

# 1. Estructuras fúngicas

Vulgarmente se llama levadura al hongo unicelular y moho al micromiceto filamentoso. Setas son los macromicetos con sombrero y pie, de los cuales los boletos tienen poros y los agárlicos laminillas. Bejines son los macromicetos epigeos más o menos redondos, trufas y criadillas de tierra los hipógeos. A otros macromicetos se los suele llamar colmenilla, costra, cuerno hediondo, estrella del campo, hígado de buey, morilla, oreja de palo, etc. según su forma, color, olor o dehiscencia (1).

## Estructuras somáticas (2)

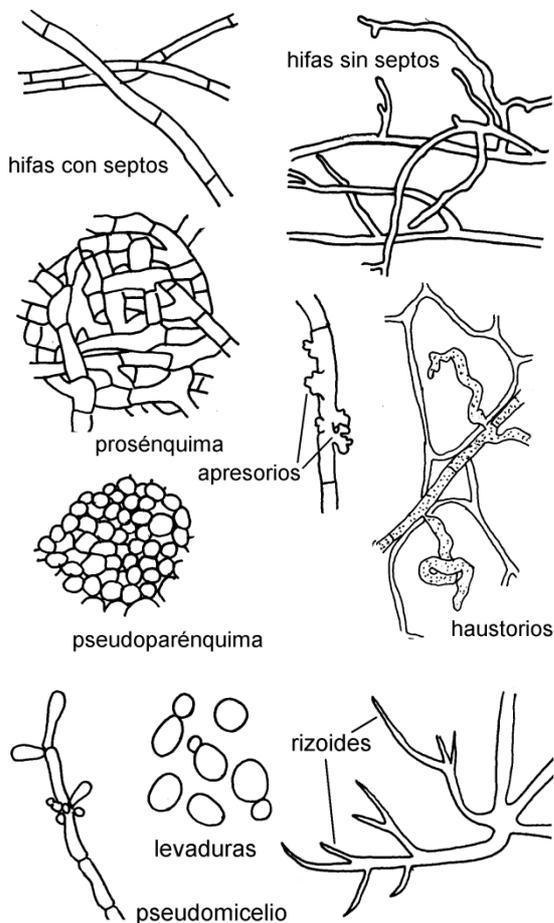


Figura 1-1. Estructuras somáticas.

Un micelio es el conjunto de filamentos y un trozo del mismo se denomina hifa. Las hifas crecen por el ápice y las ramificaciones son laterales. Las hifas pueden, o no, presentar septos, los cuales están perforados de distinta forma según el grupo de hongos. En la producción de

esporas o cuando hay daño en el micelio, los septos son completos. El pseudomicelio es una cadena de células brotantes.



Figura 1-2. Estructuras de resistencia.

Un plecténquima es un conjunto de hifas entrelazadas que se asemeja a un tejido. Se dice prosénquima si las hifas pueden ser reconocidas y pseudoparénquima cuando han perdido su individualidad. Un esclerocio es un plecténquima donde las hifas exteriores tienen paredes gruesas, a veces pigmentadas, que germina formando micelio o esporas. Un estroma es un plecténquima semejante a un esclerocio, en o sobre el cual se forman estructuras de reproducción.

La rizomorfa es un grueso cordón de hifas que suele verse en el suelo o la madera en descomposición. Los rizoides son las hifas de succión que penetran en el sustrato. Un haustorio es la hifa de succión del hongo parásito dentro de la célula del hospedante. Los apresorios son unas hifas achatadas que se adhieren al sustrato o al hospedante como sostén, especialmente en el comienzo de la infección.

## Estructuras reproductoras (2-5)

Anamorfo es un hongo con multiplicación asexual y teleomorfo es el mismo con reproducción sexual. Se les solía asignar distinto género y especie. Holomorfo indica el ciclo de vida total. Holocárpico es el organismo que se transforma todo en una estructura reproductora y eucárpico si se diferencia la parte somática de la reproductora.

Las esporas son los elementos de perpetuación de la especie. Las esporas asexuales (mitosporas) son formadas por las estructuras anamórficas, y las sexuales (meiosporas) por las teleomórficas. Según la ubicación relativa son internas o externas.

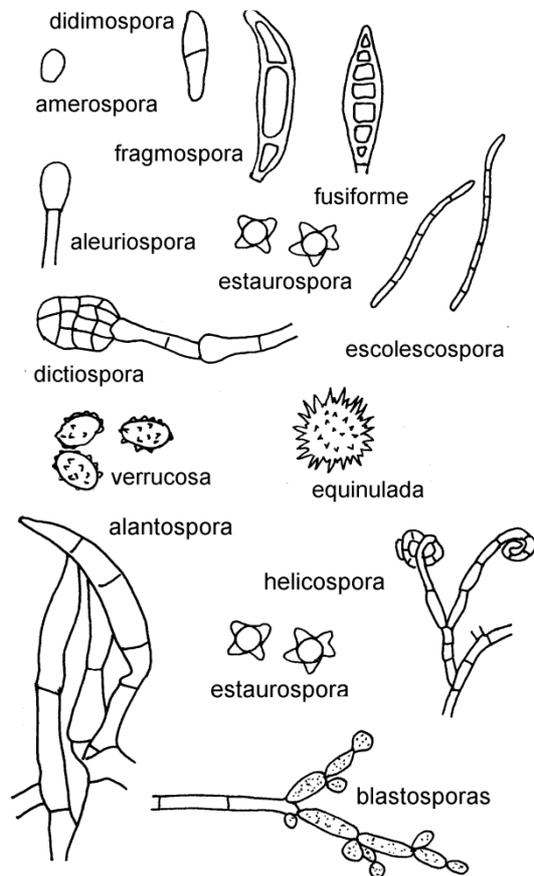


Figura 1-3. Forma de esporas.

Las balistosporas son proyectadas violentamente una vez maduras. Las hipnosporas tienen paredes gruesas y larga dormición. De acuerdo a la morfología las esporas reciben distinto nombre: alantospora con forma de banana, aleuriospora con base plana, dictiospora con septos longitudinales y transversales, didimospora con un tabique, equinulada como un erizo, escolescospora como un gusano, estaurospora como una estrella, feospora de color obscuro, fragmospora con tabiques transversales, fusiforme como un huso, helicospora como una espiral, hialospora de color claro y translúcido, planospora móvil, verrucosa con verrugas, zoospora con flagelos.

## Estructuras anamórficas

Las artrosporas o artroconidios son esporas desarrolladas en una hifa previamente tabicada. Algunos hongos forman artrosporas separadas por una zona libre de citoplasma (célula disyuntiva) cuya pared se rompe liberándolas. Las blastosporas o blastoconidios son las que se originan de una parte de una célula somática, una hifa, un conidióforo u otra espora, y se desarrollan antes de la formación del septo que la separa de la célula de origen. Una clamidospora o clamidoconidio es una célula de resistencia (o hipnospora) terminal o interhifal, con pared gruesa y sustancias de reserva.

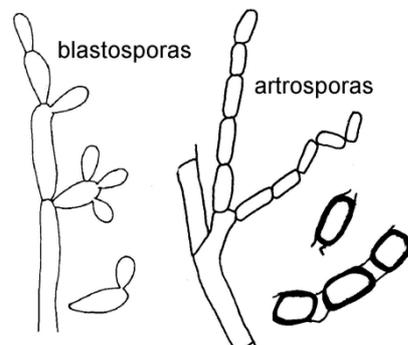


Figura 1-4. Artro y blastosporas.

Los conidios o conidiosporas son las esporas asexuales externas. Si están implantadas directamente sobre la hifa se llaman sésiles. La parte del micelio que origina y sostiene a las esporas se denomina esporóforo y si se trata de conidios se dice conidióforo. Fiálide es la célula conidiógena que desde un extremo origina por brotación y sin aumentar su longitud, los fialoconidios o fialosporas. La pared de la fiálide suele extenderse en el ápice formando un collarín. Anélide es una célula conidiógena con el ápice ancho y cicatrices en anillo, que se alarga con la formación de cada espora.

Los conidióforos pueden ser simples o ramificados y a veces están agrupados en un conidioma. En *Penicillium* cada nivel de ramificaciones recibe distinto nombre, se llama métulas a las que sostienen a las fiálides productoras de esporas. En *Aspergillus* las fiálides o las métulas están implantadas sobre una vesícula o dilatación del esporóforo.

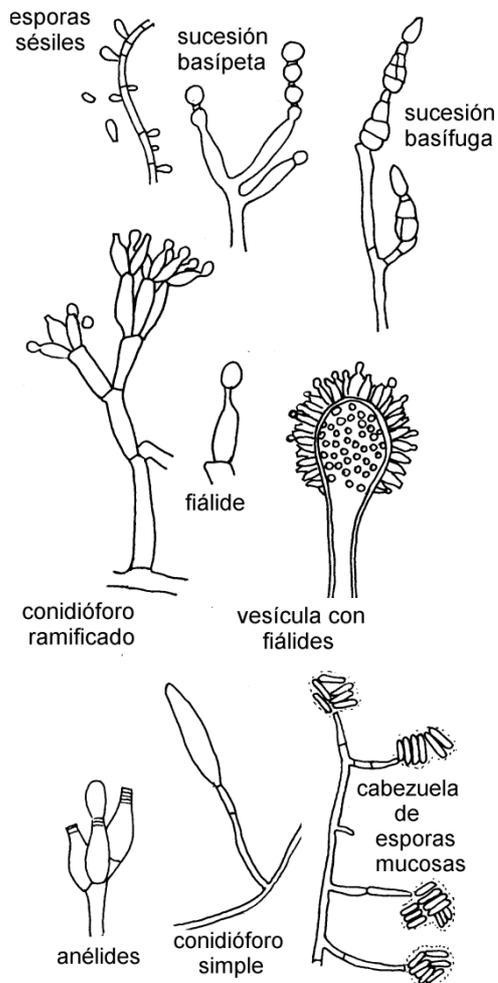


Figura 1-5. Esporas y conidióforos.

Los conidios nacen de los conidióforos aisladamente o quedan reunidos ya sea en una cabezuela mucosa o en cadenas. Éstas se forman por sucesión basípeta cuando todas las esporas surgen de la célula conidiógena o basífuga si es por brotación de la espora anterior.

A veces después que se forma un conidio, el conidióforo se alarga lateralmente y origina el segundo conidio. El proceso continúa y las esporas quedan en zig-zag (proliferación simpodial). En algunos hongos surgen, simultáneamente o no, varios conidios en diferentes puntos de la misma célula conidiógena (brotación múltiple).

Los conidióforos suelen estar reunidos en un haz llamado coremio o sobre un conjunto de hifas entrelazadas constituyendo un conidioma, ya sea un esporodoquio (almohadilla de fiálides con las esporas expuestas) o una acérvula (estructura chata y cubierta al principio

por el tejido del hospedante donde los esporóforos están en empalizada). Un funículo es una cuerda de hifas de las cuales surgen, a intervalos, los conidióforos.

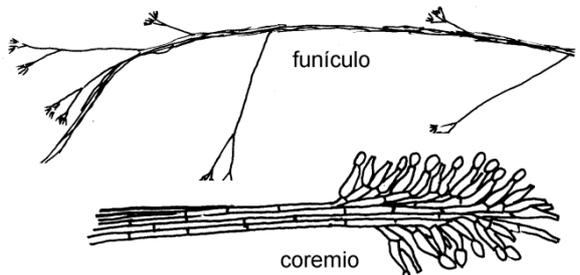
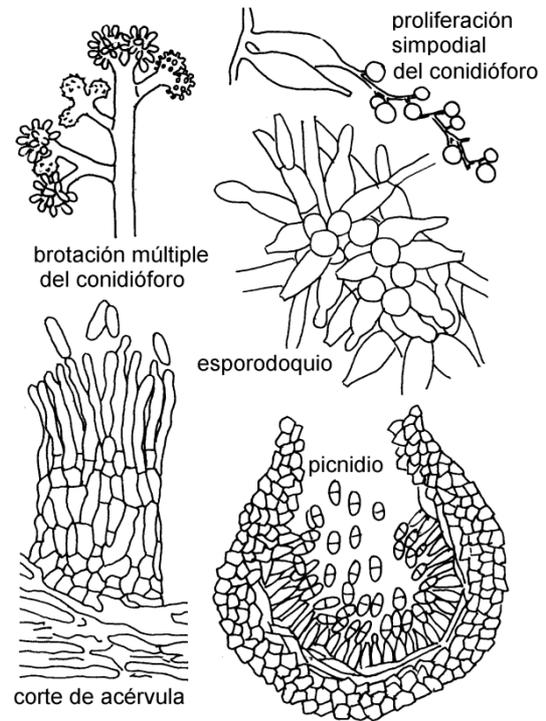


Figura 1-6. Conidióforos y conidiomas.

Un picnidio es un conidioma globoso o en forma de pera con una abertura u ostiolo, cuya pared plectenquimatosa está recubierta internamente por las células conidiógenas. Las esporas se suelen denominar picnidiosporas. La cavidad picnidial también puede estar inserta en un estroma.

Un esporangio es una estructura globosa con una membrana peridial simple, generalmente en el extremo de un esporangióforo, que contiene innumerables esporangiosporas. El ápice dilatado del esporangióforo se llama columela. Cuando el esporangio tiene pocas esporas se denomina esporangio. Los merosporangios son cilíndricos, con

pocas esporas y están reunidos sobre la columela o los extremos de las ramas del esporangióforo; si son monosporados suelen ser considerados como conidios.

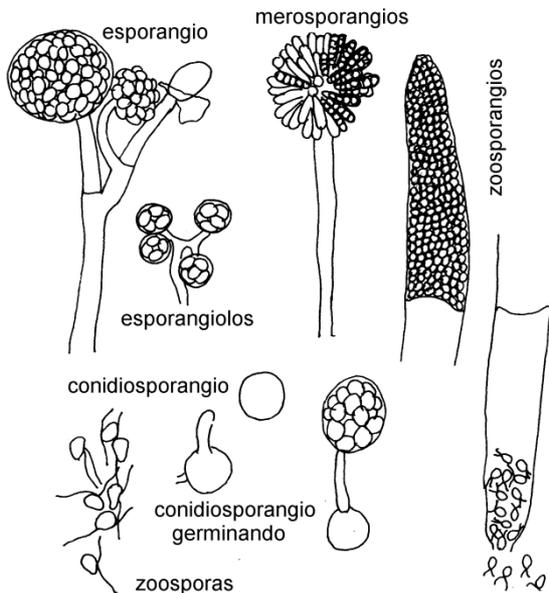


Figura 1-7. Esporangios.

Los zoosporangios de los oomicetos, acuáticos o parásitos, contienen zoosporas biflageladas. Un conidiosporangio es el zoosporangio libre e inmaduro que al madurar libera las esporas directamente o dentro de una vesícula. Los zoosporangios de los quitridios forman zoosporas monoflageladas.

### Estructuras teleomórficas (2 - 5)

Gametas son las células diferenciadas que se fusionan y gametangios las estructuras que las producen. Homotálico es el hongo que forma los gametangios de distinta polaridad en el mismo micelio. Cuando un micelio da sólo gametangios de la misma polaridad, es necesario enfrentar dos micelios distintos del mismo hongo heterotálico para originar las esporas sexuales. En muchos macromicetos se produce la somatogamia o fusión de células no diferenciadas que originan un micelio dicariótico, a veces con una conexión hifal a manera de puente (fibula) entre cada célula.

En la reproducción oogámica de los quitridios, la estructura femenina u oogonio forma un elemento grande inmóvil u oosfera que se fusiona con el anterozoide libre, producido en la

estructura masculina (anteridio), generando un cigoto. En los oomicetos el oogonio con una o más oosferas se pone en contacto con el anteridio por medio de uno o más tubos de fertilización. En ambos casos se producen oosporas.

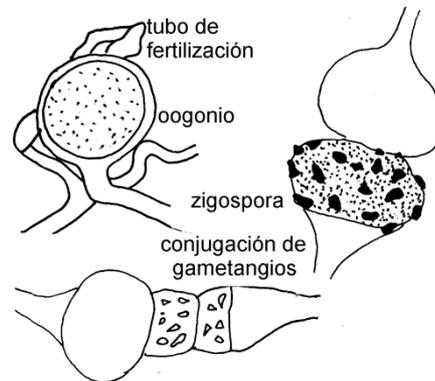


Figura 1-8. Contacto y conjugación gametangial

Las zigosporas son formadas por conjugación gametangial. Cada hifa emite un mamelón en el que se diferencian dos partes: suspensor y gametangio. Los gametangios se fusionan originando una estructura de pared gruesa, a veces ornamentada, que suele estar rodeada por hifas protectoras nacidas de los suspensores. Germina dando un esporangio.

Ascosporas son las esporas sexuales internas que se originan en un número limitado (generalmente 4 u 8) dentro de una célula llamada asca. En las levaduras se fusionan los citoplasmas de dos células de polaridad distinta e inmediatamente, o mucho después, de la cariogamia ocurre la meiosis formándose las ascosporas dentro del asca libre. En los hongos filamentosos se producen gametangios (anteridio y ascogonio), en general con morfología distinta, y los núcleos pasan del anteridio al ascogonio a través de un tubo receptivo llamado tricogino o un poro formado en el punto de contacto de los gametangios. Después de la fecundación nacen hifas ascógenas binucleadas con los extremos en forma de cayado, donde las células subterminales se convierten en ascas. En algunas especies heterotálicas los espermacios, microconidios incapaces de germinar, cumplen la función de gametas masculinas que se fusionan con

las hifas receptoras (tricoginos) del ascogonio.

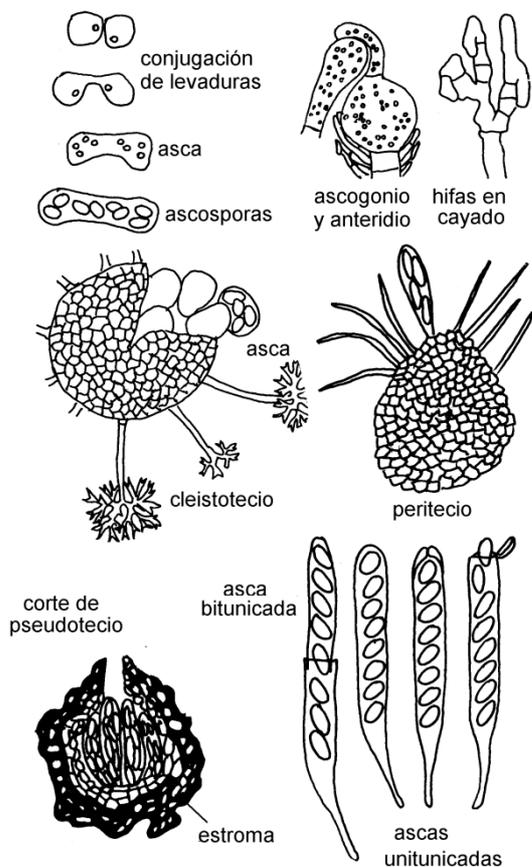


Figura 1-9. Ascas y ascomas

Las hifas somáticas vecinas a los elementos sexuales suelen formar un plecténquima originando un ascoma que si está cerrado y es esférico se llama cleistotecio. Cuando tiene las hifas fértiles (himenio) estratificadas y una forma de pera con un poro u ostiolo por donde salen las ascosporas maduras, se denomina peritecio. Si el plecténquima tiene forma de copa con el himenio expuesto se habla de apotecio. El ascostroma es un estroma con cavidades o lóculos que contienen ascas (pseudotecio si es unilocular).

Las ascas tienen distinta forma según las especies, pueden ser sésiles o pediceladas, estar organizadas en un fascículo común o nacer independientemente. Con frecuencia hay, entre las ascas, hifas estériles alargadas llamadas parafises. En el ostiolo suele haber hifas cortas como pelos, las perifises. Algunos ascomas tienen hifas ornamentales.

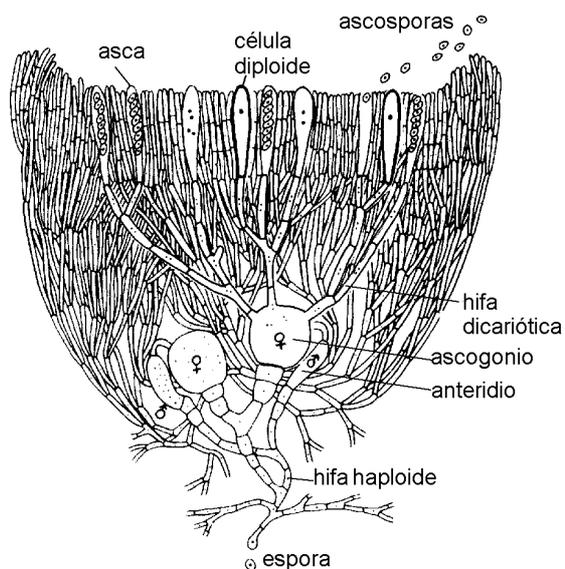


Figura 1-10. Apotecio.

La liberación de las ascas puede ser explosiva o no. En algunos casos se abre un opérculo en el momento de liberar las esporas, en otras se libera el tapón del poro apical. Las ascas bitunicadas tienen dos paredes y la externa suele romperse, dejando expandir a la interna para producir la descarga de las ascosporas, pero hay otras formas de deshicencia

Basidiosporas son las esporas sexuales externas que se originan en el basidio. Éste es una célula hifal binucleada que sufre cambios morfológicos: probasidio es el estado o parte de la misma donde se produce la cariogamia y metabasidio la parte o estado en el cual ocurre la meiosis. Forma 4 (a veces 2) tubos pequeños o esterigmas en cada uno de los cuales se origina una basidiospora. En los macromicetos, constituidos por hifas dicarióticas, hay dos tipos de basidios: holobasidios cilíndricos, con aspecto de clava o tenedor, y los fragmobasidios divididos generalmente en 4 células por septos transversales o longitudinales.

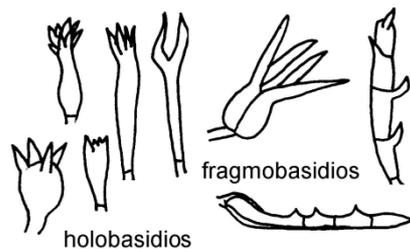


Figura 1-11. Basidios

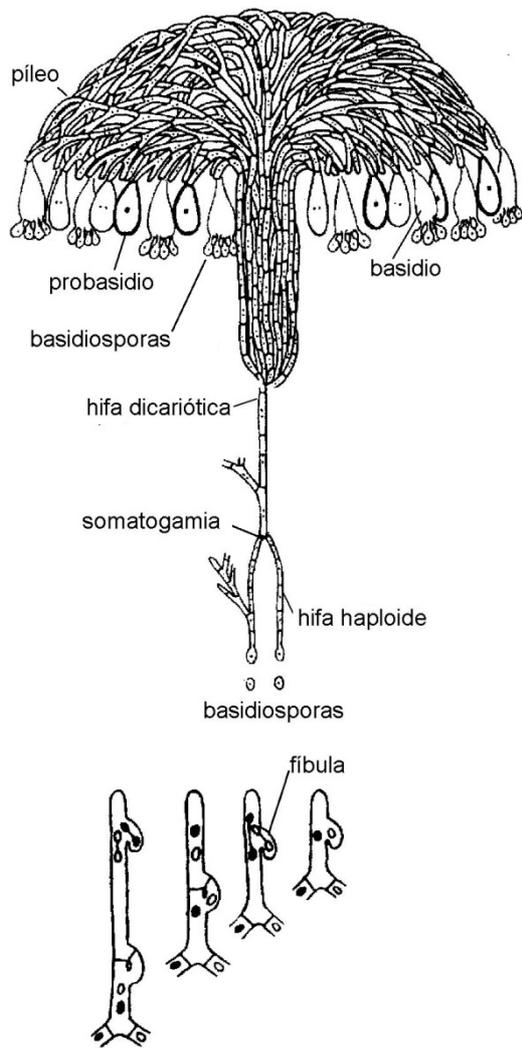


Figura 1-12. Formación de un basidioma.

En muchos hongos las hifas se agregan para formar un basidioma macroscópico y en aquellos con el himenio expuesto, las basidiosporas están sobre laminillas radiales o tubos o espinas ubicados generalmente en el envés. Algunos basidiomas son como una sombrilla extendida (píleo) sostenida por un pie que a veces tiene un anillo (resto de una membrana que unía al píleo con el pie) o en la base una volva (parte de un velo que rodeaba a todo el basidioma joven). Hay hongos cuyos basidiomas son cilíndricos, esféricos, coralinos, o se asemejan a un abanico. En el basidioma cerrado (gasteroma), el peridio envuelve a la gleba fértil y se rompe cuando las esporas están maduras.

En las royas y carbones, el probasidio es una espora de pared muy gruesa llamada teliospora o teleutospora, que germina

formando un tubo o metabasidio que dará origen a las basidiosporas.

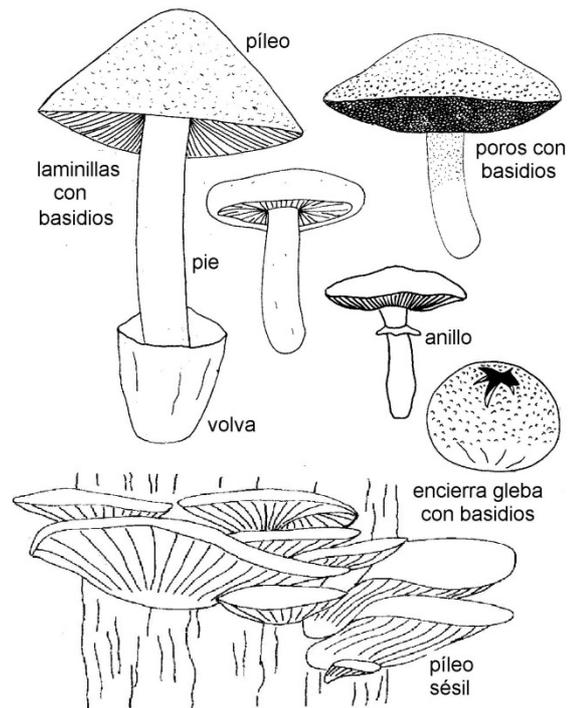


Figura 1-13. Forma de algunos basidiomas.

En el micelio haploide de algunas royas se forma el espermogonio (picnio) que da gametas llamadas espermacios (picnosporas) y lleva las hifas receptoras en la parte exterior, pero no hay autogamia.

Las células binucleadas formadas como resultado de la espermatización constituyen el estrato basal del ecidio y comienzan a dividirse produciendo cadenas de ecidiosporas. Por germinación de una ecidiospora surge un micelio binucleado que origina el uredosoro con las uredosporas generalmente de largos pedicelos. Éstas a su vez originan un micelio dicariótico que puede producir nuevas uredosporas o bien generar teliosporas (teleutosporas) con dos células binucleadas y de paredes gruesas en el teliosoro (teleutosoro). En la teliospora ocurre la cariogamia y germina produciendo un fragmobasidio.

En los carbones el micelio binucleado se origina por conjugación de dos células compatibles de diverso tipo y forman teliosporas (ustilosporas) unicelulares y binucleadas, que al germinar se convierten en un basidio con o sin septos, produciendo basidiosporas. Éstas suelen

generar esporas secundarias (esporidios). Las basidiosporas compatibles de *Tilletia* se fusionan apenas formadas.

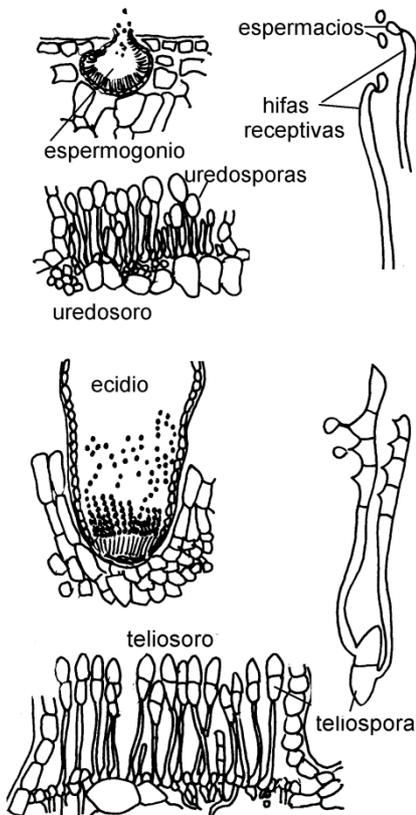


Figura 1-14. Esporas de las royas.

Algunos hongos muestran parasexualidad con plasmogamia, cariogamia y haploidización, pero no en puntos específicos del micelio o el ciclo de vida. Se produce por: a) anastomosis de hifas adyacentes formando un heterocarionte, b) fusión de núcleos diferentes en la hifa dando un diploide somático, c) recombinación somática por entrecruzamiento mitótico, d) reducción no meiótica de núcleos por pérdida de cromosomas individuales, restableciendo la condición haploide.

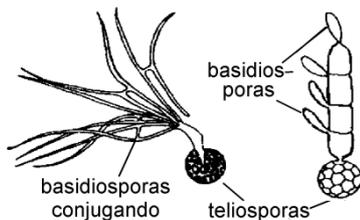


Figura 1-15. Esporas de los carbones.

## Líquenes

Son tradicionalmente considerados como una asociación mutualista entre hongos y especies fotoautotróficas (algas, cianobacterias), pero también pueden albergar otras comunidades microbianas (8).

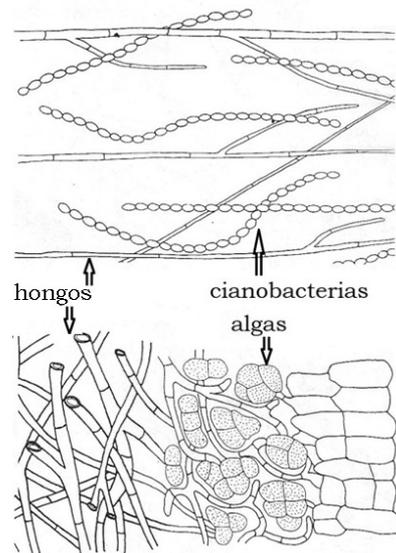


Figura 1-16. Cortes de líquenes (9).

## Observación microscópica

El lactofenol combina las propiedades de fijador, aclarante, colorante y líquido de montaje. Se prepara mezclando 20 g de cristales de fenol, 16 mL (20 g) de ácido láctico, 31 mL (40 g) de glicerina pura y 20 mL de una solución al 0,05% p/v de azul de algodón (azul soluble, azul de anilina) en agua. También se suele emplear agua, líquido para montar (acetato de potasio al 2% en agua 50 mL, glicerina 20 mL, etanol 96° 30 mL) o azul-láctico (azul de algodón 0,1 g, ácido láctico al 85% 100 mL). El colorante puede ser omitido, cuando las hifas del hongo son oscuras (4).

Se coloca una gota de lactofenol sobre un portaobjetos. Se toma con el gancho una pequeña porción del hongo y se lo pone en la gota. El portaobjetos se examina con una lupa, para dilacerar y acomodar el material de manera conveniente con la ayuda de dos agujas. Luego se calienta suavemente el portaobjetos sobre una llama pequeña y se deposita el cubreobjetos. Las esporas secas, pulverulentas, como las de *Aspergillus*, son difíciles de humedecer y pueden

incorporar burbujas de aire al líquido de montaje. Esto se evita tocando la gota de lactofenol con una varilla de vidrio humedecida en etanol.

Las preparaciones pueden convertirse en permanentes si se sellan los bordes con cuidado, utilizando esmalte para uñas incoloro, pero se deben aplicar por lo menos cinco capas dejando secar entre cada aplicación. El cubreobjetos debe tener 18 mm de lado para dar lugar al sellado. La superficie del portaobjetos que rodea al cubreobjetos y el margen de éste deberán estar limpios y secos. Si se colocó demasiado lactofenol, el exceso saldrá fuera de los bordes del cubreobjetos y afectará el sellado (6).

Para colorear ascosporas de levaduras se hace un extendido en el portaobjetos y se fija por calor. Se cubre con verde de malaquita al 1% y se calienta varias veces hasta que salgan vapores, durante unos 5 minutos. Luego se lava con agua y se coloca safranina al 1% dejándola un minuto. Se lava y seca la preparación antes de observar al microscopio (7).

## Referencias

1. García Rollan M. 1993. Manual para buscar setas. 4ª ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, p 399.
2. Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M. 1996. *Introductory Mycology*. J Wiley & Sons, pp 26, 61.
3. Barnett HL, Hunter BB. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. APS Press, St. Paul, Minnesota.
4. Kirk PM et al. 2001. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 9º ed. CAB International, Wallingford, Oxon.
5. Sutton BC. 1993. En: *The Fungal Holomorph*. Reynolds DR, Taylor JW, eds. CAB International, Wallingford, p 15.
6. Dade HA, Gunnell J. 1969. *Class work with fungi*. 2ª ed. CAB, Kew, Surrey.
7. Collins CH et al. 1999. *Collins and Lyne's Microbiological Methods*. 7º ed. Butterworth-Heinemann, Oxford, p 137.
8. Grube M, Berg G. 2009. *Fungal Biology Reviews* 23: 72-85.
9. Hudson HJ. 1986. *Fungal Biology*. Edward Arnold, London, p 198.