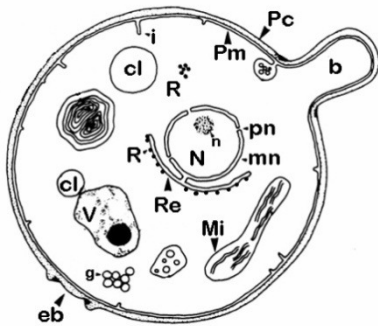
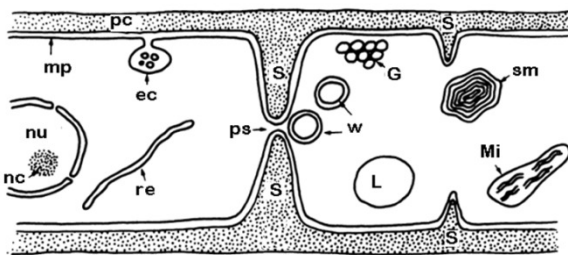


## 2. Célula fúngica

Las levaduras redondeadas y con un solo núcleo, son fácilmente reconocidas como organismos unicelulares. En las que se reproducen por gemación multipolar, al madurar el brote y separarse queda una cicatriz en la célula madre, por lo cual ésta sólo puede generar unas 40 células hijas. En cambio las levaduras que presentan gemación bipolar no tienen límite para la producción de nuevas células (1).



**Figura 2-1.** Levadura (N, núcleo; n, nucleolo; mn, membrana nuclear; pn, poro nuclear; Re, retículo endoplásmico; R, ribosomas; cl, cuerpo lipídico; Mi, mitocondria; g, glicógeno; V, vacuola; b, brote; eb, escara del brote; Pm, membrana plasmática; i, invaginación; Pc, pared celular (2)

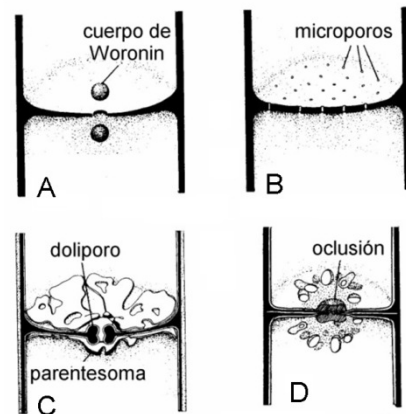


**Figura 2.2.** Hifa de un ascomiceto (nu, núcleo; nc, nucleolo; re, retículo endoplásmico; s, placas septales; ps, poro septal; pc, pared celular; ec, endocitosis; w, cuerpo de Woronin; L, cuerpo lipídico; sm, sistema de membranas; Mi, mitocondria; G, agregado semejante a glicógeno (2).

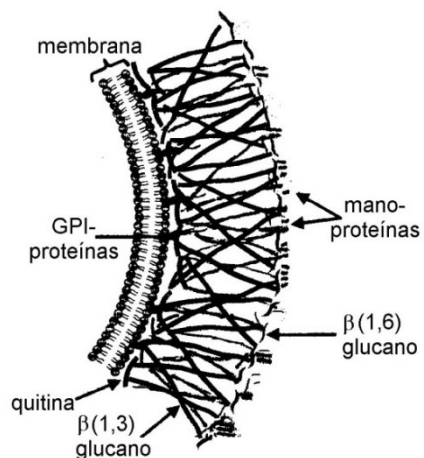
Las hifas son de diverso diámetro según la especie fúngica, la posición en la colonia y la edad de la misma, oscilando entre 3 y 10  $\mu\text{m}$ , siendo más delgadas en el ápice. Las hifas fúngicas son cenocíticas, unos hongos muestran los filamentos con

septos perforados y otros carecen de ellos. La figura 2-3 muestra un esquema de los distintos tipos de septos, según se puede observar por microscopía electrónica. En la mayoría de los hongos las hifas constan de compartimientos multinucleares (1).

Comúnmente los ascomicetos y hongos anamórficos relacionados tienen septos con un poro central y un orgánulo esférico próximo, llamado cuerpo de Woronin, que puede ocluirlo en caso de rotura del filamento. Pero, en *Geotrichum* el septo posee numerosos poros diminutos. Los basidiomicetos tienen un poro con reborde, llamado doliporo, cubierto a ambos lados por una membrana perforada (parentesoma), pero en las royas el poro es simple y está ocluido por una estructura en forma de plega (3).



**Figura 2-3.** Septos presentes en los filamentos de diversos hongos: A, *Pezizomycotina*; B, *Saccharomycotina*; C, *Agaricomycotina*; D, *Pucciniomycotina* (3)



**Figura 2-4.** Esquema de la pared fúngica (GPI, glicofosfatidilinositol) (5)

La pared define la forma de la hifa y provee la fuerza mecánica para resistir la presión de turgencia interna. En la mayoría de los mohos hay una pared primaria interna compuesta de microfibrillas de quitina, reunidas por puentes hidrógeno y entrecruzadas con  $\beta$ -glucanos, rodeada de la pared secundaria externa con  $\beta(1-3)$  y  $\beta(1-6)$  glucanos y manoproteínas. La pared madura es rígida por debajo de la zona de extensión, mientras que en el ápice es plástica y maleable, y las moléculas precursoras liberadas se entrecruzan progresivamente adquiriendo rigidez al alejarse del extremo. La pared es de composición variable según los grupos de hongos (4). El cuadro 2-1 expone los principales polímeros presentes en la pared celular de distintos organismos.

La pared hifal puede ser incolora, hialina, u oscura con pigmentos pardos relacionados a la melanina que tiene una función de fotoprotección. Sin embargo,

muchas veces el color de la colonia es debido a la pigmentación de las esporas. Otro tipo de pigmentos suelen presentarse en algunas estructuras fúngicas, a veces disueltos en el citoplasma. Algunos macromicetos contienen oxidasas que cambian el color del contexto cuando es cortado o expuesto al aire (1).

La membrana plasmática es una barrera entre la hifa y el ambiente. Se compone de una bicapa de glicerofosfolípidos en la cual están anclados otros lípidos y varias proteínas, y difiere de las membranas subcelulares porque contiene una alta proporción de esteroides y esfingolípidos (6). La mayoría de los hongos contiene ergosterol, que es reemplazado por colesterol en los quitridios, así como en los oomicetos (4). En las levaduras, la membrana plasmática se compone de 30 a 40% de esteroides, 10 a 20% de esfingomielina y una pequeña fracción de glicoesfingolípidos, además de los glicerofosfolípidos (6).

**Cuadro 2-1.** Principales polímeros de la pared de los hongos (1)

Grupo taxonómico		Polímero fibroso	Polímero de la matriz
Fungi	Basidiomicetos	Quitina, $\beta(1-3)$ y $\beta(1-6)$ glucanos	Xilo-manoproteínas y $\alpha(1-3)$ glucano
	Ascomicetos, hongos mitospóricos		Galacto-manoproteínas y $\alpha(1-3)$ glucano
	Zigomicetos	Quitosano, quitina	Ácido poliglucurónico, glucurono-manoproteínas
	Quitridiomicetos	Quitina, glucano	Glucanos
Straminipila	Hifoquitridios	Celulosa, quitina	
Oomicetos	$\beta(1-3)$ y $\beta(1-6)$ glucanos, celulosa		

Debido a su estructura molecular, los esteroides y esfingolípidos están estrechamente aglomerados en dominios insertos en las membranas que intervienen en procesos dinámicos tales como ordenamiento de proteínas, secreción, endocitosis y polaridad celular. Además, en las levaduras se identificaron otros dos tipos de dominios, uno formado por proteínas ubicado en el cuello del brote y otro que constituye sitios estáticos de endocitosis (6). Los nutrientes son asimilados a través de la membrana plasmática, para lo cual los hongos poseen una diversidad de proteínas de transporte específicas (4).

Los núcleos de la fase somática de la mayoría de los hongos filamentosos son haploides, mientras que algunos quitridios y levaduras pueden alternar generaciones haploides y diploides. El número de cromosomas suele variar entre 6 y 20 según las especies. En los asco y basidiomicetos, como consecuencia de la conjugación gametangial o la somatogamia respectivamente, las hifas tienen dos núcleos diferentes en cada compartimiento constituyendo un micelio dicariótico. La división mitótica fúngica es intranuclear.

El tamaño, forma y número de las mitocondrias cambia durante el ciclo celular, en respuesta a las condiciones ambientales. Las crestas mitocondriales de los eumicetos son achatadas como en las plantas y los animales. Las levaduras facultativamente anaerobias pueden llegar a tener mitocondrias no funcionales.

Los microcuerpos son orgánulos con una membrana simple, entre los cuales se encuentran los cuerpos de Woronin y los peroxisomas. Estos últimos catalizan la descomposición del peróxido de hidrógeno mediante una peroxidasa oxidando un sustrato. Los quitosomas son microvesículas que contienen las enzimas intervinientes en la síntesis de las microfibrillas de quitina y se acumulan en el ápice de las hifas en crecimiento (7). Las células fúngicas llevan a cabo las funciones “Golgi” en cisternas dispersas por el citoplasma conectadas a vesículas (1).

Las vacuolas son frecuentes en las células de los hongos y pueden actuar como reguladoras del pH, reunir enzimas líticas, acumular metabolitos o sustancias de reserva como los polifosfatos y compuestos nitrogenados. La membrana vacuolar suele tener una bomba de protones o ATP-asa, tal como la membrana citoplasmática (7).

Las vacuolas pueden extenderse por varios compartimientos hifales constituyendo un sector separado del citoplasma con alta concentración de solutos, que contribuye al movimiento bidireccional de los mismos. Este traslado es funcionalmente importante en distancias de milímetros a centímetros. El sistema vacuolar forma una red interconectada por túbulos que regulan el flujo mediante fisión y fusión homotípicas. Las conexiones tubulares atraviesan el poro del septo manteniendo continuidad mientras éste no se cierre.

Como la difusión depende de la concentración, la dinámica del volumen vacuolar permite el cambio de la dirección del flujo de los solutos para proveer suficientes nutrientes al ápice durante el crecimiento y retornar con los recursos recién descubiertos a resto del

organismo, tanto en los hongos saprobios como en los micorrícicos (8).

En los mohos, aislados de poblaciones naturales, comúnmente se encuentran plásmidos, la mayoría de los cuales son mitocondriales y las cepas pueden contener más de un tipo de plásmido que se transmiten por somatogamia o durante la reproducción sexual. Muchos son pasajeros neutrales, pero algunos plásmidos lineales se integran al ADN mitocondrial causando la muerte del cultivo hospedante. Pocos hongos presentan plásmidos circulares, como en el caso de *Neurospora*. En algunas levaduras se observan plásmidos “asesinos” que rigen la producción de toxinas letales para otros organismos sensibles (9).

Los micovirus, a diferencia de los virus que afectan a otros organismos, no tienen una fase extracelular y son transmitidos sólo intracelularmente, tal como ocurre en la anastomosis de las hifas (1).

## Referencias

1. Carlile MJ, Watkinson SC, Gooday GW. 2001. *The Fungi*. 2ª ed. Academic Press, San Diego.
2. Maresca B, Kobayashi GS. 1989. *Microbiological Reviews* 53: 186.
3. Kendrick B. 2000. *The Fifth Kingdom*. 3ª ed. Focus Publishing, Newburyport, MA.
4. Robson G. 1999. En: *Molecular Fungal Biology*. Oliver R, Schweizer M, eds. University Press, Cambridge, p 164.
5. Selitrennikoff CP. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 2883.
6. Alvarez FJ, Douglas LM, Konopka JB. 2007. *Eukaryotic Cell* 6: 755.
7. Shoji J, Arioka M, Kitamoto K. 2006. *Eukaryotic Cell*, 5: 41
8. Darrah PR *et al.* 2006. *Eukaryotic Cell* 5:1111.
9. Griffiths AJ. 1995. *Microbiological Reviews* 59 : 673.