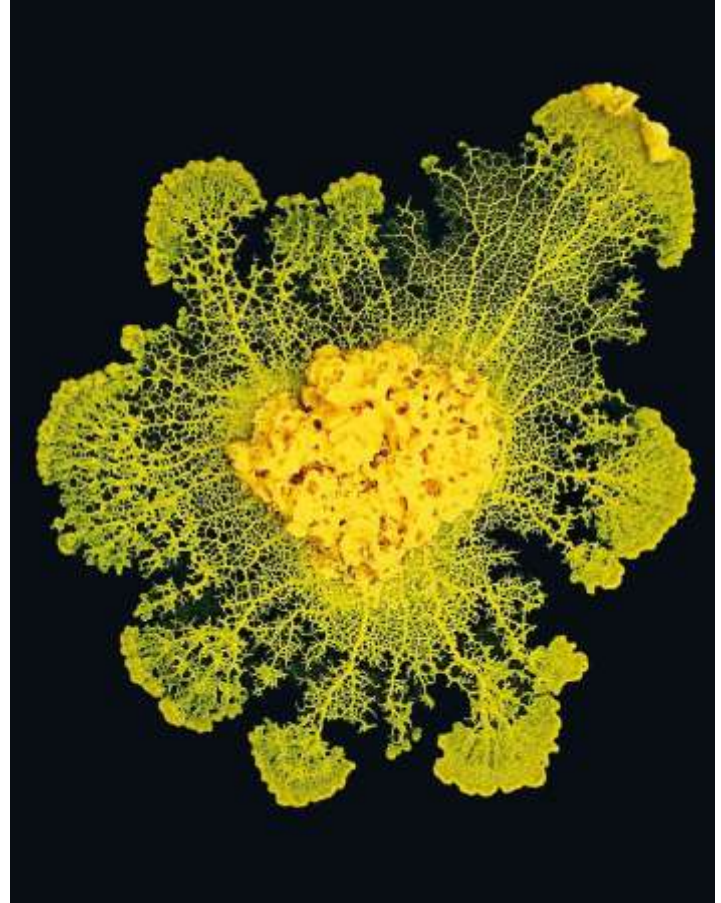
1. Presencia de un núcleo individualizado por una membrana nuclear doble y porosa
2. Cromosomas formados por moléculas lineales de DNA asociados a proteínas histonas
3. Ribosomas con coeficiente de sedimentación 80S
4. Citoplasma compartimentalizado por un sistema de endomembranas

Características generales de fungi

- a. Son organótrofos de nutrición osmotrófica, es decir, están excluidos los organismos que realizan fotosíntesis. También están excluidos aquellos organismos organótrofos que tienen una nutrición endocitósica
- b. Son organismos filamentosos o unicelulares sin movimiento propio. No presentan cilios ni flagelos
- c. Presentan reproducción sexual o asexual mediante esporulación, fragmentación de estructuras celulares, gemación
- d. Poseen pared celular formado por quitina, no celulosa

Mixomicetos

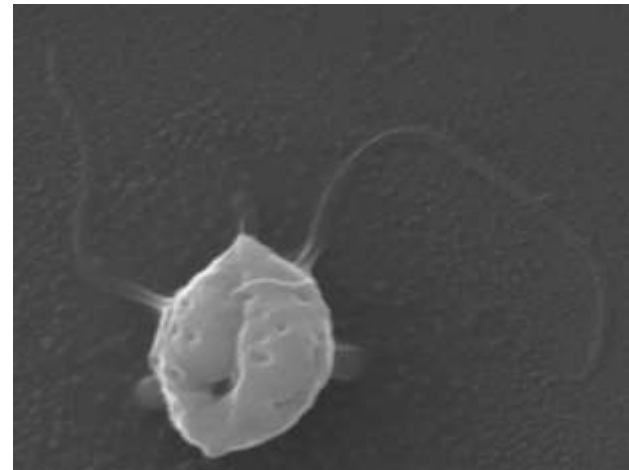
Antiguamente se consideraban como hongos a algunos organismos como los Mixomicetos (*Physarum*) y Oomicetos (*Phytophthora*)



The slime mold *Physarum polycephalum*

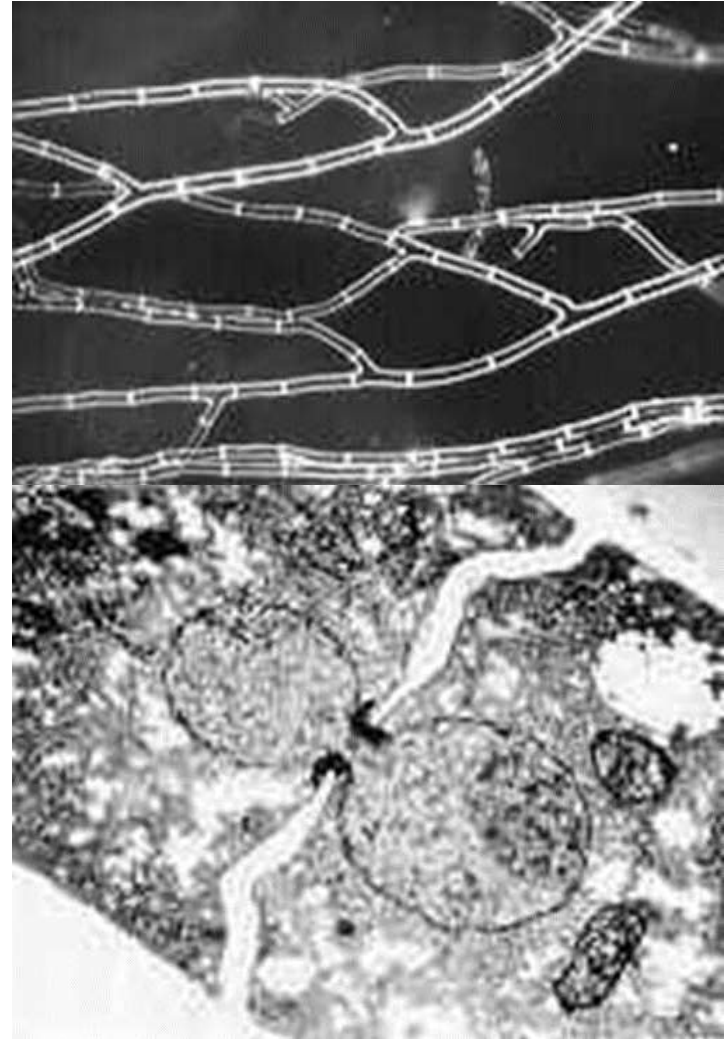
Oomicetos

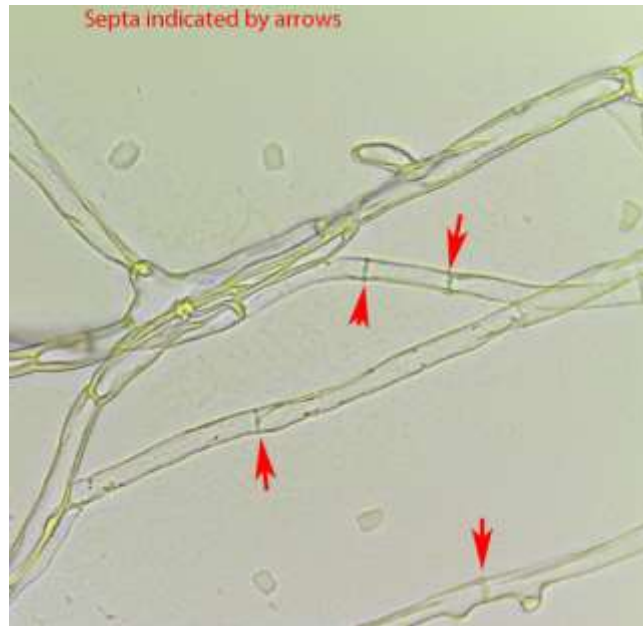
- *Phytophthora*
- Pared celular celulosa y sin quitina
- Presentan flagelos
- *Phytophthora infestans*, causing late blight in potatoes



La hifa y el micelio

- Hifas, estructuras tubulares y ramificadas. La masa de hifas forma el micelio
- Las hifas pueden estar interrumpidas por tabiques o septos, los cuales pueden ser completos a medida que la hifa envejece.





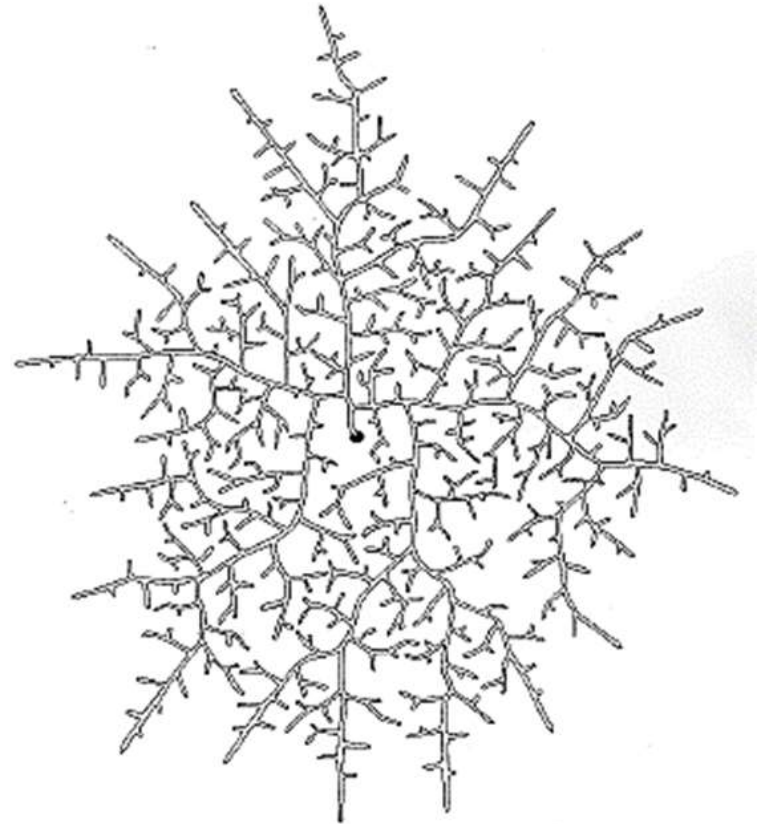
Penicillium is a septate fungus – the individual cells are separated by cross walls called septa



Non-Septate Hyphae (Coenocytic hyphae)

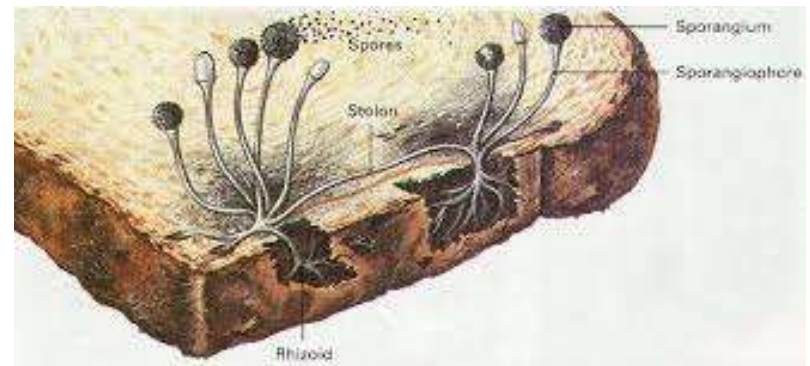
Hifas

- La hifa constituye la unidad fisiológica y morfogénica.
- Se desarrollan a partir de una espora, de fragmentos de hifas o de otras estructuras reproductivas
- Realiza todas las actividades nutricionales y metabólicas que sustentan el crecimiento de todo el organismo.



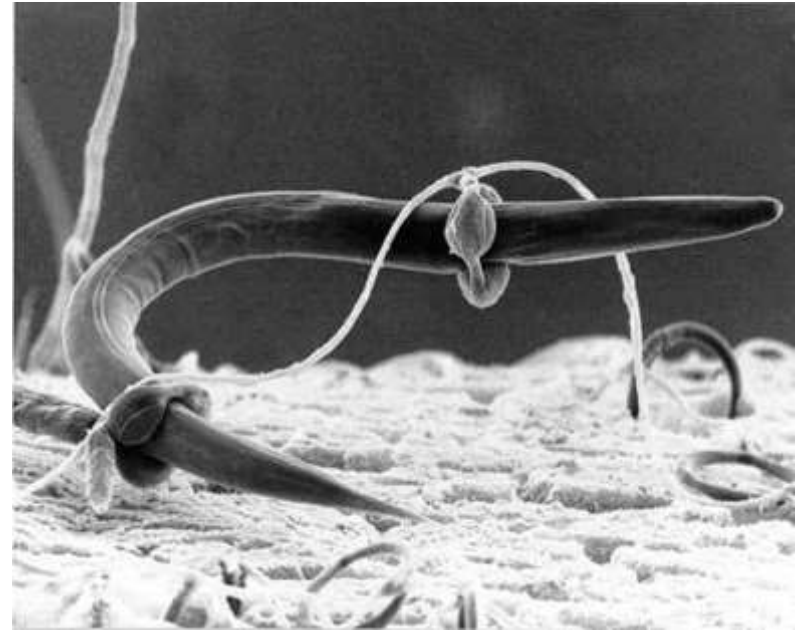
Diferenciaciones de la hifa vegetativa

- Las hifas pueden diferenciarse según demande el estadio del ciclo de vida que atraviesa el hongo o las condiciones ambientales imperantes



Diferenciaciones nutricionales

a) Anillos constrictores,
Formados principalmente
por aquellas especies que
atrapan nemátodos y se
nutren de ellos. Consta
por una célula basal y tres
células osmosensibles de
paredes delgadas



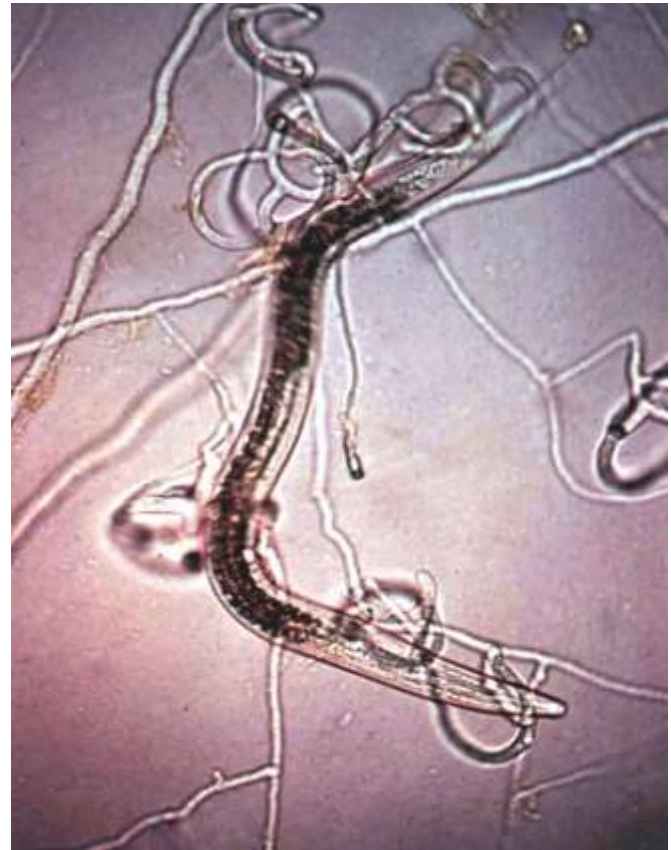
Arthrobotrys feeding

b) Nudos adhesivos, son células morfológicamente distintas, sésiles o con pedúnculos, dilatadas y cubiertas con un material adhesivo. Su función es la misma que en los anillos

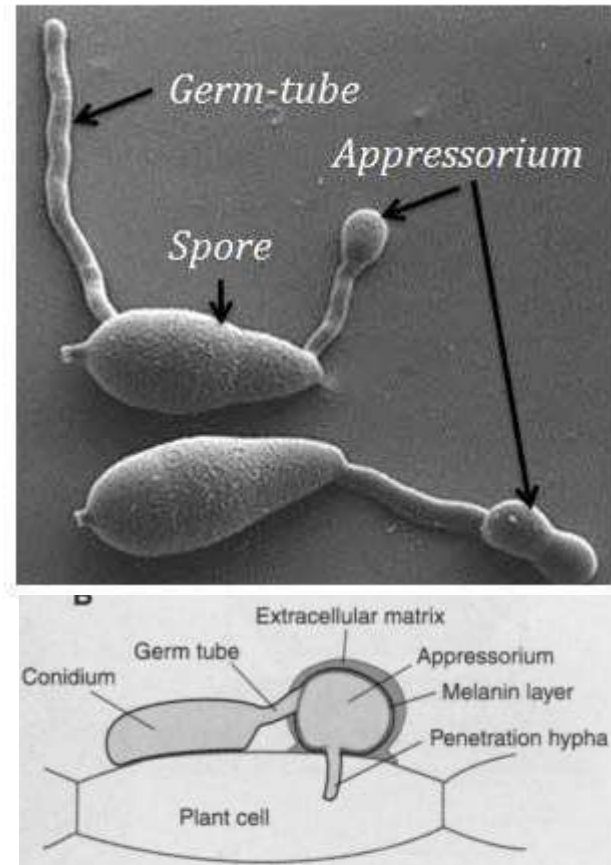


nematode trapped by adhesive hyphal knot

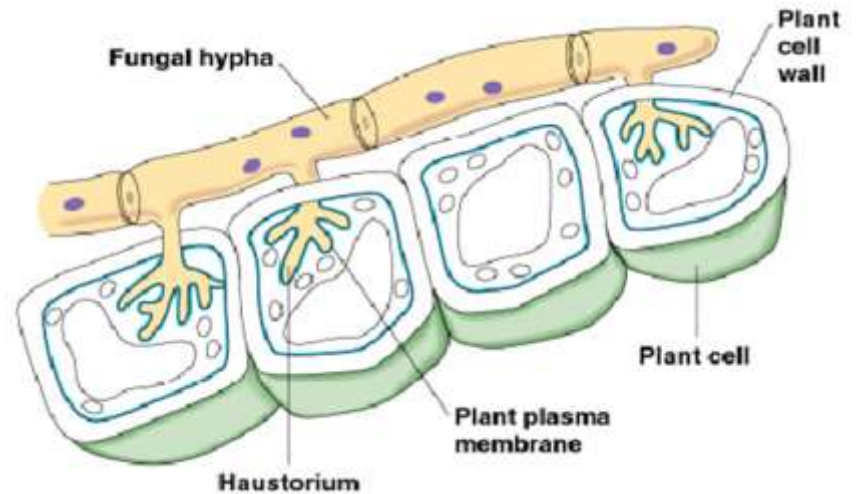
c) Redes adhesivas.-
Son ramificaciones de una hifa que se unen formando varios orificios revestidos de material adhesivo y que participan en la captura de nemátodos



d) Apresorios, son dilataciones de la pared unidas fuertemente a la superficie del sustrato (planta o animal) a partir de las cuales proyectan hifas invasivas



e) Haustorios, hifas que se proyectan y ramifican en el interior de las células de la planta hospedera y que permite nutrirse al hongo de los componentes citoplasmáticos.

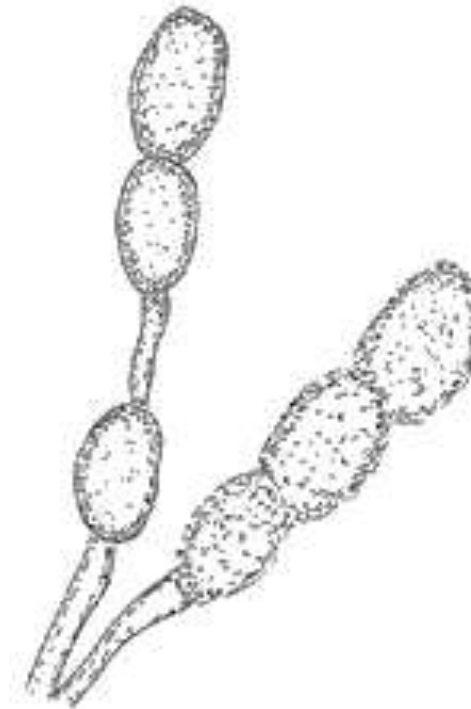


Specialized branch of a parasite formed inside host cells to absorb nutrients

Diferenciaciones de resistencia

- Varias especies de hongos filamentosos presentan estructuras de conservación frente a condiciones ambientales adversas. Estas estructuras se forman a partir de hifas que se diferencian.

a) **Clamidosporas**,
células intercalares o
terminales de una hifa
que engrosa su pared,
individualizándose, las
clamidosporas resisten
condiciones
ambientales extremas



b) **Rizomorfos**.-
cordones gruesos
constituidos por hifas
paralelas que pierden
su individualidad y se
cubren de una corteza
gruesa y dura.



c) **Esclerotes**,
estructuras globulares,
muchas veces
macroscópicas,
formado por hifas que
constituyen un
seudotejido y están
revestidos de una
corteza gruesa y dura.

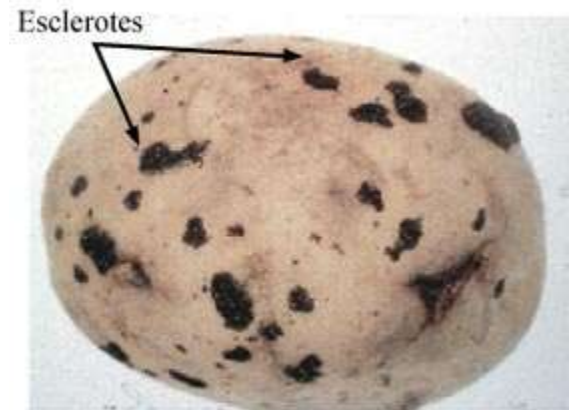
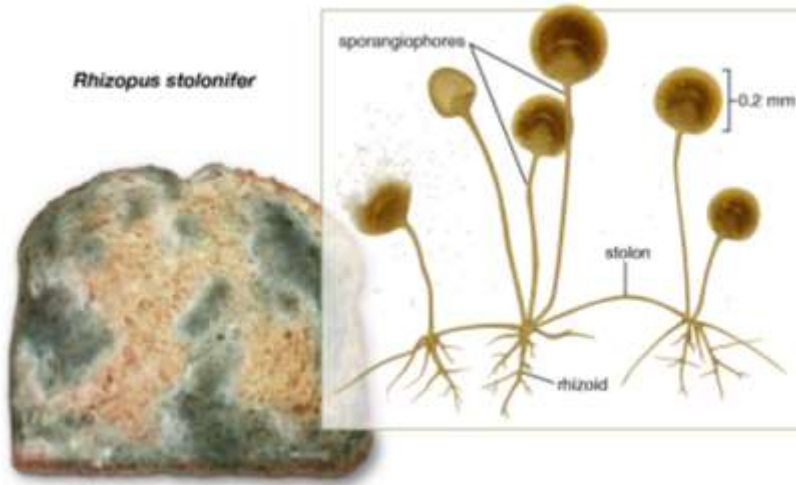


Foto CIP

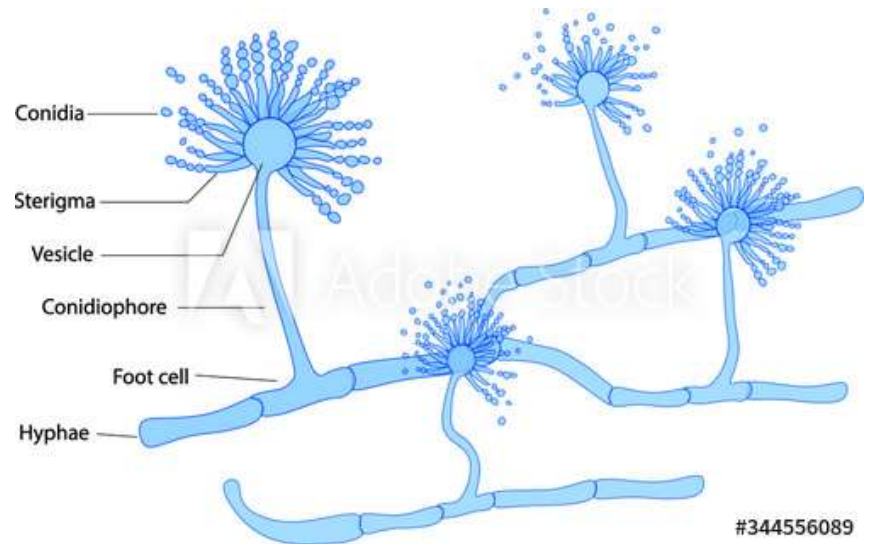
Diferenciaciones reproductivas

- Las hifas pueden dar lugar a una variedad de estructuras reproductivas tanto asexuales como sexuales.
- Las hifas reproductivas asexuales más comunes son los esporangióforos (zigomicetos) y los conidióforos (ascomicetos, basidiomicetos y deuteromicetos).

Rhizopus sp.



Aspergillus sp.



Crecimiento del micelio

- El crecimiento del micelio es el resultado del crecimiento de sus hifas y ramificaciones.
- El crecimiento de las hifas, se realiza por **extensión apical** debido a la síntesis y deposición de los componentes de la pared celular
- Al igual que en las raíces de las plantas, el crecimiento apical de las hifas les proporciona una gran **capacidad de penetración** en estructuras sólidas y la facilidad para desarrollarse en ambientes con una concentración de sólidos muy alta (suelo).

Crecimiento en sustrato sólido

- Cuando un propágulo se coloca sobre un sustrato sólido, se produce la germinación de un tubo germinal y luego de un tiempo se observa el micelio que se dispone de una manera circular (colonia); a medida que pasa el tiempo la colonia aumenta en superficie debido al aumento de su radio



Aspergillus flavus

Crecimiento en medio líquido

- Sin agitación.-

Tiene el mismo comportamiento cultural si el propágulo se coloca sobre un medio líquido sin agitación.



Crecimiento en medio líquido

○ Con agitación

Si un propágulo se coloca en un medio líquido en agitación constante, se puede encontrar dos tipos de comportamiento: a) un crecimiento micelar amorfo o en malla



crecimiento micelar amorfo o en malla

Crecimiento en medio líquido

b) Un crecimiento en esferas (“pellets”). Se produce una diferenciación del metabolismo a lo largo del volumen del pellet: la parte central del pellet se encuentra en metabolismo secundario, mientras que la zona periférica se encuentra en metabolismo primario



pellets

Dimorfismo

- Varias especies de hongos presentan la capacidad de cambiar de forma según las condiciones ambientales imperantes.
- Los hongos crecen como hifas (fase M_{old}) o como levaduras (fase Y_{east}).
- Especies filamentosas → levaduriforme
Ej. *Mucor* sp.
- Levaduriforme → forma filamentosa
Ej. *Candida albicans*

Causas del dimorfismo

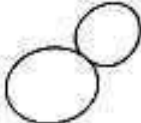
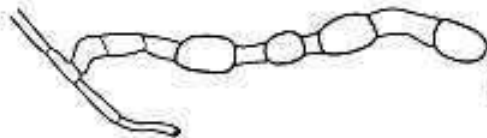
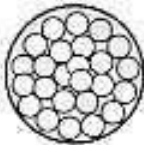
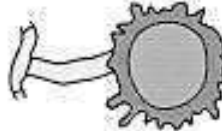
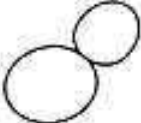
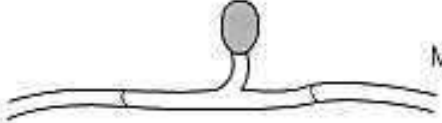
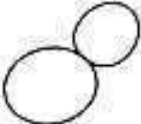
Para el caso de *Mucor* sp.

- a) siempre se requiere de una hexosa fermentable para el crecimiento levaduriforme y
- b) la anaerobiosis generalmente favorece el crecimiento de levadura, mientras que las condiciones aerobias usualmente inducen al crecimiento micelial.

En otros géneros, es la presión parcial de O_2 o CO_2 la que determina el cambio de forma.

Dimorphism in the Pathogenic Fungi

- Fungal dimorphism is the morphological and physiological conversion of certain fungi from one phenotype to another when such fungi change from one environment to another.
- Various environmental host factors control fungal dimorphism. These factors include amino acids, temperature, carbohydrates, and trace elements (e.g. zinc).

Fungus	In vitro (25° C)	In vivo (37° C)
<i>Blastomyces</i>	 Mold	 Yeast
<i>Coccidioides</i>	 Mold	 Spherule
<i>Histoplasma</i>	 Mold	 Yeast
<i>Paracoccidioides</i>	 Mold	 Yeast
<i>Sporothrix</i>	 Mold	 Yeast

Diagrammatic representation of the saprophytic and invasive tissue forms of pathogenic fungi

Some environmental or genetic factors that cause transitions between mycelial growth, yeast-like growth.

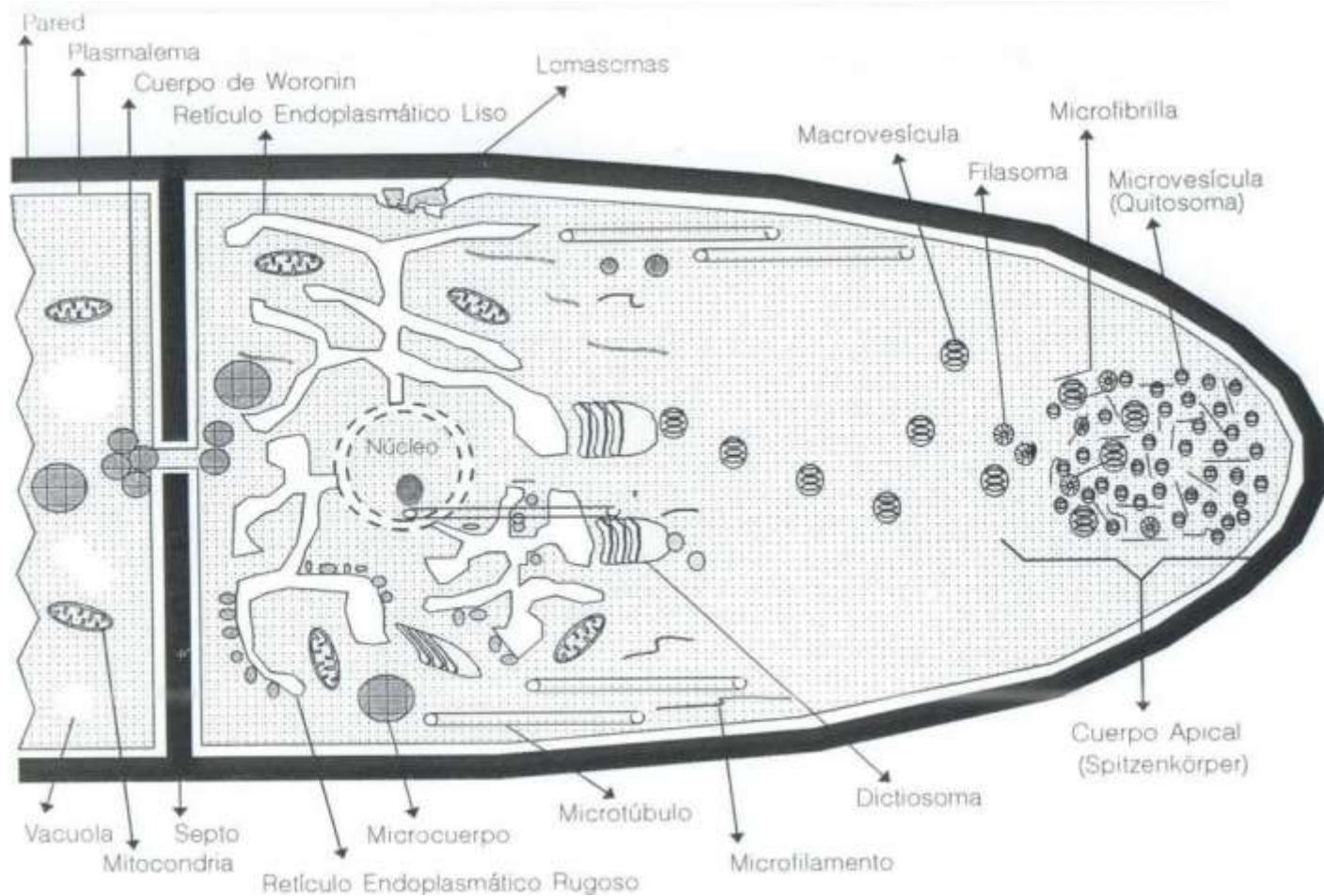
<i>Fungus</i>	<i>Conditions for mycelial growth</i>	<i>Conditions for swollen or yeast-like growth</i>
Human pathogens		
<i>Histoplasma capsulatum</i>	20–25°C	37°C
<i>Blastomyces dermatitidis</i>	20–25°C	37°C
<i>Paracoccidioides brasiliensis</i>	20–25°C	37°C
<i>Sporothrix schenckii</i>	20–25°C	37°C
<i>Coccidioides immitis</i>	20–25°C	37°C
<i>Candida albicans</i>	Low nutrient levels	High nutrient levels
Saprotrophs		
<i>Mucor rouxii</i> and some other Zygomycota	Aeration	Anaerobiosis
Plant pathogens		
<i>Ophiostoma ulmi</i>	Calcium Some nitrogen sources	Low calcium
<i>Phialophora asteris</i>		Flooding with water
<i>Ustilago maydis</i>	Dikaryon	Monokaryon
Insect pathogens		
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Solid media	Submerged liquid culture
<i>Beauveria bassiana</i>	Solid media	Submerged liquid culture

Differences in wall composition

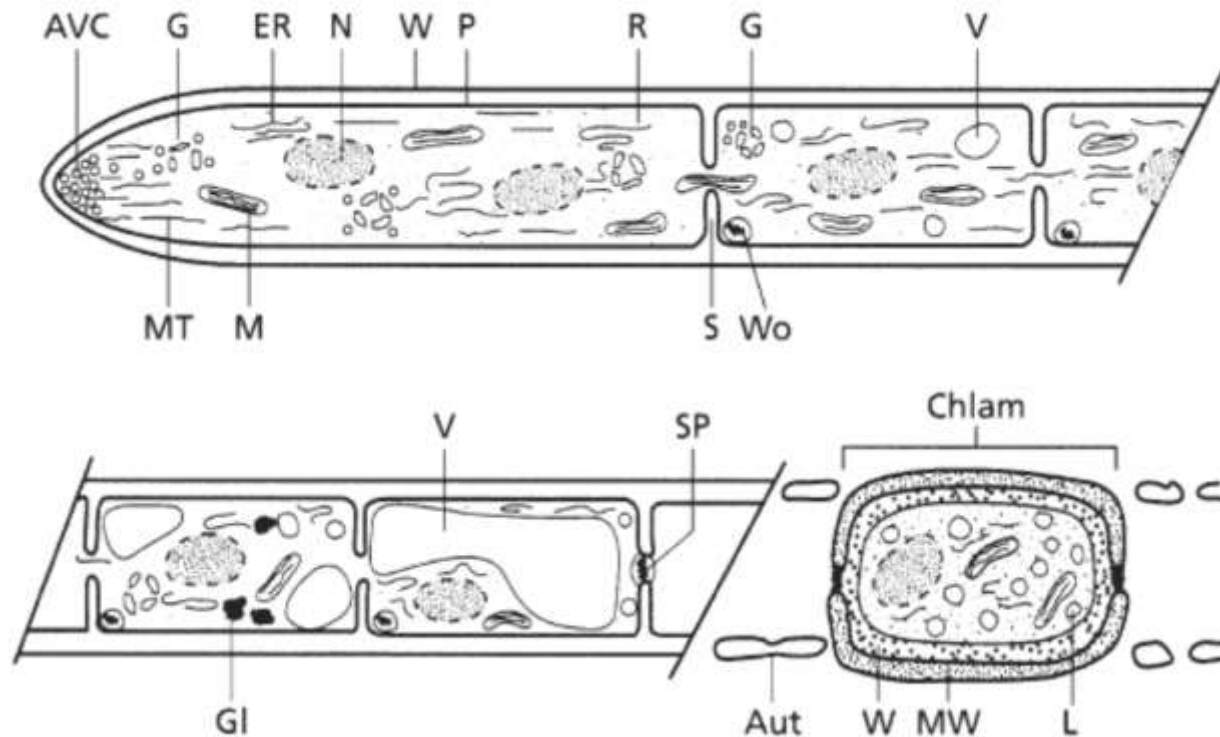
The wall components of M and Y forms sometimes differ:

- *Mucor rouxii* the Y form has more mannose than the M form;
- *Paracoccidioides brasiliensis* the Y form has α -1,3 glucan, whereas the M form has β -1,3 glucan;
- *Candida albicans* the M form has more chitin than the Y form;
- *Histoplasma capsulatum* and *Blastomyces dermatitidis* the M form has less chitin than the Y form.

Estructura celular



Diagrammatic representation of a fungal hypha



Aut = autolysis; AVC = apical vesicle cluster; Chlam = chlamyospore; ER = endoplasmic reticulum; G = Golgi apparatus; Gl = glycogen; L = lipid; M = mitochondria; MT = microtubules; MW = melanized wall; N = nucleus; P = plasmalemma; R = ribosomes; S = septum; SP = septal plug; V = vacuole; W = wall; Wo = Woronin body.

El citoplasma se encuentra compartimentalizado en:

- a) Vacuolas, que reservan grasas, proteínas, aminoácidos o carbohidratos.
- b) Mitocondrias, generación energética
- c) Aparato de Golgi, donde se realiza la síntesis de muchos polisacáridos y, también, la incorporación de la fracción sacárida de las glicoproteínas.
- d) Microcuerpos (Glioxisomas y peroxisomas), también están presentes en la estructura de los hongos.

f) Microtúbulos, formado por tubulina y dispuestos en forma paralela a lo largo de la hifa

g) Microfilamentos formados de actina, junto con los microtúbulos participan en la migración de núcleos durante la formación de conidias, además, las microfibrillas se encuentran en mayor cantidad en el ápice de las hifas.

h) Retículo endoplasmático, presente en las dos formas, rugoso y liso con funciones similares que en otras células eucariotas. Almacenamiento y transporte celular.

i) Cuerpos vesiculares, relacionados funcionalmente a la extensión apical y a la formación de la pared, estos cuerpos vesiculares pueden ser:

Macrovesículas, microvesículas (derivados del aparato de Golgi y contienen formas zimógenas de quitina sintetasa) y filasomas (microvesículas con arreglos espinulados en su membrana), tanto las microvesículas como las filasomas pueden ser estados morfológicos de los quitosomas.

j) Lomasomas, vesículas membranosas localizadas entre la pared y la membrana plasmática y participa en la formación de nuevo material de pared, particularmente durante el engrosamiento secundario de la misma.

k) Cuerpos de Woronin, participan en la oclusión de los poros de los septos y juegan un papel importante en la protección de la hifa cuando ésta sufre roturas.