

## 10. Ascomicetos

Los dicariomicetos, que abarcan tanto a los ascomicetos como a los basidiomicetos, son hongos que tienen:

- ciclo de vida con una fase dicariótica,
- núcleos haploides en las hifas somáticas,
- paredes hifales quitinosas,
- hifas septadas con regularidad,
- septos con un poro central (salvo un grupo de ascomicetos),
- presencia de anastomosis entre las hifas somáticas,
- la mayoría produce cuerpos fructíferos sexuales complejos, muchas veces macroscópicos,
- anamorfos conidiales en muchas especies (1).

En general, los miembros del 'phylum' *Ascomycota* crecen fácilmente en cultivos y cubren un amplio rango en el modo de vida, los hay saprobios, simbios, parásitos o patógenos. Producen ascosporas en el estado teleomórfico y conidios en el anamórfico. Se suele llamar moniliáceos a los mohos con conidios hialinos y dematiáceos si tienen conidios o micelio oscuro.

### Conidiogénesis

Los conidióforos se presentan aislados o reunidos en coremios, esporodoquios, acérvulas o picnidios. Hay dos principales mecanismos para la producción de las esporas. En la conidiogénesis blástica el conidio joven se reconoce antes separarse por una pared. En la conidiogénesis tálica la pared separadora se forma previamente a la diferenciación del conidio. Una vez maduros, los conidios exhiben dehiscencia esquizolítica cuando las partes del doble septo se separan y rexolítica cuando se rompe la pared de la célula intermedia (fig. 10-1) (2).

#### 1. blástica acropétala

*Cladosporium* (fig. 10-2) produce cadenas de esporas oscuras por gemación de las mismas. Los conidióforos también son oscuros. Los conidios son ovoides o cilíndricos y tienen 1 o 2 células.

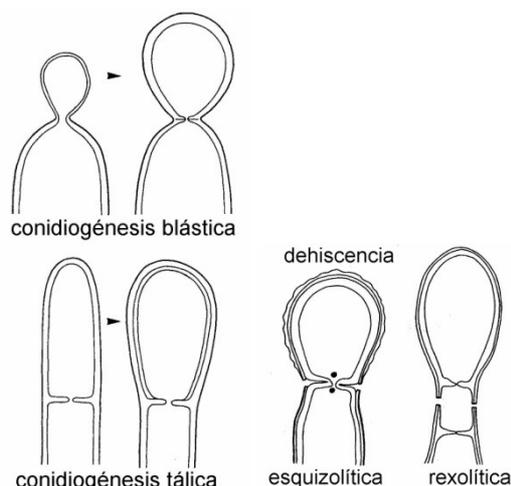


Figura 10-1. Tipos de conidiogénesis (2)

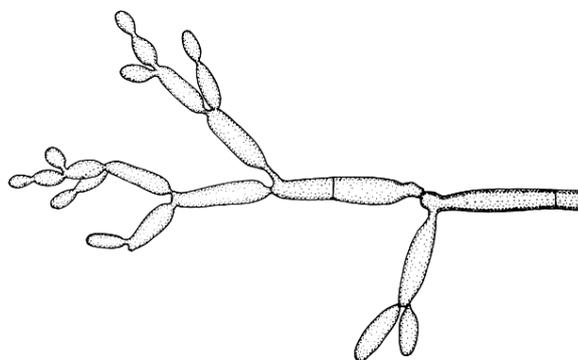


Figura 10-2. *Cladosporium cladosporioides* (4)

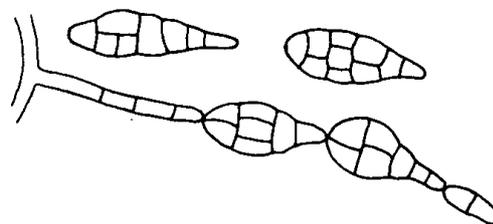


Figura 10-3. *Alternaria alternata* (5)

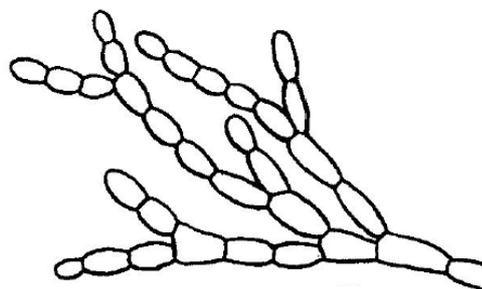


Figura 10-4. *Monilia fructigena* (4)

*Alternaria* (fig. 10-3) tiene micelio y dictiosporas de color oscuro. El conidióforo es simple o ramificado. Los conidios nacen por brotación apical de una célula del conidióforo o de la espora anterior, en este último caso da

lugar a una cadena que suele ramificarse si la espora produce más de un brote.

*Monilia* (fig.10-4) produce cadenas de conidios por gemación de los mismos, el conidióforo no está bien diferenciado de las hifas.

## 2. blástica sincrónica

*Botrytis* (fig. 10-5) produce conidios en los extremos dilatados de las ramas del conidióforo.

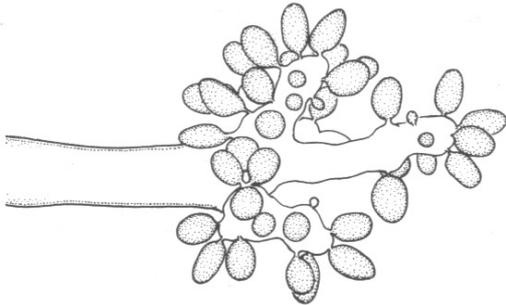


Figura 10-5. *Botrytis cinerea* (4)

## 3. blástica simpodial

*Stemphylium* (fig. 10-6) tiene conidios oscuros y muriformes que surgen de un poro en la nueva célula conidiógena, formada cada vez en el conidióforo.

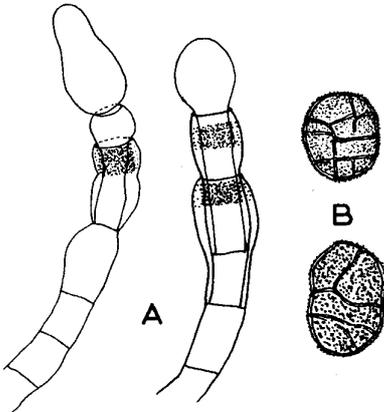


Figura 10-6. *Stemphylium*. A, formación de conidios; B, esporas maduras (5)

## 4. blástica anelídica

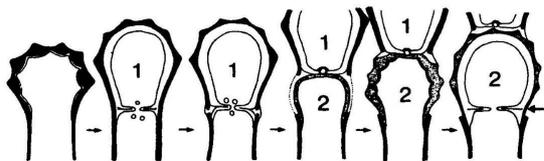


Figura 10-7. Formación de esporas por proliferación percurrente en la anélide (2)

*Scopulariopsis* (fig. 10-8) muestra pinces irregulares con células conidiógenas

que proliferan después de la formación de cada conidio, dejando una cicatriz en anillo (anélides).

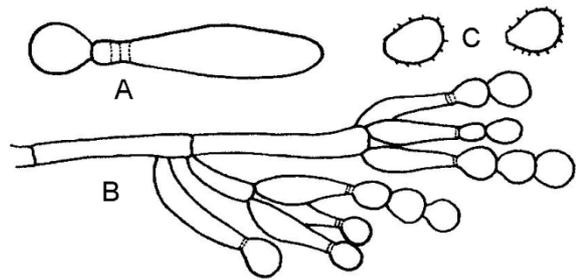


Figura 10-8. *Scopulariopsis brevicaulis*. A, anélide; B, conidióforo ramificado; C, esporas (3)

## 5. blástica fialídica

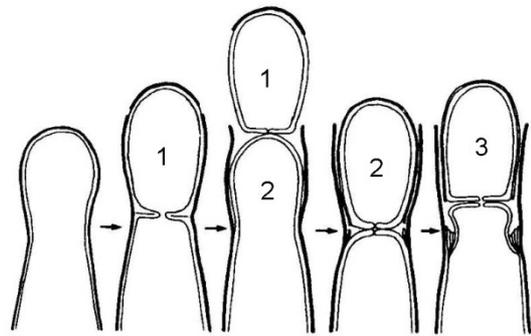


Figura 10-9. Brotación de conidios en las fialides (2)

*Phialophora* (fig. 10-10) presenta conidióforos cortos o reducidos a fialides con un collarite en el ápice; tiene esporas y micelio de color oscuro.

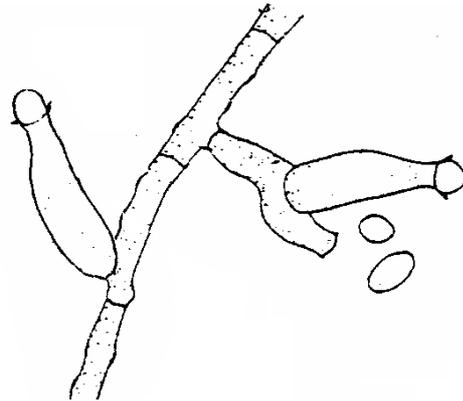


Figura 10-10. *Phialophora* (1)

*Aspergillus* (fig. 10-11) tiene conidióforos rectos, simples, que surgen de una célula pie inserta en la hifa y terminan en una dilatación globosa o claviforme donde se insertan las fialides o las métulas que soportan a las mismas.

*Fusarium* (fig. 10-12) forma macroconidios falciformes y septados sobre conidióforos ramificados. Algunas

especies poseen microconidios con 1 ó 2 células en conidióforos ramificados o formando cadenas en uno simple.

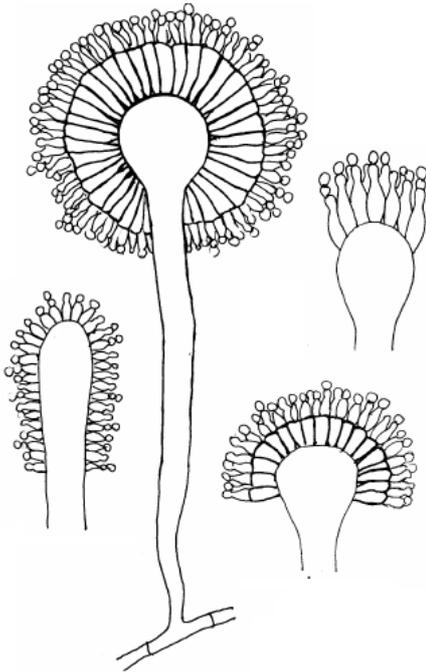


Figura 10-11. Conidióforos de *Aspergillus* (9)

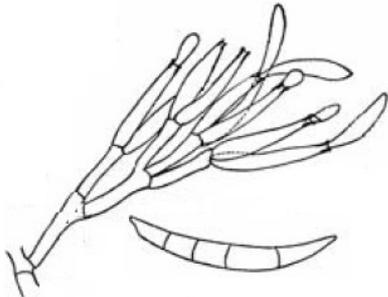


Figura 10-12. *Fusarium sporotrichioides*, macroconidios y conidióforo (10).

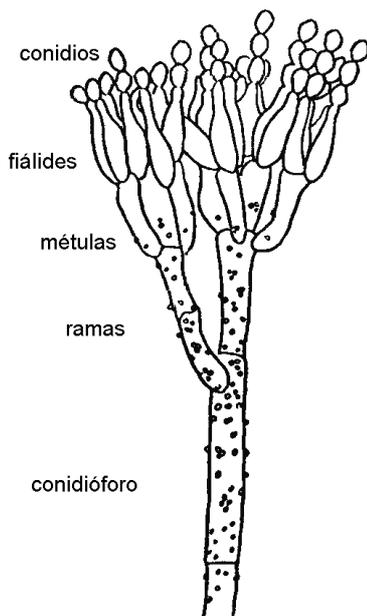


Figura 10-13. *Penicillium verrucosum* (11).

*Penicillium* (fig. 10-13) forma los conidios en una estructura semejante a un pincel que termina en las células conidiógenas llamadas fiálides. Los pinceles más complejos presentan verticilos de ramas, métulas y fiálides.

#### 6. blástica retrogresiva

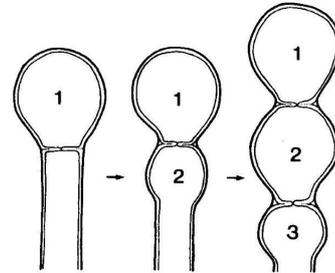


Figura 10-14. Formación de esporas a expensas del conidióforo (2)

*Basipetospora* (fig. 10-15) posee cortas cadenas basípetas de esporas unicelulares en conidióforos simples, los cuales se acortan a medida que se forman los conidios.

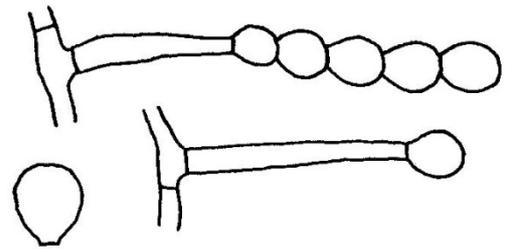


Figura 10-15. *Basipetospora rubra* (3)

*Trichothecium* (fig. 10-16) forma los conidios sobre un conidióforo simple cuya longitud se reduce a medida que aumenta el número de esporas.

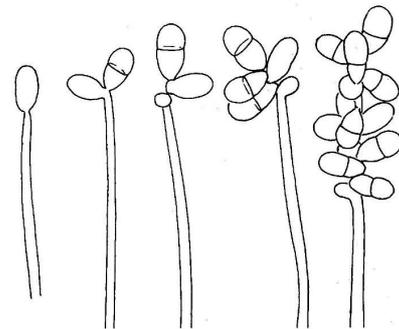


Figura 10-16. *Trichothecium roseum* (4)

#### 7. basauxica

*Blumeria* (fig. 10-17) presenta conidióforos rectos, simples, externos al hospedante. Los conidios se producen en cadenas basípetas, donde el nuevo material se incorpora en la base de la cadena.

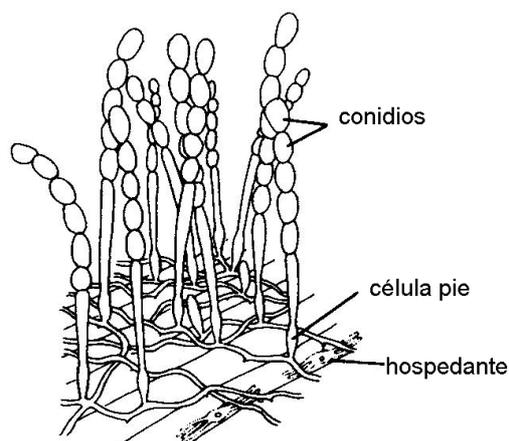


Figura 10-17. *Blumeria graminis* (11)

### 8. ártrica - tática

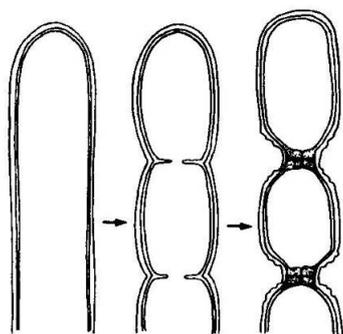


Figura 10-18. Hifa terminal dividida por septos dobles. Las esporas se liberan por esquizolisis (2).

*Oidiodendron* (fig. 10-19) forma conidióforos ramificados que se segmentan en conidios cilíndricos unicelulares (artrosporas).

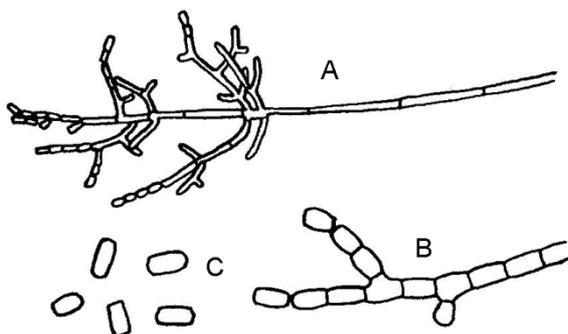


Figura 10-19. *Oidiodendron* A, conidióforo ramificado; B, segmentación de una rama; C, esporas (3).

### 9. ártrica - alternada

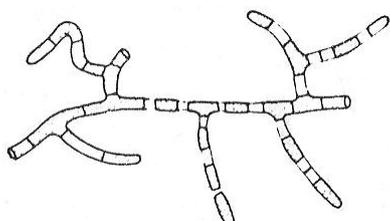


Figura 10-20. *Malbranchea* (11)

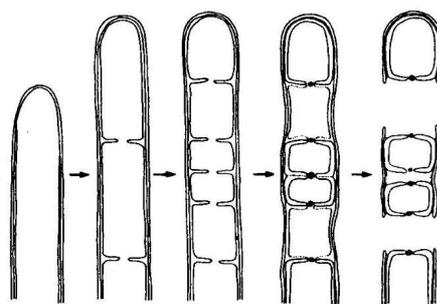


Figura 10-21. Formación de artroconidios alternados (2)

*Malbranchea* (fig. 10-20) forma artroconidios intercalares en hifas principales o laterales, rectas o curvadas.

### 10. tática solitaria

*Microsporium* (fig. 10-22) forma una fragmospora tática en el extremo del conidióforo (aleuriopora), la que es liberada por secesión rexolítica.

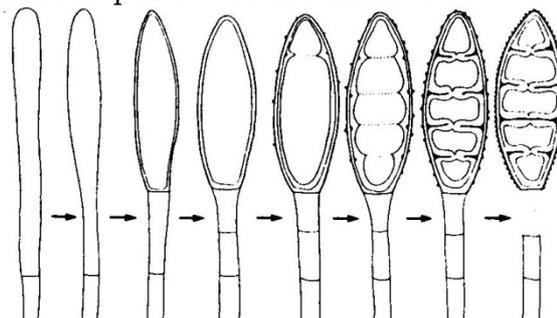


Figura 10-22. *Microsporium gypseum* (2)

## Conidiomas

### 1. picnidios

Los picnidios son estructuras pseudo-parenquimatosas dentro de las cuales se producen células conidiógenas. En general tienen forma globosa u ovoide, están pigmentados, poseen un ápice papilado a picudo, presentan cerdas oscuras y un ostiolo circular o longitudinal. Pueden estar inmersos, semi-inmersos o superficiales en relación al sustrato, a veces agrupados. La cavidad no está dividida y las paredes varían en complejidad.

El picnostroma o escudo picnidial es achatado, cerrado, con los conidióforos sobre la pared superior o la inferior, a veces divididos en lóculos, que se abren por un ostiolo central o fisuras irregulares o por los bordes (12).

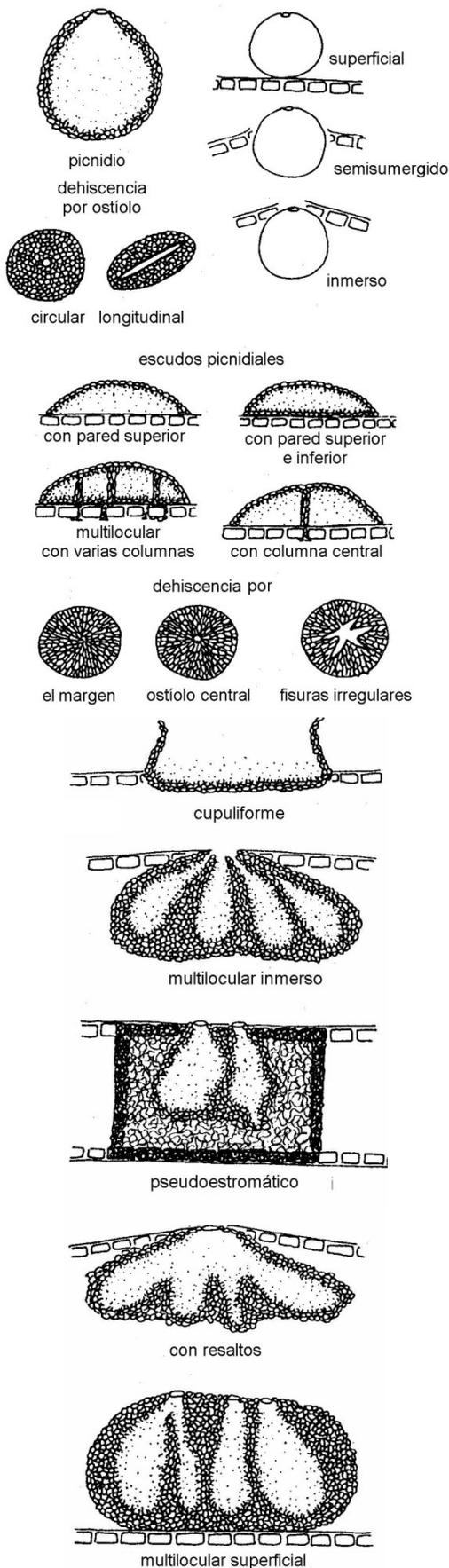


Figura 10-23. Picnidios y piconostromas (13)

El picnidio de *Septoria* (fig. 10-24) está inmerso en el hospedante. La cavidad está tapizada por un himenio de células

conidiógenas que generan esporas pluricelulares e hialinas.

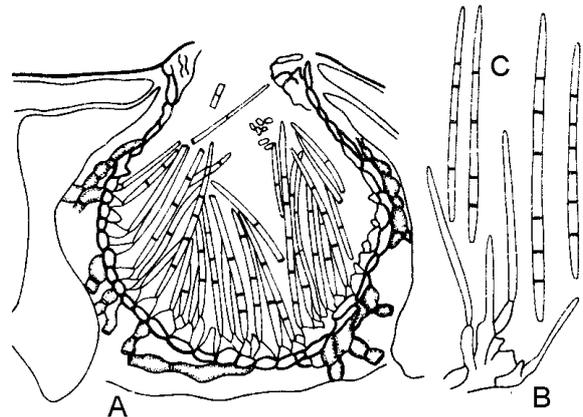


Figura 10-24. *Septoria chrysanthemella*. A, picnidio; B, conidióforos; C, esporas (5).

## 2. acérvulas

Una acérvula no presenta la complejidad del picnidio ni del piconostroma, carece de una pared definida. Consiste en un pseudoparénquima inmerso en el sustrato, sobre el cual se forman los conidióforos (12).

Los conidios de *Pestalotiopsis* (fig. 10-25) nacen en áreas bien definidas del tejido acérvular y en masa aparecen de color negro.

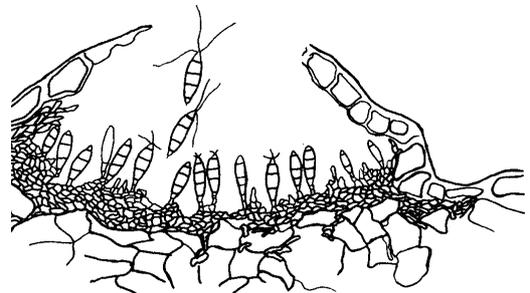


Figura 10-25. *Pestalotiopsis sydowiana* (5)



Figura 10-26. *Colletotrichum musae*. A, corte de una acérvula B, conidios (5)

Las fructificaciones de *Colletotrichum* (fig. 10-26) son agregados de micelio estéril compacto, con o sin cerdas oscuras notables, y masas de esporas hialinas.

### 3. coremios

Los coremios son conidiomas compuestos de un grupo de conidióforos más o menos compactos, y a veces fusionados, que llevan conidios en el ápice y a veces también en los lados. Los coremios determinados cesan su crecimiento después que ha comenzado la esporulación y los no determinados continúan su desarrollo (4).

*Doratomyces* forma colonias de color gris a negro, con coremios de hasta 1 mm de alto cuyos conidióforos llevan anélices (3).

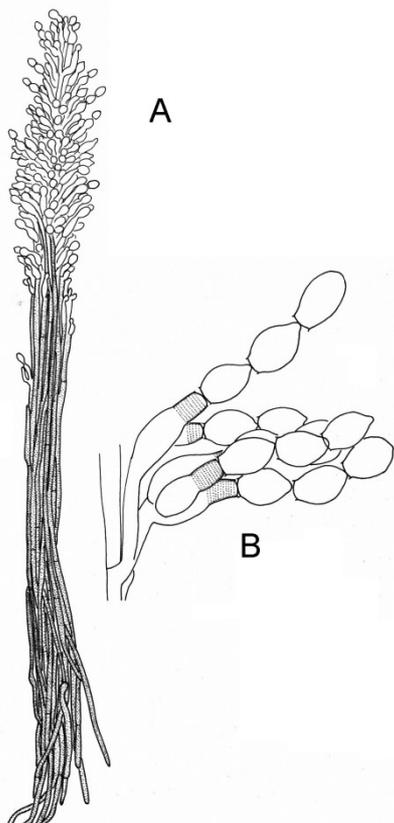


Figura 10-27. *Doratomyces* A, coremio; B, detalle del conidióforo (4)

### 4. esporodoquio

El esporodoquio es un conidioma donde las esporas están sobre una masa de cortos conidióforos y pseudoparénquima que forman una superficie pulvinada (6).



Figura 10-28. *Epicoccum purpurascens* (4)

*Epicoccum purpurascens* (fig. 10-28) forma esporodoquios oscuros, de hasta 2 mm, con conidios esféricos a piriformes.

### Ascas y ascomas

Los tipos principales de ascas son unitunicado (operculado, inoperculado, o prototunicado) y bitunicado, basados en el número y espesor de las paredes funcionales y los mecanismos de ruptura.

Las ascas operculadas están restringidas a los apotecios y las ascosporas son liberadas a través de un opérculo definido formado en el ápice del asca, en posición terminal o subterminal.

Las ascas inoperculadas son producidas en apotecios, cleistotecios o peritecios; tienen una pared delgada y liberan las esporas a través de un poro o canal, o por ruptura de ápice o desintegración de la pared ascal.

Las ascas prototunicadas son producidas en apotecios, cleistotecios o peritecios, tienen pared delgada, son globosas o con forma de clava ancha y liberan las ascosporas pasivamente por desintegración de la pared del asca.

Las ascas bitunicadas tienen una pared gruesa, destacada, que se separa en dos capas funcionales (exo y endotúnica) Son producidas por especies ascostromáticas liquenizadas o no, y por líquenes ascohimenciales. La dehiscencia de las ascas fisitunicadas ocurre cuando la endotúnica irrumpe a través de la exotúnica, extendiéndose súbitamente. Otros modos de dehiscencia existen en las ascas semifisitunicadas, pseudofisitunicadas, rostradas y bilabiadas, los cuales implican poca o ninguna separación de las capas de la pared ascal y prevalecen en los taxones liquenizados. Debido a una pared ascal relativamente delgada y un mecanismo de dehiscencia no fisitunicado, las ascas operculadas, inoperculadas y prototunicadas se consideran como unitunicadas (6).

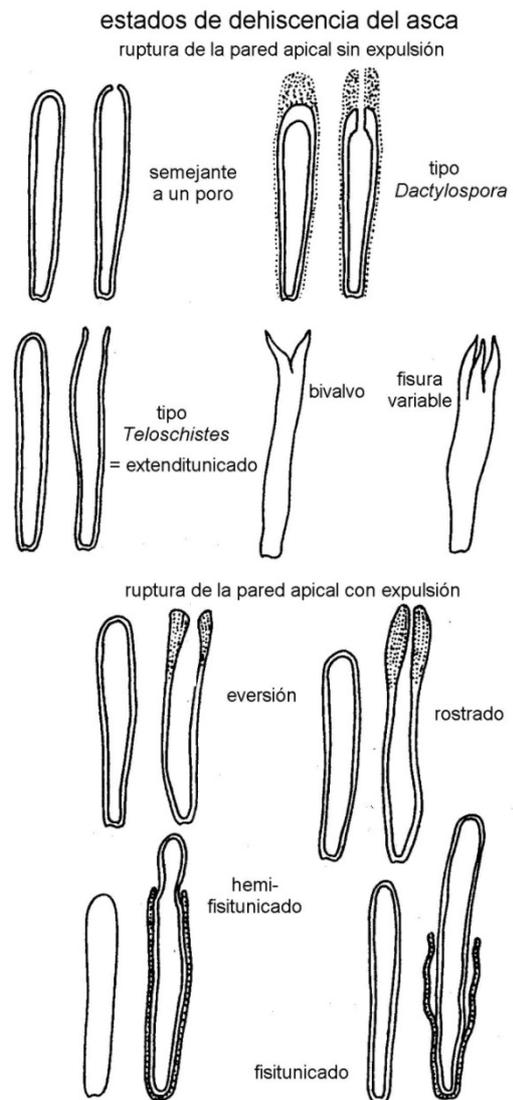
Los cuatro tipos morfológicos de ascomas son: apotecio, ascostroma, cleistotecio y peritecio. Los apotecios tienen forma de disco, copa o espátula, y producen las ascas en una capa bien definida (himenio) expuesta al ambiente (13).



**Figura 10-29.** Formas de pre-ruptura de las ascas (6)

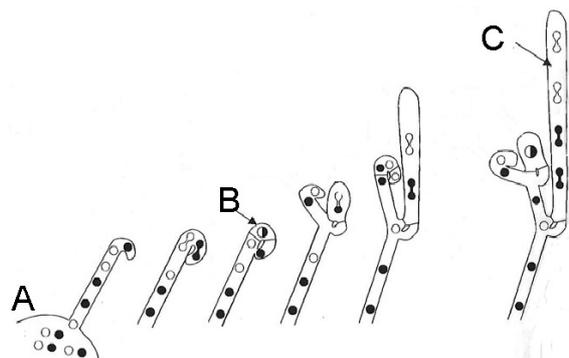
Los peritecios y cleistotecios son ascomas cerrados total o parcialmente, con la producción de ascas en la cavidad interna. Un peritecio es considerado ascoma 'verdadero' pues la pared crece al mismo tiempo que el desarrollo de las hifas ascógenas (desarrollo ascohiménial) y se presume que la formación del ascoma se inicia después de la fertilización del ascogonio. Las ascas son producidas en un himenio definido, con frecuencia intercalado entre un tejido estéril de parafises (hamatecio) originado en la capa subhimenial, y el ostiolo presenta perifises, aunque faltan en algunos casos.

En los ascostromas, las ascas son producidas en lóculos preformados (desarrollo ascolocular) y el tejido estromático tiene la forma de matraz (pseudotecio) o copa (histerotecio y tiritecio).



**Figura 10-30.** Formas de ruptura de las ascas (6)

Se presume que la iniciación del ascostroma ocurre antes que la fertilización del ascogonio. Las ascas, a veces en fascículos, son producidas en una capa himénial sin parafises, aunque el tejido del hamatecio puede estar presente. Los cleistotecios han sido descritos como ascohiméniales o ascostromáticos según las especies (13).



**Figura 10-31.** Formación del asca A, ascogonio; B, zeugita (crozier); C, mitosis post-meiótica (4)

## Clasificación

El 'phylum' *Ascomycota* abarca tanto hongos miceliales como levaduras y comprende tres líneas evolutivas, por lo que la clasificación corriente lo divide en tres 'sub-phylum':

- ❖ *Taphrinomycotina*,
- ❖ *Saccharomycotina* y
- ❖ *Pezizomycotina*.

*Pezizomycotina* incluye a las especies que forman ascomas y es muy diverso desde el punto de vista ecológico. Los miembros de este grupo se encuentran en ambientes terrestres o acuáticos, intervienen en la biodegradación de madera y mantillo, forman micorrizas o líquenes, o son patógenos de plantas o animales. La clasificación incluye diez clases según las características del asca y el ascoma:

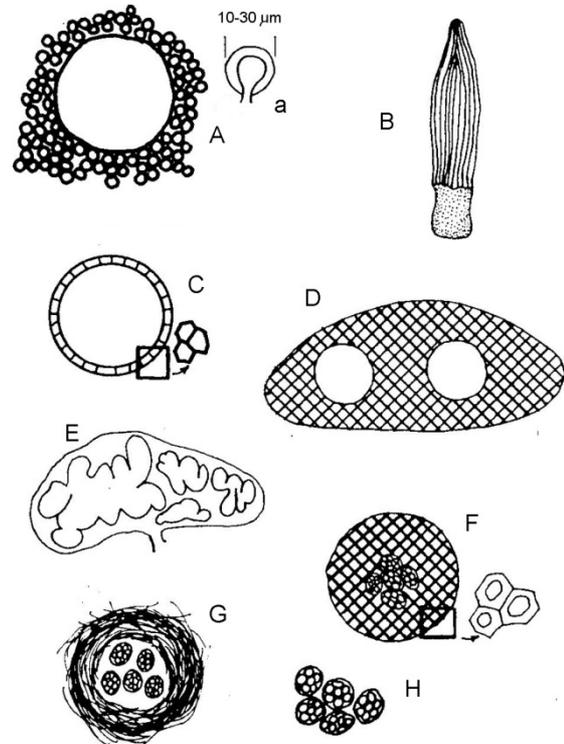
- *Arthoniomycetes*: bitunicada; apotecio
- *Dothideomycetes*: bitunicada; ascostro-  
ma (fig. 10-34)
- *Eurotiomycetes*: bitunicada, prototuni-  
cada; peritecio, cleistotecio, ascostro-  
ma (fig. 10-32 y 38)
- *Laboulbeniomycetes*: prototunicada;  
peritecio (fig. 10-39)
- *Lecanoromycetes*: bitunicada, inoper-  
culada, prototunicada; apotecio, peri-  
tecio (fig. 10-41)
- *Leotiomycetes*: inoperculada, prototu-  
nicada; apotecio, cleistotecio (fig. 10-37)
- *Lichinomycetes*: bitunicada, inopercu-  
lada, prototunicada; apotecio
- *Orbiliomycetes*: inoperculada; apotecio  
ceroso, blanco o traslúcido, diminuto,  
sobre madera o suelo (fig. 10-40)
- *Pezizomycetes*: operculada; apotecio  
(fig. 10-33 y 36)
- *Sordariomycetes*: inoperculada, proto-  
tunicada; peritecio, cleistotecio (fig. 10-  
35)
- y algunos órdenes *incertae sedis* (13).

En general *Lecanoromycetes* y *Arthoniomycetes* están liquenizados con algas y *Lichinomycetes* con cianobacterias.

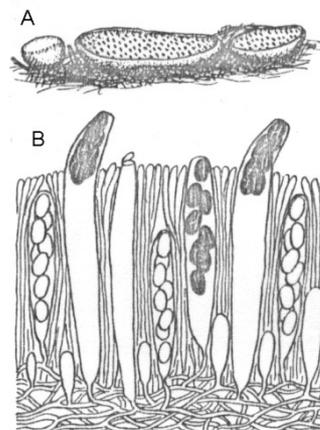
*Taphrinomycotina* reúne especies cuyo estado somático es hifal o levaduriforme, la reproducción asexual por brotación o fisión, la sexual por ascas pero sin la formación de hifas ascógenas, y no presentan ascomas ni conidiomas. Los miembros de este grupo son sapróbios o

patógenos de plantas o animales. Es dividido en las clases:

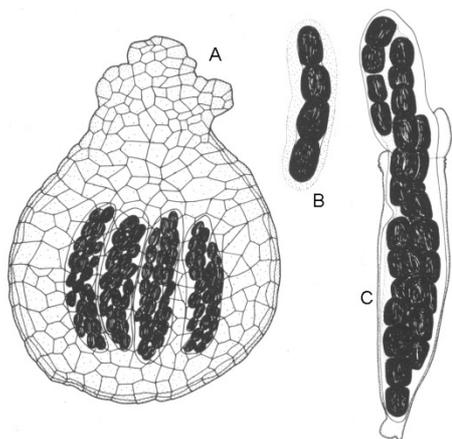
- *Taphrinomycetes* (fig. 10-42)
- *Neoelectomycetes*
- *Pneumocystidomycetes*
- *Schizosaccharomycetes* (13).



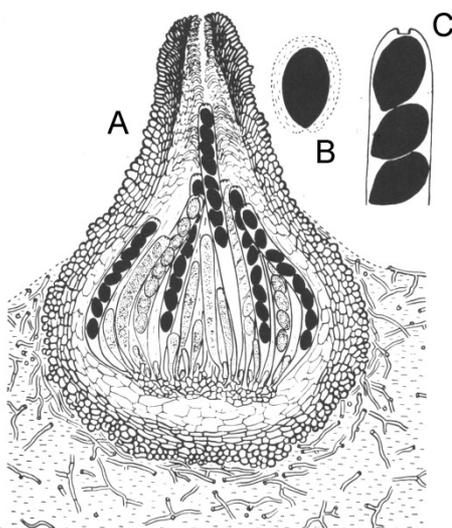
**Figura 10-32.** Formas de los ascomas en *Eurotiales*: A, esférico rodeado por células de Hülle (a); B, alargado, hasta varios mm; C, simple con monocapa de células; D, dentro de un estroma; E, lóculos fértiles en un estroma con pie; F, ascas dentro de un esclerocio; G, con pared laxa de hifas; H, racimos de ascas desnudas (9)



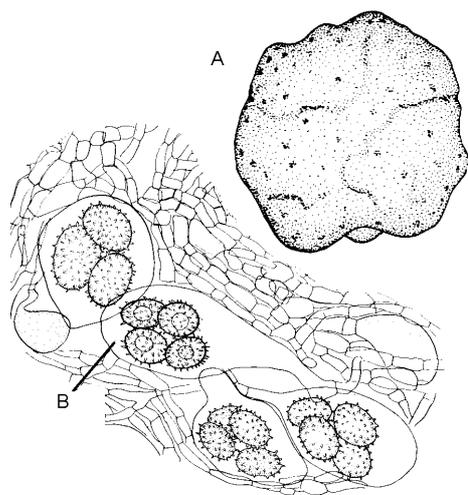
**Figura 10-33.** *Pezizomycetes*: *Ascobolus furfuraceus* A, apotecios; B, himenio (5)



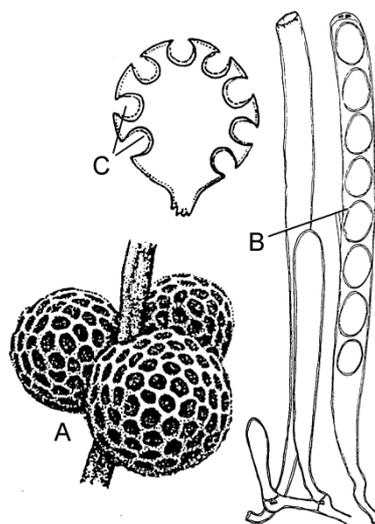
**Figura 10-34.** *Dothideomycetes: Sporomiella intermedia* A, pseudotecio transparente; B, asca con la pared interna en expansión; C, ascospora (4)



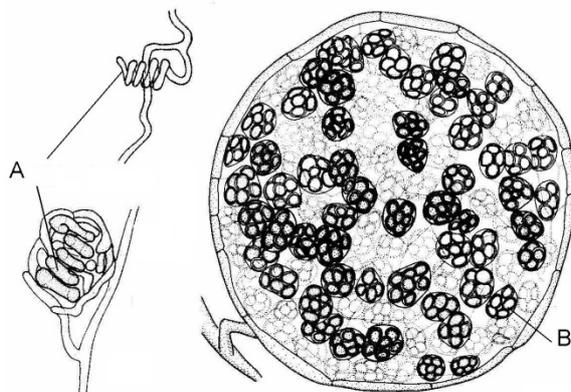
**Figura 10-35.** *Sordariomycetes: Sordaria fimicola* A, peritecio; B, ascospora; C, asca (4)



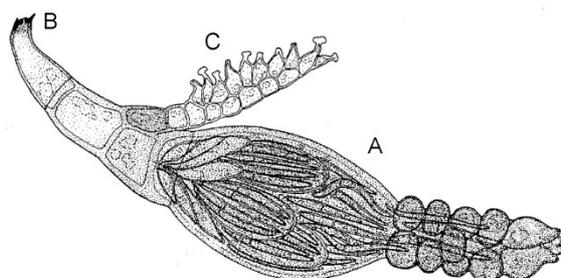
**Figura 10-36.** *Pezizomycetes: Tuber rufum* A, ascoma; B, asca (4)



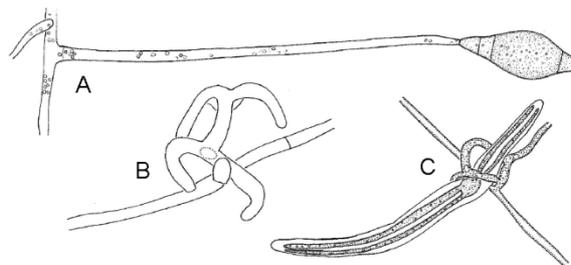
**Figura 10-37.** *Leotiomyces: Cyttaria hariotti* A, ascoma; B, asca; C, corte mostrando los apotecios (16)



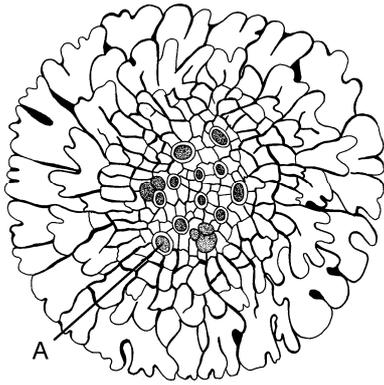
**Figura 10-38.** *Eurotiomycetes: Eurotium repens* A, ascogonio espiralado; B, cleistotecio (4)



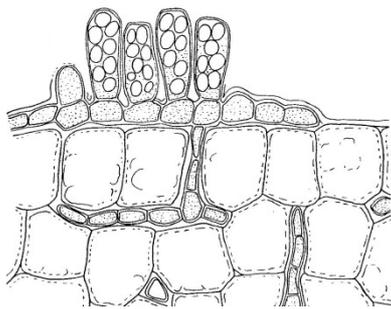
**Figura 10-39.** *Laboulbeniomyces: Stigmatomyces diopsis* A, ascoma; B, célula basal adherida al insecto; C, conidióforos (16)



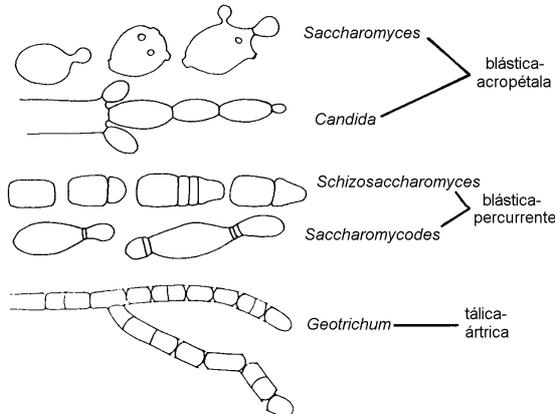
**Figura 10-40.** *Orbiliomycetes: Arthrotrys eudermata* A, conidióforo; B, red adhesiva; C, nemátodo atrapado (4)



**Figura 10-41.** *Lecanoromycetes*: *Xanthoria parietina*, asociada con el alga *Trebouxia*. A, apotecios (17)



**Figura 10-42.** *Taphrinomycetes*: *Taphrina deformans*, sección de hoja con ascas y micelio (16)



**Figura 10-43.** Conidiogénesis en las levaduras (2)

*Saccharomycotina* comprende un solo orden, *Saccharomycetales*, y abarca a las levaduras que se dividen por brotación (conidiogénesis blástica-acropétala) y forman ascas libres con ascosporas. Se encuentran sobre las frutas, pero también se hallan en agua dulce y salada. La meiosis ocurre dentro de la membrana nuclear intacta y las envolturas de cada ascospora tienen un origen independiente. La formación de los brotes es enteroblástica. En general son fermentativas, fragantes, predominantemente hialinas y dan negativa la reacción

con azul de diazonio B. La clasificación tradicional está basada sobre la presencia o ausencia de un estado sexual, el tipo de división celular, la formación o no de hifas y pseudohifas, la fermentación de azúcares simples y el crecimiento a expensas de varios compuestos de carbono o nitrógeno. Sin embargo, las cepas de una misma especie pueden diferir en las características morfológicas y metabólicas (15).

## Referencias

1. Moore D, Robson GD, Trinci APJ. 2011. 21<sup>st</sup> Century Guidebook to Fungi. University Press, Cambridge
2. Kendrick B. 2000. The Fifth Kingdom. 3<sup>o</sup> ed. Focus Publishing, Newburyport, MA, cap. 4
3. Barnett HL, Hunter BB. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4<sup>o</sup> ed. APS Press, St. Paul, Minnesota.
4. Webster J, Weber RWS. 2008. Introduction to Fungi. 3<sup>o</sup>ed. University Press, Cambridge, cap. 11-15
5. Dade HA, Gunnell J. 1969. Class work with fungi. 2<sup>a</sup> ed. CAB, Kew, Surrey.
6. Kirk PM et al. 2001. Dictionary of the Fungi. 9<sup>o</sup> ed. CAB International, Wallingford, Oxon.
7. Pitt JI, Hocking AD. 2009. Fungi and Food Spoilage. 3<sup>o</sup> ed
8. Watanabe T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. 2<sup>o</sup> ed. CRC Press, Boca Raton, Florida
9. Kozakiewicz Z. 1989. Aspergillus species on Stored products. CAB International, Wallingford, Oxon, p. 22, 28.
10. Booth C. 1971. The Genus Fusarium. CAB, Kew, Surrey, p.
11. Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M. Introductory Mycology 4<sup>o</sup>ed. J Wiley & Sons, 1996, cap. 11-15.
12. Sutton BC. 1973. Cap. 11 en: The Fungi. Vol. IV-A. Ainsworth GC, Sparrow FK, Sussman AS (eds). Academic Press, New York.
13. Spatafora JW et al. 2006. Mycologia 98: 1018-1028
14. Sugiyama J, Hosaka K, Suh S-O. 2006. Mycología 98: 996-1005.
15. Suh S-O et al. 2006. Mycologia 98: 1006-1017.
16. Minter DW et al. The Ascomycetes (a course book). CAB International.
17. Hudson HJ. 1986. Fungal Biology. E Arnold, London, cap. 7