

# TRABAJOS PRÁCTICOS CON HONGOS

H.A. Dade - Jean Gunnell

Adaptación y actualización: Leonor Carrillo

*San Salvador de Jujuy*  
2003

Título original: "Class Work with Fungi"  
Edición 2ª, CAB, Kew, Surrey, England, 1969

Traducido por Ethel Alderete, 1987

# Contenido

Introducción.....	1
<b>PREPARACIÓN DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS.....</b>	<b>7</b>
Demostraciones.....	8
Medios.....	8
Preparación de los medios.....	9
Esterilización de los medios.....	10
Esterilización de las cajas.....	10
Vaciado de las placas.....	10
Cultivos en frascos o tubos.....	10
Medios naturales.....	11
Inoculación.....	11
Mantenimiento de los cultivos.....	11
Preparaciones microscòpicas.....	12
Microcultivos.....	13
<b>LISTA DE CULTIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>DICTYOSTELIOMYCETES.....</b>	<b>14</b>
Dictyosteliales.....	14
<b>CHYTRIDIOMYCETES.....</b>	<b>15</b>
Blastocladales.....	15
<b>OOMYCETES.....</b>	<b>15</b>
Peronosporales.....	16
Saprolegniales.....	18
<b>ZYGOMYCETES.....</b>	<b>19</b>

Mucorales.....	19
Zoopagales .....	25
Kickxellales.....	26
Entomophthorales .....	26
ASCOMYCOTA.....	26
SCHIZOSACCHAROMYCETES .....	27
SACCHAROMYCETES.....	27
ASCOMYCETES .....	28
Eurotiales .....	28
Onygenales.....	30
Pezizales.....	30
Hypocreales.....	31
Microascales.....	32
Sordariales.....	32
BASIDIOMYCOTA.....	34
BASIDIOMYCETES .....	34
Agaricales.....	34
Boletales.....	35
Hymenochaetales .....	35
USTILAGOMYCETES .....	35
Ustilaginales.....	35
UREDINIOMYCETES .....	35
Uredinales .....	35
HONGOS ANAMÓRFICOS .....	36
HYPHOMYCETES .....	36
COELOMYCETES.....	42

Hongos con picnidios.....	42
Hongos con acérvulas .....	43
<b>HONGOS COPRÓFILOS.....</b>	<b>45</b>
Observación y cultivo de los hongos del estiércol.....	52
<b>HONGOS PATÓGENOS DE LAS PLANTAS.....</b>	<b>53</b>
General .....	53
Chytridiomycetes .....	53
Oomycetes.....	53
Ascomycetes .....	54
Taphrinomycetes.....	56
Uredinio y Ustilaginomycetes .....	56
Basidiomycetes .....	57
Hongos anamórficos.....	58
<b>DEMOSTRACIONES FISIOLÓGICAS.....</b>	<b>59</b>
Poder destructivo de los hongos.....	59
Propiedades antibióticas de los hongos .....	59
Fototropismo .....	60
Producción de vitaminas.....	60
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>61</b>
<b>ESTRUCTURAS DE LOS HONGOS.....</b>	<b>62</b>
<b>CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS .....</b>	<b>68</b>
<b>MACROMICETOS.....</b>	<b>72</b>
Indice de los géneros ilustrados.....	78

# Introducción

El estudio de los hongos puede resultar tedioso y agobiante si la enseñanza es un mero aprendizaje de la taxonomía y se restringe a los pocos ejemplares del programa. En realidad, estos microorganismos son muy interesantes, no sólo por sus estructuras y ciclos biológicos sino también por su gran importancia en las actividades humanas. Un docente imaginativo puede hacer del trabajo práctico algo fascinante, presentando una variedad de especies hermosas e interesantes como organismos vivos, en cultivos fácilmente realizables, algunos de ellos dispuestos para demostrar los fenómenos naturales de manera espectacular. El uso exclusivo de preparados comerciales, los cuales son generalmente de mala calidad, tiene poco valor.

Muchos hongos son perjudiciales. Una gran cantidad de enfermedades del hombre y los animales son causadas por estos organismos. Hace poco tiempo se consideraba que las micosis humanas tenían escasa importancia siendo las más conocidas las tiñas (particularmente la de la piel llamada pie de atleta) y el muguet. Posteriormente, se diagnosticaron enfermedades más serias, tales como el pulmón de granjero, las micosis originadas por el uso prolongado de antibióticos y esteroides, y las infecciones fúngicas debidas a los trasplantes quirúrgicos. En los países tropicales y algunas regiones templadas existe también una cantidad de micosis, más o menos endémicas, que son responsables de infecciones graves y extensas.

La lista de las enfermedades de las plantas es muy larga y cada año se pierde una enorme cantidad de dinero en cultivos económicamente valiosos por los estragos de los parásitos fúngicos. Su control con una variedad de medios es llevado a cabo por un ejército de fitopatólogos y agricultores afanosamente ocupados. Algunas de estas enfermedades son reprimidas por rociado o fumigación con sustancias químicas. Para otras, el único método de control satisfactorio es la utilización de variedades resistentes del cultivo a sembrar. Con frecuencia, sin embargo, la resistencia es vencida por la aparición de mutantes del hongo patógeno y entonces se debe criar una nueva raza del cultivo. El mantenimiento del control es así una tarea de nunca acabar.

Los micromicetos también causan mucho daño a las materias primas, los productos comestibles y las mercancías manufacturadas de todas clases. La madera para construcción es dañada seriamente en las edificaciones húmedas por el hongo de la podredumbre seca y otros. Los postes telefónicos, cercos y diversos objetos de madera son destruidos por los hongos que pudren troncos. Los mohos estropean los comestibles almacenados. Casi todas las mercancías manufacturadas son dañadas cuando se las expone a las condiciones de temperatura y humedad que favorecen el crecimiento de los mohos. Los tejidos y otros materiales que contienen celulosa son alterados rápidamente por los hongos que pueden degradar esta sustancia. Los aparatos electrónicos dejan de funcionar cuando las hifas de los mohos inducen cortocircuitos y fuga de la corriente de alta tensión, y hubo que idear métodos de fabricación completamente nuevos para evitar este tipo de deterioro. Los instrumentos ópticos pueden volverse inservibles por los mohos que oscurecen las lentes y graban los vidrios. El tratamiento de tales artículos es probado regularmente en cámaras con temperatura y humedad controladas, inoculando los elementos de prueba con un grupo patrón de hongos. Por otra parte, la lista de los micromicetos útiles es larga y aumenta rápidamente.

En la naturaleza son responsables de la degradación de los restos vegetales a compuestos más simples para su reutilización futura. Las levaduras se han usado en la preparación de alimentos y

bebidas durante miles de años. Todos conocen la historia de la penicilina. La cepa original de *Penicillium notatum* (*P. chrysogenum*) aislada por Sir Alexander Fleming aún se mantiene en la colección de cultivos del International Mycological Institute de Gran Bretaña. Después, sin embargo, la penicilina se produjo a nivel industrial a partir de otras cepas mutantes que han sido obtenidas artificialmente mediante irradiaciones y dan un mayor rendimiento. Se utilizan mutantes artificiales de otros hongos para detectar minúsculas cantidades de vitaminas en fluidos corporales, etc, que se encuentran en concentraciones demasiado pequeñas para ser detectadas por métodos químicos.

En la industria muchos compuestos orgánicos valiosos se producen con la ayuda de los hongos. El caso más antiguo y simple es el del ácido cítrico que es formado por cepas especiales del hongo negro común *Aspergillus niger* a partir de los carbohidratos de los desperdicios.

Desde el descubrimiento de la penicilina se han encontrado muchos otros antibióticos producidos por los hongos, algunos de los cuales son de gran valor. Uno de ellos es la cefalosporina. Otro, fue la griseofulvina que dio buenos resultados para la eliminación de los hongos de las tiñas en la piel infectada (después se comprobó que es neurotóxica por vía oral).

Generalmente los docentes de biología no son especialistas en micología y con frecuencia experimentan dificultades en la demostración de los micromicetos durante sus clases. Para ayudarlos se han preparado las siguientes notas, en las que se indican los métodos simples para obtener cultivos, realizar demostraciones y hacer preparados microscópicos. Se incluye una lista comentada de las especies útiles que se pueden cultivar y crecen fácilmente en el laboratorio.

En la presente traducción se incorporaron figuras tomadas de varios autores ingleses.

Todos los hongos que se mencionan se encuentran en las colecciones internacionales a las cuales uno puede dirigirse para solicitar los catálogos completos que incluyen una gran cantidad de especies, variedades y formas fisiológicas de importancia en la taxonomía, la patología vegetal y la industria. En el país pueden obtenerse cepas de las colecciones de las Cátedras de Micología de algunas Universidades.

## Preparación de los trabajos prácticos

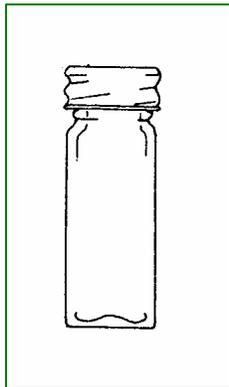
El docente no debe utilizar directamente los cultivos obtenidos de alguna colección o firma comercial como material de estudio. Siempre es recomendable y en general necesario, transplantar estos cultivos con anterioridad para que los órganos esporíferos se encuentren en un estado apropiado de desarrollo en el momento preciso. Este estado es con frecuencia efímero y el período de crecimiento que lo precede es variable. Sólo se pueden dar indicaciones aproximadas de este período pues depende de las condiciones de temperatura, luz y otros factores; por ello, es conveniente preparar dos o tres repiques a intervalos de uno o dos días. Los tiempos indicados en la Lista Comentada de los Hongos están basados en las observaciones del crecimiento a la temperatura ambiente (20 a 24°C) a menos que se indique otra circunstancia.

## Demostraciones

Para las demostraciones generales y los trabajos prácticos, los hongos se deben sembrar en cajas de Petri y no en tubos. El crecimiento suele ser mejor en la placa y es más fácil al acceso para extraer el material a examinar. La mejor manera de observar las características y el aspecto general de los cultivos es mediante una lupa estereoscópica con un poder de 20 a 30 x diámetro y una lámpara puntiforme. Bajo una lupa de este tipo, muchos cultivos en caja de Petri son muy hermosos y esto estimula el interés, tanto como una buena lámina de sus características. Tales lupas son invaluableles en todas las ramas de la biología y deberían encontrarse en cada establecimiento.

## Medios

En la mayoría de los casos el uso de los medios de cultivo con agar es preferible para una demostración conveniente. Estos medios se pueden preparar sin equipos complicados y sin mucha dificultad. Los recipientes más prácticos para conservar los medios con que se harán las placas de cultivo son los frascos de aproximadamente 30 mL con tapa a rosca de aluminio o baquelita y arandelas de goma negra (figura 1). Una vez que han sido esterilizados y las tapas ajustadas, el medio permanece estéril indefinidamente sin secarse mientras que cuando se lo conserva en tubos de ensayo con tapones de algodón se seca al poco tiempo y ya no puede ser utilizado.



Los frascos constituyen una gran ventaja cuando se emplean pequeñas cantidades de medio cada vez. Se puede preparar una tanda de medio, enfrascarlo y guardarlo hasta que sea necesario en otra ocasión. Se distribuye a razón de unos 15 mL de medio en cada frasco (los frascos estarán llenos hasta la mitad). Un litro de medio se distribuye en unos 60 a 65 frascos. Se pueden conseguir tubos con tapa de bakelita en las casas de productos para laboratorios.

Figura 1. Frasco de Mc Cartney

Como alternativa se pueden utilizar los frascos para medicinas de 60 o 120 mL que se consiguen en las farmacias. El tamaño de los mismos es muy útil si se preparan 3 ó 6 placas a la vez. Se recomienda evitar el uso de recipientes de mayor tamaño pues llevaría mucho tiempo el proceso de licuar el agar.

No se recomienda el uso de medios sintéticos preparados con sales minerales y carbohidratos para cultivos de clases. Es tedioso prepararlos y con frecuencia los hongos no crecen vigorosamente ni desarrollan sus formas típicas sobre ellos. Los medios con materiales orgánicos son más satisfactorios y fáciles de hacer. Los tubérculos, raíces y frutas contienen todas las substancias, incluidas las trazas de elementos que necesitan los hongos. Es forzoso incluir una fuente de carbono orgánico porque los hongos, al no tener clorofila, no pueden sintetizarla por sí mismos. Cuando se la suministra como azúcares generalmente estimula el crecimiento somático y tiende a suprimir la esporulación. Los hongos que se mantienen durante largo tiempo sobre medios azucarados con frecuencia se tornan estériles. Aunque los azúcares son utilizados comúnmente como en el conocido agar-papa-glucosa y otros medios útiles para las demostraciones, su uso debe evitarse en la medida de lo posible. El agar-papa-zanahoria no solo es bueno para la conservación de los hongos sino que también es excelente para la demostración de muchas especies pues reduce el micelio aéreo y estimula la esporulación.

El pan, antaño un medio útil para el cultivo de muchos hongos, hoy en día contiene casi invariablemente un fungistático, por lo que ya no puede ser usado con este fin. El agar-

excremento de conejo es de fácil preparación y útil para *Pilobolus*, *Sordaria* y varios otros hongos.

### Preparación de los medios

Cuando se usan vegetales o frutas para preparar los medios orgánicos, se los debe cortar o rallar antes de pesarlos. Las zanahorias se deben pelar pero sólo restregar las papas antes de rallarlas. Los vegetales se cuecen a fuego lento en un matraz sobre un baño de agua o en una cacerola de doble fondo durante 1 hora. Después se puede colar el medio por un tamiz o muselina, pero no se lo filtra pues conviene retener algo de materia sólida. La harina de maíz y la avena se harán pasar a través de una tela, retorciéndola. Luego se disuelve el agar en el medio mediante una ebullición adicional y se agrega el azúcar u otro ingrediente. Una vez cocido y colado, el medio esta listo para ser fraccionado. Los frascos se cargan a través de un embudo (es conveniente con un diámetro de 5 cm) sostenido por un aro ajustado con una nuez a un soporte universal. En el vástago del embudo se coloca un trozo de tubo de goma con una pinza de Mohr para controlar el flujo del medio. No hay que ensuciar la boca de los frascos con el medio porque favorece la contaminación.

Durante esta operación, el grueso del medio se debe mantener caliente en un baño de agua. Se colocarán unos 15 mL de medio en cada frasco de treinta mililitros. Si se usan otros recipientes se los llenará hasta la mitad. Después se ponen las tapas sin ajustarlas y los frascos están listos para la esterilización.

Cuando falta tiempo y se necesitan unos pocos frascos de medio, se pueden utilizar los medios deshidratados en polvo.

### Fórmulas

#### Agar-papa-zanahoria

Papa	15 g
Zanahoria	15 g
Agar	20 g
Agua	1 L

#### Agar-harina de maíz

Harina de maíz	25 g
Agar	20 g
Agua	1 L

#### Agar-estiércol de conejo

Agar	20 g
Agua	1 L

Colocar 3 a 4 boñigas en cada frasco de 30 mL, sin aplastarlas. Volcar encima el agar-agua. Inocular sobre las boñigas.

#### Agar-malta

Extracto de malta	20 g
Agar	20 g
Agua	1 L

#### Medios M/20 y M/40

Como agar-malta con 20 y 40 g de azúcar de caña, respectivamente.

#### Agar-avena

Harina de avena	40 g
Agar	20 g
Agua	1 L

#### Agar-papa-glucosa

Papa	200 g
Agua	1 L
Agar	20 g
Glucosa	20 g

**Agar-extracto de carne**

Extracto de carne	5 g
Peptona	10 g
Sal común	5 g
Agar	20 g
Agua	1 L

Mezclar la peptona y la sal con un poco de agua a 60°C hasta hacer una pasta. Añadir el extracto de carne, el agar y el agua.

**Esterilización de los medios**

Se puede llevar a cabo en una sola operación dentro de un autoclave o una olla a presión a 120°C durante 20 minutos, o en un recipiente cerrado cualquiera, por ebullición durante 20 minutos en cada uno de tres días consecutivos. Luego de apagar la fuente de calor se debe dejar los frascos en el autoclave o la olla hasta que la presión haya descendido al nivel ambiente. Luego de retirarlos se dejan enfriar antes de ajustar las tapas.

(N.T. La temperatura alcanzada por el vapor de agua a 2,066 kg/cm<sup>2</sup> de presión absoluta es 120,6 °C. La presión absoluta es la suma de la presión atmosférica del lugar y la indicada por el manómetro del autoclave.)

**Esterilización de las cajas**

Las cajas de Petri se pueden esterilizar por uno de los siguientes métodos. Se pueden calentar a 150°C durante 3 horas (ó 1 hora a 170°C) en un horno de aire caliente y se retiran cuando se enfriaron. Es útil un horno doméstico a gas o eléctrico. Antes de la esterilización las placas se deben colocar en latas (por ejemplo, las de leche) o envolverlas individualmente con papel. Sin embargo, el papel con frecuencia se torna quebradizo y se rompe, por lo que existe peligro de contaminación cuando se las guarda.

También se puede esterilizar las placas mojándolas con alcohol y secándolas rápidamente; o flameándolas con un mechero Bunsen. Pueden ser esterilizadas en frío por fumigación con formalina (vapores tóxicos), dejando dentro de las mismas pequeños trozos de algodón embebidos en el fumigante durante toda la noche. La mañana siguiente se sacan y airean las placas (en un ambiente aséptico).

Una alternativa recomendada es el uso de las cajas de Petri plásticas (poliestireno) ya esterilizadas que venden los proveedores de laboratorios. Se usan sólo una vez y luego se desechan. Si no se dispone de cajas de Petri, se puede sustituirlas por los frascos achatados con tapa a rosca de algunos productos comerciales. Las tapas se dejarán ligeramente flojas mientras crecen las hongos para permitir la respiración.

**Vaciado de las placas**

Cuando las cajas están listas, se colocan los frascos en una cacerola con agua hirviente hasta fundir el medio y luego se dejan enfriar hasta 65°C. Después de flamear las tapas y bocas de los frascos, se vierte el medio en las cajas y se deja endurecer. Se debe levantar la tapa de las placas sólo lo suficiente para introducir la boca de los recipientes, reduciendo así el riesgo de contaminación. (N.T. Los medios también se puede fundir en un horno de microondas.)

**Cultivos en frascos o tubos**

En algunos casos (por ejemplo *Neurospora*) es preferible el cultivo en frascos o tubos en vez de las cajas de Petri. Son convenientes los frascos que se utilizan para guardar los medios. Se pueden conseguir tubos de 20 mL de capacidad con tapa a rosca en los comercios especializados. Se colocan unos 7 mL del medio en cada uno y después de la esterilización se dejan enfriar en

posición inclinada hasta que solidifique el agar. Luego de la inoculación no se debe ajustar las tapas a rosca para permitir la aireación.

### **Medios naturales**

No siempre es necesario utilizar medios con agar. En realidad, muchas veces se obtiene mejor desarrollo sobre rebanadas de zanahoria, granos de cereales (especialmente maíz) o aún sobre papel absorbente hervido y embebido con decocciones de vegetales y frutas. Las zanahorias constituyen un medio excelente. Las rebanadas se deben tratar en autoclave o hervir durante 20 minutos cada uno de tres días consecutivos, para destruir las bacterias esporuladas generalmente presentes sobre las zanahorias. El maíz se debe hervir hasta que esté tierno. Es suficiente unos veinte minutos.

Una forma conveniente de preparar el material para los trabajos prácticos es cultivar los hongos sobre un puré de vegetales cubierto con celofán. Se hierva maíz o una mezcla de zanahorias y papas, o bien avena molida, hasta que están blandos. Se hace un puré y se vuelve a hervir agregando suficiente agua para que se forme una crema. Esta se coloca en una caja de Petri u otro recipiente cerrado, previamente esterilizado. Se hierva un trozo de celofán permeable al agua (del tipo usado para cubrir los potes de conservas). Se lo retira del agua con una pinza recién flameada y se la extiende sobre la superficie del puré. Se siembra el hongo sobre el celofán. Así se obtiene un desarrollo limpio, libre del medio, y si se lo desea se puede retirar el celofán llevando el cultivo intacto. Con frecuencia es conveniente cortar con tijeras los trozos de celofán con el hongo adherido y montarlos sobre portaobjetos, sin perturbar el desarrollo.

### **Inoculación**

Un buen instrumento para las inoculaciones es un alambre de nicrom (medida 20) doblado como un gancho en la punta y montado en un mango incombustible. Inmediatamente antes de usarlo se lo debe flamear hasta que se torne rojo y luego enfriar (cerca de la llama). La boca del frasco o tubo que va a recibir el cultivo también debe ser flameada después de abrirlo. Con el gancho se toma un pequeño manojito del crecimiento del hongo y se siembra sobre el agar. Para reducir el peligro de contaminación con los esporos llevados por el aire, la tapa de la caja de Petri debe ser abierta únicamente en una habitación donde no haya corrientes de aire y levantada sólo lo suficiente para permitir la introducción del gancho.

Algunas veces solo es necesario tocar con el gancho un punto del sustrato en el centro de la placa. Esto se indica en la Lista de Cultivos con la expresión “sembrar en un punto”. En otros casos, cuando el crecimiento del hongo es restringido, es mejor inocular el medio en varios puntos o extender el inóculo en rayas. Esto se indica con la expresión “sembrar en estría”.

### **Mantenimiento de los cultivos**

Considerando el peligro de contaminación con los mohos perjudiciales, la infestación por los ácaros y la degeneración de los hongos, el mantenimiento de las cepas requiere la supervisión de un micólogo. De todos modos, si se aventura, los cultivos se deben hacer sobre agar inclinado en tubos o frascos, con tapas. En lo posible se debe evitar el empleo de medios muy azucarados y los trasplantes se harán cada tres meses. Los cultivos se deben guardar protegidos del polvo y la humedad.

Para conservar las cepas es necesario emplear medios con agar, pues sobre el maíz, el pan u otros sustratos naturales, los hongos se secan y con frecuencia mueren al poco tiempo. La mayoría de los cultivos pueden mantenerse vivos por un período más largo cubriéndolos con vaselina esterilizada. La capa de vaselina no debe tener más de un centímetro de espesor porque sino afectaría a la colonia fúngica.

## Preparaciones microscòpicas

### Lactofenol

La manera más fácil de realizar preparaciones microscópicas para los trabajos prácticos es montándolos en lactofenol, al cual se incorporó el colorante azul de algodón (azul soluble). Este líquido combina los agentes: fijador, aclarador, colorante y de montaje. Las preparaciones con lactofenol pueden convertirse en permanentes si se sellan los bordes con cuidado.

El lactofenol 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 en agua. La solución de azul de algodón puede ser omitida con ventajas, cuando las hifas del hongos son coloreadas y es conveniente tener dos frascos de lactofenol sobre la mesa, uno con colorante y otro sin él. Se lo debe conservar en un frasco de vidrio pardo con un gotero fijado en la tapa a rosca.

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 un microscopio de disección 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 los de *Aspergillus*, son difíciles de humedecer y pueden incorporar burbujas de aire al líquido de montaje. Esta dificultad puede evitarse tocando la gota de lactofenol, después de haber incorporado el hongo, con una varilla de vidrio mojada (pero no goteando) en alcohol o acetato de etilo.

### Sellado

Las resinas que contienen los cementos para el sellado de las preparaciones no son adecuadas para el lactofenol pues este las disuelve lentamente, aunque sean satisfactorias para otros líquidos de montaje. Con el tiempo el ejemplar se oscurece debido a que se liberan miríadas de gotas oleosas y los colorantes incorporados en el líquido de montaje se destiñen. Un cemento satisfactorio es el esmalte para uñas, pues se adhiere bien al vidrio, no se resquebraja, tampoco reacciona con el lactofenol ni afecta al azul de algodón.

Los cubreobjetos no deben exceder los dieciocho milímetros de lado, para dar lugar al sellado. La superficie del portaobjetos que rodea al cubre y el margen de este que se cubrirán con la laca, deberán estar limpios y secos o el cemento no se adherirá. La primera capa debe ser de esmalte incoloro, pues si una pequeña cantidad se introduce debajo del cubreobjetos por disminución de la tensión superficial, al tardar en secarse parte del colorante se mezclará con el lactofenol. Se deben aplicar por lo menos cinco capas más y es conveniente que las últimas sean coloreadas, así el sello será más visible. Si se colocó demasiado lactofenol, el exceso saldrá fuera de los bordes del cubreobjetos y se debe absorber con papel secante. Se coloca un trozo del papel sobre el portaobjetos, se lo sostiene por un extremo para que no se mueva y se aplica una leve presión sobre los bordes del cubreobjetos (no en el centro) con un dedo de la mano libre, hasta que desaparezca el exceso de lactofenol. Se aplica una banda estrecha de esmalte incoloro sobre el perímetro del cubreobjetos y en la zona adyacente del portaobjetos y se deja endurecer. Esto no forma un sello pero se adhiere lo suficientemente bien para mantener con firmeza al cubreobjetos en su lugar durante el paso siguiente que consiste en lavar la preparación bajo el grifo para quitar todo rastro de lactofenol. Finalmente se lo enjuaga con agua destilada, se elimina la humedad con el borde de un trozo de papel absorbente y se termina de secar al aire. Luego se puede completar el sellado aplicando bandas anchas del cemento.

La mejor manera de conservar la laca es en los frasquitos de esmalte para uñas con pincel incluido o, si las provisiones se compran a granel, se puede guardar en un frasco de bálsamo con

la tapa engastada, protegido de la luz intensa que desvanece al colorante. Si se torna muy espeso debido a la evaporación de los solventes, puede ser desleído ligeramente con una mezcla de 2 volúmenes de acetato de amilo y 3 volúmenes de acetona. Un pincel apropiado para aplicar el esmalte es uno suave para acuarelas, n°3. Para no tener que limpiar el pincel cada vez que se lo usa, se lo puede colocar en un frasco sobre acetona, no dentro, y los vapores de la misma impedirán que se seque la laca. Una manera práctica de hacerlo es introducir el pincel en un corcho perforado que encaje en la boca de un tubo o frasco pequeño con acetona, así el pincel estará listo para usarlo en cualquier momento.

Debido a que este método requiere la aplicación de varias capas, el esmalte de uñas suele ser reemplazado por unos productos especiales para sellar. Generalmente se colocan después que se han secado las dos primeras capas de esmalte para uñas y le dan más firmeza y durabilidad al sello.

### Microcultivos

Las estructuras esporíferas, especialmente las de los hongos mitospóricos, son extremadamente delicadas y se rompen con facilidad cuando se las manipula. Es por eso que muchas especies inferiores se hacen crecer sobre portaobjetos microscópicos así esta montado *in situ* para su observación.

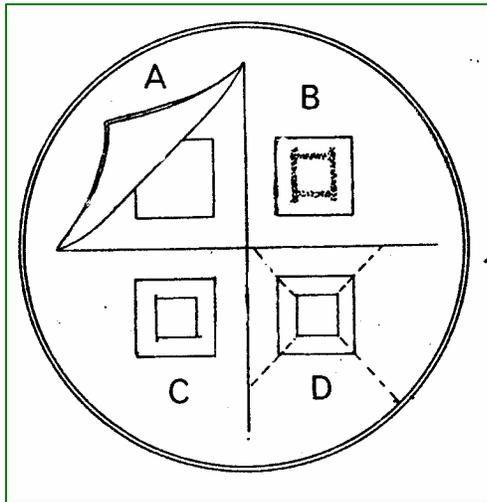


Figura 2. Placa de agar para cultivos en cubreobjetos. A, aleta de agar levantada y cubreobjetos insertado. B, cuadrado dibujado en el fondo de la caja con un lápiz de cera. C, agujero cuadrado cortado en el agar sobre el centro del cubreobjetos. D, líneas punteadas que muestran los cortes hechos en el agar

Se moldea una placa con el medio conveniente. Se cortan dos hendiduras perpendiculares en el agar con un bisturí flameado (figura 2). Se levantan una a una las aletas triangulares formadas por los cortes y se introduce debajo de cada una de ellas un cubreobjetos flameado. Se da vuelta la placa y se ve la posición de los cubreobjetos a través del vidrio, entonces se dibuja con

un lápiz de cera unos cuadrados de diez milímetros de lado en el centro de los cubreobjetos. Las marcas de lápiz se ven a través del medio, lo que permite cortar y retirar los trozos de agar de ese tamaño. Se siembra un el centro de la placa y se incuba. El crecimiento se extiende gradualmente sobre el área expuesta de cada cubreobjetos y puede ser examinado con un microscopio de disección. Una vez desarrollado lo suficiente, se retiran los cubreobjetos cortando el agar que los rodea (y separando las hifas si fuera necesario) y se montan de la manera habitual. Cuando se sellan los preparados debe seguirse el procedimiento descrito para trabajar con los cubreobjetos húmedos.

Es preferible la aplicación de otro método que utiliza una técnica algo distinta para obtener el crecimiento en los bordes del cubreobjetos y no en el centro. Sobre un portaobjetos flameado se coloca una gota pequeña de agar nutriente fundido o una raspadura de zanahoria esterilizada o mejor, un pequeño cuadrado de 10 mm de lado que se corta de una placa de agar estéril. Se inoculan los bordes con el hongo (figura 3). Luego se coloca un cubreobjetos que ha sido esterilizado por inmersión en alcohol y flameado. El portaobjetos se apoya sobre unas cortas varillas de vidrio en una caja de Petri. estéril donde, para mantener la humedad, se colocó en el

fondo un disco de papel absorbente hervido y mojado. El hongo crece en el espacio entre el cubre y el portaobjetos. Cuando ha crecido lo suficiente, se retira el cubreobjetos y se descarta el medio, quedando así una parte del hongo adherido al portaobjetos y otra al cubre, como para hacer dos preparaciones. Se coloca el cubreobjetos sobre una gota de lactofenol en un portaobjetos limpio. Sobre el portaobjetos donde creció el hongo, se deposita lactofenol y un nuevo cubreobjetos.

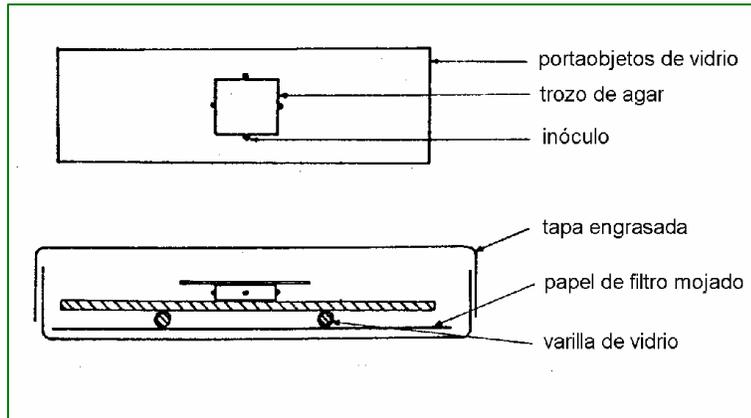


Figura 3. Preparación de un microcultivo

## Lista de cultivos

En esta enumeración se incluyen la mayoría de las formas mencionadas en los programas y también otros organismos que puedan ser útiles para demostrar la morfología de los hongos y estimular el interés. Se les ha ordenado de acuerdo a la clasificación reconocida por el “Ainsworth & Bisby’s Dictionary of Fungi” 9ª edición.

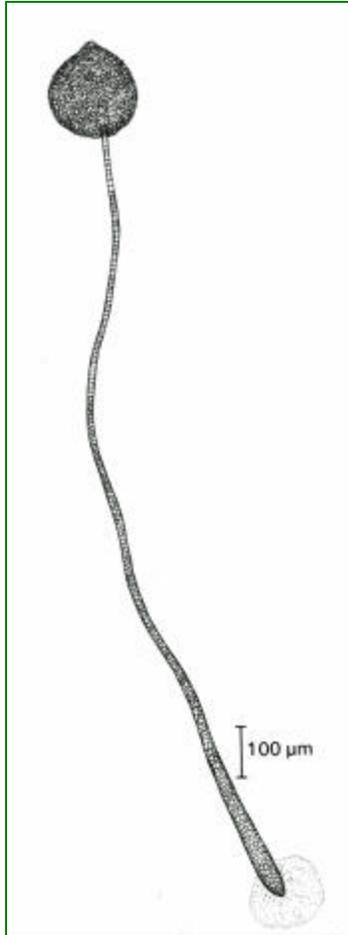
Cuando se solicitan cepas a una Colección de Cultivos hay que tener en cuenta que no siempre se encuentran listas para su entrega, sino que se deben hacer los repiques una vez que se recibe el pedido y se necesitan tres semanas, como mínimo, para realizar los controles necesarios y en algunos casos hacer nuevos cultivos. Si no tienen las cepas requeridas, generalmente pueden proveer otras adecuadas. En algunas escuelas y universidades al promediar el verano se empieza a preparar los cultivos que utilizarán en otoño. Hay parásitos obligados tales como *Albugo*, *Peronospora* y royas, que no pueden cultivarse normalmente *in vitro* y se deben estudiar sobre sus plantas hospedadoras. Ninguna Colección de Cultivos provee esta clase de material, el que puede recolectarse u obtenerse de firmas comerciales de productos biológicos. Otros hongos mencionados en esta lista pueden crecer en medios artificiales pero es mejor observarlos en el material recién recolectado. En estos casos se debe hacer el pedido únicamente cuando no es posible obtenerlos.

### DICTYOSTELIOMYCETES

Se trata de organismos del reino Protozoa tradicionalmente estudiados por los micólogos.

#### Dictyosteliales

*Dictyostelium discoideum* (figura 4) Este organismo se alimenta de bacterias (*Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*) que deben incluirse en el cultivo. Las huellas del pseudoplasmodio



emigrante y el desarrollo de los soróforos se pueden observar fácilmente con un microscopio, en los cultivos sobre agar-estiércol de conejo. Es difícil realizar preparados con los soróforos maduros. También se lo puede aislar del suelo extendiendo un cultivo de bacterias sobre una placa de agar nutritivo y depositando en el centro un grano de suelo húmedo.

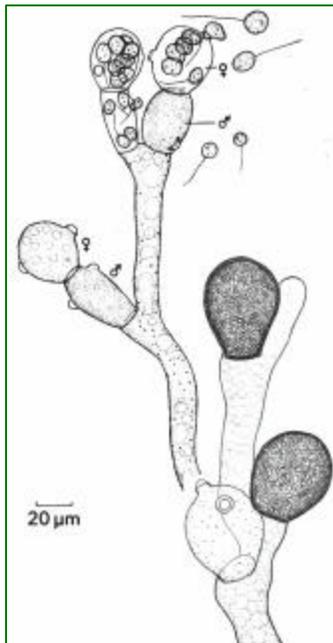
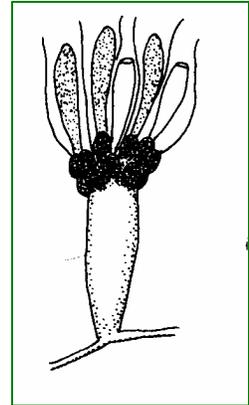
Figura 4. *Dictyostelium* sp. Sorocarpo mostrando un soróforo que sostiene al soro. (según Webster)

## CHYTRIDIOMYCETES

### Blastocladales

*Blastocladia* (figura 5) se encuentra comúnmente en aguas ligeramente alcalinas (pH 7 a 8). Con frecuencia se lo obtiene sumergiendo canastos galvanizados pequeños o latas agujereadas con manzanas o tomates, en un estanque o arroyo durante dos semanas en invierno. La presencia de *Blastocladia* se reconoce por la formación de pústulas blanquecinas características sobre los frutos.

Figura 5. *Blastocladia pringsheimii*. Hipnosporos, cerdas y cinco zoosporangios, dos de los cuales se han desprendido de sus esporas.

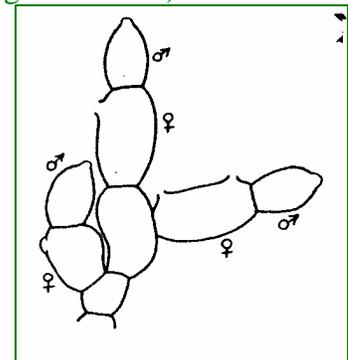


*Allomyces arbusculus* (figura 6) produce abundantes esporangios de resistencia en 5 a 6 días sobre agar-avena, ocasionalmente forma gametangios femeninos y masculinos hipóginos.

Figura 6. *Allomyces arbusculus*. Esporangios de resistencia. Gametangios femeninos y masculinos. (según Webster)

*Allomyces macrogynus* (figura 7) origina abundantes gametangios femeninos y masculinos epíginos en 5 a 6 días sobre agar-avena.

Figura 7. *Allomyces macrogynus*. Gametangios masculinos y femeninos, en dos de los últimos se produjo el desprendimiento de las gametas.



## OOMYCETES

Comprende organismos considerados como pseudohongos pertenecientes al reino Chromista. Es difícil o imposible obtener el desarrollo de algunos oomicetos en cultivo artificial, por lo que se deben estudiar sobre sus hospedadores o substratos

naturales. Unas pocas especies esporulan en el medio de cultivo con agar, otras deben ser cultivadas en agua, generalmente con el agregado de una “carnada” apropiada.

Si no hay crecimiento o no se produce la liberación de las esporas en los cultivos acuáticos, significa que el agua empleada no era la propicia para su desarrollo. El agua destilada ordinaria es un medio antinatural y generalmente un ambiente tóxico. En algunos lugares el agua corriente tratada en autoclave es muy conveniente. Sin embargo, el medio más aconsejable es la mezcla esterilizada de una parte de agua de estanque filtrada y dos partes de agua destilada en un recipiente de vidrio.

Las semillas de cáñamo eran la carnada comúnmente empleada, pero también son útiles otras semillas pequeñas tales como las de cebolla, amapola, berro o girasol. Se hierven las semillas en agua corriente durante unos 10 minutos para eliminar microorganismos, luego se las toma con una pinza estéril y se las coloca en una caja con agua. Se aplasta las más grandes entre los dedos pulgar e índice (previamente sumergidos en alcohol) hasta que se rompa la cáscara de la semilla y emerja el hipocótilo. El subcultivo o repique, en agar o agua, se hace cortando un pequeño trozo de agar sobre el cual ha crecido el hongo.

### Peronosporales

Los hongos seleccionados de este grupo son generalmente, *Pythium* y *Phytophthora*, algunas de cuyas especies producen sus esporas características en los cultivos artificiales. *Albugo* (figura 8), *Bremia* (figura 9) y *Peronospora* (figura 10) son parásitos obligados y no se pueden cultivar mediante las técnicas de cultivo comunes.

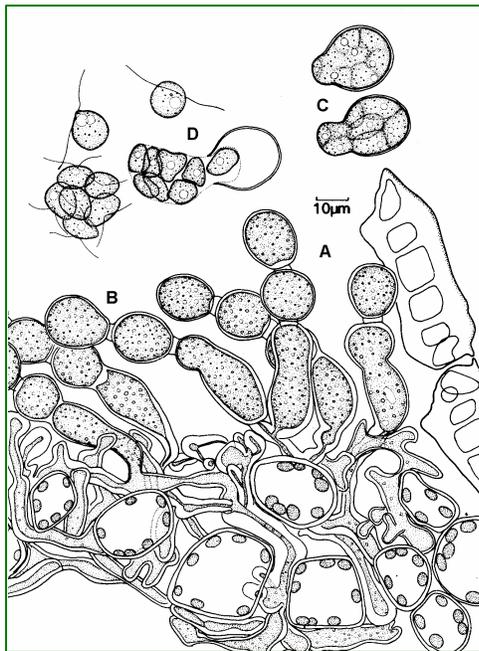
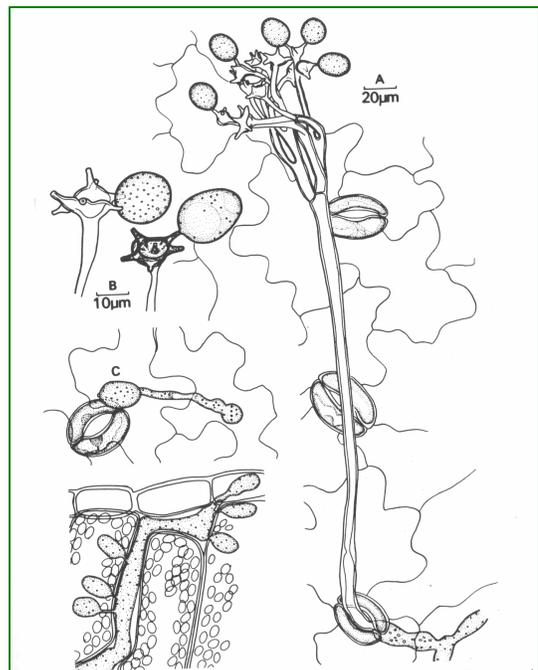


Figura 9. *Bremia lactucae*. A, esporangióforo con esporangios. B, detalle. C, esporangio germinando. (según Webster) ➡

➡ Figura 10. *Peronospora parasitica*. Esporangióforo con esporangios. (según Webster)

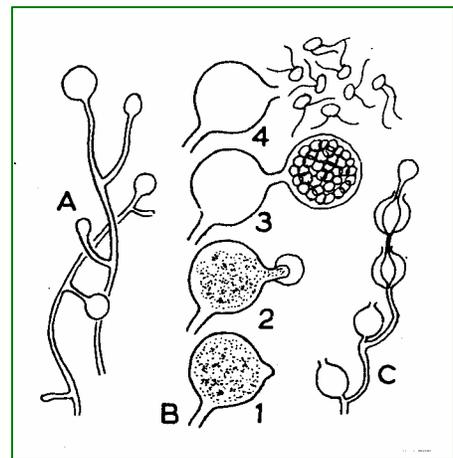
➡ Figura 8. *Albugo candida*. A, corte de un soro de esporangios (ampolla) en una hoja de crucífera mostrando las cadenas de esporangios y la epidermis (e). B, cadena de esporangios. C, esporangio mostrando la división de su contenido. D, esporangio liberando zoosporas. (según Webster)



*Pythium*. Algunas veces es difícil inducir en el cultivo la producción de todas las formas de esporas en una sola especie y es mejor entonces utilizar dos especies para demostrar la biología completa del género. Se debe evitar que la temperatura sea superior a los 20°C. Las especies recomendadas son *P. middletonii* y *P. ultimum*.

*Pythium middletonii* (figura 11) Los esporangios se producen generalmente sobre los trozos de agar-harina de maíz o agar-avena en agua. Se cortan pequeñas porciones del cultivo y colocan en una caja con agua estéril que se mantiene en un lugar frío, donde después son liberadas las zoosporas. Un método sustituto más satisfactorio utiliza las semillas de girasol hervidas y partidas. Se colocan las semillas rotas y estériles en el margen de crecimiento de un cultivo durante 24 hs. Luego se les transfiere a una placa con suficiente agua estéril como para cubrir las. Se produce entonces una cosecha de esporangios que continúan liberando esporas durante varias horas. Se puede renovar esta actividad cambiando el agua.

Figura 11. *Pythium middletonii*. A, esporangios sobre esporangióforos ramificados. B, formación y liberación de zoosporas: (1) el esporangio forma una papila, (2) el extremo se ensancha produciendo una vesícula de pared delgada, (3) zoosporas en desarrollo, (4) liberación de zoosporas. E, proliferación a través de los esporangios vacíos. ➔



*Pythium debaryanum* (figura 12 A-C) Es posible que esta especie no produzca ningún tipo de esporas en los medios con agar. Cuando se inoculan semillas de berro que estuvieron en

germinación durante 48 hs sobre papel de filtro estéril o bien suelo esterilizado en autoclave, se producen los esporangios unos tres días después. Ocasionalmente se forman oogonios y anteridios paráginos. Esta especie no se recomienda para un trabajo práctico general.

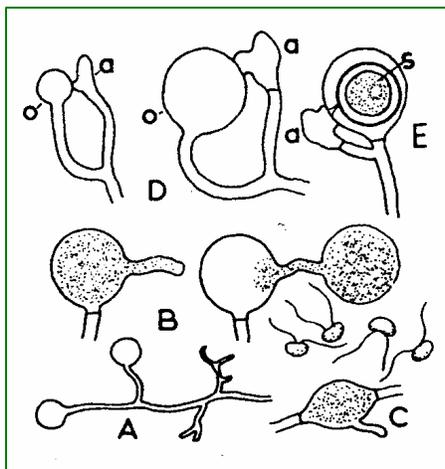


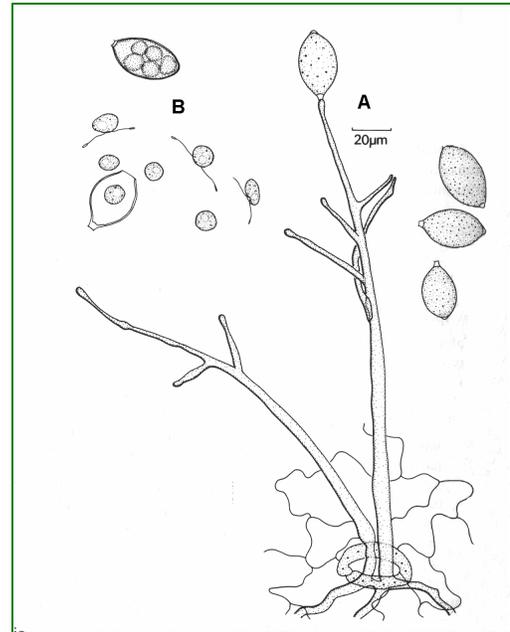
Figura 12. *Pythium debaryanum*. A, esporangios desarrollándose sobre el micelio. B, un esporangio forma un tubo de descarga, su extremo se expande para dar una vesícula en la que se producen las zoosporas y éstas son liberadas cuando estalla. C, esporangio intercalar. *Pythium* sp.: D, etapas en el desarrollo del oogonio (o) y el anteridio

(a), un par joven y otro maduro. *P. ultimum*: E, anteridio (a) y oospora (s).

*Pythium ultimum* (figura 12 E) Se producen oogonios y anteridios sobre agar-avena después de unos pocos días.

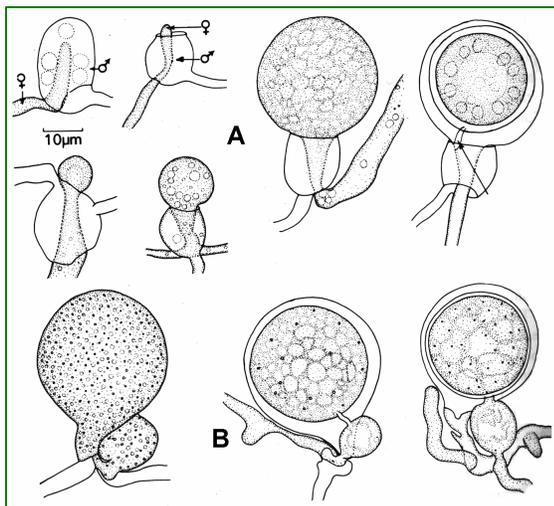
*Phytophthora*. Algunas especies, como el organismo del tizón de la papa *P. infestans* (figura 13), son difíciles de cultivar y necesitan medios especiales para esporular *in vitro*, por lo que deben ser estudiadas sobre las plantas hospedadoras.

**Figura 13. *Phytophthora infestans*: A, esporangios sobre esporangióforo ramificado que crece sobre la superficie de una hoja de papa. B, esporangios y zoosporos.** (según Webster) ➔



La estructura y función de los esporangios y zoosporas, los oogonios y anteridios, se pueden observar de manera satisfactoria en las especies que crecen fácilmente sobre los medios artificiales, entre los cuales los mejores son agar-avena o agar-harina de maíz. Algunas especies como *P. cactorum* y *P. erythroseptica* son homotáticas y forman fácilmente oosporos en los cultivos. Cuando no se forman esporangios sobre el agar, generalmente se los puede obtener cortando un pequeño trozo de cultivo, con un bisturí o una aguja estéril, y transfiriéndolo a una caja con agua estéril. Las temperaturas mencionadas abajo son las óptimas para el cultivo sobre agar, pero aquéllas para la formación de los esporangios y la emisión de las zoosporas son menores.

*P. nicotianae*. En el medio de cultivo los esporangios se producen a los pocos días. *Phytophthora erythroseptica* (figura 14 A) En el medio de cultivo se producen los oogonios y anteridios anfíginos. En agua se forman los esporangios (temperatura óptima 27,5°C). *Phytophthora cactorum* (figura 14 B) Los esporangios, oogonios y anteridios paráginos se producen a los pocos días (temperatura óptima 25°C).



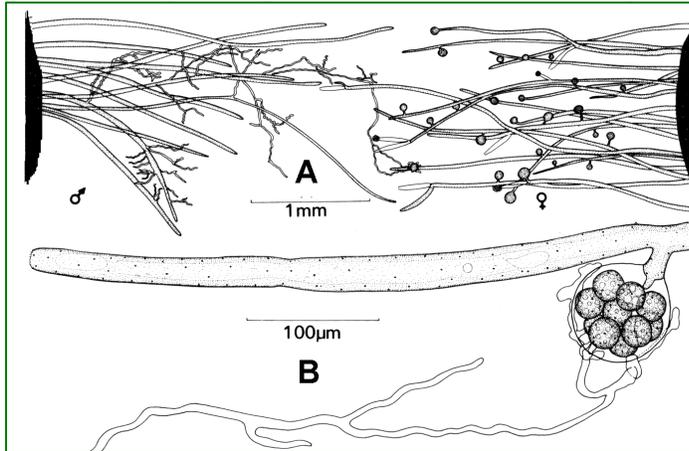
➔ **Figura 14. *Phytophthora erythroseptica*: A, oogonios y anteridios anfíginos. *P. cactorum*: B, oogonios y anteridios paráginos.** (según Webster)?

*Phytophthora megasperma*. Los oogonios grandes, algunos con anteridios anfíginos pero la mayoría con anteridios paráginos, se forman sobre agar aunque ocurre más rápido sobre las semillas en agua. Suele verse proliferación a través de los esporangios vacíos.

### Saprolegniales

Los mohos acuáticos tales como *Saprolegnia* y *Achlya* pueden colonizar en pocos días unas semillas hervidas que están flotando en una caja con agua de estanque. (También son comunes algunas especies de *Pythium*.)

*Achlya ambisexualis* masculino y femenino (figura 15) Sobre los medios ordinarios no se produce ninguna esporulación. En las semillas puestas en agua se forman los esporangios con zoosporas nadadoras a las 48 horas. Las zoosporas colonizan las semillas y tres o cuatro días después se pueden ver los oogonios y anteridios. Se deben examinar *in situ* al microscopio con un objetivo de 5 a 10 x.



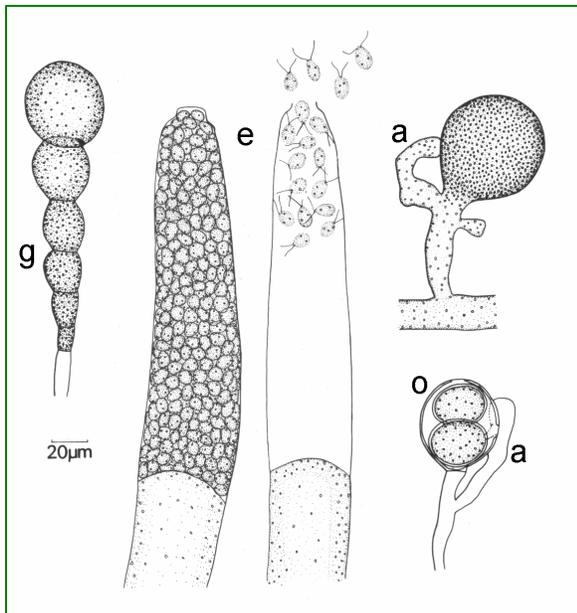
Las zoosporas colonizan las semillas y tres o cuatro días después se pueden ver los oogonios y anteridios. Se deben examinar *in situ* al microscopio con un objetivo de 5 a 10 x.

Figura 15. *Achlya ambisexualis* A, dos micelios distintos enfrentados. B, los anteridios circundan a un oogonio que contiene oosporas. (según Webster)

*Saprolegnia litoralis* (figura 16) Sobre agar-harina de maíz se producen los oogonios y anteridios, pero se desarrollan muy lentamente dando un crecimiento atrofiado. Los oogonios maduran en seis semanas. Sobre las semillas en agua (pH 3,5 a 4) se forman los esporangios dentro de las 48 horas. Los esporangios se pueden montar pero, si es posible, conviene observar la descarga de las zoosporas *in situ* con un objetivo de microscopio de 5 a 10 x.

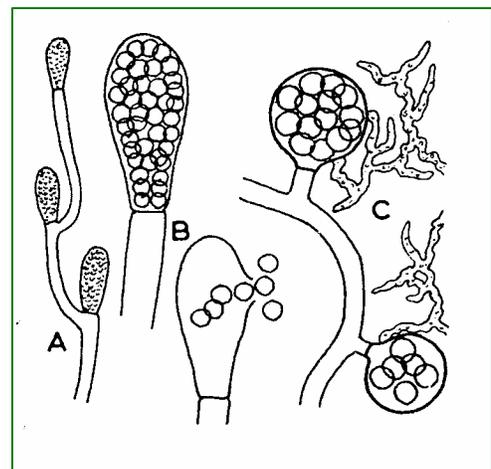
Los esporangios se pueden montar pero, si es posible, conviene observar la descarga de las zoosporas *in situ* con un objetivo de microscopio de 5 a 10 x. Los oogonios y anteridios comienzan a formarse casi simultáneamente con los esporangios y se puede ver todas las etapas después de 4 a 5 días. Se los debe examinar *in situ*, aunque también se los puede montar.

Figura 16. *Saprolegnia litoralis*. Anteridios (a), oogonios (o) con oosporas, gemas (= clamidosporas intercalares) (g), esporangio (e) emitiendo zoosporas. (según Webster)



*Thraustotheca clavata* (figura 17) produce oogonios y anteridios sobre agar-avena. Los oogonios maduran dentro de los seis días.

Figura 17. *Thraustotheca clavata*. A, esporangióforo. B, esporangios, uno de ellos liberando esporas. C, anteridios y oogonios con oosporas. ➡



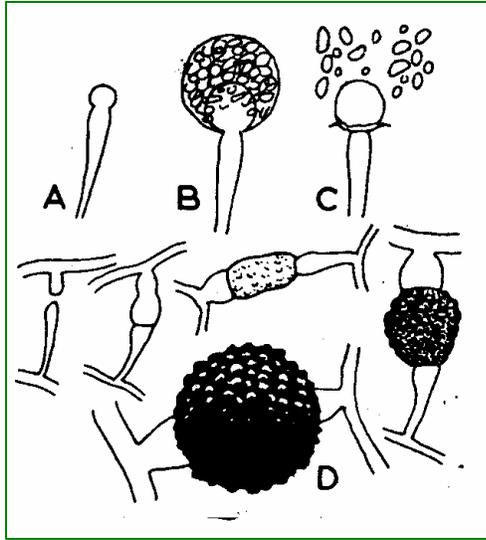
## ZYGOMYCETES

### Mucorales

La mayoría esporulan fácilmente en los cultivos y se recomiendan todas mencionadas a continuación. En

algunos casos se deben obtener las cepas de polaridad opuesta, marcadas (+) y (-), pues cuando se las siembra en los lados enfrentados de una caja de Petri, se producen las zigosporas a lo largo de la línea donde se encuentran los micelios.

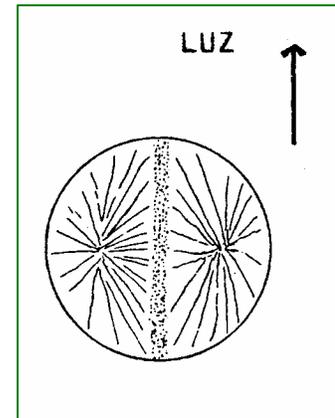
*Mucor hiemalis* (+) y (-) (figura 18). Sobre agar-papa-glucosa o agar-malta se producen las zigosporas apenas se encuentran los dos micelios, lo que ocurre aproximadamente después de 3 días. A los 5 días se puede ver a través de la base de la caja, una línea oscura de zigosporas maduras (figura 17). Se puede encontrar a las zigosporas apartando los esporangios con una aguja. Se los verá sobre la superficie del agar de donde se los puede tomar para montarlas. Las



zigosporas se forman fácilmente entre le parte inferior de unos granos de maíz hervidos y el vidrio. No se producen zigosporas sobre algunas marcas comerciales de agar-papa-glucosa y agar-malta. En la figura 19 se muestra la distribución en la placa.

Figura 18. *Mucor hiemalis* A, esporangióforo en desarrollo. B, esporangio maduro. C, esporangio roto mostrando la columela y las esporas. D, etapas en el desarrollo de una zigospora.

Figura 19. *Mucor hiemalis*. Cultivo en caja de Petri mostrando los zigosporos a lo largo de la línea de reunión de los dos micelios.



*Mucor mucedo* (figuras 20 y 21) Es una especie mencionada comúnmente en los libros de texto, pero no es conveniente pues necesita más tiempo para

formar las zigosporas que el *M. hiemalis* y su producción es menos abundante.

Figura 20. *Mucor mucedo* A, esporangio inmaduro. B, esporangio roto con esporas. (según Webster).

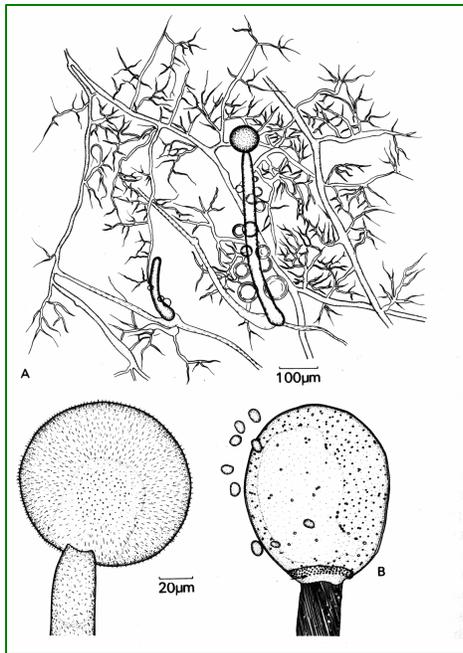
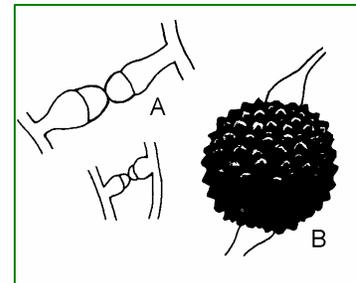
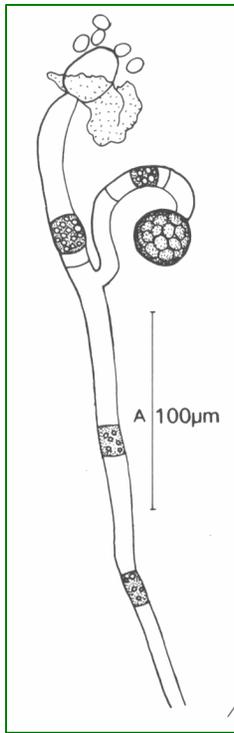


Figura 21. *Mucor mucedo*. A, etapas en el desarrollo de una zigospora. B, zigospora madura.



*Mucor bacilliformis* es una especie homotática que produce zigosporas maduras en siete días sobre agar-papa-glucosa o agar-malta.

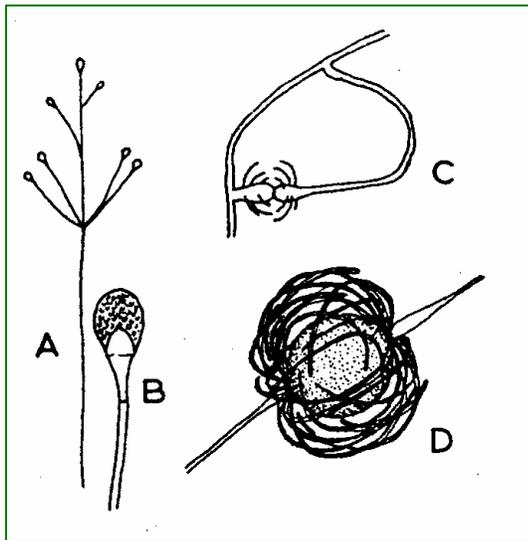
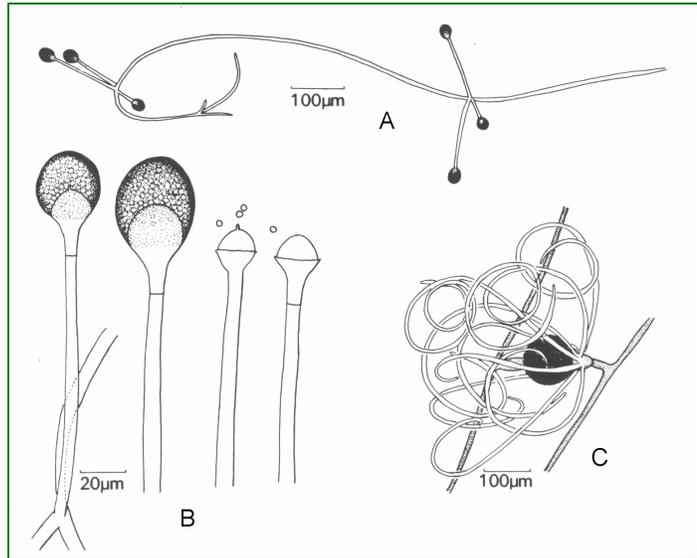
*Mucor racemosus* (figura 22) Una característica de esta especie es la formación de clamidosporas intercalares.



☛ Figura 22. *Mucor racemosus*. Clamidosporas en las hifas. (según Webster)

*Absidia glauca* (+) y (-) (figura 23) Sobre agar-papa-glucosa o agar-malta las zigosporas se desarrollan totalmente en unos 12 días, sobre las hifas aéreas y entre los largos esporangióforos.

Figura 23. *Absidia glauca* heterotálica. A, hifa. B, esporangios. C, zigospora madura con apéndices. (según Webster) ☛



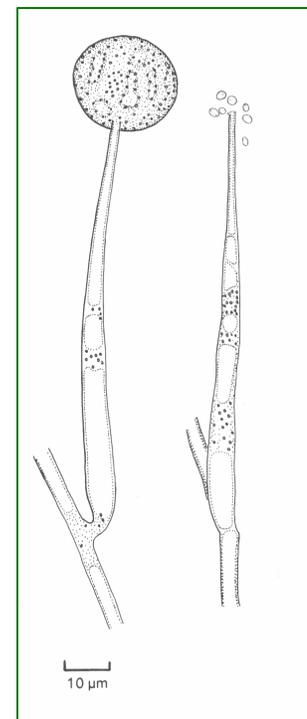
*Absidia spinosa* (figura 24) es una especie homotálica que sobre agar-papa-glucosa o agar-malta produce zigosporas en unos 10 a 14 días.

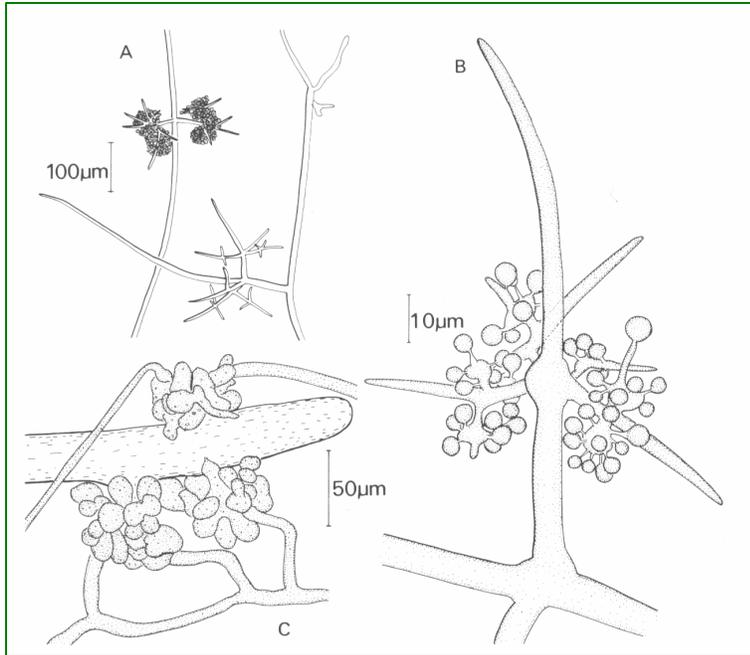
☛ Figura 24. *Absidia spinosa* homotálica. A, aspecto del esporangióforo. B, esporangio. C, etapa inicial en la formación de una zigospora. D, zigospora madura con apéndices.?

*Mortierella renispora* (figura 25) Produce esporangios sobre agar-papa-zanahoria o agar-harina de maíz en una semana. También forma zigosporas sobre agar-harina de maíz.

Figura 25. *Mortierella* sp. Esporangios, uno que ha estallado y liberado sus esporas muestra la ausencia de columela. (según Webster)? ☛

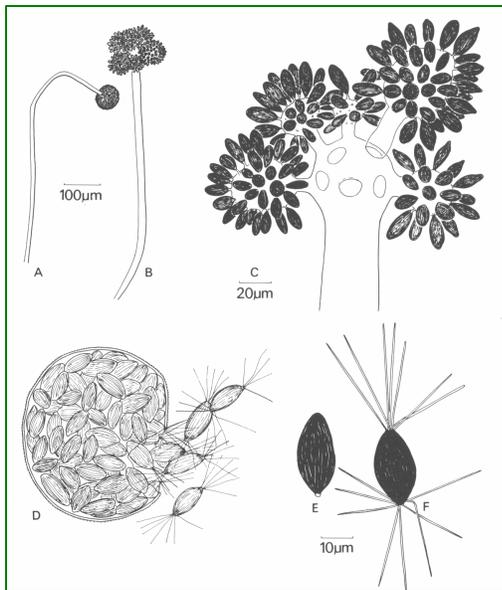
*Chaetocladium brefeldii* (figura 26) El crecimiento de los cultivos puros sobre agar-papa-glucosa o agar-malta está restringido y los esporangiolos se producen a los 5 a 7 días. Este género comúnmente parasita a otros miembros de los Mucorales. Como sustituto se puede utilizar *C. hesseltinii*.





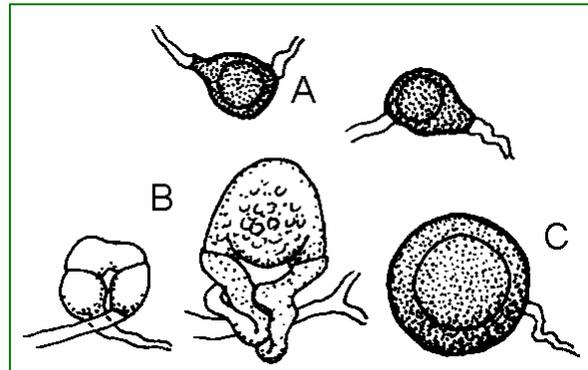
☞ Figura 26. *Chaetocladium brefeldii*. A, esporóforo. B, detalle. C, parasitando una hifa. (según Webster)

*Choanephora cucurbitarum* (figuras 27 y 28) y *Ch. infundibulifera*. Ambas especies producen esporangiolos y ocasionalmente esporangios sobre agar-estiércol de conejo en 3 a 4 días si se dejan expuestos a una luz brillante. *Choanephora circinans* produce abundantes esporangios pero no en cultivos puros. Una bacteria, que actúa como comensal crece con esta especie y se necesita el cultivo mixto.



☞ Figura 27. *Choanephora cucurbitarum* A, esporangio. B, conidióforo. C, detalle del conidióforo. D, esporangio dehiscente. E, conidio. F, esporangiospora. (según Webster)

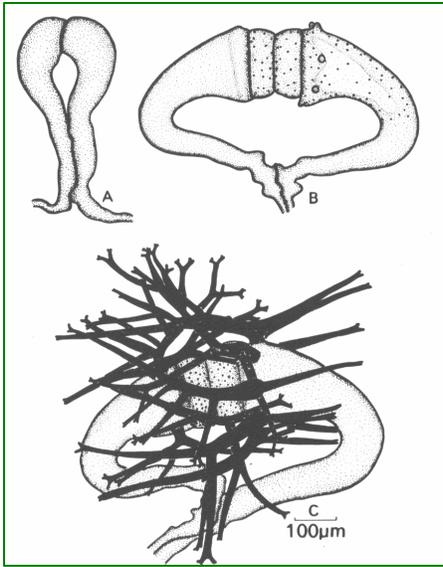
Figura 28. *Choanephora cucurbitarum*. A, clamidosporas. B, etapas en la formación de zigosporas. C, zigospora madura. ☞



*Phycomyces blakesleeanus* (+) y (-) (figura 29)

Es un moho gigante con varias características interesantes. Los esporangióforos alcanzan una altura de unos veinte centímetros. Crece bien sobre agar-papa-glucosa o agar-malta y especialmente sobre medios ricos en nitrógeno (ver más adelante la demostración del fototropismo).

Cuando se siembran juntas las cepas complementarias sobre agar-papa-glucosa o agar-malta, a los tres días aproximadamente comienzan a formarse unas zigosporas gigantes sobre la superficie del medio, en la zona de unión de los dos micelios. A la temperatura ambiente las zigosporas están completamente desarrolladas dos días más tarde. Se las puede observar *in situ* con un microscopio de disección o con un objetivo de 5 X diámetro en un microscopio ordinario o aún con una lupa de mano 10 X. Se las montará en un portaobjetos excavado. El transplante de



*Phycomyces* se hace fácilmente con una pinza flameada para retirar del frasco de cultivo un penacho de esporangióforos con algunos esporangios. *Phycomyces nitens* (+) y (-) produce zigosporas solamente cuando crece a unos 15°C (nunca por encima de los 20°C) en la obscuridad. Por esta razón no se lo recomienda.

☞ Figura 29. *Phycomyces blakesleanus* A-C, etapas en la formación de una zigospora. D, zigospora madura. (según Webster)

*Rhizopus stolonifer* (también llamado *R. nigricans*) (+) y (-) (figuras 30 y 31) Hay una producción abundante de esporangióforos sobre agar-papa-glucosa, dos o tres días después del transplante. Cuando crecen juntas las cepas complementarias se forman las zigosporas sobre la

superficie del medio en unos 7 días.

☞ Figura 30. *Rhizopus stolonifer* A, proliferación de estolones. B, grupo de esporangióforos, C, esporangio maduro y uno que estalló liberando las esporas. (según Webster)

Figura 31. *Rh. stolonifer* heterotálico. Zigosporas. (según Webster) ☞

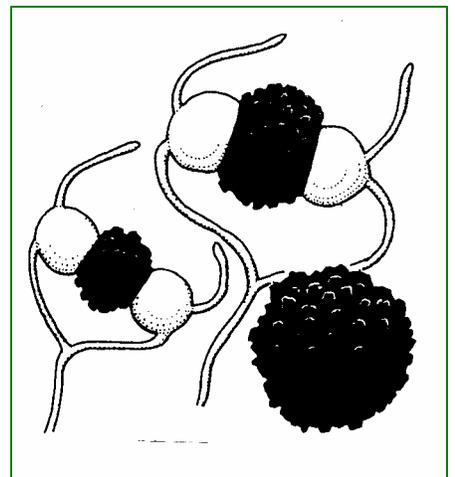
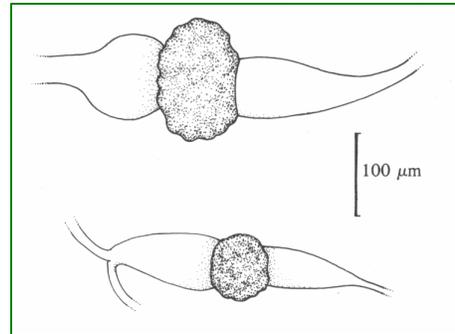
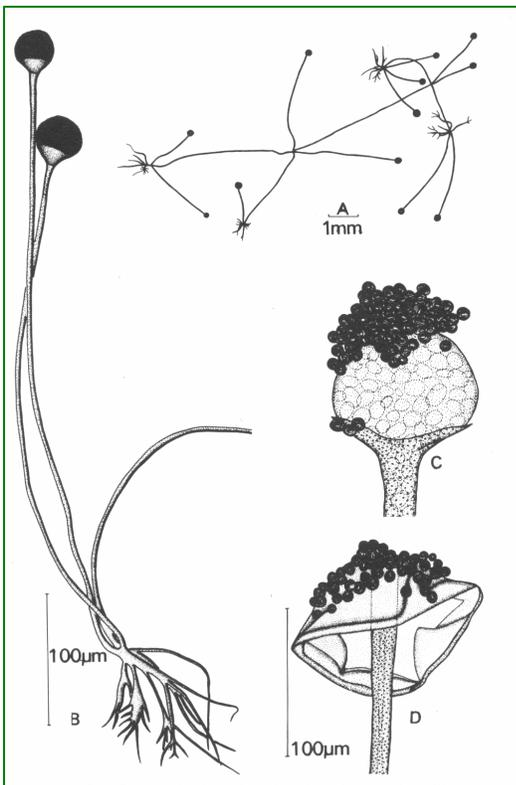
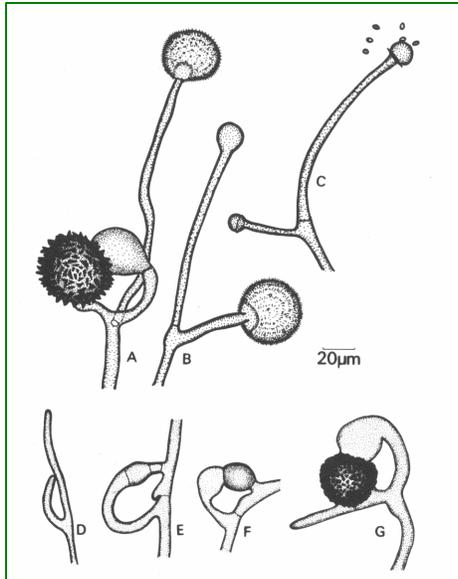


Figura 32. ☞ *Rhizopus sexualis*, etapas en el desarrollo de la zigospora.

*Rhizopus sexualis* (figura 32) Es una especie homotálica que produce masas de zigosporas en cinco días sobre agar-papa-glucosa o agar-malta, pero pocos esporangios. Forma abundantes esporangios con pocas zigosporas sobre agar-papa-zanahoria.

?

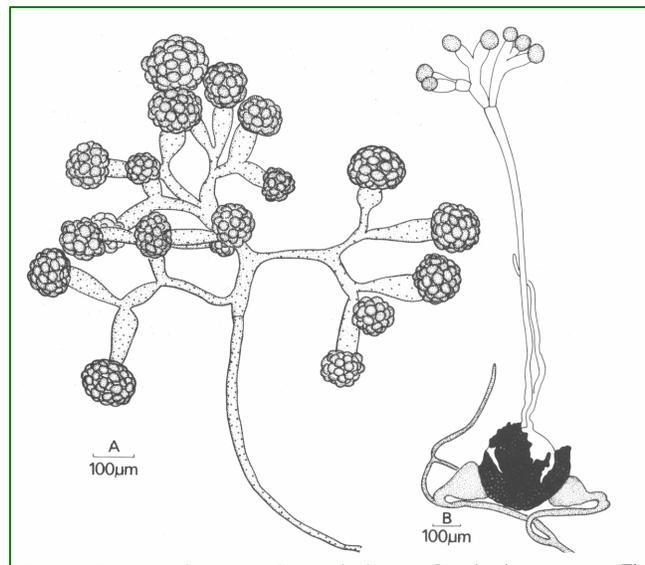
*Zygorynchus mölleri* (figura 33) es una especie homotálica que produce masas de zigosporas en agar-papa-glucosa o agar-papa-zanahoria unos cuatro días después de la siembra.



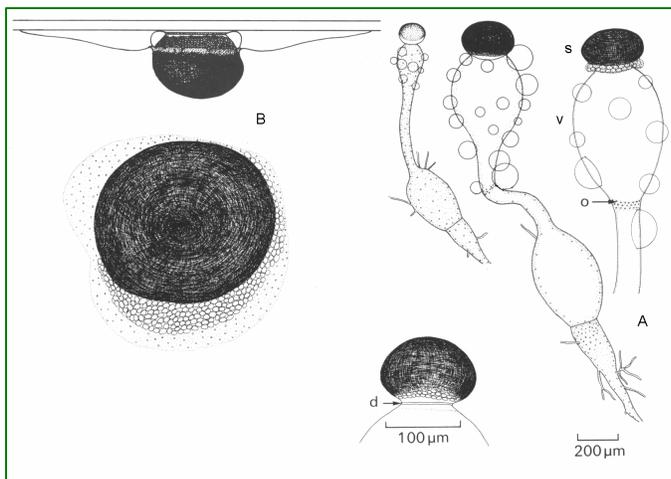
☛ Figura 33. *Zygorynchus mölleri* homotálico. A-B, espongios y zigospora. C, esporangios dehiscente. D-G, etapas en la formación de la zigospora. (según Webster)

*Syzygites megalocarpus* (figura 34) es un mohó grande con esporangióforos acentuadamente fototrópicos. Requiere un alto grado de humedad para la formación de las zigosporas. Esto se puede inducir dejando la caja en un lugar tibio, e.g. cerca de una ventana orientada al norte en el hemisferio sur, lo que provocará una abundante condensación sobre la tapa. Las zigosporas están totalmente desarrolladas en 6 días. La mejor manera de montar los grandes zigosporos de *Syzygites* es en un portaobjetos excavado.

Figura 34. *Syzygites megalocarpus* A, esporangióforo ramificado dicotómicamente. B, esporangios maduros y rotos. C, zigospora madura. (según Webster) ☛



*Pilobolus umbonatus*, *P. kleinii* u otras especies no son fáciles de mantener en cultivo y no están siempre disponibles. Sin embargo se pueden obtener con frecuencia incubando estiércol fresco (ver “Hongos Coprófilos”). Los esporangióforos son fototrópicos y tienen un abultamiento debajo de los esporangios. Cuando los esporangios maduran, son expulsados con gran fuerza hacia la luz y se observan como pequeños cuerpos negros adheridos a la tapa de la caja (figura 35). En los cultivos sobre agar- estiércol de conejo o agar-malta, los esporangios aparecen dentro de los diez días.

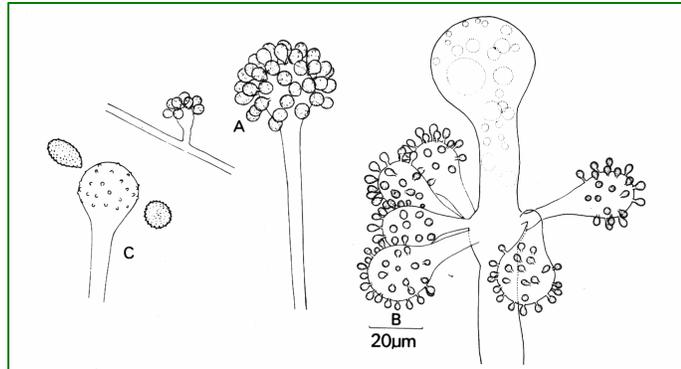


☛ Figura 35. *Pilobolus* sp. A, detalles del esporangióforo, esporangio (s) y vesícula (v) llena de líquido con una banda rica en carotenos (o) en la base, (d) zona de ruptura. B, esporangio expulsado con una gota de líquido adherido a la tapa de una caja de Petri. (según Webster)

*Cunninghamella elegans* y *C. echinulata* (figura 36) (+) y (-) producen los esporangiolos monosporados (conidios) a los pocos días sobre agar-papa-glucosa o agar-malta, y las zigosporas entre el crecimiento a las dos semanas

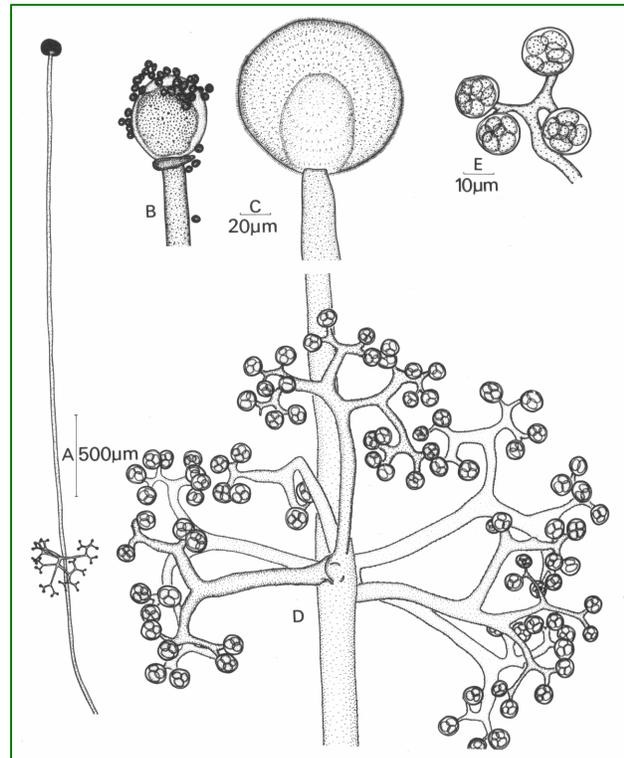
aproximadamente.

Figura 36 *Cunninghamella echinulata* A, conidióforo. B, conidios. C, zigospora madura. (según Webster) ↻



*Tamnidium elegans* (figura 37) produce esporangios con esporan-gióforos de hermosa forma ramificada, en una semana sobre agar-papa-glucosa o agar-malta.

Figura 37. *Thamnidium elegans* A, esporangióforo con esporangio terminal. B, esporangio dehiscente. C, esporangio inmaduro. D, detalle del esporangióforo que muestra los esporangiolos. E, esporangiolos. (según Webster) ↻



### Zoopagales

*Piptocephalis cylindrospora* (figura 38) Parásito de Mucorales. Los merosporangios aparecen aproximadamente a los seis días sobre agar-papa-glucosa.

Figura 38. *Piptocephalis* sp. homotálico. A, aspecto del esporangióforo. B, detalle de una ramificación dicotómica distal con los merosporangios. C, ruptura de los merosporangios que liberan las esporangiosporas. D-E, apresorios parasitando hifas. G, zigosporas. (según Webster) ↻

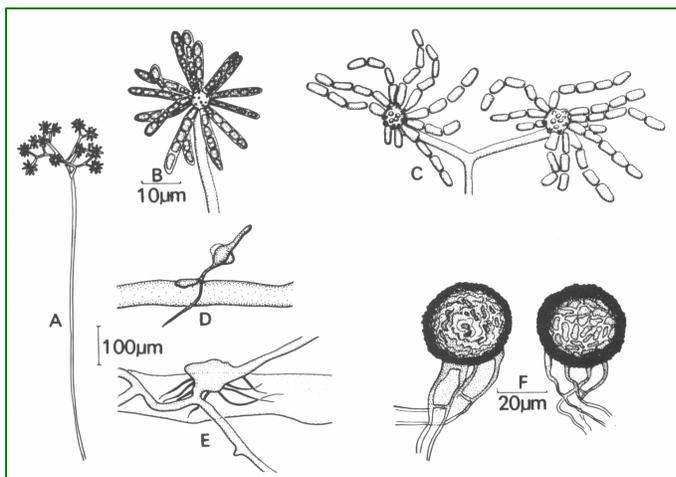
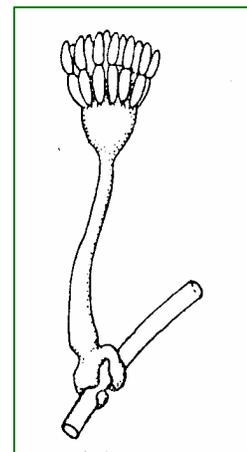
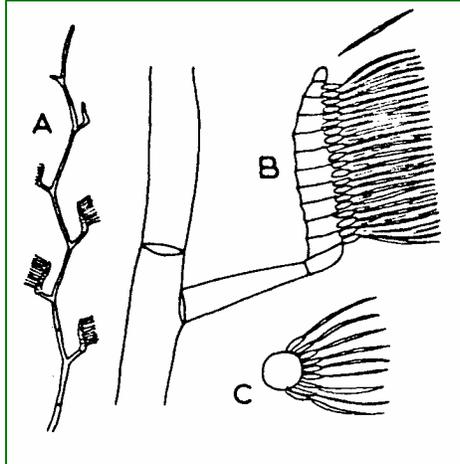


Figura 39. ↻. *Syncephalis nana* Esporangióforo con merosporangios, adherido a una hifa de su hospedador *Absidia glauca*.



*Syncephalis nana* (figura 39) y otras especies. La primera parasita a *Absidia glauca*. En los cultivos sobre agar-papa-glucosa *Absidia*

aparece primero. Aproximadamente a la semana un color rosado sobre el desarrollo indica la esporulación de *Syncephalis*.



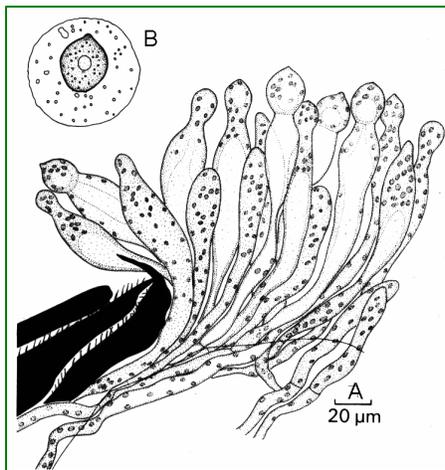
### Kickxellales

*Coemansia* (figura 40) y *Martensiomycetes* son lindos ejemplos de Kickxellaceae, un grupo poco común ocasionalmente hallado sobre estiércol. En agar-estiércol de conejo producen esporocladios que portan merosporangios monosporados sobre pseudofialides aproximadamente a la semana.

➡ Figura 40. *Coemansia pectinata* A, aspecto del esporangióforo. B, esporocladio con pseudofialides y merosporangios. E, corte transversal de un esporocladio.

### Entomophthorales

Muchos de los géneros de este orden son parásitos de insectos. Una especie común es *Entomophthora muscae* (figura 41), el hongo del cólera que ataca a las moscas domésticas. Con frecuencia se encuentran moscas infectadas en las ventanas, adheridas al vidrio por las hifas que crecen desde el cuerpo. Se forman numerosos conidióforos que “disparan” sus esporos al aire. Los conidios expulsados forman un halo blanco alrededor de la mosca.

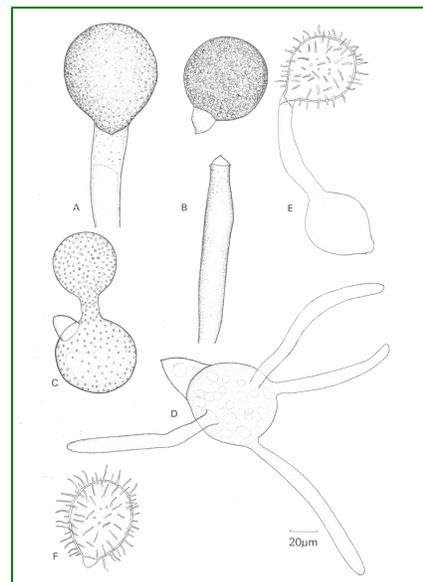


➡ Figura 41. *Entomophthora muscae*. A, conidióforos con conidios. B, conidio expulsado junto con una gota de citoplasma del conidióforo. (según Webster)

*Entomophthora coronata* (figura 42) Después de aproximadamente una semana de crecimiento sobre agar-malta, se pueden ver los conidios expulsados sobre la superficie de la caja. Los preparados se deben hacer antes de que ocurra la expulsión.

Figura 42. ➡

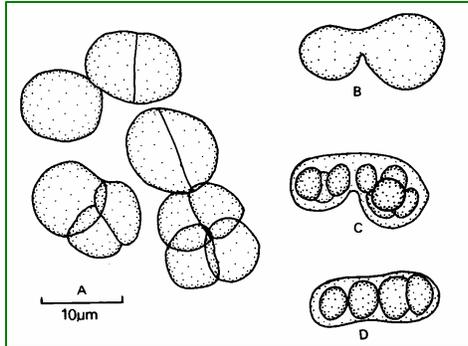
*Entomophthora coronata* A, conidióforo con un conidio. B, conidio y conidióforo después de la descarga. C, conidio germinando. D, conidio con tubos germinativos. E, conidio germinando para formar una hipnospora. F, hipnospora. (según Webster)?



## ASCOMYCOTA

Este es el grupo de hongos más amplio. De hecho, la mayoría de los Hongos Anamórficos constituyen la fase asexual de los miembros de los ascomicetos. Muchos de las mohos comunes aparentemente sobreviven con éxito sin la

intervención del estado sexual o teleomórfico y persisten en un estado asexual o anamórfico. Algunos ascomicetos son parásitos obligados, otros no producen sus diversos ascomas en los cultivos, sin embargo, la selección citada a continuación da un buen concepto del grupo como un todo.



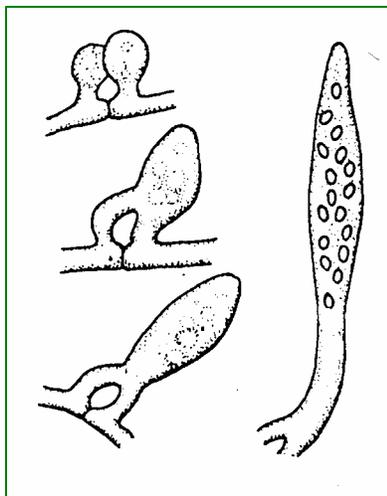
### SCHIZOSACCHAROMYCETES

*Schizosaccharomyces octosporus* (figura 43) Esta levadura se multiplica por gemación sobre agar-malta o rodajas de zanahoria. Las células conjugadas y las ascas conteniendo ascosporas se encuentran en abundancia a los 3 ó 4 días.

☞ Figura 43. *Schizosaccharomyces octosporus* A, células somáticas en gemación. B, conjugación. C y D, ascosporas en las ascas maduras.

### SACCHAROMYCETES

Las levaduras que crecen fácilmente *in vitro* son especies representativas de este grupo. Con casi todas las levaduras se requiere un tratamiento dificultoso para inducir la esporulación. Todos los cultivos se deben hacer extendiendo el inóculo.



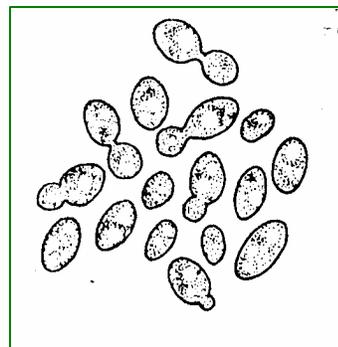
*Dipodascus albidus* (figura 44) Las ascas desnudas se forman dentro de la semana sobre agar-malta.

☞ Figura 44. *Dipodascus albidus*. Etapas en la formación de las ascas luego de la fusión de las células conjugantes. A la derecha un asca madura con ascosporas.

*Eremothecium ashbyi* (figura 45) es una fuente de riboflavina. Las ascas se forman a las 3 ó 4 semanas sobre agar-malta. En Gran Bretaña se requiere una autorización del Ministerio de Agricultura para

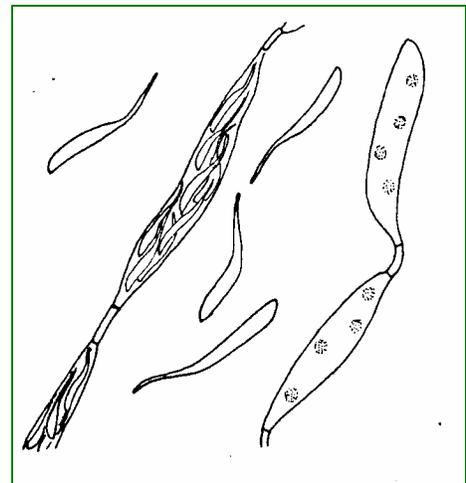
distribuir esta especie.

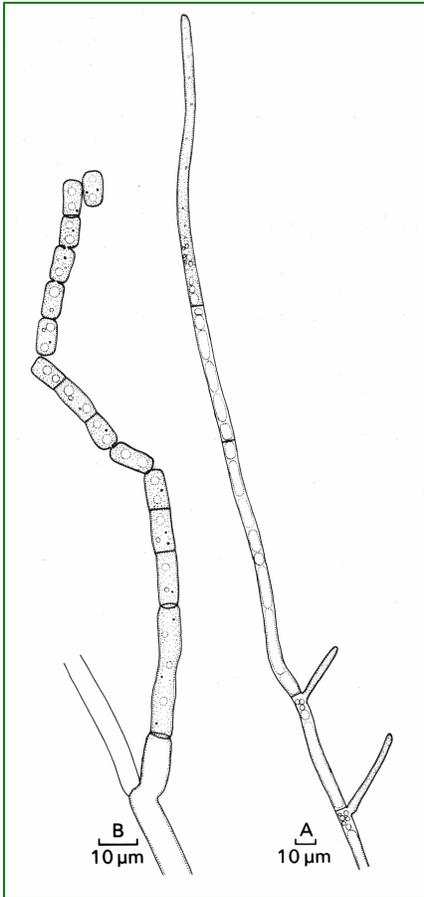
Figura 45. *Eremothecium ashbyi* A la derecha dos ascas en desarrollo. A la izquierda ascas maduras con ascosporas. Las ascosporas libres están dibujadas en una escala mayor. ☞



*Saccharomyces cerevisiae* (figura 46) es la levadura de los panaderos y cerveceros. Crece rápidamente sobre la mayoría de los medios sólidos con azúcares o soluciones de azúcar, decocciones de vegetales y jugos de fruta. Se recomienda agar-malta.

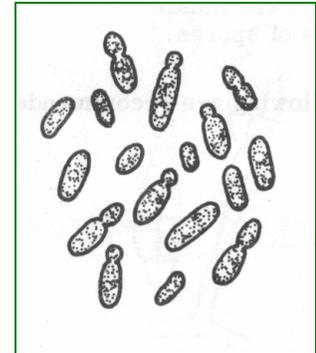
☞ Figura 46. *Saccharomyces cerevisiae* Células de levadura multiplicándose somáticamente por gemación.





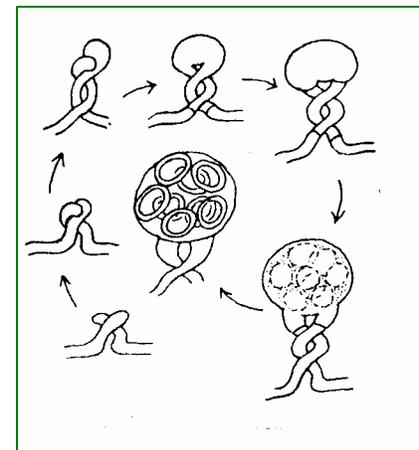
*Candida utilis* (figura 89) es la levadura alimenticia. Sobre agar-malta crece en 3 a 4 días. Sembrar en estría. Es el anamorfo de *Pichia jadinii*.

Figura 89. *Candida utilis*. Células en gemación. ➡



*Geotrichum candidum* (figura 90). Este hongo suele encontrarse en la leche agria. Sobre agar-malta a los tres días produce largas cadenas de esporas cilíndricas (artrosporas) que se rompen con facilidad. Sembrar en estría. Es el anamorfo de *Galactomyces geotrichum*.

Figura 90. *Geotrichum candidum*. Producción de artrosporas por fragmentación. (según Webster)



## ASCOMYCETES

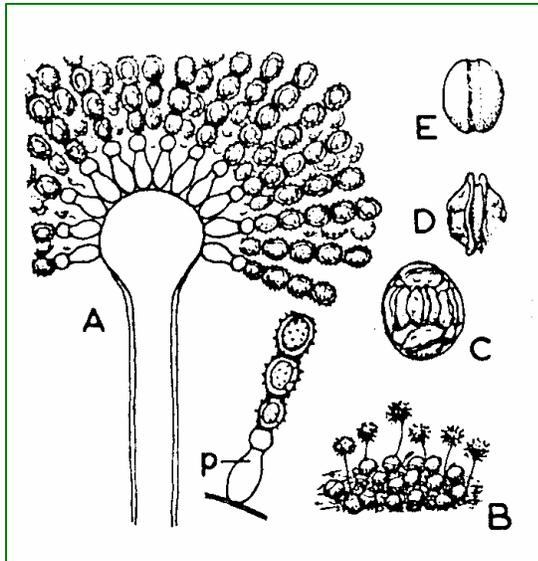
### Eurotiales

*Eremascus albus* (figura 47) Las ascas desnudas se forman en abundancia sobre el medio M/40 en unas dos semanas. No crece sobre los medios que contienen menos azúcar.

Figura 47. *Eremascus albus* Etapas en la formación de ascas luego del desarrollo y fusión de las células conjugantes, y un asca madura con 8 ascosporas. ➡

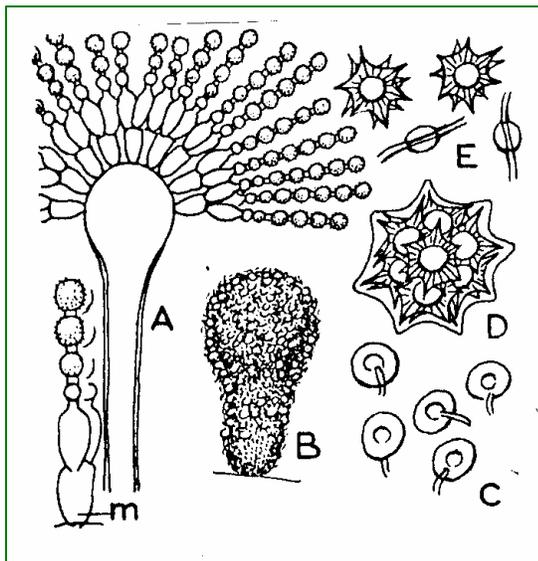
Un ejemplar típico de este grupo es *Eurotium* cuyo estado imperfecto o anamórfico es *Aspergillus*. *Eurotium herbariorum*, *E. repens* o *E. amstelodami*, son especies que se pueden conseguir. Otra especie fácil de cultivar es *Emericella varicolor* cuyo estado imperfecto es *Aspergillus stellatus*. En Hongos Anamórficos se mencionan especies interesantes de *Aspergillus*.

*Eurotium repens* y *E. amstelodami* (figura 48). Sobre el medio M/20 se desarrolla tanto el estado conidial verde grisáceo como el peritecinal (teleomórfico) de color amarillo brillante. Sembrar en estrías. El estado conidial está casi totalmente suprimido en los medios de cultivo comunes. Los conidios se desarrollan aproximadamente en una semana y después de 10 días se observan las



ascosporas maduras dentro de cleistotecios.. Para hacer preparados se debe colocar algunos ascomas en lactofenol y aplastarlos con el extremo del mango de la aguja

☉ Figura 48. *Eurotium amstelodami* A,ápice del conidióforo con fiálides y conidios; en una escala mayor una fiálide (p) que forma conidios. B, dibujo que muestra la apariencia de un cultivo con los ascomas amarillos esféricos y los conidióforos. C, asca con ascosporas. D, ascospora con el surco rebordeado y la superficie rugosa. E. *repens*: E, ascospora con el surco poco profundo sin rebordes y la superficie lisa.



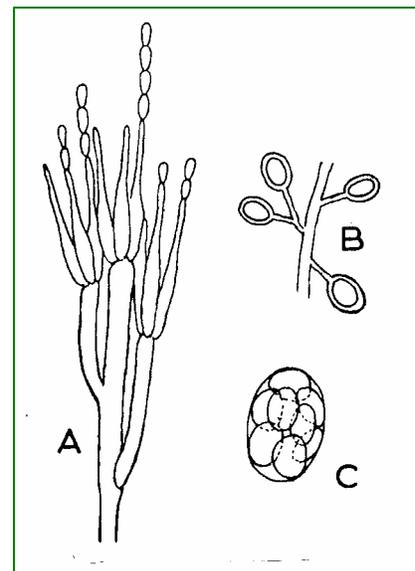
*Emericella varicolor* (*Aspergillus stellatus*) (figura 49) Sobre agar-papa-glucosa se forma el estado conidial verde brillante y el teleomórfico con cleistotecios morados. Los ascomas se encuentran a las dos o tres semanas, con hermosas esporas carmesí. Sembrar en tres o cuatro puntos.

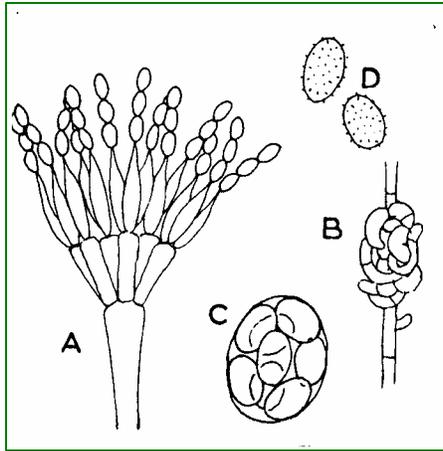
☉ Figura 49. *Emericella varicolor* (*Aspergillus stellatus*) A, ápice del conidióforo con métulas, fiálides y conidios. A su lado, en una escala mayor, una métula (m) con fiálides y conidios. B, un ascoma con su cerco de células de Hülle. C, células de Hülle. D, un asca con ascosporas donde se ve cómo están empaquetados las esporas. E, esporas con un par de rebordes estrellados vistos de frente y costado.

*Byssochlamys fulva* (figura 50) Este hongo suele estar asociado al deterioro de las frutas enfrascadas o enlatadas, pues sus ascosporas maduras pueden resistir temperaturas de más de 90°C durante un corto período de tiempo. En este género las ascas están encerradas dentro de una red de hifas flojamente entretrejidas. Sobre agar-papa-glucosa o agar-malta las ascas con ascosporas se forman en 10 a 14 días a una temperatura de 30 a 37°C. El estado conidial *Paecilomyces* se desarrolla a la temperatura ambiente. Sembrar en un punto.

Figura 50. *Byssochlamys fulva*. A, conidióforo con fiálides y conidios. B, clamidosporas. C, asca con ascosporas. ☉

*Talaromyces wortmannii* (figura 51) y *T. vermiculatus* (anamorfo *Penicillium*) Sobre agar-harina de maíz o agar-avena





se forman las ascosporas maduras en unas tres semanas. El estado conidial de *Penicillium* aparece a la semana. Sembrar en un punto.

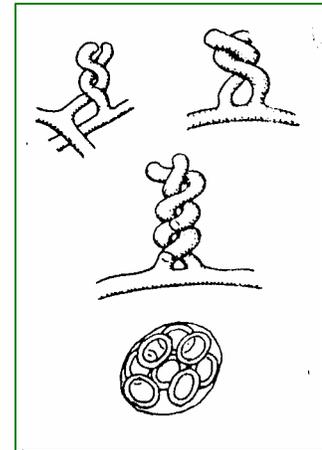
☛ Figura 51. *Talaromyces wortmannii*. A, conidióforo con fiálides y conidios. B, ascogonio C, asca con ascosporas. D, ascosporas.

### Onygenales

*Arachniotus citrinus* (figura 52)  
Sobre agar-estiercol de conejo o agar-malta se forman los

cleistotecios de color amarillo brillante dentro de las dos semanas. Las ascosporas se desarrollan en 2 a 3 semanas. Sembrar en estría.

Figura 52. *Arachniotus citrinus* Primeros estados del desarrollo de un cleistotecio a partir de dos hifas o de una hifa única. Abajo asca con ascosporas. ➡



### Pezizales

El cultivo de la mayoría de los Pezizales es poco satisfactorio, pero algunas especies producen apotecios sobre los medios artificiales donde la celulosa está fácilmente accesible, si están expuestos a una luz brillante como la solar (ver también “Hongos Coprófilos”).

*Ascobolus crenulatus*, homotálico (figura 53). A diferencia de la mayoría de las especies de *Ascobolus*, las ascosporas de *A. crenulatus* germinan sin necesidad de un tratamiento especial. Los apotecios aparecen a los 10 días cuando crecen sobre agar-estiercol de conejo con papel de filtro expuestos a la luz de una ventana orientada hacia el norte en el hemisferio sur. Las ascas se forman unos días más tarde y se pueden observar a simple vista como manchitas púrpura sobresaliendo del apotecio. Cuando maduran las ascosporas son arrojadas contra la tapa de la

caja de Petri. Para montar, colocar un apotecio en una gota de lactofenol y después de aplicar el cubreobjetos apretar suavemente con el extremo del mango de la aguja para achatarlo. Poco después de ser montados en lactofenol, las esporas pierden su pigmento rojo y se vuelven de color pardo. Este cambio se acelera calentando el portaobjetos. Sembrar en estrías.

☛ Figura 53. *Ascobolus crenulatus* A - C, etapas en el desarrollo de un apotecio; en C, el exípulo se está rompiendo para dejar expuesto el himenio. D, un apotecio grande, maduro. E, el anterior visto desde arriba con las ascas en maduración proyectándose sobre la superficie del himenio. F y G, ascas. H, ascosporas estriadas.

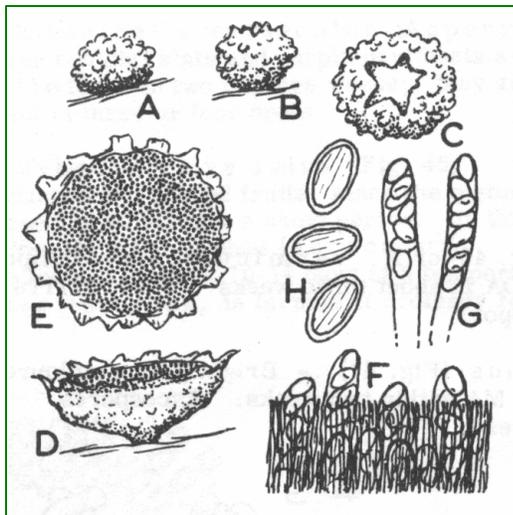
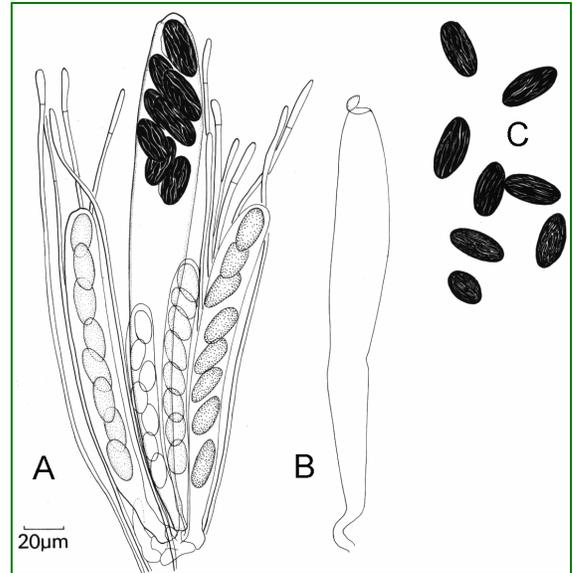
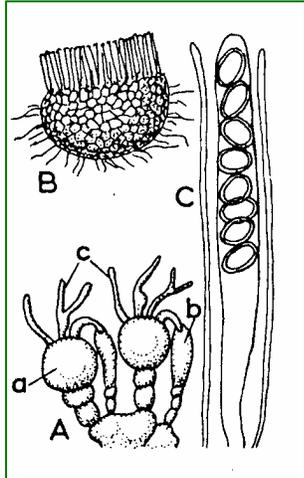


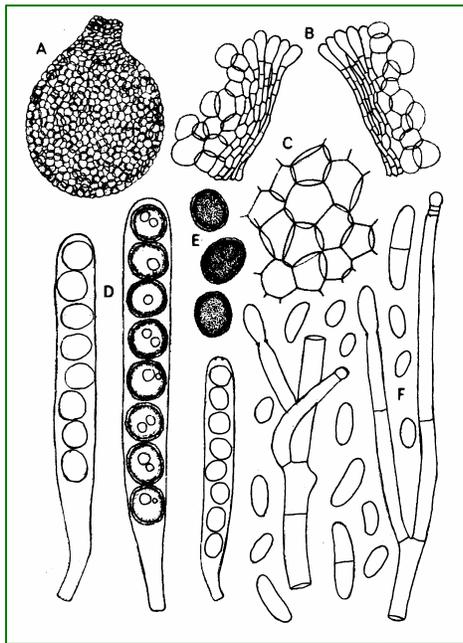
Figura 54. *Ascobolus* sp. A, ascas madura e inmaduras y parafises. B, asca vacía con el opérculo adherido. C, ascosporas. (según Webster) ➡



*Pyronema domesticum* (figura 55) Cuando crece sobre agar-papa-glucosa con papel de filtro (ver *Stachybotrys*) en unos cinco días aparecen las ascas conteniendo ascosporas si está expuesto a la luz de una ventana orientada hacia el norte. Sembrar en estría.



➡ Figura 55. *Pyronema domesticum* A, arquicarpio (a), anteridio (b) e hifas ascógenas (c) B, un apotecio maduro con las ascas empaquetadas densamente. C, asca con esporas y parafises.



### Hypocreales

Dos miembros de este grupo que producen, con facilidad, los peritecios en los cultivos. *Neocosmospora vasinfecta* (figura 56) Forman los peritecios después de una semana sobre agar-papa-glucosa o agar-papa-zanahoria. Sembrar en estrías.

➡ Figura 56. *Neocosmospora vasinfecta*. A, peritecio rojo. B, corte del cuello del peritecio, C, superficie de la pared. D, ascas. E, ascosporas. F, conidios y conidióforos.?

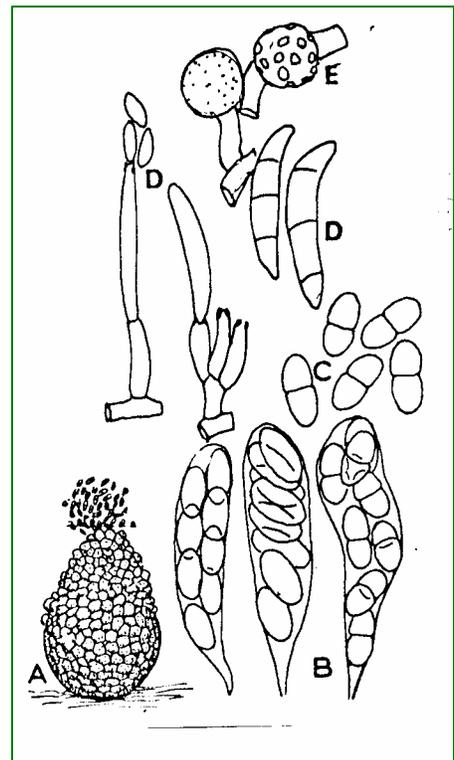


Figura 57. *Nectria haematococca* A, peritecio rojo. B, ascas. C, ascosporas D, estado micro y macroconidial. E, clamidosporas. ➡

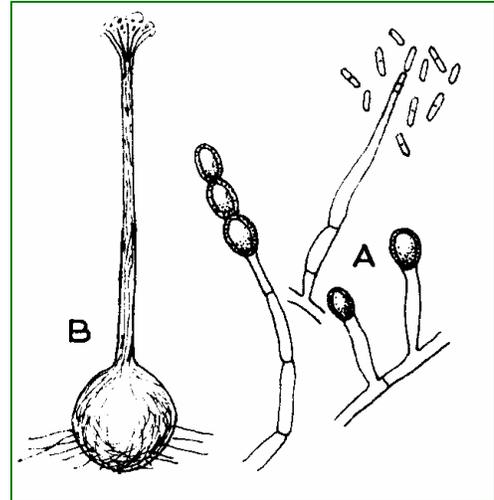
*Nectria haematococca* (figura 57) En las cepas que forman peritecios, estos aparecen luego de tres semanas sobre agar-

papa-glucosa o agar-papa-zanahoria. Las ascas son unitunicadas. Sembrar en estrías.

### Microascales

*Ceratocystis fimbriata* (figura 58) y otras especies producen peritecios con cuellos largos sobre agar-harina de maíz en una o dos semanas. Cuando las ascosporas están maduras son expulsadas y se acumulan como una gota perlada en la punta del cuello. Sembrar en estría. Se requiere la autorización del Ministerio de Agricultura para su distribución en algunos países.

Figura 58. *Ceratocystis fimbriata* A, macro- y microconidios. B, peritecio. ➡



### Sordariales

Muchos representantes de este grupo crecen bien en cultivo. En algunos géneros las ascosporas son expulsadas con fuerza.

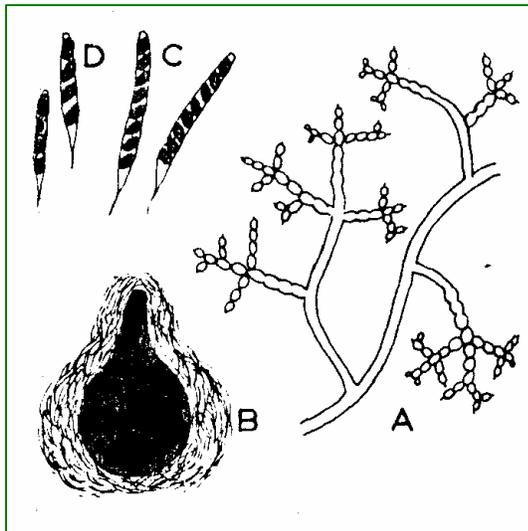


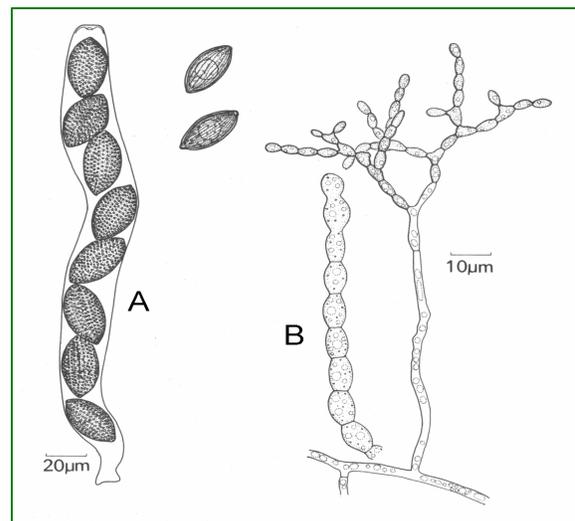
Figura 60. *Neurospora crassa* A, asca y ascosporas. B, conidióforo y conidios. (según Webster) ➡

*Neurospora tetrasperma* (figura 59 D). Es una especie homotética con ascas de cuatro esporas. Después de tres o cuatro semanas sobre agar-harina de maíz, las ascosporas son expulsadas del peritecio y aparecen como una película negra en la pared del tubo. Sembrar en estría.

No es recomendable sembrar *Neurospora* en una caja de Petri pues es una maleza de laboratorio dado que las esporas se esparcen en gran cantidad

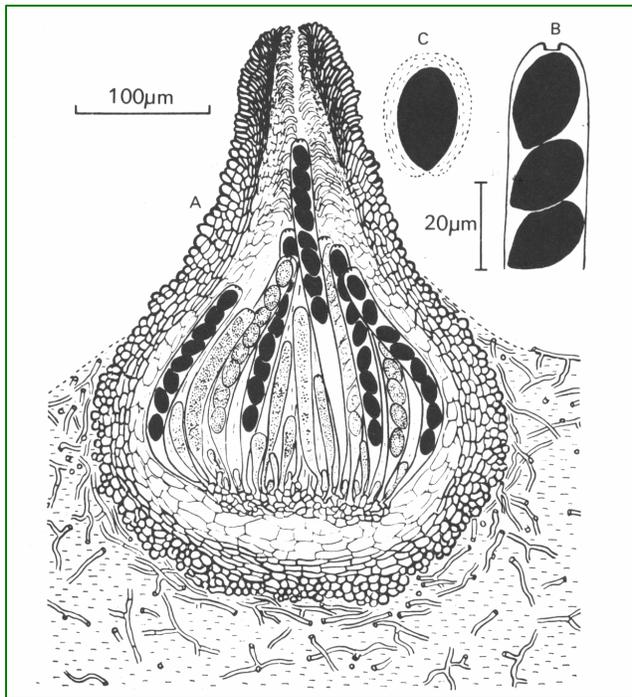
*Neurospora crassa* y *N. sitophila* (figuras 59 A-C, 60) (+) y (-) El estado conidial es *Chrysonilia* (= *Monilia*), el moho rojo del pan. Cuando se cultivan juntas las cepas complementarias en un tubo de agar-harina de maíz los peritecios aparecen en unas dos semanas. Las ascosporas maduran a las tres o cuatro semanas. Deben montarse como *Sordaria* para mostrar las ascas con 8 esporas. Sembrar en estría.

➡ Figura 59. *Neurospora sitophila* A, estado conidial *Chrysonilia*. B, peritecio. C, ascos con ascosporas. *N. tetrasperma* D, ascos con ascosporas.



cuando se abre la caja. Al quitar los tapones o tapas de los tubos o frascos de cultivo, se escapan nubes rosadas de conidios que luego se convierten en contaminantes de las cajas de Petri durante las semanas siguientes arruinando otros cultivos. Si se mezclan bien los dos inóculos en un tubo con agar derretido que luego gelifica inclinado, se consigue una abundante cosecha de peritecios. El agar se debe enfriar por debajo de los 60°C antes de introducir el inóculo.

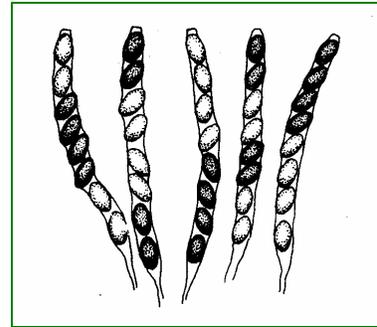
*Sordaria fimicola* (figura 61) y otras especies forman los peritecios a los 8 ó 9 días sobre agar-estiercol de conejo o agar-extracto de malta. Las ascosporas maduran a las dos o tres semanas de la siembra y son expulsadas hacia la luz. *S. fimicola* tiene ascas con 8 ascosporas. Se suele observar cepas con las esporas blancas y negras separadas (figura 62) pues esta especie muestra segregación de los ascosporos en relación mendeliana, de acuerdo a la distribución de los genes para el color. Los preparados para mostrar las ascas y ascosporas en sus distintas etapas de desarrollo deben prepararse luego de 12 días de incubación. Se coloca un solo peritecio en lactofenol y se lo comprime suavemente con la aguja. Emergen las ascas radiales y se puede retirar el peritecio antes de colocar el cubreobjetos.



☉ Figura 61. *Sordaria fimicola* Peritecio y ascas. (según Webster)?

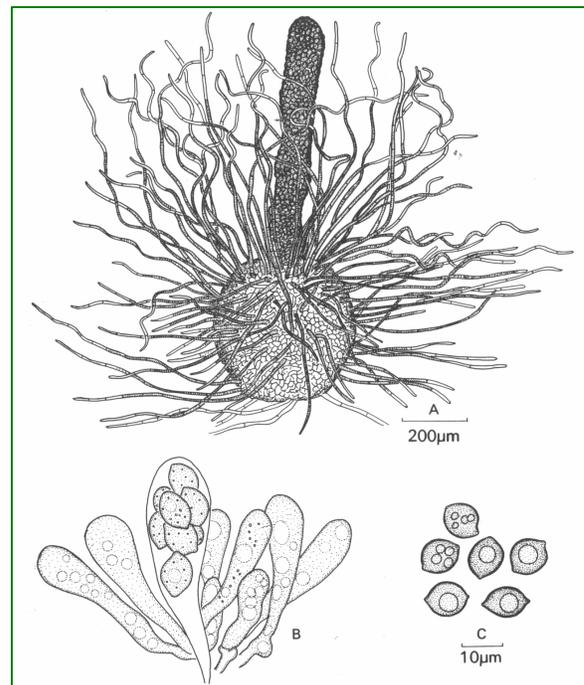
Figura 62. ☉ Segregación de ascosporas

coloreadas e incoloras en las ascas de *Sordaria fimicola*.



*Chaetomium globosum* (figura 63) Muchas especies de *Chaetomium* son difíciles de cultivar pero *Ch. globosum* es una excepción. Los peritecios están decorados con una corona de prolongaciones onduladas. Las ascosporas maduran en unas dos semanas sobre agar-papazahoria. Sembrar en estrías.

Figura 63. *Chaetomium globosum* A, peritecio emitiendo una masa de ascosporas. B, asca con ascosporas. C, ascosporas. (según Webster) ☉



## BASIDIOMYCOTA

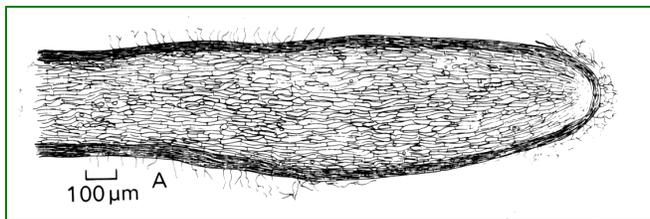
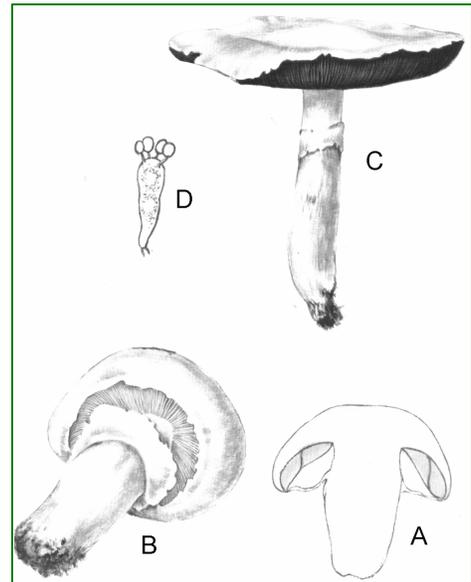
Este grupo incluye a las setas comestibles y venenosas, los hongos en ménsula que crecen sobre los árboles muertos, los carbonos y royas de los cereales. Estos últimos sólo pueden observarse sobre sus hospedadores y los otros son difíciles de estudiar en cultivo, por lo que deben recolectarse para su estudio.

### BASIDIOMYCETES

#### Agaricales

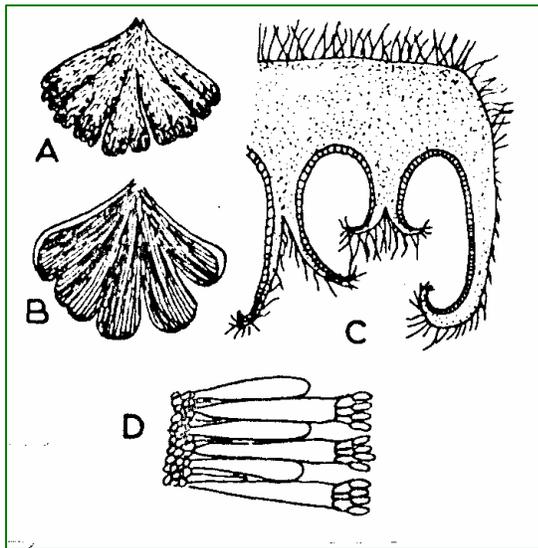
*Agaricus campestris* (figura 64) es el hongo común de los campos. *A. bisporus* es el hongo cultivado (en las regiones templadas y *A. bitorquis* en las cálidas). Los cuerpos fructíferos son difíciles de obtener en cultivo por lo que se utiliza material recién recolectado y se lo corta en secciones.

Figura 64. *Agaricus campestris* A, corte de un basidioma joven antes de la ruptura del velo. B, basidioma en maduración mostrando las laminillas, el anillo y los restos del velo. C, corte de un basidioma maduro mostrando las laminillas, ya oscuras, con las esporas. D, un basidio con esterigmas y cuatro basidiosporas (la seta cultivada *A. bisporus* tiene solamente dos esporas por basidios y a veces una). (según Pace) ➡



*Armillaria mellea* (figura 65) Algunas cepas de esta especie producen rizomorfos en cultivo sobre agar-malta en 3 a 4 semanas. Se debe hacer el cultivo en tubo, sembrando en un punto.

➡ Figura 65. *Armillaria mellea* A, rizomorfa. (según Webster)



*Schizophyllum commune* (figura 66) Esta especie produce basidiomas pequeños sobre agar-malta en unas 2 a 3 semanas, si se deja expuesto a la luz. Sembrar en un punto.

➡ Figura 66. *Schizophyllum commune* A, basidioma mostrando la superficie superior peluda. B, superficie inferior mostrando las laminillas. C, corte de un basidioma. D, basidios y basidiosporas.

## Boletales

*Serpula lacrymans* (figura 67, A-D) es el hongo de la podredumbre seca. Forma fíbulas grandes. *Coniophora puteana* (figura 67 E) forma verticilos de fíbulas. El material para examinar se debe tomar del borde de las colonias a los dos o tres días de crecimiento sobre agar-malta. Sembrar en un punto.

Figura 67. *Serpula lacrymans* A - D, etapas en la formación de las fíbulas. *Coniophora puteana*. E, verticilo de fíbulas. ➡

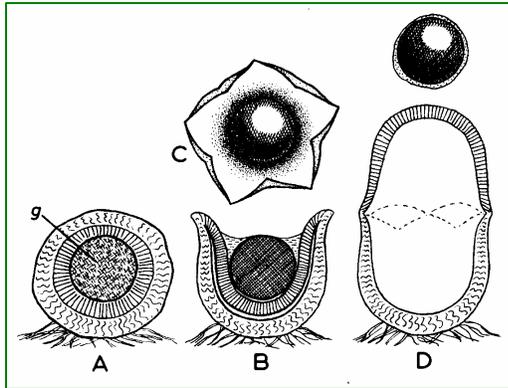


Figura 68. *Sphaerobolus stellatus* A, sección vertical del basidioma inmaduro mostrando la gleba (g). B, sección del basidioma después de abierto. C, el mismo que B visto desde arriba. D, sección del basidioma después de la eversión de la copa interna que arroja la gleba.

*Sphaerobolus stellatus* (figura 68) Este hongo, saprófito de la madera en descomposición y ocasionalmente de los excrementos, expulsa las masas de esporas a una altura de cercana al metro. En los cultivos sobre agar-avena o agar-harina de maíz tarda por lo menos seis semanas para alcanzar el punto en que comienza a expulsar las esporas pero luego continúa haciéndolo durante dos o tres semanas. Es necesario mantener la humedad bastante alta para que el basidioma pueda desarrollarse y después expulsar las esporas. Por esta razón los cultivos deben hacerse en tubos, los que se dejarán expuestos a la luz. Sembrar en un punto.

## Hymenochaetales

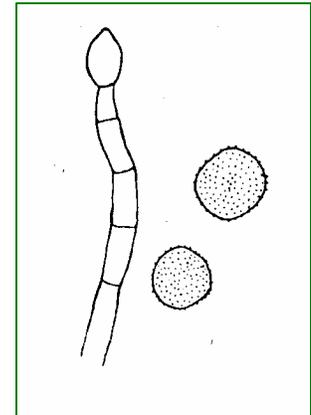
*Coltricia versicolor* produce muchas fíbulas.

## USTILAGINOMYCETES

### Ustilaginales

*Ustilago scitaminea* (figura 69) es el tizón de la caña de azúcar. Forma esporas carbonosas en cultivo sobre agar-malta, después de unas dos semanas. Sembrar en estría.

Figura 69. *Ustilago scitaminea*. Producción de esporas carbonosas. ➡



## UREDINIOMYCETES

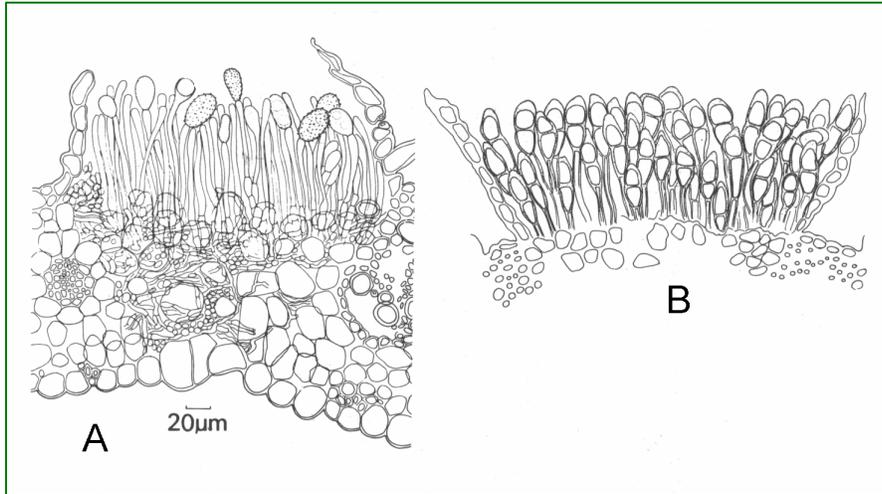
### Uredinales

Aunque resulta muy difícil hacer crecer las royas en cultivos artificiales, es muy fácil recolectar el material por cuenta propia. Las enfermedades de los cereales causadas por estos hongos son de gran importancia económica. La conocida roya negra del trigo es causada por *Puccinia graminis* (figura 70). Es una especie heterotálica que normalmente completa su ciclo de vida en dos hospedadores diferentes: el trigo y el agracejo. Produce las uredosporas y teleutosporas en el

primero y los espermogonios y ecidios en el segundo. Las uredosporas son elípticas, pedunculadas, apenas equinuladas, unicelulares y color de herrumbre, formadas en los uredosoros aparecen como líneas pálidas sobre las hojas del trigo. Las teleutosporas se ven como una masa negra y también se producen en soros o pueden aparecer dentro de los uredosoros en reemplazo de los uredosporas. La teleutospora es una estructura bicelular con un largo pedúnculo y una pared gruesa, cada célula es binucleada. Los espermogonios aparecen como protuberancias

amarillas con forma de botella sobre la cara superior de las hojas jóvenes de *Berberis* y los ecidios como copas en la cara inferior.

☞ **Figura 70.** *Puccinia graminis*. A, sección longitudinal de un uredosoro. B, sección longitudinal de un teleutosoro. (según Webster)



La roya amarilla del trigo es otra enfermedad de importancia económica, causada por *Puccinia striiformis*. Solamente produce uredosporas y teleutosporas. No se le conocen los ecidios.

*Sporobolomyces roseus* (figura 91) es una levadura “de calco” pues si se invierte la caja con un cultivo sobre agar-malta, las balistosporas son lanzadas sobre la tapa y su depósito forma una copia del crecimiento en el agar. Se tiñe de rojo con azul de diazonio B. Crece a los tres días y las esporas son expulsadas dentro de la semana. Sembrar en estrías.

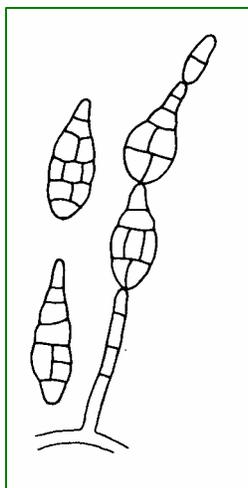
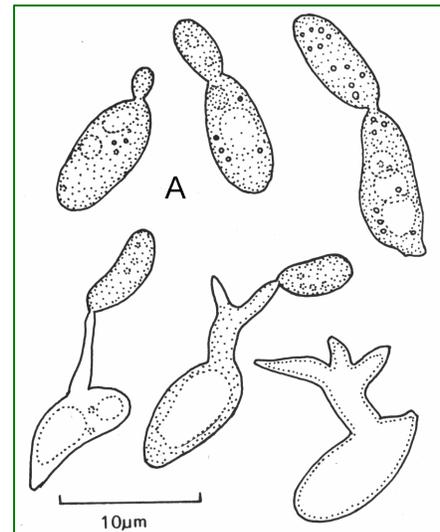


Figura 91. *Sporobolomyces roseus*. A, células en gemación B, balistosporas (según Webster) ☞

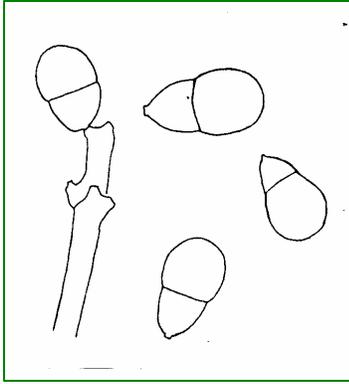


## HONGOS ANAMÓRFICOS

Estos hongos producen comúnmente solo esporas asexuales. Muchos de ellos son organismos hermosos e interesantes. La mayoría crece fácilmente en cultivo.

### HYPHOMYCETES

☞ **Figura 71.** *Alternaria alternata*. Conidióforo con cadena de conidios y conidios desprendidos.



*Alternaria alternata* (figura 71) Las cadenas de esporas septadas, de color oscuro, se producen sobre agar-papa-zanahoria en unos 5 a 6 días. Sembrar en estría.

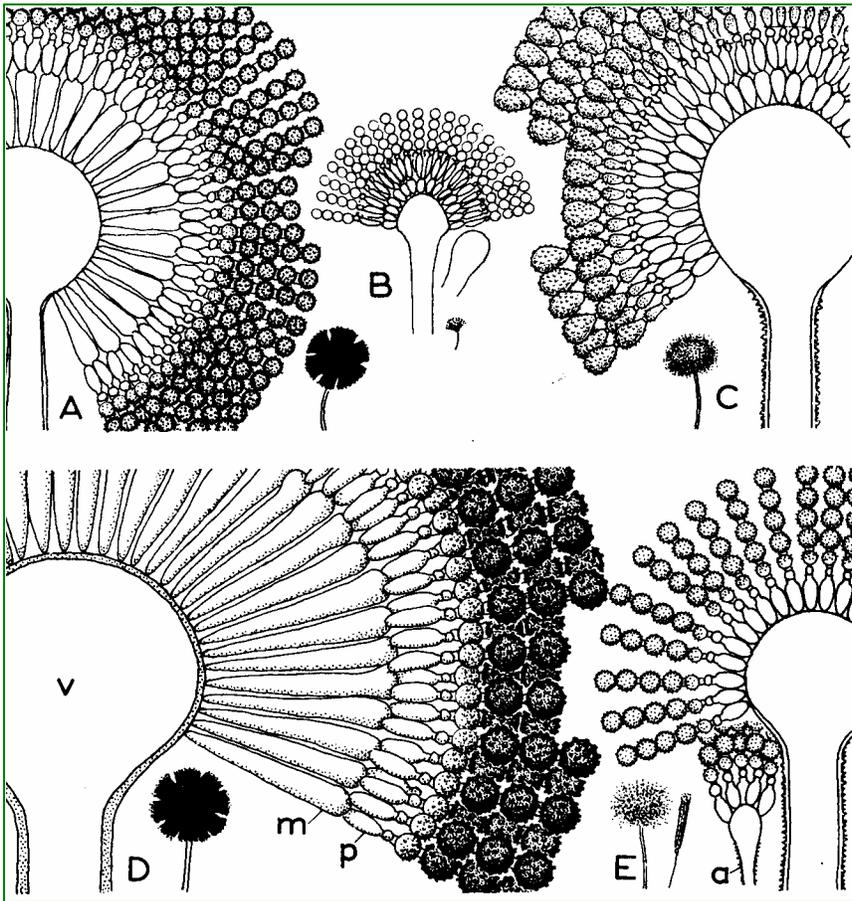
*Arthrobotrys oligospora* (figura 72) es un hongo que atrapa nematodos y se desarrolla con facilidad en cultivo. Los conidios bicelulares aparecen sobre agar-estiércol de conejo o agar-papa-zanahoria en unos 5 a 7 días. Sembrar en estrías.

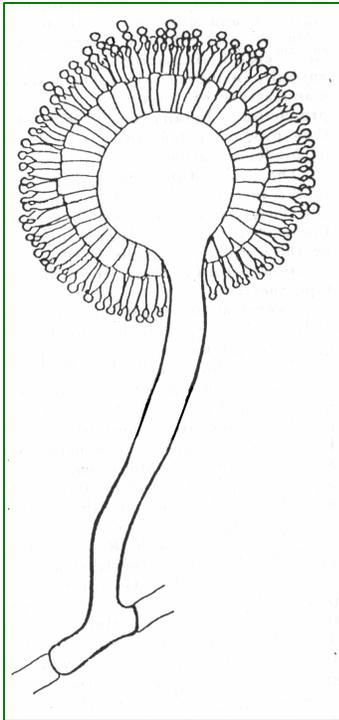
☉Figura 72. *Arthrobotrys oligospora*. Conidióforo y conidios, uno esta todavía unido.

*Aspergillus* (también ver *Eurotium*). Todas las especies mencionadas a crecen rápidamente sobre una variedad de medios. Se sugiere el uso de agar-malta o agar-papa-glucosa. Sembrar en puntos. También crecerán vigorosamente sobre unos granos de maíz hervidos. Si se dispone una capa de granos en una caja se puede preparar un atractivo “jardín de hongos” sembrando sectores con especies de diferentes colores. Estos “macizos” resultan hermosos cuando se los observa bajo el microscopio de disección con la ayuda de una lámpara puntiforme. Se siembran con una aguja las esporas de cada tubo de cultivo sobre el área de cada macizo. Una buena elección sería *A. candidus* y *A. ochraceus* que se siembran en primer lugar. Cuatro días después se cultiva *A. flavus* y *A. niger*. Tres días más tarde el “jardín” habrá “florecido”. *A. niger* se extiende rápidamente y es necesario dejar espacio para ello. Cuando se hacen preparados de *Aspergillus* y

*Penicillium*, el material se debe extraer cerca del borde de crecimiento. Los conidióforos se deterioran rápidamente con la edad y en el desarrollo más viejo las distintas estructuras ya no presentan su mejor apariencia. Sin embargo, las esporas maduras deben tomarse de la zona más vieja del cultivo.

☉Figura 73. *Aspergillus*. A, *A. niger*. B, *A. versicolor*. C, *A. tamarii*. D, *A. carbonarius*: v, vesícula; m, métula; p, fiálide. E, *A. flavus*: a, una cabeza enana. Todo está dibujado en la misma escala, salvo las figuras pequeñas que muestran la apariencia general de las cabezas con esporas.



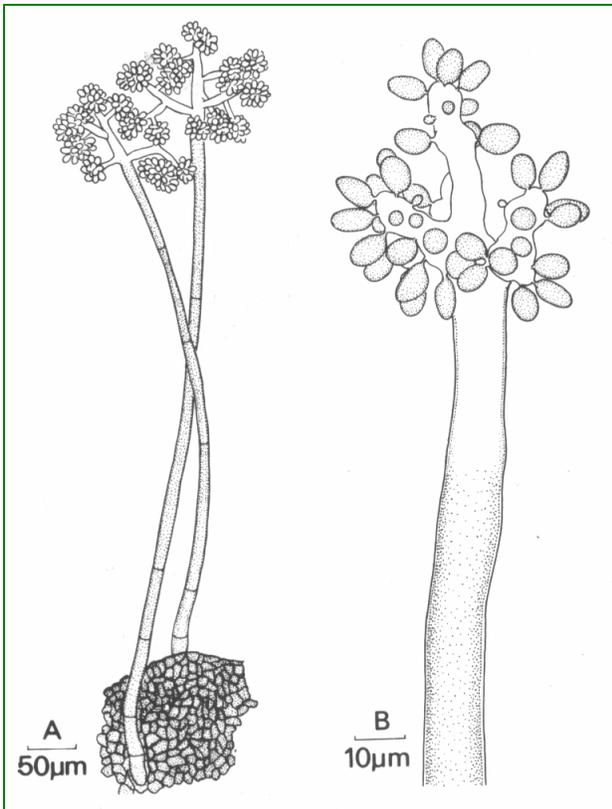
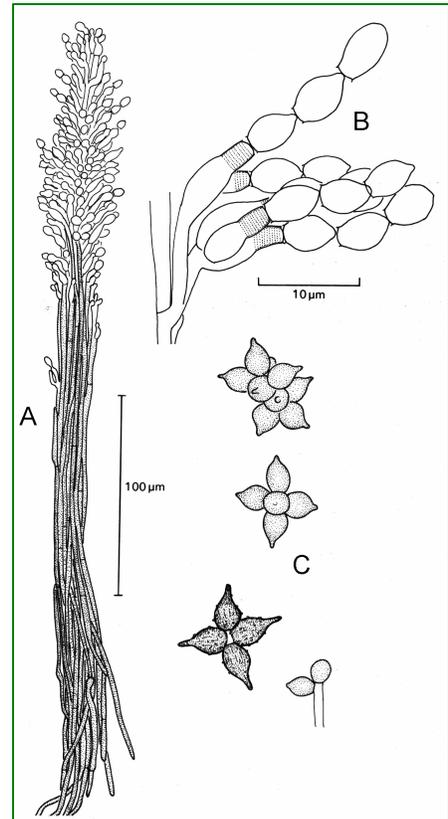


Se recomiendan las siguientes especies de *Aspergillus*: *A. candidus* blanco, *A. ochraceus* amarillo (figura 74), *A. flavus* verde pasto (figura 73 E), *A. niger* negro (figura 73 A), *A. carbonarius* una especie gigante negra (figura 73 D), *A. tamarii* pardo (figura 73 C), *A. versicolor* verde arveja (figura 73 B). Dejar transcurrir una semana para obtener un buen crecimiento. Sembrar en puntos.

☉ Figura 74. *Aspergillus ochraceus*. Aspecto general del conidióforo mostrando la célula pie. (según Thom & Raper)?

*Doratomyces stemonitis* (fig. 75). Sobre agar-papa-glucosa o agar-malta aparece en el estado sinanamórfico *Echinobotryum* después de una semana. Los coremios se forman luego de unos 10 a 14 días. Sembrar en estrías.

Figura 75. *Doratomyces stemonitis*. ☉ A, coremio. B, detalle del ápice del coremio mostrando las anélices. C, esporas del estado *Echinobotryum*. (según Webster)

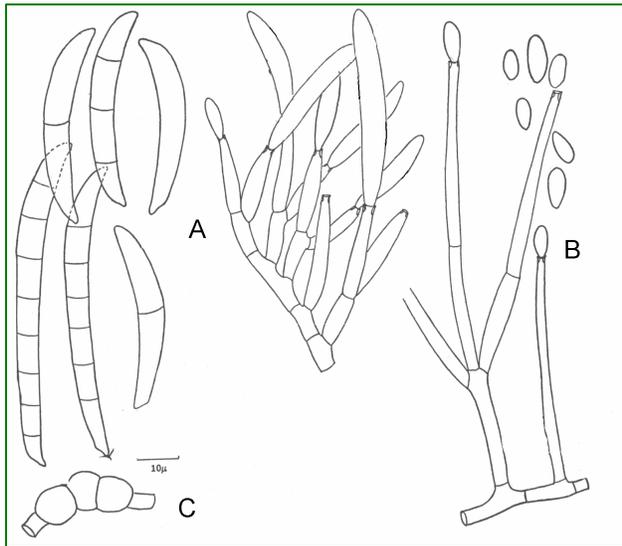


*Botrytis cinerea* (figura 76) Parásito de muchas plantas cultivadas. Produce conidios sobre agar-papa-glucosa, agar-malta o agar-avena en 7 a 10 días. Sembrar en estrías. Es el estado conidial de *Botryotinia*.

☉ Figura 76. *Botrytis cinerea*. A, aspecto general del conidióforo. B, detalle. (según Ellis & Ellis)

*Fusarium solani* (figura 77). Los microconidios se observan como pequeñas bolitas de esporas sobre cortos esporóforos a los pocos días de cultivo sobre agar-papa-glucosa o agar-malta. Los macroconidios

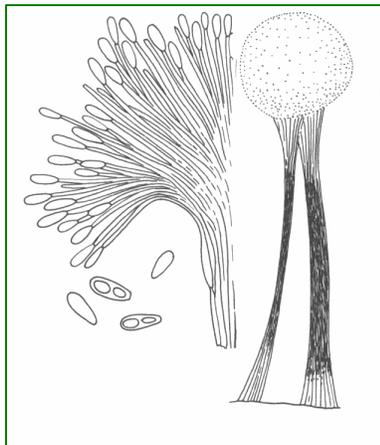
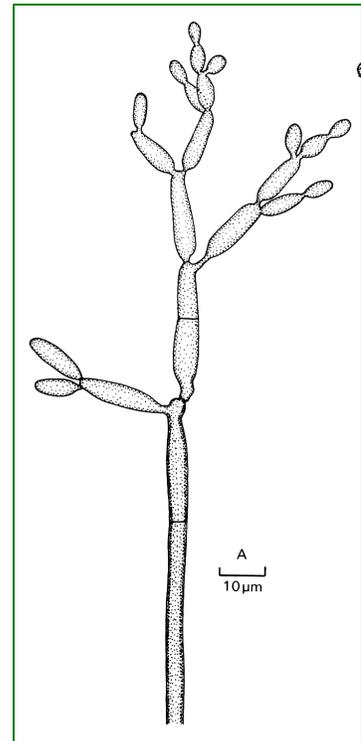
aparecen a los 7 a 10 días después de la siembra. Estos son falciformes y septados, en masa se ven como zonas mucosas azul grisáceo. Sembrar en estrías.



☞ Figura 77. *Fusarium solani*. A, macroconidios y conidióforo. B, microconidios y conidióforo. C, clamidosporas. (según Booth)

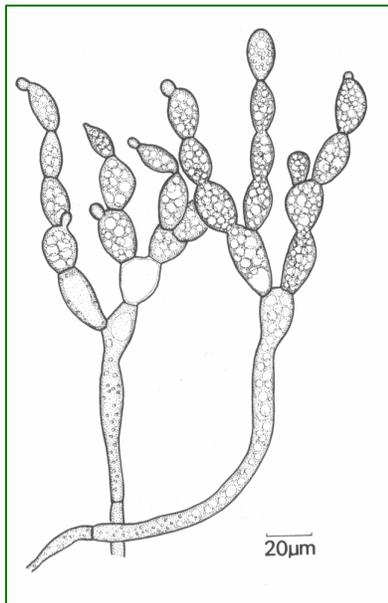
*Cladosporium cladosporioides* (figura 78) produce cadenas de esporas por gemación en 5 a 7 días sobre agar-papa-glucosa o agar-malta. Sembrar en estría.

Figura 78. *Cladosporium cladosporioides*. Producción de conidios. (según Webster) ☞



*Graphium putredinis* (figura 79). Después de unos 5 días sobre agar-harina de maíz o agar-papa-glucosa aparecen los coremios de color oscuro que llevan bolitas mucosas de esporas. Sembrar en estrías

☞ Figura 79. *Graphium putredinis*. Coremios vistos con el lente de bajo poder del microscopio. Esporas en una escala mayor. (según Ellis & Ellis)

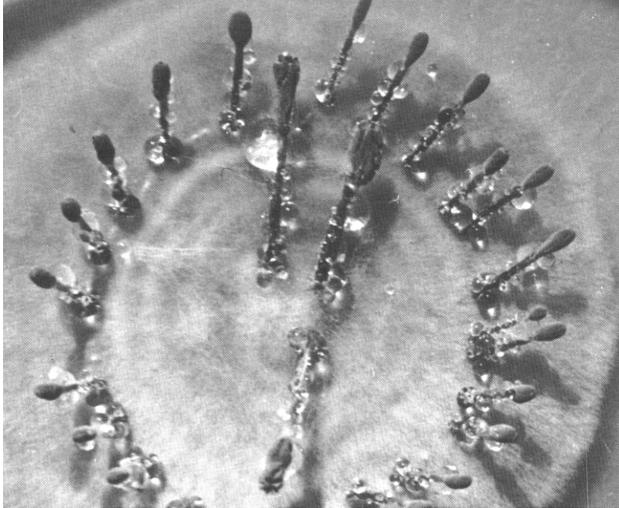


*Monilia fructigena* (figura 80). El anamorfo de *Monilinia fructigena* que causa la podredumbre parda de los árboles frutales. El estado perfecto se debe estudiar sobre sus diversos hospedadores. El estado conidial *Monilia* se produce en unos 7 a 10 días sobre agar-papa-glucosa o agar-avena. Sembrar en estrías.

☞ Figura 80. *Monilia fructigena*. Conidios producidos por gemación. (según Webster)

*Penicillium claviforme* (figuras 81 y 82) es muy atractivo, produce anillos concéntricos de coremios de unos 5 mm de alto sobre agar-papa-glucosa o agar-malta en unas dos semanas. Sembrar en un punto.

*Penicillium cyclopium* (figura 83) es una especie muy común. El moho verde que crece sobre alimentos, cueros, etc. es



comúnmente *P. cyclopium* (= *P. aurantiigriseum*). Crece sobre agar-papa-glucosa o agar-malta en unos 10 a 14 días. Sembrar en puntos.

☉ Figura 81. *Penicillium clavidorme*, microfotografía de la colonia gigante. (según Webster)

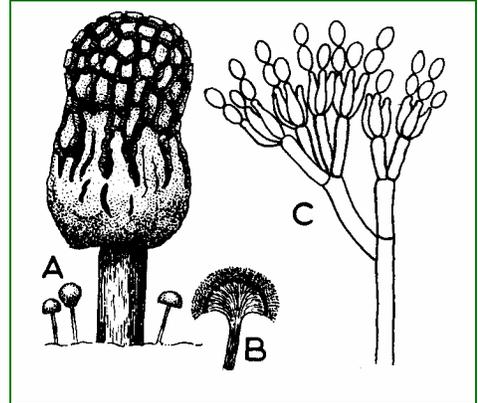
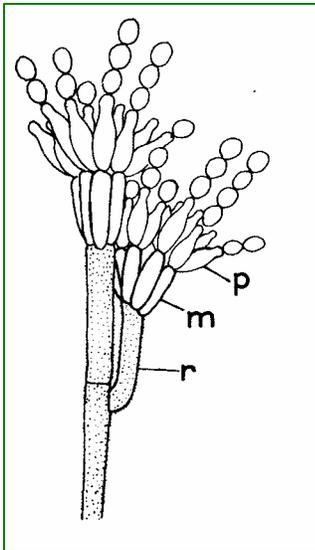


Figura 82. *Penicillium claviforme*. ☉ A, formas de coremios, de las cuales la más grande alcanza unos 5 mm de alto (máximo). B, corte de uno con forma de baqueta. C, detalle de un penicilio.

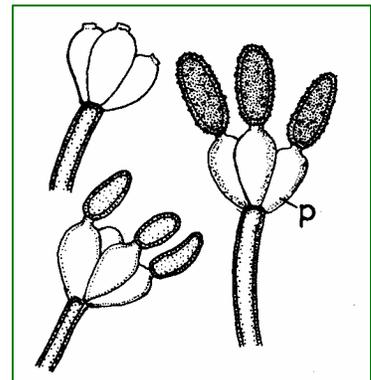


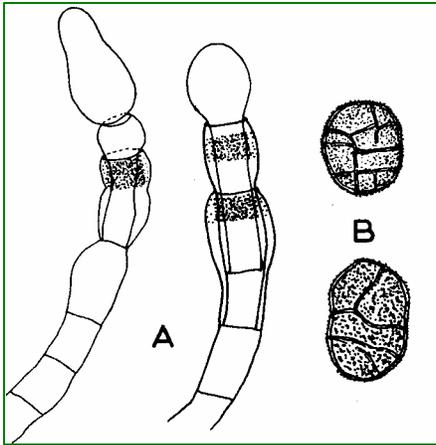
☉ Figura 83. *Penicillium cyclopium* (= *P. aurantiigriseum*). Detalle de un penicilio. r, rama. m, métula p, fiálide.?

*Stachybotrys atra* (figura 84) es un hongo muy celulolítico. Por esta razón requiere celulosa libre para una buena esporulación. Se cortan unas tiras de papel de filtro de 50 x 13 mm y se las coloca en un frasco con tapa a rosca con 1 ó 2 gotas de formalina y se dejan allí toda la noche. A la mañana siguiente se saca la tapa al abrigo del polvo para dejar escapar el fumigante. Se depositan dos o tres tiras de papel sobre la superficie de una placa de agar-papa-zanahoria antes de la inoculación. Como alternativa se puede esterilizar el papel en un horno de aire caliente, pero se deben tomar precauciones para evitar que se carbonice pues entonces resultaría tóxico. Unos 7 a 10 días espues de sembrado, una masa densa de esporas negras y mucosas cubre el papel de filtro. Es muy escaso el desarrollo sobre el agar circundante. Al inocular, hacer estrías sobre el papel de filtro.

Figura 84. *Stachybotrys atra*. Producción de conidios. p, fiálide. ☉

*Stemphylium botryosum* (figura 85). El teleomorfo es *Pleospora*, el cual no siempre se forma en el cultivo. Produce acúmulos de conidios de color obscuro y septados, sobre agar-papa-zanahoria en 7 a 10 días. Sembrar en estrías.





☉ Figura 85. *Stenphylium botryosum*. A, producción de conidios. B, esporas maduras.?

*Trichothecium roseum* (figura 86) produce conidios en 10 a 14 días sobre agar-papa-glucosa o agar-malta. El desarrollo del color rosado es lento pero puede acelerarse dejando el cultivo expuesto a la luz. Sembrar en un punto.

?

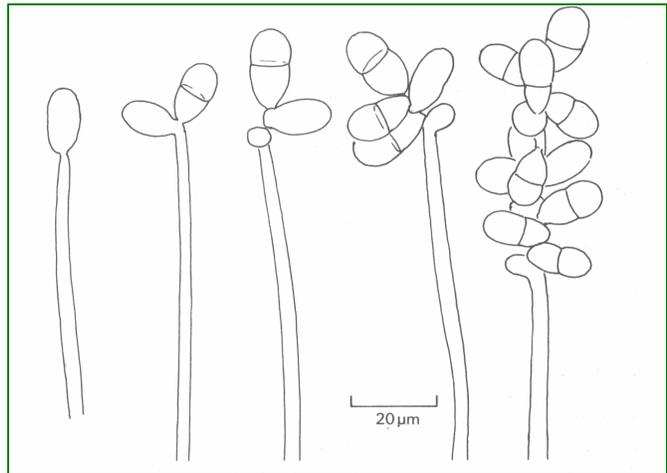
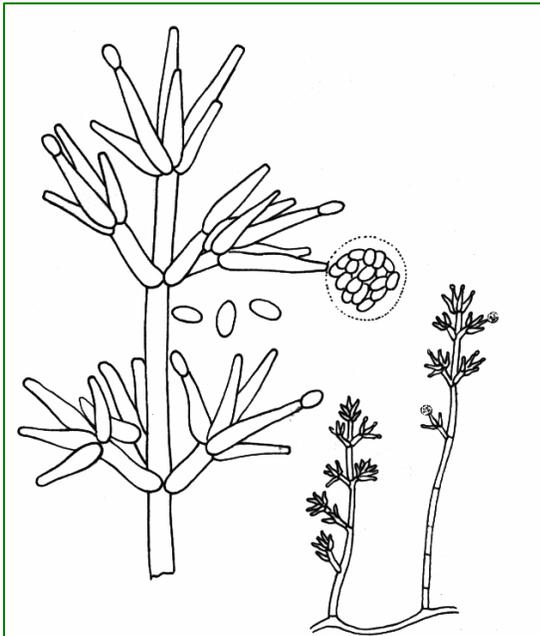


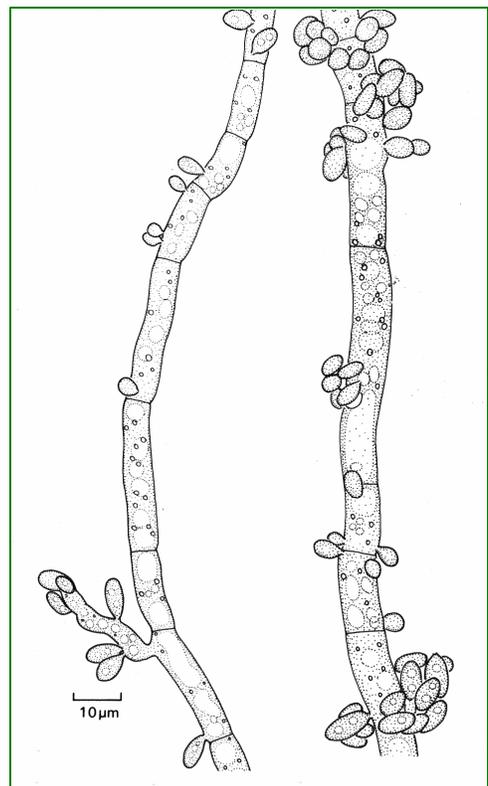
Figura 86. *Trichothecium roseum*. A, producción de conidios. B, espora madura. (según Webster) ☉



☉ Figura 87. *Verticillium cinnabarinum*. A, conidióforo con ramas en verticilos. B, conidios. (según Ellis & Ellis)

Figura 88. *Aureobasidium pullulans*. Conidios producidos por gemación. (según Webster) ☉

*Aureobasidium pullulans* (figura 88) es un hongo levaduriforme negro. Sobre agar-malta o agar-papa-glucosa crece en 10 a 14 días. Es color blanco sucio al principio, oscureciéndose con el tiempo. Con este hongo no se suele obtener preparados muy satisfactorios. Sembrar en estría.



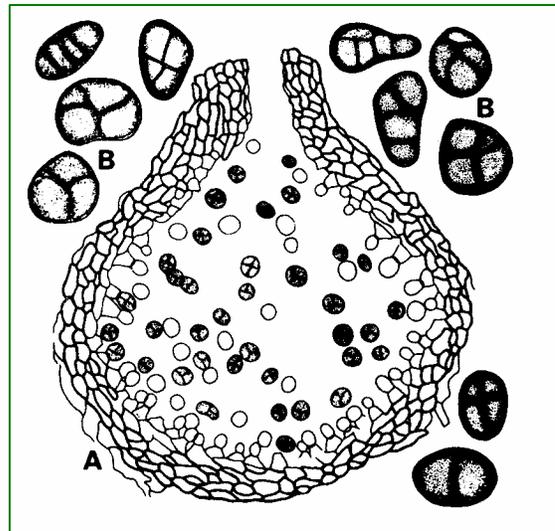
## COELOMYCETES

### Hongos con picnidios

Muchos miembros de este grupo crecen con facilidad en los cultivos.

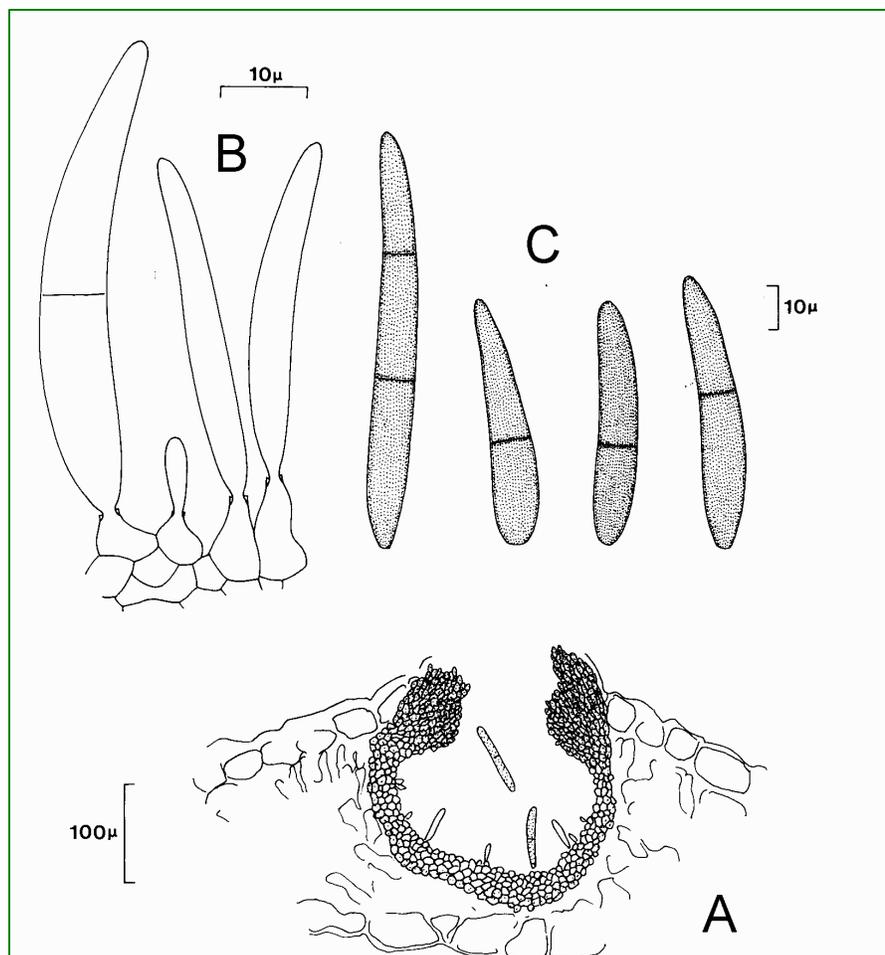
*Camarosporium capparidis* (figura 92) Esta especie crece sobre los tallos de *Capparis*.

Figura 92. *Camarosporium capparidis* A, corte vertical de un picnidio. B, esporas maduras. ➡

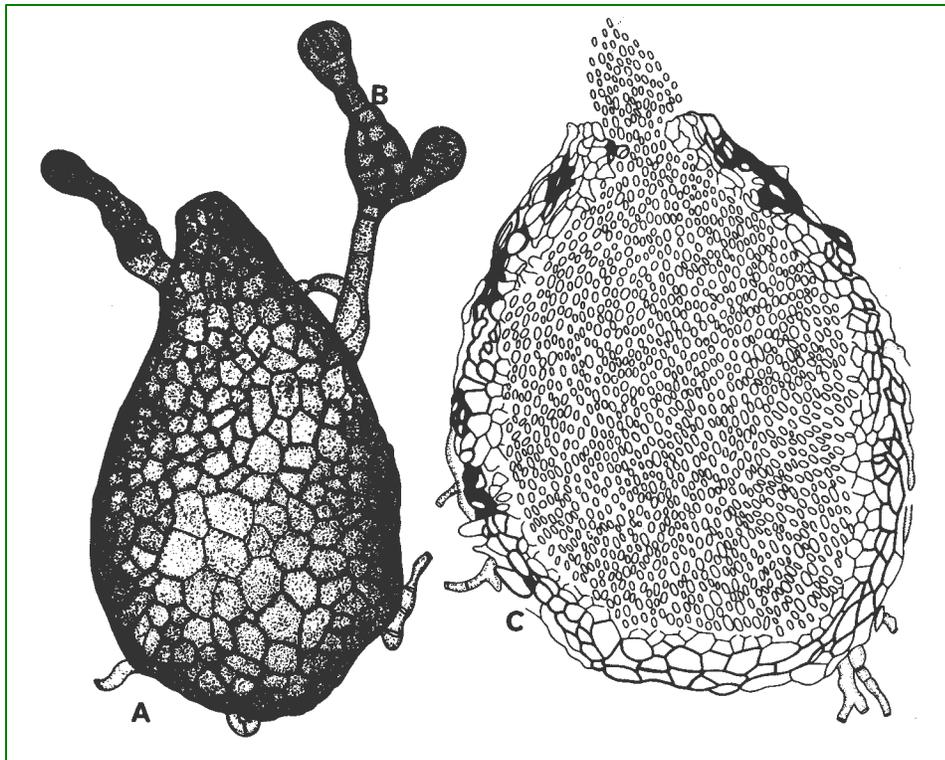


*Stenocarpella (Diplodia) macrospora* (figura 93) produce la podredumbre seca de la caña y la mazorca del maíz. Sobre agar-papa-glucosa o agar-avena los picnidios se forman en 2 a 3 semanas. Las esporas son de color pardo claro y tienen la pared lisa.

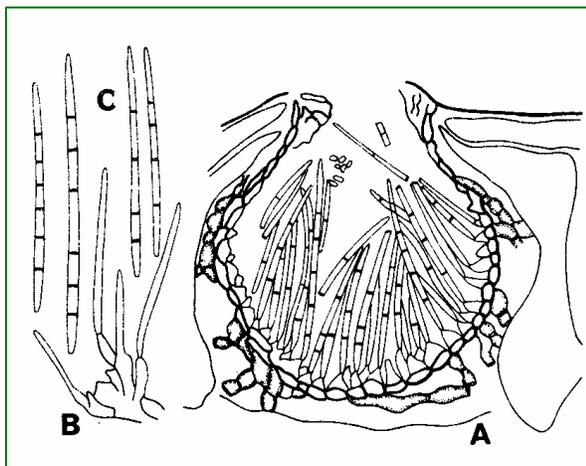
Figura 93. *Stenocarpella (Diplodia) macrospora* A, corte de un picnidio. B, conidióforos y conidios. C, esporas maduras. (según Sutton) ➡



*Phoma glomerata* (figura 94) causa la mancha de la hoja y el fruto del manzano; el tizón de las flores y los racimos de la vid y la podredumbre del tomate, la papa y los citrus. Se lo reconoce fácilmente en los cultivos por la producción de los clamidosporas en cadenas. Sobre agar-malta, agar-papa-glucosa o agar-avena los picnidios aparecen en 1 a 2 semanas.



☉ Figura 94. *Phoma glomerata* A, picnidio B, clamidosporas C, corte vertical de un picnidio.



*Septoria chrysanthemella* (figura 95) causa la mancha foliar o tizón del crisantemo cultivado. Sobre agar-papa-glucosa o agar-avena produce los picnidios y esporas en una o dos semanas. Cuando las esporas están maduras son expulsadas a través del ostíolo (abertura en el ápice del picnidio) en zarcillos blancos, largos y delgadas.

☉ Figura 95. *Septoria chrysanthemella*. A, corte vertical de un picnidio. B, conidióforos y conidios. C, conidios maduros.

### Hongos con acérvulas

Los miembros de este grupo muestran una gran variabilidad en las características del cultivo. Con frecuencia es difícil distinguirlos de los hifomicetos porque los conidios se forman en conidióforos aislados esparcidos por el micelio. Sin embargo, puede contarse con que las cepas de los que se mencionan a continuación formen las fructificaciones con una estructura similar a la que se ve sobre los substratos naturales.

El género *Colletotrichum* incluye muchas formas anteriormente llamadas *Gloeosporium* y exhibe una gama de estructuras acervulares. El estado perfecto cuando se lo halla, pertenece al género *Glomerella* de los ascomicetos.

*Colletotrichum musae* (= *Gloeosporium musarum*) (figura 96) es muy común en los bananeros. Las fructificaciones son agregados de micelio relativamente indiferenciado que no poseen

cerdas. Forma buenas colonias con esporos de color anaranjado salmón sobre agar-papa-glucosa en 2 a 3 semanas. Sembrar en un punto.

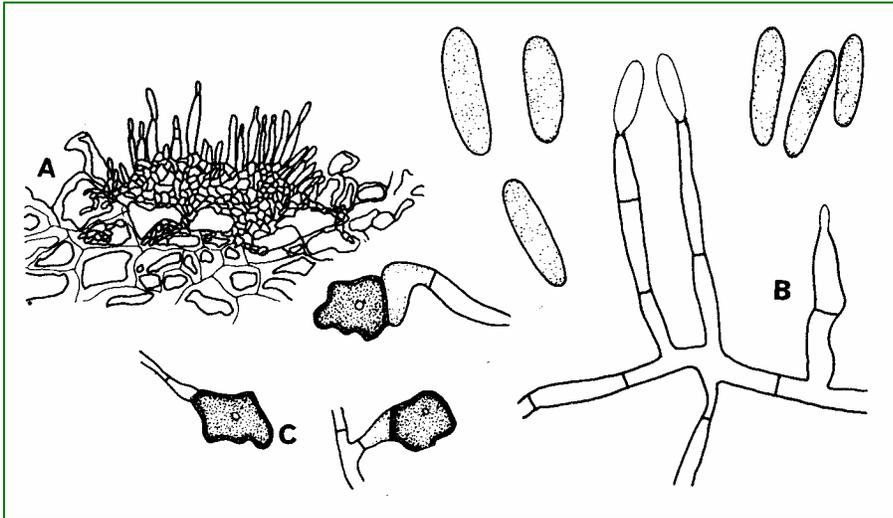
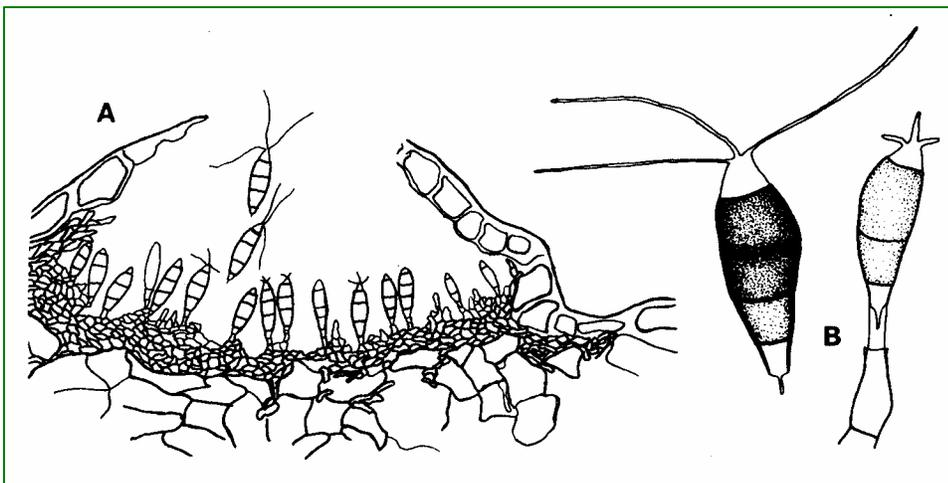


Figura 96. *Colletotricum musae*. A, corte longitudinal de una acérvula en un tallo de bananero. B, conidios y conidióforos solitarios provenientes de un cultivo, C, apesorios de un cultivo sobre portaobjetos.

*Colletotrichum coccodes*. Las fructificaciones incluyen una cantidad considerable de micelio estéril compacto, con cerdas oscuras notables, y masas de esporas entre incoloro y anaranjado salmón pálido. Es común la formación de esclerocios con cerdas. Crece sobre agar-papa-glucosa en 2 a 3 semanas. Sembrar en un punto. Para ambas especies se puede utilizar la técnica de cultivo en portaobjetos, donde se forman apesorios pardos y conidios en una semana sobre agar-papa-glucosa.

*Pestalotiopsis*. Los conidios que distinguen a este género nacen en áreas bien definidas del tejido acervular y en masa aparecen de color negro. *Pestalotiopsis sydowiana* (figura 97) forma buenas colonias sobre agar-papa-glucosa en 2 a 3 semanas. Sembrar en un punto. Las cerdas pueden



verse con más nitidez en un líquido de montar acuoso que en lactofenol.

Figura 97. *Pestalotiopsis sydowiana*; A, corte longitudinal de una acérvula en una hoja de *Cissus*. B, conidio maduro y otro joven unido al conidióforo.

# Hongos coprófilos

Trabajo de H. A. Dade publicado en el Journal of the Quekett Microscopical Club (Ser. 4) 4 : 396 - 406, 1957.

Los excrementos de los animales herbívoros constituyen una fuente de material muy rica y de fácil obtención. Los microhongos que se encuentran en los excrementos abarcan una amplia gama de formas que muestran muchas de las más interesantes especializaciones. Su estudio constituye una buena introducción a la micología, especialmente para quienes viven en las ciudades y tienen un acceso limitado a las tareas de campo. Los excrementos de distintos tipos de animales, por ejemplo pájaros, se encuentran no solo en el campo sino también en los parques, jardines y otros espacios abiertos próximos a las ciudades. Los conejos no han desaparecido completamente y los caballos muchas vacas pastan cerca de las grandes ciudades. De todos estos animales, los conejos son los más útiles para nuestro propósito, con los caballos en segundo lugar, pero sobre cualquier excremento se pueden hallar hongos interesantes.

En el estiércol se encuentran bacterias, gusanos nematodos y sus hongos parásitos y aún algas, los que también se reproducirán en los cultivos pero no impedirán al desarrollo de los hongos. Los Dictyosteliales también pueblan los excrementos. Estos no son verdaderos hongos sino mohos mucosos relacionadas con los Myxomycetes (reunidos en el reino Protozoa). Se alimentan de bacterias y forman pseudoplasmodio por la agregación de mixoamebas móviles. De los plasmadios crecen pedúnculos en cuyos extremos hay masas de esporas unidas por mucus. Un ejemplo típico es *Dictyostelium mucoroides* (figura 98 A).

Un cierto número de mohos comunes pertenecientes al orden Mucorales aparecen de ordinario sobre los excrementos aunque no están restringidos a este habitat. Es factible encontrar varias especies de *Mucor*, los familiares mohos como alfileres. La figura 98 B muestra el aspecto de *Mucor*. Los esporangios nacen en el extremo de los altos esporóforos que pueden estar ramificadas o no. La figura muestra un esporangio intacto con sus esporas reunidas alrededor de la coiumela central y otro que ha estallado liberando sus esporas.

Frecuentemente se encuentra el hermoso *Thamnidium* (figura 37) con sus delicados verticilos de ramificaciones dicotómicas sobre las que se producen los esporangiolos con cuatro esporas cada uno y el esporóforo en cuyo ápice se puede formar un esporangio terminal de mayor tamaño. También suelen verse los hongos parásitos de los mucorales, tales como *Syncephalis* (figura 39) y *Piptocephalis* (figura 98 D) cuyas esporas se forman en hileras cortas dentro de los merosporangios arracimados en el extremo de los esporóforos.

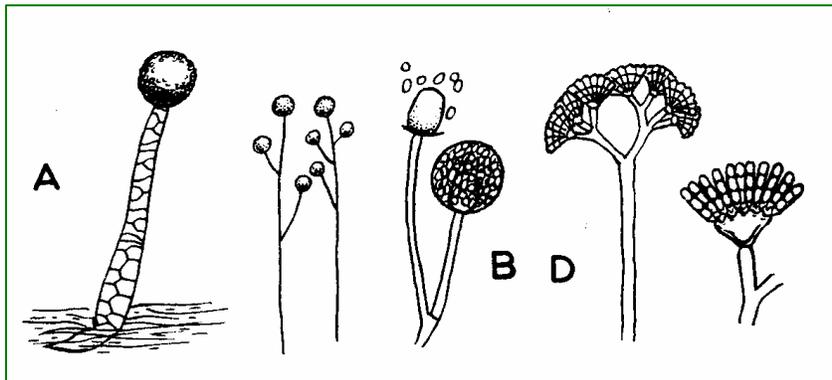


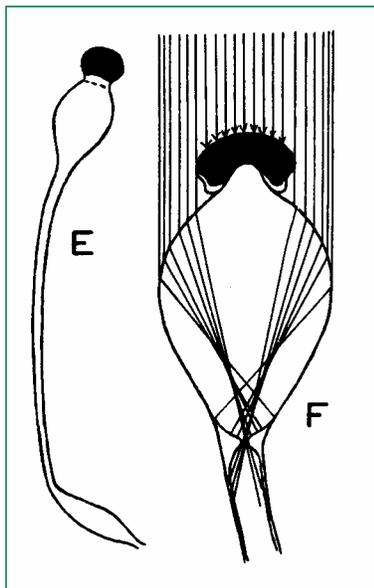
Figura 98. Dictyosteliales: A, *Dictyostelium mucoroides*, pedúnculo con un soro de esporas unidas por el mucus. Mucorales: B, *Mucor racemosus*, aspecto general y esporangios, uno de los cuales ha estallado y

liberado sus esporas. D, *Piptocephalis freseniana*, esporóforo con los esporangios parciales y esporas.

Aquí, sin embargo, consideraremos particularmente a aquellos hongos que muestran una adaptación especial para crecer en los excrementos y dispersarse, en parte mediante mecanismos propios y, en parte por los animales que proveen su alimento. Su capacidad de sobrevivir depende de algunos mecanismos interesantes. Han desarrollado medios para lanzar sus esporas, como balas de un revólver, en algunos casos a grandes distancias. Las esporas no son lanzadas al azar sino que existen mecanismos para asegurar que el proyectil pase a través de los espacios abiertos entre la vegetación circundante para llegar lo más lejos posible. El lanzamiento se realiza por fototropismo, los proyectores apuntan hacia la zona de luz más intensa. Al final de su vuelo, las esporas o la mayoría de ellas, caen generalmente sobre las hojas de las plantas y de allí en más la tarea de distribución la realizan los animales que comen las hierbas. Las esporas pasan por su tracto alimentario y luego son depositadas a una cierta distancia de su origen, mezclados con el material que les proporcionara alimento. Los jugos digestivos no dañan las esporas, al contrario, en muchos casos, tal como en algunos hongos con apotecio. son necesarios para estimular la germinación que generalmente ya ha comenzado cuando se realiza la deposición de los excrementos. Es difícil provocar las condiciones necesarias para la germinación en los medios de cultivo artificiales, aunque esto a veces suele lograrse utilizando medios fuertemente alcalinos y altas temperaturas.

Las diminutas esporas de los hongos no tienen suficiente masa para actuar como proyectiles individualmente, siendo la resistencia del aire lo suficientemente grande como para impedir su vuelo. Todos los hongos que expulsan sus esporas tienen esporas muy grandes o, lo que es más común, las esporas son arrojadas adheridas en masas, liadas o aglutinadas entre sí, a veces todo el órgano en el que se formaron las esporas constituye el proyectil. Generalmente las masas de esporas son pegajosas y se adhieren firmemente a la superficie sobre la que caen, esto asegura que serán comidas con el pasto u otras hojas y no caerán o volarán con el viento.

Dos géneros de los Mucorales están especializados como hongos del estiércol. *Pilobolus*, el maestro artillero de este orden, arroja las esporas a distancias de hasta dos metros, un hecho muy notable para un pequeño moho de sólo unos milímetros de alto. Sus esporóforos terminan



en vesículas o vejigas hinchadas encima de las cuales hay esporangios pequeños, chatos, con forma de botón, llenos de esporas oscuras que hacen que el mismo aparezca negro (figuras 35 y 99). Estos órganos nacen durante la noche y completan su desarrollo durante la mañana, al mediodía ya se encuentran apuntando y listos para disparar. El aparato que permite apuntar es óptico, la vesícula hinchada, transparente, que está llena de líquido es una lente, enfoca los rayos de luz que caen sobre ella y forma la imagen de un punto brillante sobre la pared interior de la vesícula.

☉Figura 99. E, *Pilobolus kleinii*, esporóforo mostrando el esporangio y la vesícula. F, el mismo, donde se ve el recorrido de los rayos de luz a través de la vesícula.

Cuando el punto cae sobre un lado de la vesícula, ese lado crece más rápido que el opuesto, lo que hace que el esporóforo se doble

y la vesícula apunte hacia otra dirección. A medida que la vesícula va cambiando de dirección, el punto de luz se traslada hasta que llega al centro de la base con lo que no se producen más desplazamientos de la vesícula pues el "arma" está apuntando directamente hacia la fuente de luz. La trayectoria de los rayos se muestra en el diagrama de la figura 99 F. Si se coloca el excremento de caballo, sobre el que comúnmente se encuentra *Pilobolus*, en una caja con una cubierta de vidrio cerca de una ventana, veremos los esporóforos inclinados hacia la luz. Si durante la mañana se hace girar la caja se ve cómo los esporóforos cambian de dirección sin demora.

La presión del líquido dentro de la vesícula aumenta entonces hasta que la pared exterior se rompe a lo largo de una línea que está justo debajo del esporangio. Luego estalla la pared interior y la vesícula vuela. El esporangio es lanzado con gran fuerza partiendo con una gota del fluido adherido a él. Cuando choca con una hoja o con la tapa de la caja de vidrio el líquido se esparce. El esporangio, que repele el agua, se da vuelta y permanece con su gorra hacia arriba, el líquido se seca y el esporangio queda pegado. Muchos de los hongos coprófilos tienen esporas o esporangios oscuros y se cree que el pigmento protege a las esporas de los efectos dañinos de los rayos ultravioletas del sol.

Hay dos especies que con frecuencia se encuentran muy fácilmente en estiércol de caballo, pero también en otros excrementos. *P. kleinii* (figura 99) es una especie grande cuyos esporangióforos alcanzan los 10 mm de alto y rematan en esporangios negros que contienen esporas oblongas u ovals, amarillas, de por lo menos 10 por 7  $\mu\text{m}$ , pero comúnmente son más grandes. Los esporangióforos surgen de cuerpos amarillos, brillantes (trofoquistes) que generalmente están sumergidos en el excremento y desde ellos pasa mucho pigmento amarillo por el esporangióforo hacia las esporas en desarrollo. *P. crystallinus* se parece a *P. kleinii* en la estructura, pero sus esporas tienen menos de 10  $\mu\text{m}$  de largo.

*Pilaira* es un género relacionado que se parece a *Pilobolus*, pero tiene una vesícula mucho más pequeña. El esporangio no es lanzada como en *Pilobolus*, sino que se desprende y pega a las hojas que toca, cuando el esporangióforo fototrópico se dobla de un lado a otro. La especie más común, *P. anomala* (figura 100) tiene esporangióforos muy largos que alcanzan una altura de 200 mm, de esa manera los esporangios pasan hacia las hojas alejadas de la masa de estiércol. En esta especie el esporangio comienza siendo amarillo y luego se vuelve negro, y las esporas son amarillo pálido, ovals, alrededor de 4 a 7 por 6 a 10  $\mu\text{m}$ .

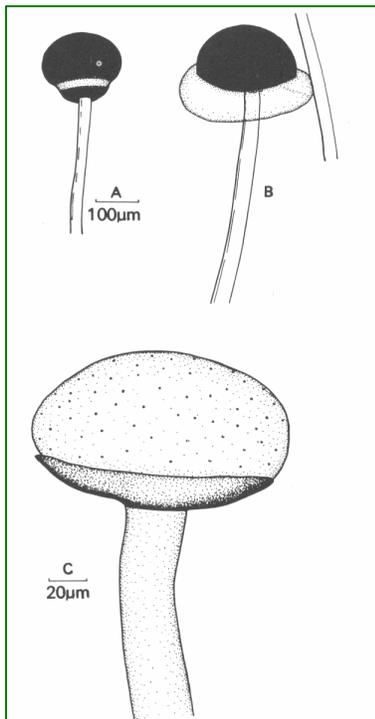


Figura 100. *Pilaría anomala* A, esporangio mostrando la línea de ruptura. B, esporangio con el anillo mucilaginoso extruído. C, columela. (según Webster)

Entre los ascomicetos la mayoría de las especies pertenece a dos órdenes, Sordariales y Pezizales, casi todos dentro de una familia en cada orden, Sordariaceae y Pezizaceae respectivamente. Unas pocas especies representan a algunos otros órdenes. Los órganos característicos de los ascomicetos son las ascas, pequeños sacos en los que se forman las ascosporas como el resultado de un proceso sexual. En la mayoría de los casos hay 8 ascosporas en

cada asca, pero en algunos grupos puede haber solamente cuatro, en otras el número es mayor y múltiplo de ocho. Mientras que el aparato de lanzamiento de *Pilobolus* se parece a un mortero corto antiguo con los proyectiles virtualmente sentados en su boca, los ascomicetos de los excrementos tienen unos cañones cuyos tubos dan la dirección al vuelo de la metralla con que están cargados. Los cañones son unos pequeños sacos tubulares llamados ascas.

En los Pezizales, el cuerpo fructífero es un apotecio que es una almohadilla pequeña, carnosa o gelatinosa, con la superficie superior plana, ligeramente cóncava o convexa. La capa superior de esta almohadilla es el himenio donde están los órganos que dan origen a las ascas. Aquí las ascas crecen separadas y empaquetadas por hileras de hifas erectas, como pelos, llamadas parafises. A medida que maduran y se preparan para disparar sus esporas, las ascas se alargan hasta que sus extremos sobresalen sobre la superficie del himenio y las ascosporas ascienden y se amontonan en la embocadura de proyección. Con una lupa o un microscopio de poco aumento podemos ver las puntas de las ascas que sobresalen como puntas negras esparcidas sobre la superficie del apotecio. Los extremos expuestos de las ascas son fototrópicos y se inclinan hacia la luz. La presión del líquido que llena cada asca, aumenta hasta que ésta revienta. Su punta se rompe como un pequeño sombrero y las esporas son proyectadas violentamente. La historia posterior de las esporas es similar a la de *Pilobolus*.

*Cheilymenia coprinaria* es uno de los Pezizales que se encuentra comúnmente en los excrementos de vaca. Sus apotecios de color anaranjado brillante, apiñados, forman manchas llamativas fácilmente visibles a ojo desnudo. Los apotecios tienen forma de platillo con un diámetro de unos pocos milímetros, cuyos bordes incoloros están rodeados por una franja de cerdas septadas, gruesas y pardas de casi un milímetro de largo. Las ascas angostas y tubulares, contienen unas ascosporas elipsoidales, incoloras, y están apretados entre las masas de parafises (cuerpos filamentosos con cabezas claviformes) que contienen el pigmento anaranjado. *Coprobria granulata* es otro hongo de color anaranjado, parecido al anterior, pero no tiene cerdas.

En el género *Ascobolus*, las ascosporas son de color púrpura brillante que se torna más o menos pardo cuando maduran y tienen estrías externas. *A. furfuraceus* posee apotecios pálidos, con forma de platillo, aunque en algunos ejemplares enanos pueden ser cilindricos, y los ascosporos tienen unas pocas estrías longitudinales (figura 101).

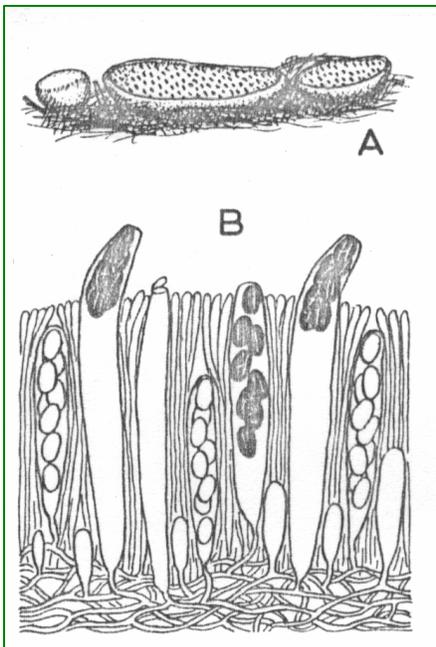
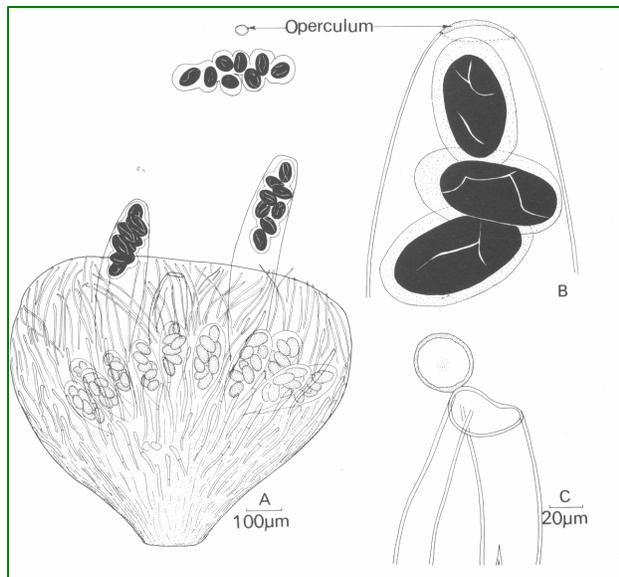


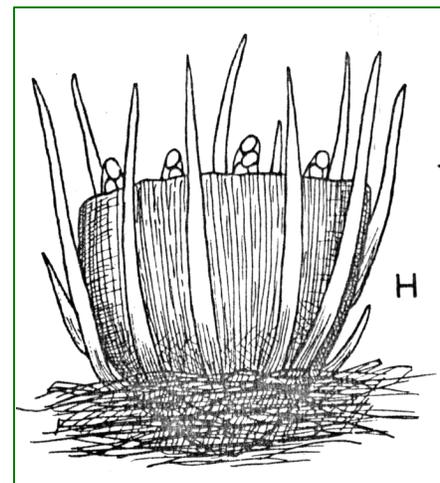
Figura 101. Pezizales: *Ascobolus furfuraceus*. A, apotecios con las puntas de las ascas sobresaliendo. B, corte vertical a través del himenio, mostrando los extremos fototrópicos de las ascas maduras y otros en las primeras etapas del desarrollo.

*A. immersus*, muy común en el estiércol de vaca, tiene apotecios gelatinosos con forma de barril. Tal como lo indica su nombre, de ordinario están sumergidos en el excremento cuando se encuentra en el campo, y solo el ápice de cada apotecio alcanza la superficie. Pero cuando el estiércol se incubaba en el aire húmedo de las cajas tapadas, los apotecios generalmente desarrollan en la superficie. Las ascas son muy grandes y notables, transparentes como el vidrio, brillantes, ahusadas, sobresalientes. Dentro de ellas se pueden ver las



ascosporas grandes, de color púrpura. Las esporas miden 50 a 75 por 30 a 40  $\mu\text{m}$ . Tienen una sola hendidura longitudinal en la superficie, algunas veces bifurcada y ahorquillada, que suele ser difícil de observar (figura 102).

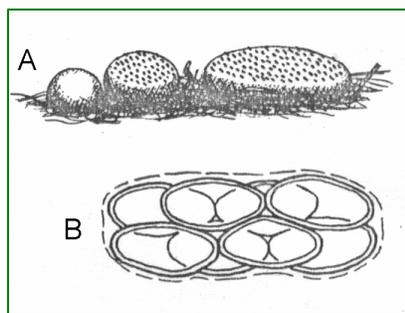
☛ Figura 102. *Ascobolus immersus*. A, ascas maduras sobresaliendo del ápice del apotecio. B, ascosporos y ápice del asca mostrando el opérculo. C, asca vacía con el opérculo adherido.(según Webster)



*Lasiobolus ciliatus* (figura 103) tiene pequeños apotecios de color amarillo, con perfil de tazón y una orla chata de cerdas incoloras, sin tabiques y con aspecto de dagas. También posee ascosporas incoloras dentro de las ascas tubulares. Los apotecios más grandes tienden hacia la forma de plato.

Figura 103. Pezizales: *Lasiobolus ciliatus*. H, apotecio con pelos ☞

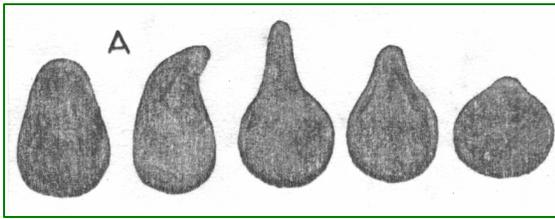
*Saccobolus* (figura 104) es similar a *Ascobolus*, aunque los apotecios son algo convexos. En casi cualquier clase de estiércol se pueden encontrar una o dos especies de *Saccobolus* pero especialmente se los halla en los excrementos de conejo. Los apotecios tienen forma de almohadón, cubiertos con puntos negros que son los extremos de las ascas con esporas maduras. Las ascosporas están pegadas firmemente entre sí, dentro de una vaina mucilaginosa común. Son proyectadas en una masa compacta pues así forman un misil relativamente grande que tiene propiedades balísticas superiores.



☛ Figura 104. Pezizales: *Saccobolus kerverni*. A, apotecios con ascas sobresalientes. B, masa de esporas dentro de una envoltura mucilaginosa.

*Ryparobius* (= *Thelebolus*) tiene apotecios muy pequeños y las ascas contienen un gran número de esporas. Los apotecios, de unos 100  $\mu\text{m}$  de diámetro, se ubican cerca de la superficie del estiércol. Pueden pasar desapercibidos, pero si se examina la tapa de la caja se suele encontrar, con frecuencia, esporas de *Ryparobius* en grandes racimos que reúnen a numerosas esporas pequeñas, incoloras, ovals, de unos 7 por 3  $\mu\text{m}$ . Esto sucede porque las ascas contienen cientos de esporos en lugar de los 8 que comúnmente poseen los Pezizales.

*Ascophanus carneus* tiene apotecios pequeños, de color carne (rosado amarillento). Los ascosporos incoloros están finamente punteados. Los pequeños puntos no se distinguen con facilidad, a menos que se enfoque cuidadosamente el microscopio.



☛ Figura 105. Siluetas características de peritecios.

También se encuentran en el estiércol varios géneros de Sordariales, la mayoría pertenecientes a la familia Sordariaceae. En este grupo las ascas se forman dentro de un peritecio. Este cuerpo fructífero es una estructura redonda, cónica o con

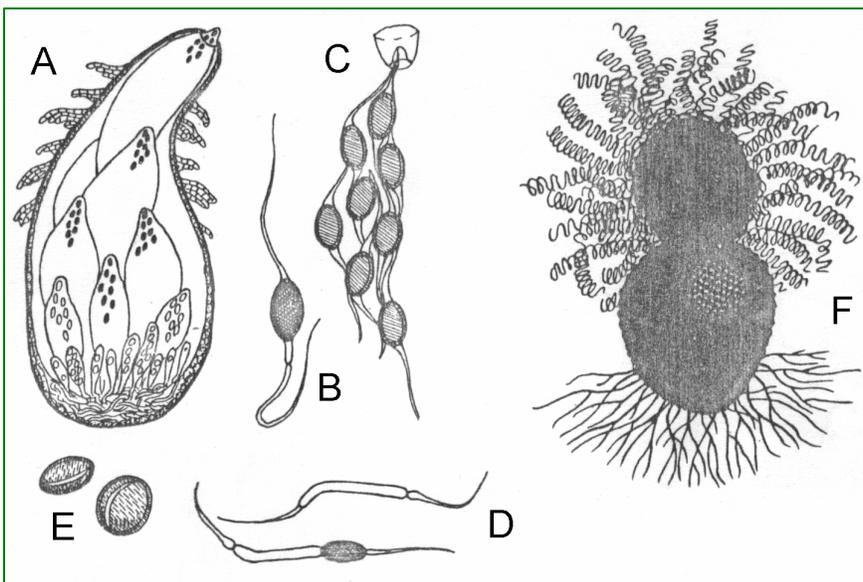
forma de jarra, con un ostíolo o abertura en su ápice. La figura 105 da una idea de la gama de formas que pueden tener los peritecios, los cuales generalmente son de color muy oscuro o negro. Pueden tener pelos o apéndices similares decorando el exterior. Las ascas, en compañía de las parafises, se desarrollan dentro del peritecio levantándose desde el himenio que está al fondo.

En *Sordaria* (figura 61) y *Podospora* el cuerpo fructífero a veces apunta hacia la luz. En algunas especies el cuello del peritecio es fototrópico (figura 106 A). Las ascas, al madurar, se alargan y entran en el cuello uno por uno. La punta del asca luego sobresale por el ostíolo, estalla y libera las esporas. En *Podospora* cada espora tiene un zarcillo largo y mucilaginoso en cada extremo (figura 106 B). Estos zarcillos se entrelazan manteniendo unidos las esporas (figura 106 C), dando así al proyectil una masa suficiente.

Entre otras Sordariaceae, *Bombardia* tiene unas esporas largas y cilíndricas, dobladas en un extremo, con zarcillos mucilaginosos como los de *Podospora* y cuando maduran las esporas desarrollan un ensanchamiento obscuro en un extremo (figura 106 D). Las ascosporas de *Coniochaeta* tienen largas hendiduras germinales (figura 106 E).

*Chaetomium* (figuras 63 y 106 F) abarca un gran número de especies que crecen sobre estiércol, pero no están restringidas a este habitat y es común hallarlas sobre maderas húmedas en descomposición. *Chaetomium* pertenece a otra familia de los Sordariales, pues no expulsa sus esporos sino que sobresalen del peritecio en masa y luego se enriedan con la corana de pelos

enrulados que adornan el cuerpo fructífero.



☛ Figura 106. Sordariales, *Podospora curvula*. A, el diagrama muestra la maduración sucesiva de las ascas dentro de un peritecio, el más viejo ya ha adoptado la posición de disparo. B, ascosporas con apéndices. C, masa de esporas expulsada, las esporas permanecen unidas entre sí por los apéndices y aún están adheridas a la tapa

desprendida del asca. *Bombardia*. D, ascosporas maduras e inmaduras. *Coniochaeta*. E, ascosporas con largas hendiduras de germinación. *Chaetomium*. F, peritecio con la masa de esporas sobresaliendo y enredada en los pelos enroscados.

*Sporormia* tiene ascosporos largos, con 3 septos. Sus pequeños pseudotecios poseen cuellos largos y las ascas doble pared. Cuando el asca madura, su pared exterior revienta y la interior se alarga hasta que el extremo superior del asca sale por el ostiolo (figura 107). *Delitschia* se parece a *Sporormia*, pero sus esporas tienen un solo septo (figura 108 B). Ambos pertenecen a los Dothideales.

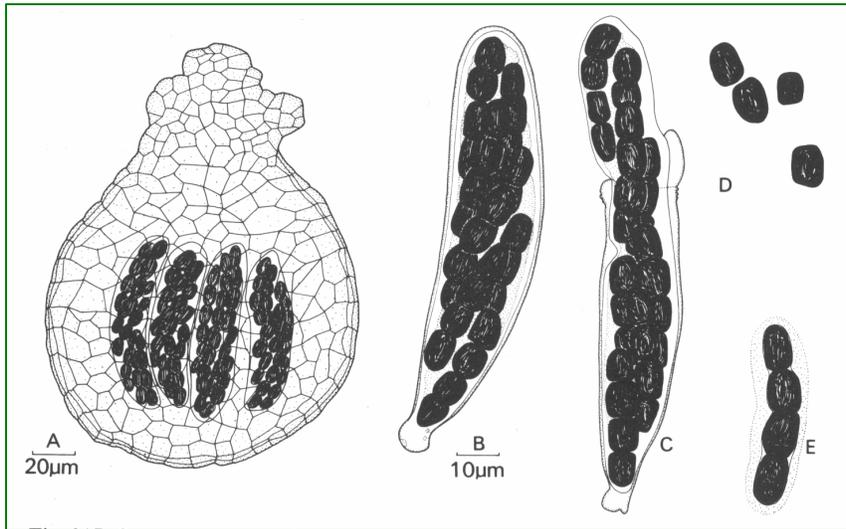


Figura 107. *Sporormia intermedia*. A, pseudotecio transparentes que deja ver las ascas. B, asca madura con doble pared. C, asca alargada con la pared exterior rota y la interior expandida. D, ascospora separada en las cuatro células que la componen. E, ascospora intacta.

*Hypocopa* es una Xylariaceae y los peritecios están encerrados en un estroma o matriz de hifas entretejidas (figura 108A). *Selinia* pertenece a la familia Hypocreaceae y se parece a *Hypocopa* pero los peritecios tienen un color entre rojizo y anaranjado pálido, y los cuellos sobresalen notablemente del estroma.

También se encuentran en los excrementos unas pocas especies de Onygenales. Entre ellas se hallan las formas más sencillas, como *Gymnoascus* y *Myxotrichum*, en los cuales las ascas desnudas están protegidos solamente por una red floja de hifas. *Myxotrichum uncinatum* (figura 108 C) tiene ascas globosas a ovas, con 8 - 9  $\mu\text{m}$  de diámetro, cuyas esporas son elipsoidales, algo achatadas, amarillentos, equinuladas, de 2,5 a 5  $\mu\text{m}$ .

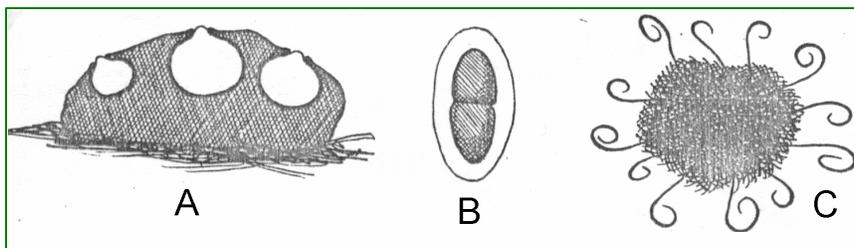


Figura 108. Xylariales. A, *Hypocopa*, corte vertical del estroma mostrando tres peritecios.

Dothideales. B, *Delitschia*, ascospora monoseptada con una envoltura mucilaginosa. Onygenales. C, *Myxotrichum uncinatum*

En el estiércol se hallan pocos basidiomicetos. *Coprinus* (figura en página 76), bastante común, es un género familiar de setas conocido como los tinteros porque sus laminillas se convierten en un limo negro cuando maduran. Otro basidiomiceto interesante es *Sphaerobolus stellatus*. Se halla comúnmente sobre la madera en descomposición así como en el estiércol de conejo, caballo o vaca. Tiene un mecanismo notable, parecido a una catapulta, para expulsar las masas

de esporas a una distancia de hasta cinco metros. El cuerpo fructífero (figura 68) es en principio una bola de unos 2 mm de diámetro de color damasco, la gleba, donde se forma una gran cantidad de basidios-poras y una vez madura consiste casi enteramente de esporas. El peridio o paredes que rodean al cuerpo fructífero, posee varias capas. A su debido momento, la parte superior se rompe a lo largo de líneas que irradian de su ápice y los bordes rasgados se curvan hacia afuera. El basidioma abierto tiene entonces forma de una taza, visto desde arriba es una estrella de cuatro u ocho puntas y la gleba expuesta se ve como una bola negro-rojiza. El forro interior de la taza se convierte en un líquido en el cual está sumergida la gleba. Las dos partes del peridio que ahora están separadas, dan al cuerpo fructífero el aspecto de dos tazas, una dentro de otra, pero permanecen firmemente unidas por las puntas de la estrella. La taza interior absorbe la humedad y expande su área, lo que produce una presión que finalmente causa la salida de la misma con gran violencia. Esta eversión repentina lanza la gleba al aire junto con el líquido que la circunda y sirve para adherirla al lugar donde aterrizó.

### **Observación y cultivo de los hongos del estiércol**

En el campo a veces se encuentra unos hongos que esporulan activamente, sobre el estiércol con algunos días desde la deposición, pero el excremento no debe estar seco ni desintegrado. Este material se puede recolectar teniendo cuidado de no dañar el desarrollo fúngico. Sin embargo, es más conveniente recoger el material para incubarlo en el laboratorio pues se pueden realizar las observaciones diarias sin perturbarla. El excremento de conejo es el que da mejor resultado y es el menos ofensivo y más fácil de manejar. Los únicos elementos necesarios para la recolección son unas pocas bolsas de papel. Estas son convenientes para cualquier tipo de estiércol. Se debe evitar el uso de bolsas de polietileno, latas u otros recipientes sin ventilación.

Una caja de vidrio u otro recipiente con tapa de vidrio es lo mejor para la incubación. Una caja de Petri es ideal para el excremento de conejo. Para el estiércol de caballo o vaca es preferible un recipiente de mayor profundidad, como una fuente Pyrex con su tapa. También son apropiadas las cajas de plástico transparente. Se debe evitar que el estiércol se seque colocándolo sobre tierra o arena húmeda, o sobre un papel de filtro humedecido pero no mojado. Se debe esterilizar la tierra o arena en autoclave o con aire seco o bien hirviéndola para evitar el crecimiento de otros mohos. Otra forma de mantener húmedo el excremento de conejo es poniéndolo en una caja de Petri que contenga una capa de agar. Las cajas se colocan cerca de una ventana en una habitación templada. La expulsión de las esporas se puede demostrar cubriendo el recipiente con un papel marrón o negro donde se cortó un agujero de unos 2 cm de diámetro. Las masas de esporas se dirigirán a la abertura y se verá un depósito oscuro sobre la tapa de la caja.

Para observar el desarrollo lo mejor es emplear una lupa estereoscópica con un poder de unos 30 x diámetro. Como alternativa se puede utilizar un microscopio común con un objetivo de 5 aumentos. Se puede observar así la morfología general de todos los organismos coprófilos. Se pueden tomar los ejemplares con una aguja para un estudio más detallado. Estos se desarmarán o aplastarán en una gota de lactofenol o glicerol al 50% y se tapanán con un cubreobjetos. Se pueden hacer preparaciones permanentes sellando los bordes con 3 ó 4 capas de esmalte para uñas. No se requiere más aumento que un objetivo de 60 aumentos para la observación de estos hongos, a menos que se esté interesado en algunos detalles minúsculos de la ornamentación de la cubierta de las esporas. Algunos ejemplares pueden tardar 3 a 4 semanas en aparecer y pueden continuar en actividad durante algunos días. Por esta razón, los recipientes de cultivo se deben examinar diariamente.

# Hongos patógenos de las plantas

Es conveniente utilizar ejemplares frescos para la enseñanza de las enfermedades causadas por los hongos, pero como la mayoría de las mismas son estacionales eso no siempre puede llevarse a cabo. En la estación apropiada se debe recolectar una buena cantidad de material representativo y se lo secará entre dos hojas de papel de diario (que debe cambiarse con frecuencia) aplicando una leve presión. También se lo puede guardar en bolsitas de polietileno en un ultracongelador o en frascos con un líquido conservador, cuya fórmula más simple es una solución acuosa al 5% de la formalina comercial (con 40% de formaldehído).

La preparación de los ejemplares de museo a partir del material enfermo de manera que conserve el color original no es dificultosa (ver C.M.I. "Manual para patólogos vegetales") pero no substituyen al material fresco que el alumno pueda conseguir por sí mismo. Las siguientes notas son meras sugerencias.

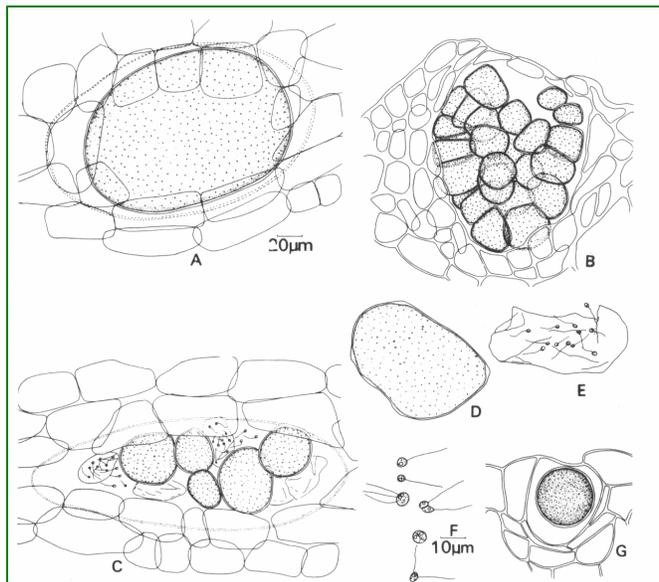
## General

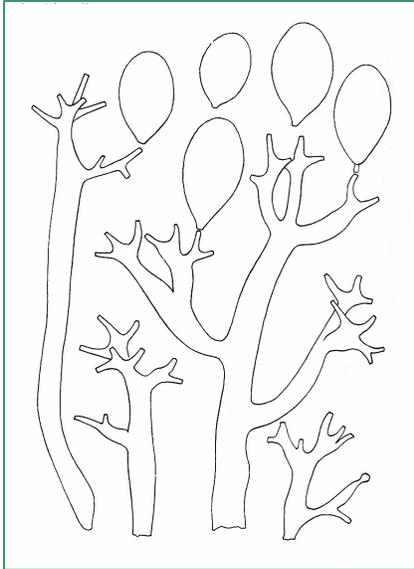
En cualquier lugar por más urbanizado que sea, una fuente útilísima de material para las clases son los mercados o verdulerías donde se pueden pedir una variedad de ejemplares enfermos y podridos. Se los podrá examinar macro y microscópicamente tal como se encuentran o luego de incubarlos en una cámara húmeda a la temperatura ambiente. En tales materiales se suelen observar varias podredumbres de las frutas a partir de las cuales pueden crecer muchos mohos comunes. Durante los meses de verano si se hace un cuidadoso relevamiento de cualquier jardín, se pueden encontrar casi invariablemente ejemplares fitopatógenos de interés y al mismo tiempo se pueden buscar las plagas. Los fitopatólogos del INTA en la Estación más cercana, proporcionarán la información sobre las pestes locales y en algunos casos proveerán algunos materiales si se hace un requerimiento formal.

## Chytridiomycetes

La verrucosis de la papa (*Synchytrium endobioticum*) no es fácil de conseguir pero *S. taraxaci* (figura 109) es común sobre las hojas del diente de león (*Taraxacum officinale*). El mal de la cal (*Albugo candida*, figura 8) se observa sobre los aletivos (*Cheiranthus* y *Matthiola*) y *Capsella bursa-pastoris*, en esta última suele estar asociado con el mildiú de las *Brassica* (*Peronospora parasitica*, figura 10).

Figura 109. *Synchytrium taraxaci*. A, talo indiviso en una célula epidérmica. B y C, vista de secciones mostrando el talo dividido en un soro de esporangios. D, esporangio maduro. E, zoosporas liberadas. F, zoosporas. G, corte de la hoja con un hipnosporangio. (según Webster) ➡



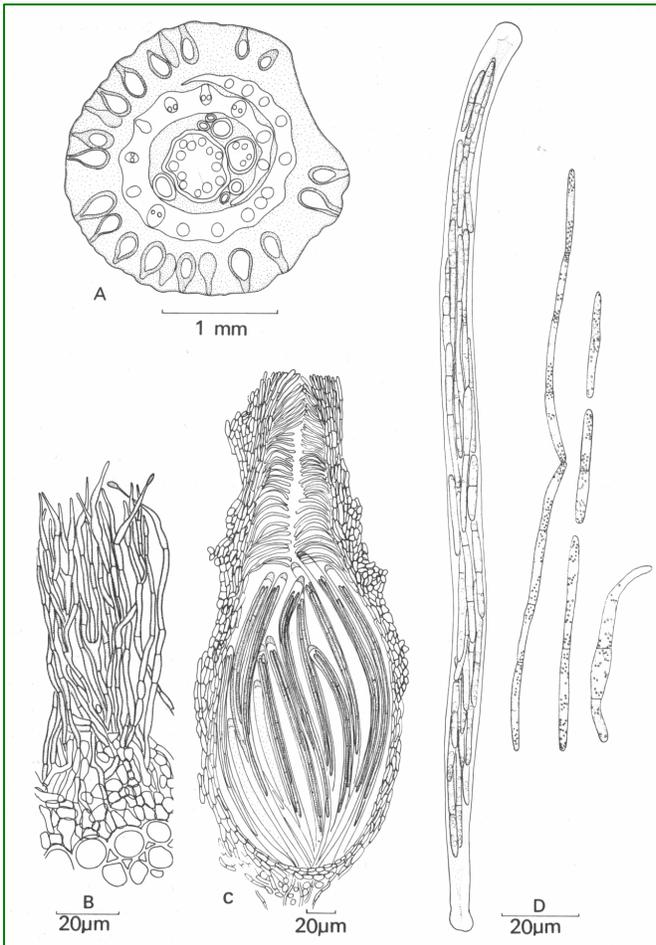


### Oomycetes

*Bremia lactucae* (figura 9) está difundida en la lechuga. Se puede obtener alguna especie de *Pythium* sembrando densamente los berros y regándolos en abundancia. Las hojas de papa con tizón (*Phytophthora infestans*, figura 13) se encuentran fácilmente a mediados y fines del verano mientras que los tubérculos infectados se obtienen durante el otoño y el invierno.

*Plasmopara viticola* (figura 110) causa el mildiú de la vid y *Rhizopus stolonifer* (figura 31) la podredumbre húmeda de las batatas y otras hortalizas.

☛ Figura 110. *Plasmopara viticola*. Esporangióforos. (según Ellis & Ellis)



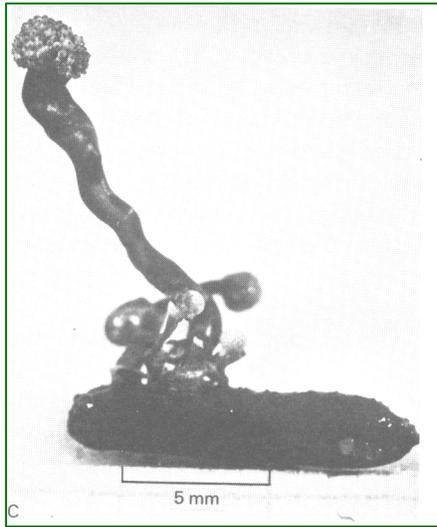
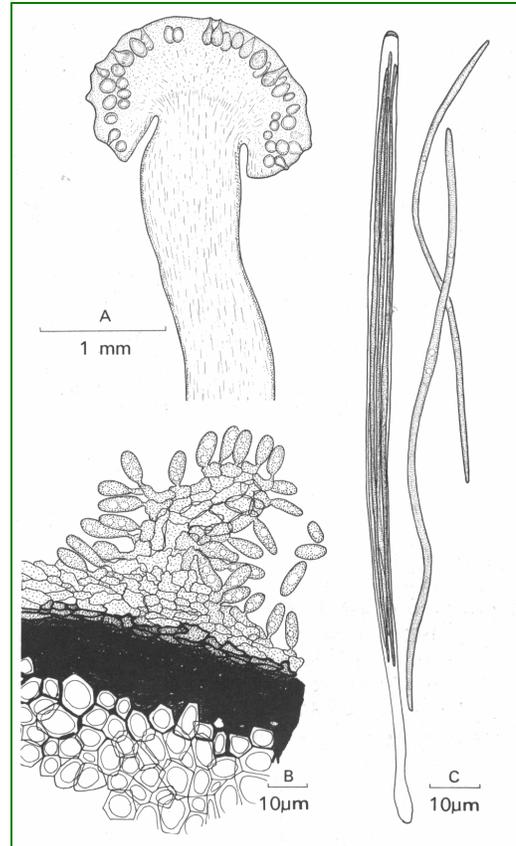
### Ascomycetes

*Epichloë typhina* (figura 111) se encuentra con frecuencia sobre los pastos, tanto en el estado conidial blanco como en el peritéxico anaranjado, recubriendo los tallos herbáceos.

☛ Figura 111. *Epichloë typhina*. A, tallo y vaina de la hoja rodeados de un estroma peritecial. B, parte del estroma conidial. C, peritecio con el ostíolo forrado de parafises. D, asca y ascosporas. (según Webster)

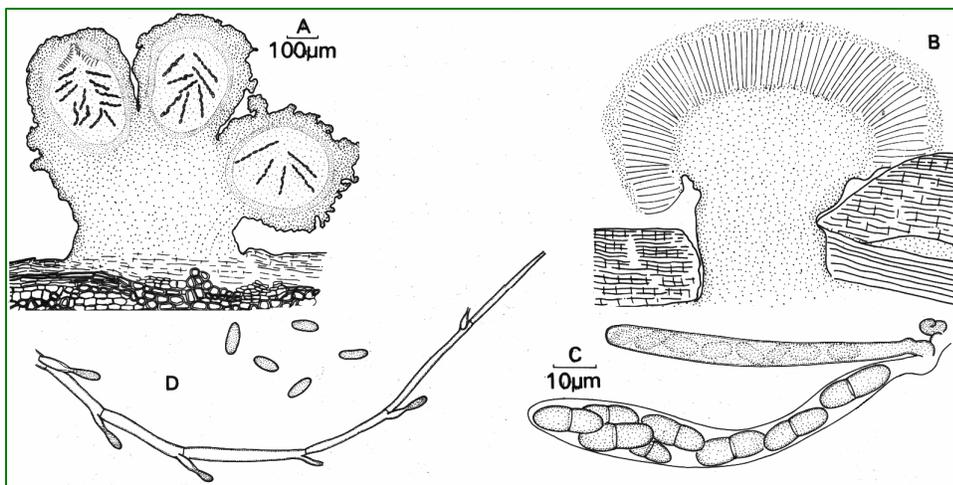
El cornezuelo (*Claviceps purpurea*, figuras 112 y 113) es raro en el centeno pero común en los pastos, especialmente *Dactylis*, *Lolium* y *Agropyron*. *C. paspali* ataca al pasto miel (*Paspalum dilatatum*). Con frecuencia se puede inducir la germinación de los esclerocios mediante un pretratamiento que consiste en almacenarlos en el refrigerador durante unas pocas semanas.

Figura 112. *Claviceps purpurea*. A, estroma peritecial. B, corte de esclerocio joven con conidios en la superficie. C, asca y ascosporas. (según Webster) ➡



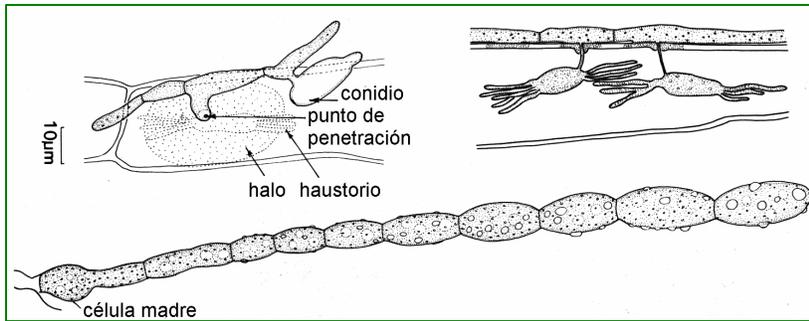
➡ Figura 113. *Claviceps purpurea*. Esclerocio germinado con el estroma peritecial en el extremo. (según Webster)

La mancha coral (*Nectria cinnabarina*, figura 114) se encuentra sobre las ramas muertas de árboles ornamentales.

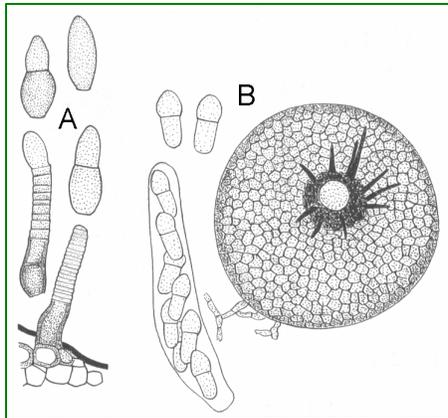


➡ Figura 114. *Nectria cinnabarina*. A, estroma peritecial. B, esporodocio o estroma conidial. C, asca D, conidióforo filáides y conidios. (según Webster)?

El oídio (*Erysiphe graminis*, figura 115) se presenta corrientemente sobre las hojas de los cereales y varios pastos. *Uncinula* (= *Erysiphe*) *necator* provoca el oídio de la vid.



☉ Figura 115. *Erysiphe graminis*. A, conidio germinando sobre una hoja. B, sección mostrando dos haustorios. C, conidióforo. (según Webster)



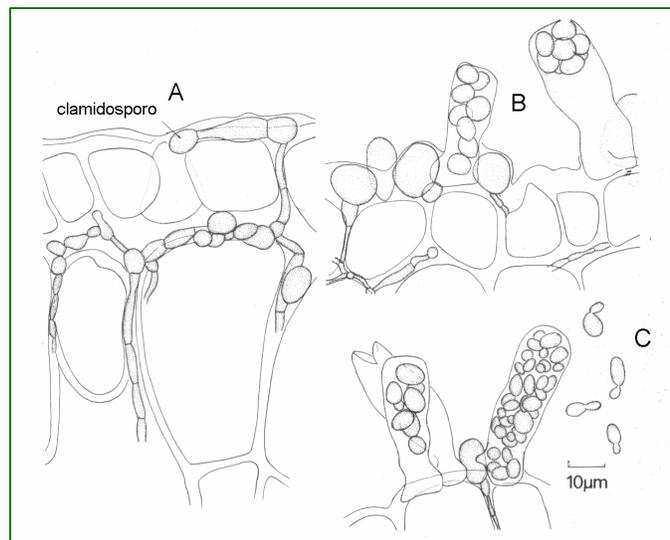
La sarna del manzano (*Venturia inaequalis*, figura 116) está diseminada en el litoral fluvial argentino. La podredumbre parda (*Monilinia*, figuras 80) de las ciruelas, manzanas, etc. es abundante.

☉ Figura 116. *Venturia inaequalis*. A, anélide y conidios con un septo. B, pseudotecio, asca y ascosporas. (según Ellis & Ellis)

### Taphrinomycetes

El torque del duraznero (*Taphrina deformans*, figura 117) es común.

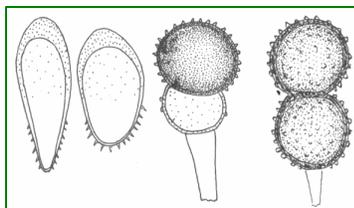
Figura 117. *Taphrina deformans*. A, micelio intercelular y clamidosporas subcuticulares. B, clamidosporas y ascas. C, ascas y ascosporas brotando. (según Webster) ☉



### Uredinio y Ustilaginomycetes

Las royas y carbones una vez secos constituyen buenos ejemplares informativos.

La roya negra del trigo (*Puccinia graminis*, figura 70) produjo en la Argentina graves epifitias sin que nunca se haya cumplido el ciclo completo a través del *Berberis*.



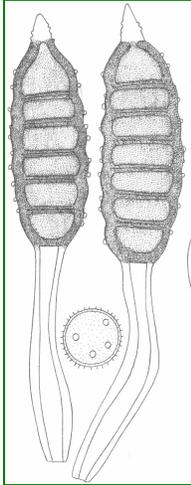
Entre las royas euheteroicas, de las cuales es fácil obtener todos los estados, está la de la anémona y el ciruelo (*Tranzschelia discolor*, figura 118) con ecidios en el primer hospedador en primavera y sobre el segundo uredosporos y teliosporos en el verano.

☉ Figura 118. *Tranzschelia discolor*. Uredosporas y teliosporas. (según Ellis & Ellis)

En primavera y fines del verano se encuentra *Puccinia poarum* con ecidios sobre *Tussilago farfara* y a comienzos del estío y en otoño se hallan los uredos y telios sobre las especies de *Poa*.

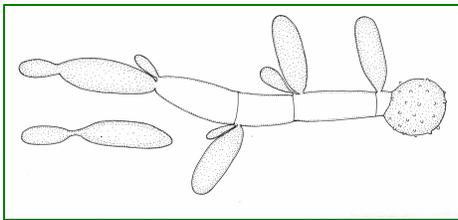
La roya de la rosa (*Phragmidium mucronatum*, figura 119) con ecidios en primavera y uredos y telios en verano, junto con la de la zarzamora (*P. violaceum*) constituyen unos atractivos materiales de clases.

☞ Figura 119. *Phragmidium mucronatum*. Teliosporas. (según Ellis & Ellis)



Un ejemplo de *Ustilago* generalmente disponible es *U. zaeae* (figura 120) en el maíz, otro es *U. avenae* (figura 121) en *Arrhenatherum elatius* que también produce el carbón volador de la avena. *U. violácea*, el carbón de las anteras de *Lychnis dioica* y otras Caryophyllaceae. está ampliamente distribuido y se distingue fácilmente por los centros oscuros de las flores infectadas.

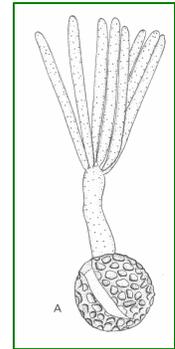
☞ Figura 120. *Ustilago zaeae*. ☞



☞ Figura 121. *Ustilago avenae*. Teliosporo germinado produciendo esporidios y esporidio brotando. (según Webster)

Para obtener una provisión del carbón del trigo (*Tilletia caries*, figura 122) generalmente se requiere la ayuda de un fitopatólogo profesional.

☞ Figura 122. *Tilletia caries*. Teliosporo germinado con esporidios. (según Webster) ☞



### Basidiomycetes

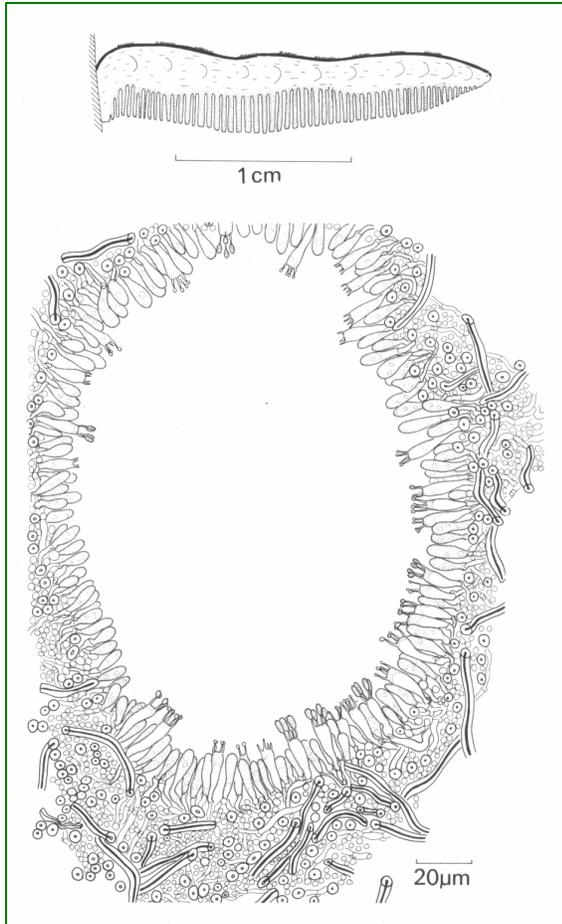
Los cuerpos fructíferos de una serie de hongos que atacan la madera, tal como *Chondrostereum purpureum* (causante del plateado del ciruelo, figura 123), *Pycnoporus (Trametes) cinnabarinus* (figura 124) y *Coriolus versicolor* (figura 125) que deben recolectarse con parte del substrato adherido y se conservan indefinidamente como ejemplares manuales si se los protege del ataque de los insectos.



Figura 123. *Chondrostereum purpureum* ☞



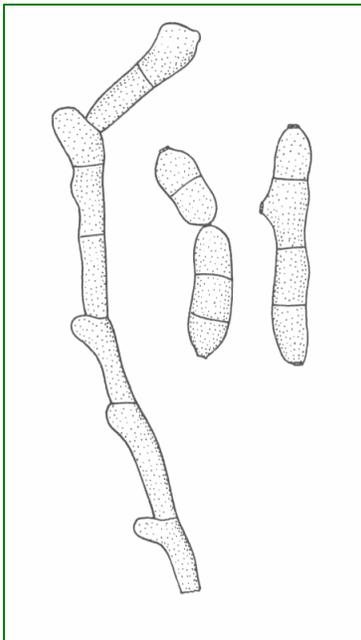
☞ Figura 124. *Pycnoporus cinnabarinus*.



☉ Figura 125. *Coriolus versicolor*. Corte vertical del basidioma, sección transversal de un poro mostrando el himenio. (según Webster)

### Hongos anamórficos

El moho gris (*Botrytis cinerea*, figura 75) está en todos lados y es particularmente evidente en las frutas muy maduras y las flores marchitas durante el otoño. La mancha de los tomates causada por *Botrytis* es con frecuencia muy evidente en los que se compran en los negocios hacia el fin de la temporada. *Fulvia fulva* (figura 126) es el moho de las hojas del tomate que causa la enfermedad más común de las plantas de invernadero. *Cercospora beticola* (figura 127) provoca la viruela de la acelga y la remolacha. Es común observar sobre los cítricos especies de *Penicillium* (*P. digitatum*, *P. italicum*, *P. ulaiense*). Entre las formas picnidiales, *Phoma* (*Phyllosticta*) *hedericola* se puede recolectar en casi cualquier lugar sobre las hojas de hiedra y *Septoria apii* es la que causa la mancha foliar del apio. ☉



☉ Figura 126. *Fulvia fulva*. conidios. (según Ellis & Ellis)?

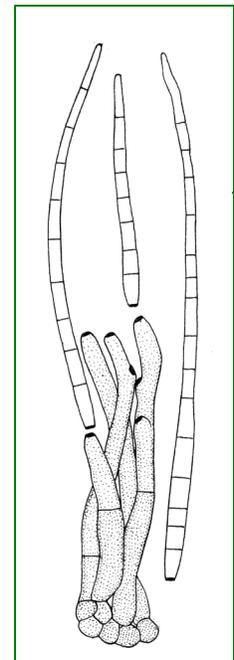


Figura 127. *Cercospora beticola*. Conidióforo y conidios. (según Ellis & Ellis) ☉

# Demostraciones fisiológicas

## Poder destructivo de los hongos

Se puede demostrar la presencia ubicua de las esporas de los mohos y su efecto destructivo sobre los alimentos, elementos manufacturados, etc. incubando unas pequeñas muestras de alimentos, granos, etc. en unas cajas húmedas. Siempre es factible conseguir unos trozos de frutos tales como limones, naranjas, manzanas, tomates y otras, sobre las cuales los mohos crecen fácilmente, y unos pedazos de cuero, papel o lona amohosados. Sobre el cuero y los granos aparecerá casi con certeza *Penicillium* o *Aspergillus*, mientras que *Alternaria* y *Botrytis* se encontrarán en los frutos, especialmente tomates, zarcamoras, etc. Las dos especies de *Penicillium* que comúnmente aparecen sobre las frutas cítricas son *P. digitatum* (verde grisáceo) y *P. italicum* (verde azulado).

## Propiedades antibióticas de los hongos

En contraste con lo anterior, se puede demostrar la utilidad de algunos hongos como se comprobará con el siguiente ejemplo de la producción de antibióticos, Se debe utilizar una cepa de *Penicillium chrysogenum*. Las bacterias necesarias para este propósito son *Serratia marcescens*, de color rojo brillante, no sensible a la penicilina y *Micrococcus luteus*, de color amarillo, sensible. Ambas son inofensivas. Para el cultivo de *Serratia marcescens* no se debe utilizar medios con azúcares ni incubar a temperatura elevada pues no producirá su color rojo.

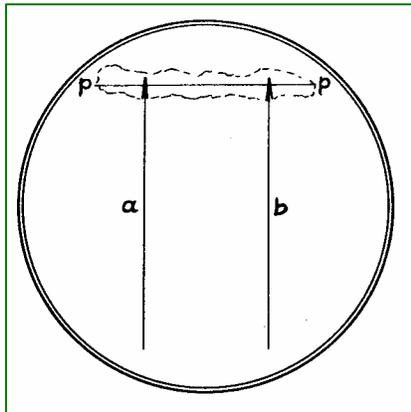


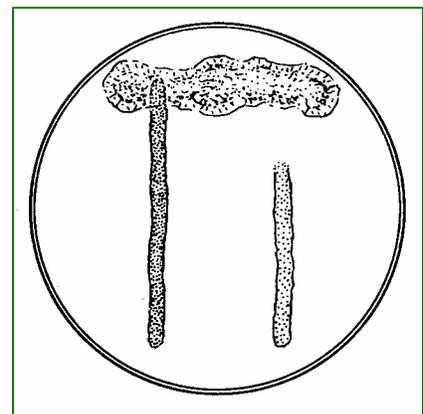
Figura 128.

Demostración de la acción antibiótica. En una caja de Petri con agar nutritivo se inocula el moho productor de la penicilina haciendo una estría sobre la línea p-p. Dos días más tarde se siembra sobre la línea a *Serratia marcescens* que no es afectada por la penicilina, desplazando el asa hacia el moho y sobre la línea b *Micrococcus* sensible.

Resultado: ➡

*Serratia marcescens* crece hasta el moho y aún sobre él, pero *Micrococcus* es inhibido por la penicilina que se difunde desde el moho dentro del agar y la bacteria prolifera solamente fuera de la zona de difusión de la penicilina.

El mejor medio es agar-extracto de carne pero se puede sustituir por el agar nutritivo en polvo. Preparar una placa y dejar enfriarla. Colocar unas gotas de agua estéril sobre un



portaobjetos flameado y preparar una suspensión de esporos de *P. chrysogenum* tomados del tubo de cultivo. Hacer un trazo con esta suspensión a través de la placa (figura 108) con un asa o varilla de vidrio flameados. A medida que el hongo crece la penicilina se difunde en el agar. Luego de tres días sembrar las bacterias. Tomar una porción del cultivo con el extremo de una varilla de vidrio o un asa estéril y rayar el agar en ángulo recto con la línea de crecimiento del moho, desde el borde de la caja hacia el moho y justo hasta su borde (figura 128). Enjuagar en alcohol y flamear la varilla para repetir la operación con la otra bacteria. Las colonias bacterianas se desarrollan bien en dos días. *Micrococcus luteus* crece más lento que *Serratia*. Esta última crecerá hasta el moho pero *Micrococcus* no se acercará debido al efecto de la penicilina.

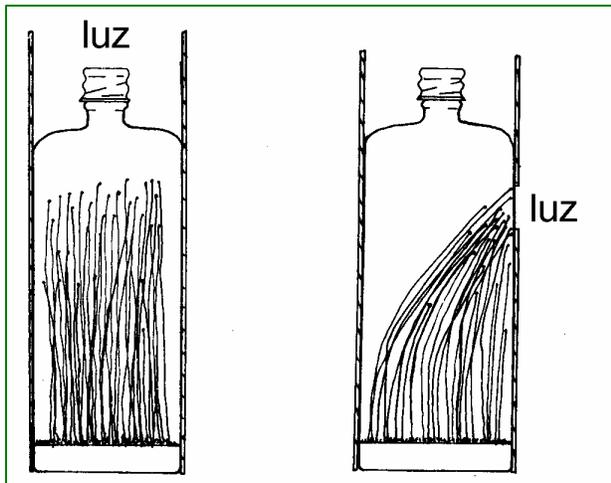
La placa puede ser conservada colocando a un costado de la placa un pequeño trozo de algodón embebido en formalina. Después de algunos días se retira el algodón y la caja puede ser sellada.

### Fototropismo

Algunos hongos son útiles para las demostraciones del fototropismo. Se describen dos ejemplos simples:

*Phycomyces blakesleeanus*. Los esporangióforos son fuertemente fototrópicos y para que tengan una buena postura vertical es necesario sembrarlo en una caja abierta bajo una campana de vidrio, o una botella de boca ancha, o un frasco de medio litro, cubierto con papel obscuro para evitar el paso de la luz.

Para demostrar el fototropismo, en un cultivo duplicado se corta en el papel una abertura a unos 17 cm de la base y se la acerca a una ventana (figura 129). Se puede obtener un efecto más llamativo si se dejan crecer los esporangióforos hasta una altura de unos 8 cm antes de cortar un orificio en el papel.



☉ Figura 129. Fototropismo de *Phycomyces blakesleeanus*. Izquierda: cultivo incubado con luz sólo en la parte superior. Derecha: cultivo incubado con una luz lateral.

*Sordaria fimicola* y otras especies. Una demostración interesante consiste en sembrar el hongo en un punto sobre agar-estiércol de conejo en una caja de Petri y envolverla con papel grueso negro o pardo, dejando una abertura de cerca de 1 cm de diámetro sobre la tapa. Los ascosporos serán disparados hacia la abertura y formarán una capa negra sobre la tapa.

### Producción de vitaminas.

*Aspergillus rugulosus* es un organismo autosuficiente en la producción de vitaminas y excreta biotina al medio. *Sordaria fimicola* es parcialmente deficiente en la formación de biotina y no formará los peritecios fértiles si se lo cultiva en un medio carente de la vitamina. Si se siembran

estos hongos en los lados opuestos de una caja que contenga una fuente simple de carbono y nitrógeno, *Sordaria* fructificará solamente a lo largo de la unión de los micelios donde se encuentra la biotina provista por *A. rugulosus*. También se debe hacer al mismo tiempo un cultivo control de *S. fimicola*.

Un medio de fácil preparación para realizar esta experiencia contiene: glucosa 5 g, nitrato de potasio 3,5 g, sulfato de magnesio heptahidrato 0,75 g, fosfato monopotásico 1,75 g, agar 20 g, agua destilada 1 litro.

### *Bibliografía de las Ilustraciones agregadas al texto original*

- Ellis MB, Ellis JP. Microfungi on Land Plants. Richmond Publishing, Slough, UK, 1997  
Pace G. Mushrooms of the World. Firefly Books, Toledo, 1998  
Sutton BC. The Coelomycetes. CMI, Kew, UK, 1980  
Thom C, Raper KB. A Manual of the Aspergilli. Williams & Wilkins, Baltimore, 1945  
Webster J. Introduction to Fungi. 2° ed. Cambridge University Press, New York, 1986

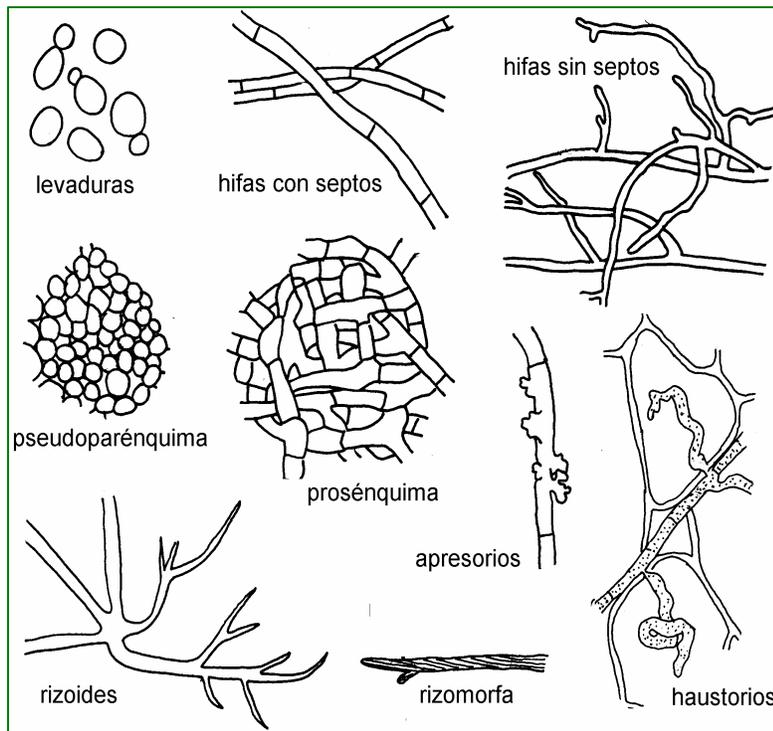
## Apéndice

Las páginas siguientes fueron extraídas del libro Los Hongos de los Alimentos y Forrajes de L. Carrillo, UNSa, Salta, 2003, disponible en <http://www.unsa.edu.ar> (material bibliográfico)

# Estructuras fúngicas

## Somáticas

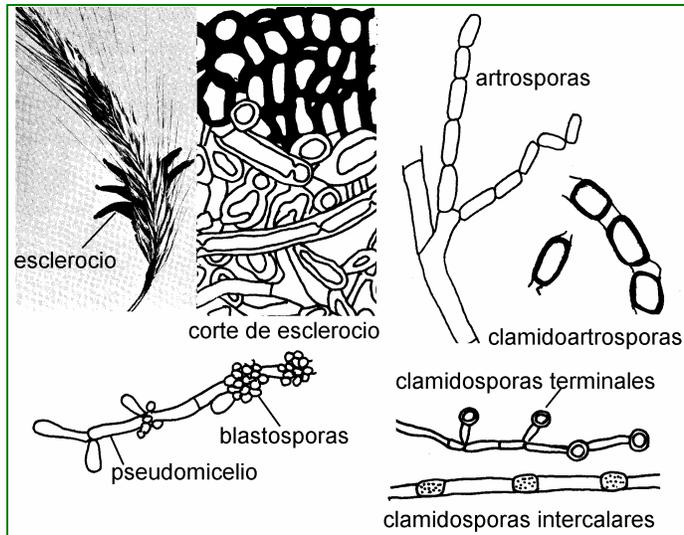
Un micelio es el conjunto de filamentos y un trozo del mismo se denomina hifa. Las hifas pueden presentar septos y entonces el micelio está tabicado. Los septos primarios son los



formados cuando hay división nuclear y adventicios los otros. Si los tabiques están ausentes se habla de micelio continuo. Los mohos son micromicetos filamentosos. Cuando el hongo es una célula aislada se lo llama levadura. Un pseudomicelio está constituido por células alargadas brotantes.

Un plecténquima es un conjunto de hifas entrelazadas que se asemejan a un tejido. Se dice prosénquima si las hifas pueden ser reconocidas y pseudoparénquima cuando han perdido su individualidad. Un esclerocio es un plecténquima generalmente macroscópico que puede permanecer en vida latente.

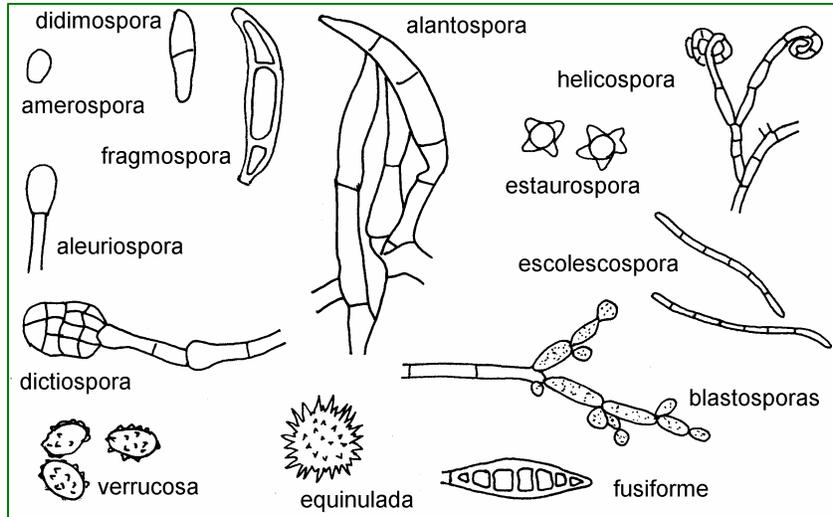
La rizomorfa es un cordón grueso donde el conjunto de las hifas fusionadas ha tomado el aspecto de raíz. Los rizoides son las hifas de succión que penetran en el sustrato. Un haustorio es la hifa de succión del hongo parásito dentro de la célula del hospedador. Los apresorios son unas hifas achatadas que se adhieren al sustrato o al hospedador como sostén, especialmente en el comienzo de la infección.



## Reproductoras

Anamorfo es un hongo con multiplicación asexual y teleomorfo es el mismo con reproducción sexual. Se les asigna distinto género y especie. Holomorfo indica el ciclo de vida total.

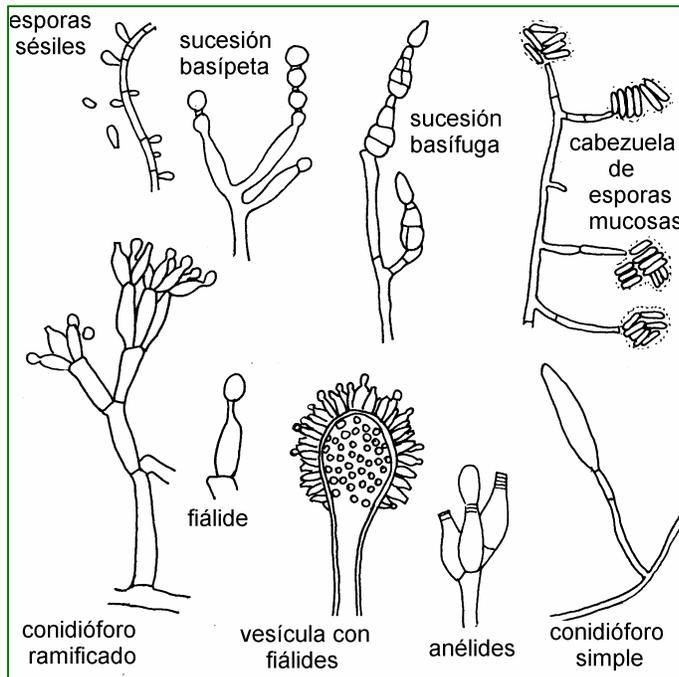
Las esporas son los elementos de perpetuación de la especie. De acuerdo a la morfología reciben distinto nombre: alantospora con forma de banana, aleuriospora con base plana, dictiospora con septos longitudinales y transversales, didimospora con un tabique, equinulada como un erizo, escolescospora como un gusano, estaurospora como una estrella, feospora de color oscuro, 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. Las balistosporas son proyectadas violentamente una vez maduras. Las hiposporas son aquellas capaces de permanecer con vida latente por largo tiempo. Las esporas pueden ser de origen asexual (mitosporas) o sexual (meiosporas), y por su ubicación relativa internas o externas. Las mitosporas se originan en las estructuras anamórficas y las meiosporas en las teleomórficas.

### Anamórficas

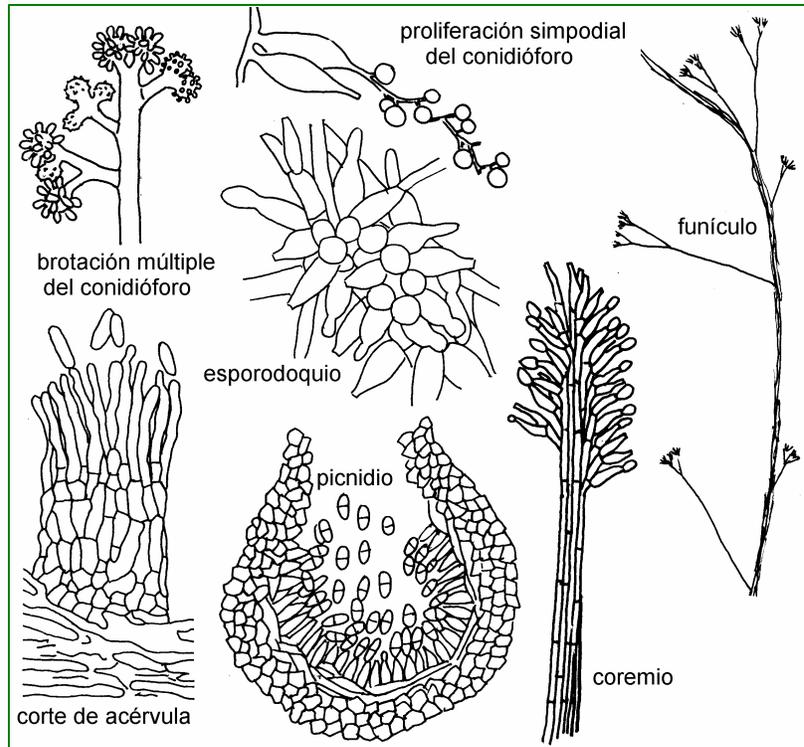
Las artrosporas (artroconidios) son esporas desarrolladas en una hifa terminal que al madurar se separan. En algunos hongos se forman artrosporas separadas por una zona libre de citoplasma (disyuntor) cuya pared se rompe liberando las entosporas o clamidoartrosporas. Una clamidospora (clamidoconidio) es una hipospora o célula de resistencia,



terminal o interhifal, con pared gruesa y sustancias de reserva. Las blastosporas (blastoconidios) son las esporas que se originan de una parte de una célula somática, una hifa, un conidióforo u otra espóra, y se desarrollan antes de la formación del septo que la separa de la célula de origen.

Los conidios (conidiosporas) son las esporas asexuadas 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

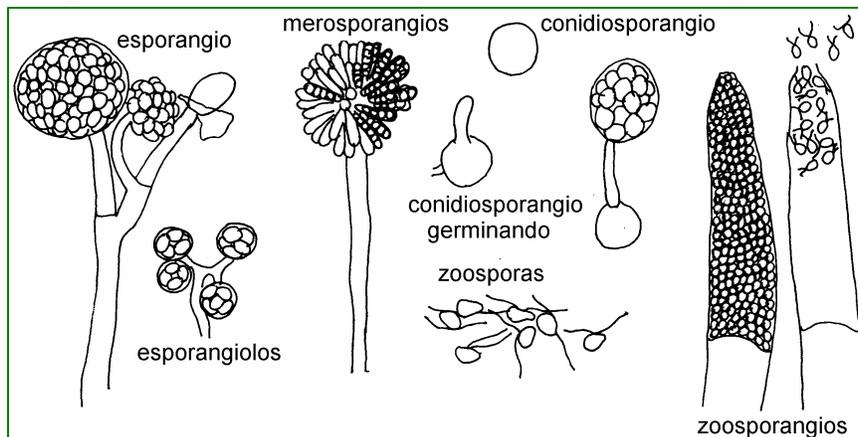
longitud, los fialoconidios o fialosporas. La pared de la fiálide suele extenderse en el ápice formando un collarín. Un anélide es una célula conidiógena con el ápice ancho y cicatrices en anillo, que se alarga con la formación de cada espora. Los conidióforos pueden ser simples o ramificados y a veces 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.



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 hospedador donde los esporóforos están en empalizada). Un funículo es una cuerda de hifas de las cuales surgen, a intervalos, los conidióforos.

Un picnidio es un conidioma globoso o en forma de pera, cuya pared plectenquimatosa está



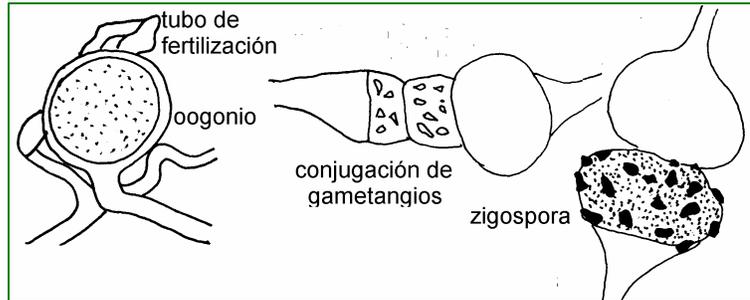
recubierta internamente por las células conidiógenas y está abierto por un ostiolo. Las esporas originadas se llaman picnidiosporas. También la cavidad picnidial puede estar encerrada en una estructura somática compacta denominada estroma.

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 esporangiole. Los merosporangios son cilíndricos, contienen pocas esporas y están reunidos sobre la columela o los extremos de las ramas del esporangióforo; si son monosporados suelen ser considerados como conidios. Los zoosporangios de los hongos acuáticos o parásitos contienen zoosporas móviles. Un conidiosporangio es el zoosporangio inmaduro liberado por algunos hongos.

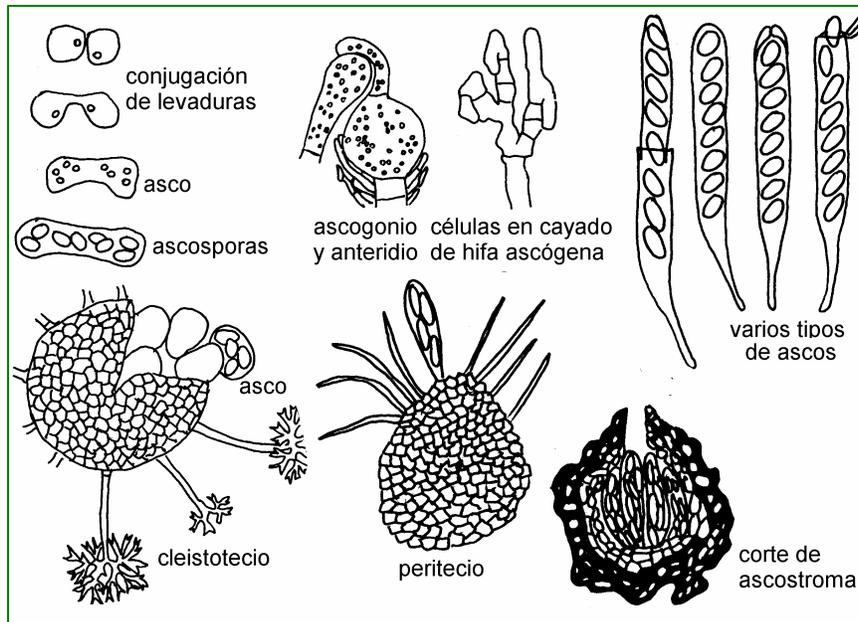
### Teleomórficas

Gametas son las células diferenciadas que se fusionan y gametangios las estructuras que las producen. Homotálicos son los hongos que forman los gametangios de distinta polaridad en el mismo micelio. Cuando cada 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 (fíbula) entre cada célula.

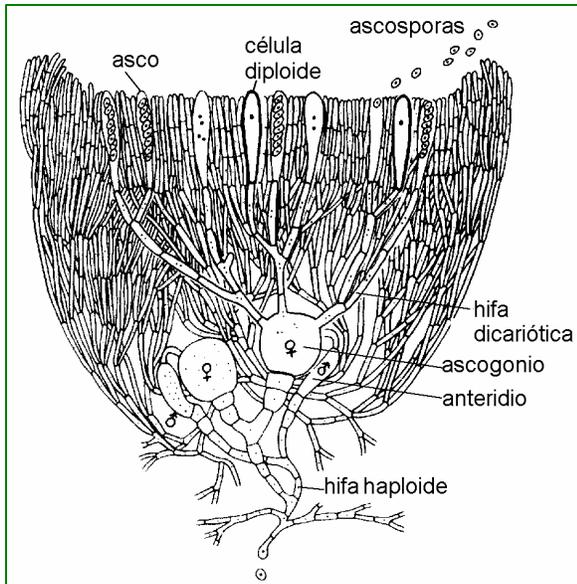


Las oosporas son hiposporas sexuales originadas por heterogamia. La estructura femenina u oogonio produce unos elementos grandes inmóviles u oosferas que en algunos hongos se fusionan con los anterozoides (zoosporas) producidos en la estructura masculina o anteridio, y en otros se ponen en contacto con el anteridio por medio de los tubos de fertilización.

Las cigosporas son hiposporas sexuales formadas por isogamia. Cada hifa emite un mamelón en el que se diferencian dos partes: suspensor y gametangio. Los gametangios se fusionan originando la cigospora que suele estar rodeada por hifas protectoras nacidas de los suspensores.



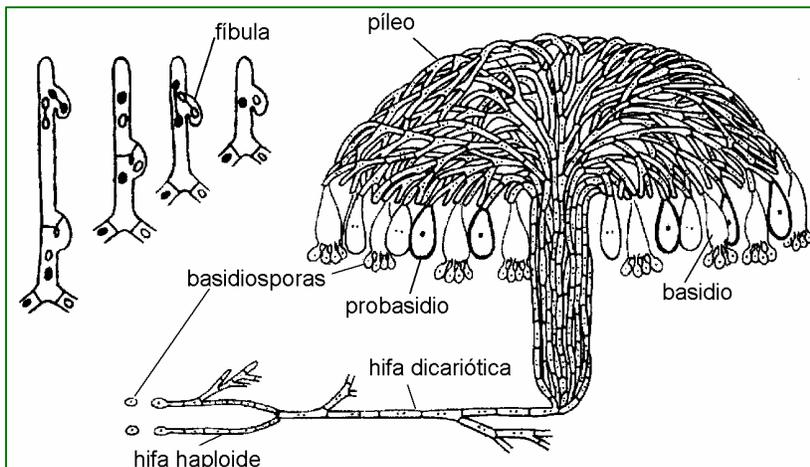
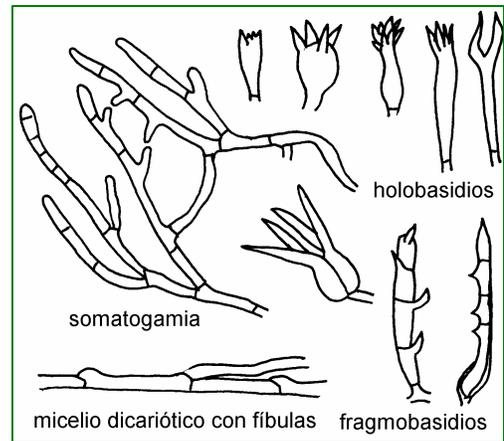
Ascosporas son las esporas sexuales internas que se originan en un número limitado (generalmente 4 u 8) dentro de una célula llamada asco. En las levaduras se fusionan los citoplasmas de dos células de polaridad distinta e inmediatamente, o mucho después de la cariogamia, ocurre la meiosis formándose las ascosporas dentro del asco libre. En los hongos filamentosos se producen gametangios (anteridio y ascogonio), en



general morfológicamente distintos, y los núcleos pasan a través del poro formado en el punto de contacto o de un tubo receptivo llamado tricogino. En algunas especies heterotálicas los espermacios, microconidios incapaces de germinar, cumplen la función de gametas masculinas. Después de la fecundación nacen hifas ascógenas binucleadas cuyas células terminales, en forma de cayado, se convierten en ascos.

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 generalmente una forma de pera se denomina

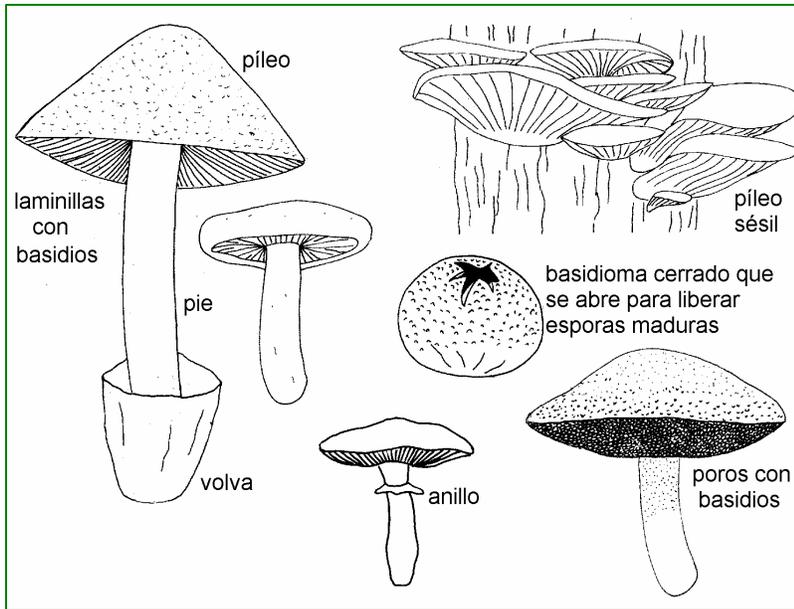
peritecio, poseyendo en la madurez un poro u ostiolo por donde salen las ascosporas. Si el plecténquima tiene forma de copa con el himenio expuesto se habla de apotecio. El ascostroma es una estructura con cavidades o lóculos que contienen ascos. Los ascos tienen distinta forma según las especies, pueden ser sésiles o pedicelados, estar organizados en un fascículo común o nacer independientemente. Con frecuencia hay entre los ascos, hifas estériles alargadas llamadas parafises. En el ostiolo suele haber hifas cortas como pelos, las perifises. Algunos ascomas tienen hifas ornamentales. La liberación de los ascos puede ser explosiva o no. En algunos ascos se abre un opérculo en el momento de liberar las esporas. Los ascos bitunicados tienen dos paredes y la externa se rompe dejando expandirse la interna, para producir la descarga de las ascosporas.



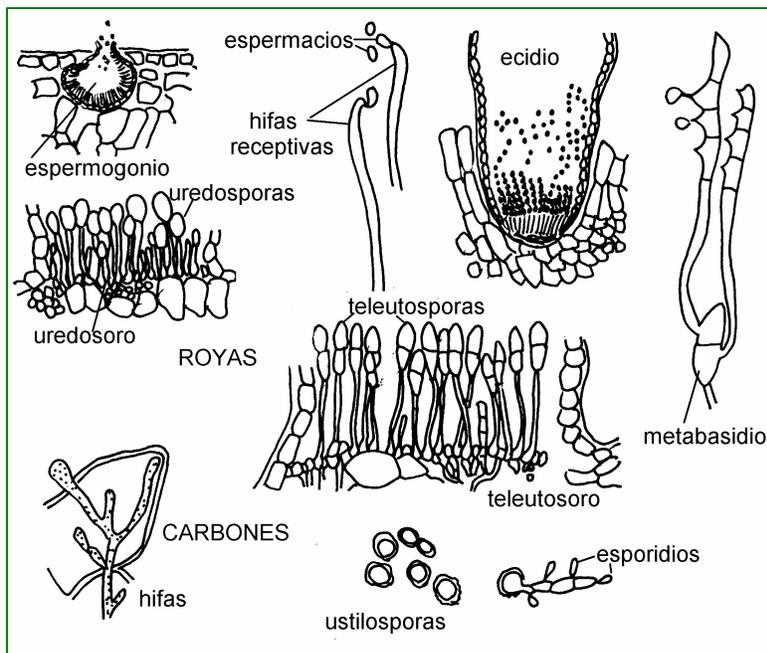
Basidiosporas son las esporas sexuales externas que se originan en el basidio. Éste es una célula hifal binucleada que sufre cambios morfológicos y se llama probasidio al estado o parte de la misma donde se produce la cariogamia. Se denomina metabasidio a la parte o estado en el cual ocurre la meiosis y forma 4 (a veces 2) tubos pequeños o esterigmas en cada uno de

los cuales se forma una basidiospora. Hay dos tipos de metabasidios. El holobasidio es

cilíndrico o con aspecto de clava y en algunos hongos tiene forma de tenedor. Los frambasidios están divididos generalmente en 4 células por septos transversales o longitudinales. En muchos hongos las hifas se agregan para formar un basidioma macroscópico y en aquéllos 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 o resto de una membrana que unía al píleo con el pie. Otras veces hay en la base una volva o resto de un velo que envolvía a todo el basidioma joven. Hay hongos cuyos basidiomas se asemejan a un abanico, en otros son cilíndricos, esféricos o coralinos. En el basidioma cerrado, 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.



En el micelio haploide de algunas royas se forma el espermogonio o picnio que da gametas llamadas espermacios o 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 al germinar dan otra vez un micelio dicariótico que puede formar nuevas uredosporas o bien, teleutosporas con células binucleadas y paredes gruesas en el teliosoro o teleutosoro.

En los carbonos el micelio binucleado se forma por fusión de dos células compatibles de diverso tipo y constituye un soro de ustilosporas. Cada una de éstas al germinar se convierte en un metabasidio sin esterigmas que origina las basidiosporas o esporidios por brotación.

## Bibliografía

- Barnett HL, Hunter BB. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Kirk PM *et al.* 2001. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 9° ed. CAB International, Wallingford.
- Sutton BC. 1993. Mitosporic Fungi (Deuteromycetes). pp. 15–55 en: The Fungal Holomorph. Reynolds DR, Taylor JW, eds. CAB International, Wallingford.
- Webster J. 1986. Introduction to Fungi. 2° ed. Cambridge University Press.

# Clasificación

Los hongos son agrupados de acuerdo a diversos criterios que convergen en la taxonomía o sea el arte de ordenar a los seres según sus interrelaciones fisiológicas, morfológicas o moleculares. A continuación se indican algunas características de los reinos del dominio Eukaryota que contienen a los diversos hongos y en la página siguiente se muestra un esquema de la división de los hongos en grandes grupos. Los mixomicetos y mastigomicetos han sido reubicados en los reinos Protozoa y Chromista que incluyen a los protozoos y las algas nucleadas respectivamente (1).

## Características de los reinos del dominio Eukaryota que contienen a los hongos (1)

	<b>CHROMISTA</b>	<b>FUNGI</b>	<b>PROTOZOA</b>
<b>Nutrición</b>	Autotrófica (fotosintética o por absorción)	Heterotrófica (por absorción u osmotrófica)	Heterotrófica (fagotrófica) o autotrófica (fotosintética)
<b>Pared celular</b>	celulosa con frecuencia, sin quitina ni $\beta$ -glucanos	quitina y $\beta$ -glucanos	ausente en forma trófica; variable si está presente
<b>Crestas mitocondriales</b>	tubulares	achatadas	tubulares
<b>Mastigonemas flagelares</b>	tubulares	ausentes	no tubulares

## Clasificación de los hongos y organismos relacionados (1)

**PROTOZOA:** fagotróficos, sin pared, comprende a

- *Acrasiales*: fase asimilativa ameboide libre, esporocarpo sésil
- *Dictyosteliomycetes*: fase asimilativa ameboide, esporocarpo pedicelado
- *Myxomycetes*: fase asimilativa plasmodial, saprobio

- *Plasmodiophoromycetes*: fase fagotrófica intracelular, parásito

**CHROMISTA**: no fagotróficos, flagelos con mastigonemas, pared con celulosa, comprende a

- *Labyrinthulomycota*: fase trófica reticular con células deslizantes
- *Hyphochytriomycota*: zoosporas con un flagelo anterior, holo o eucárpico
- *Oomycota*: zoosporas con dos flagelos, fase asimilativa diploide unicelular o cenocítica

**FUNGI**: osmotróficos, pared con quitina

- *Chytridiomycota*: unicelular o micelial, holo o eucárpico, zoosporas con un flagelo posterior o raramente varios
- *Zygomycota*: micelio en general cenocítico, zigosporas por conjugación hifal
  - *Trichomycetes*: parásitos de artrópodos, adheridos a la superficie
  - *Zygomycetes*: saprobios en su mayoría, si parásitos están inmersos en el tejido hospedante, mitosporas por lo común en esporangios
- *Ascomycota*: meiosporas dentro de ascas, anamorfos conidiales
  - *Ascomycetes*: micelio septado, ascas en ascomas diversos
  - *Taphrinomycetes*: parásito, micelio subcuticular o subepidérmico, ascas desnudas
  - *Saccharomycetes*: levaduras brotantes, ascas libres
  - *Schizosaccharomycetes*: levaduras que se multiplican por fisión, ascas libres
- *Basidiomycota*: meiosporas sobre basidios o estructura equivalente, micelio con septos doliporo o levaduras
  - *Basidiomycetes*
    - *Agaricomycetidae*: basidioma visible carnoso, coriáceo o duro; hifas con fíbulas; basidio sin septos primarios sobre laminillas, poros o en gasteroma; saprobios (epígeos, hipógeos o lignícolas) o ectomicorrízicos, raramente parásitos
    - *Tremellomycetidae*: basidioma visible gelatinoso o ceroso; basidio septado; lignícolas o micoparásitos
  - *Urediniomycetes*: meiosporas en soros, micelio sin fíbulas, parásitos obligados de plantas o insectos
  - *Ustilaginomycetes*: con fase levaduriforme, septo hifal por lo común sin doliporo
- *Hongos Anamórficos*: no correlacionados con meiosis
  - *Hyphomycetes*: micelio con conidios, conidióforos separados o reunidos en coremios o esporodoquios
  - *Coelomycetes*: micelio con conidiomas
  - *Agonomycetes*: micelio que solo presenta clamidosporas, bulbillos o esclerocios

La característica principal de los hongos mucosos es un estado ameboidal que bajo condiciones apropiadas se reúnen y diferencian para formar estructuras reproductivas semejantes a otros hongos. Algunos miembros del grupo, tal como *Dictyostelium discoideum* y *Physarum polycephalum* fueron estudiados intensamente por los biólogos evolucionistas. Son organismos comunes de vida libre que habitan el mantillo y el suelo, pero algunas especies son parásitas de plantas superiores, algas marinas y otros hongos. El parásito asintomático *Polymyxa graminis* está asociado a las raíces de cereales y suele actuar como vector de enfermedades virales (2).

Los mastigomicetos son hongos que forman zoosporas. Muchos son saprobios del suelo que actúan como descomponedores importantes. También se encuentran en agua dulce así como en aguas residuales. Algunas especies son parásitas de plantas, algas, peces e insectos, por ejemplo

*Phytophthora infestans* causa el tizón de la papa. Los quitridiomicetos difieren de los oomicetos, entre otras cosas, en el número de flagelos de las esporas y la composición de la pared celular (3). Los zigomicetos son saprobios comunes en el suelo. Algunas especies están asociadas al estiércol y otras, como *Entomophthora*, son parásitas de insectos. También incluye hongos asociados simbióticamente con plantas formando micorrizas vesículo-arbusculares, como *Glomus* y *Acaulospora* (2).

Los ascomicetos abarcan hongos miceliales y levaduras. Entre éstas que se encuentra *Saccharomyces* empleado en la panificación y la producción de cerveza. Las levaduras están asociadas a frutas, pero también se hallan en agua dulce y ambientes marinos. Los ascomicetos filamentosos son saprobios comunes del suelo por ejemplo *Chaetomium*, o están asociados con estiércol como *Ascobolus*, o forman micorrizas con árboles por ejemplo *Tuber* que es un hongo comestible muy apreciado. También los hay patógenos de plantas, como *Sphaerotheca pannosa* que causa el mildiú de las rosas (3).

Los basidiomicetos incluyen hongos que viven asociados con plantas formando micorrizas, por ejemplo *Amanita* una seta letal y *Boletus* comestible. Comprenden a la mayoría de los hongos comestibles, como *Agaricus* y *Pleurotus*. Algunos causan enfermedades de vegetales, como las royas, pero la mayoría son saprobios que crecen sobre mantillo, compost, estiércol o suelo. Su tamaño es variable, desde levaduriformes hasta enormes hongos en repisa (2).

Los hongos anamórficos contienen más del 95% de las especies conocidas, saprobias o parásitas. Algunos causan el deterioro de alimentos y producen micotoxinas, por ejemplo *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* (2).

## Referencias

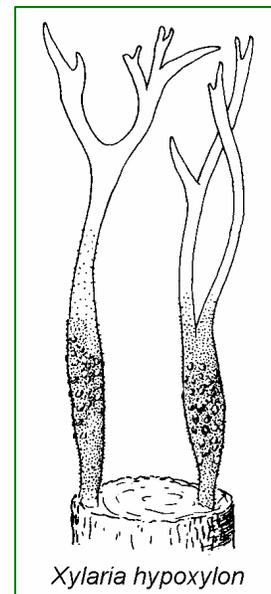
1. Kirk PM, Cannon PF, David JC, Stalpers JA. 2001. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 9° ed. CAB International, Wallingford.
2. Deacon JW. 1993. Introducción a la Micología Moderna. Limusa - Noriega Editores, México
3. Webster J. 1980. Introduction to Fungi. 2°ed. University Press, Cambridge

## Macromicetos

Un macromiceto está formado por largas hifas ramificadas que se reúnen en cordones rizomorfos y cuerpos de reproducción (ascomas, basidiomas) visibles y medibles en centímetros. Son organismos saprobios que absorben la materia orgánica muerta de los residuos donde crecen, o son parásitos de árboles, o viven en simbiosis con plantas formando ectomicorrizas. Los hay comestibles y venenosos, saprobios y parásitos. Su ciclo de vida es complejo y varía según las clases de hongos.

### ASCOMYCETES

Pocos son los ascomicetos de gran tamaño.



*Xylaria hypoxylon*

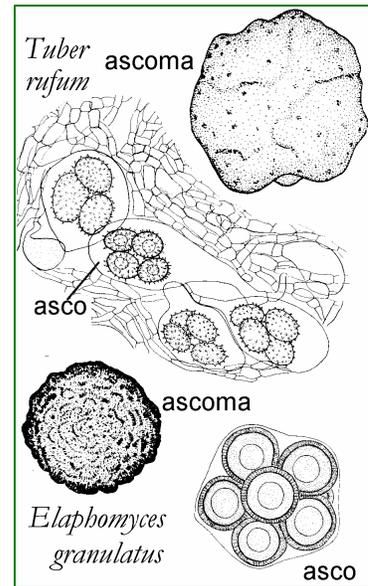
## Xylariales

Entre estos se encuentran *Xylaria hypoxylon* que afecta a las raíces de los manzanos y *X. polymorpha* que aparece en otoño en la base de viejos tocones. Poseen peritecios embebidos en un estroma. (1).

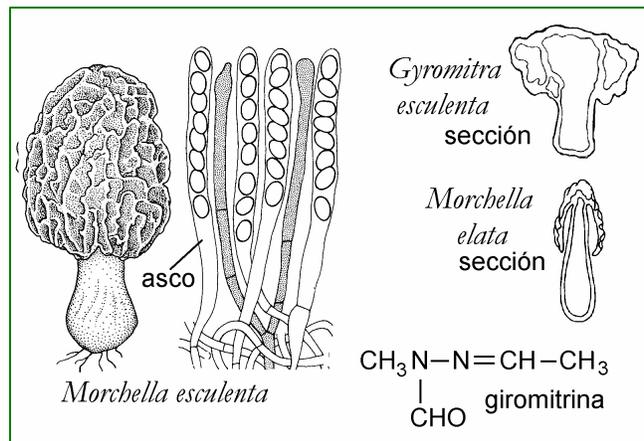
## Pezizales

Las trufas (*Tuber*) son hipógeas o subterráneas, con ascomas cerrados, más o menos globosos, cuyo himenio no está expuesto al exterior sino que recubre una serie de compartimentos internos. Tienen una pared gruesa indehisciente o sea que no se rompe a la madurez de los esporos (1). Cuando se cortan las trufas jóvenes se ven casi blancas pero se oscurecen con el tiempo, más o menos según las especies, tomando un aspecto marmolado. Estos hongos viven en simbiosis con las raíces de árboles europeos, por ejemplo *T. melanosporum* está asociado a especies de *Quercus* (roble, encina) (2). *T. aestivum* y *T. brumale* micorrizan con avellanos (*Corylus avellana*). *T. magnatum*, la trufa blanca, crece en suelo calcáreo al pie de robles, sauces o tilos, con los que micorriza (3).

Las trufas comienzan con la siembra de los plantines de los árboles junto al hongo. Las trufas serán cosechadas bajo tales árboles después de 7 a 15 años (4). Debido a su olor característico los animales entrenados pueden hallar la ubicación de los ascomas subterráneos. Suele confundirse con *Elaphomyces granulatus* que no es comestible y crece semienterrado en suelos ácidos, especialmente al pie de pinos formando micorrizas (3) o con *Gauteria chilensis* que crecen en el mantillo de pinares (5).

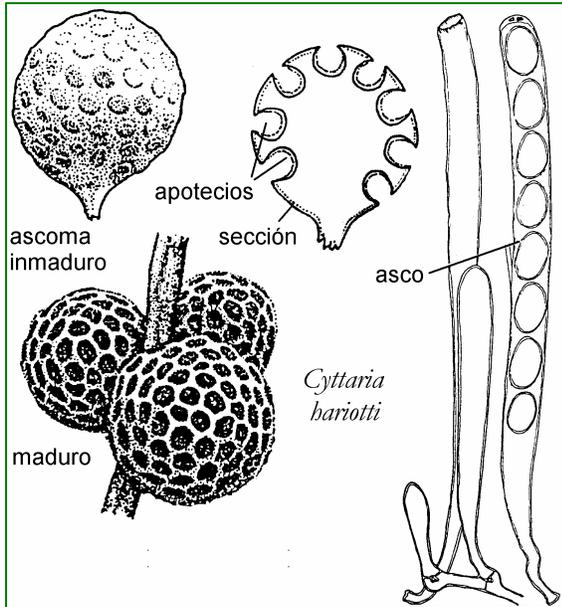


*Morchella esculenta* es un ascomiceto comestible europeo cuyo apotecio alveolado, con el himenio expuesto, tiene un pie. Alcanza entre 5 y 10 cm de alto y un ancho de 3 a 5 cm en el extremo amarillo verdoso o pardo amarillento con hoyos y rebordes como un panal, mientras que el pie es hueco y de color blanco (2). Se encuentran en suelo arenoso o arcilloso-arenoso bajo nogales y viejos manzanos o en suelos húmicos próximo a olmos y fresnos (6). Puede ser confundida con *Gyromitra esculenta* o *G. antarctica* que son tóxicas por las giromitrinas (N-formil-N-metil-hidrazonas). Estas durante la digestión liberan mono-metil-hidrazina que afecta al sistema nervioso central (7). Las falsas morillas tienen un extremo cerebriforme de tono rosa a violeta una y castaño violáceo la otra, y crecen en suelo rico en detritos vegetales. *M. intermedia* es una morilla montana que tiene el píleo comestible alveolado, cónico a oval, ocre grisáceo. *Underwoodia fuegiana*, crece sobre el suelo en praderas cenagosas o de pastoreo (8).



## Cyttariales

*Cyttaria* es un género parásito de *Nothofagus*, que posee algunas especies comestibles. Tienen un cuerpo carnoso de colores claros y casi esférico, en el cual están inmersos los apotecios.



Alcanzan un diámetro de 2 a 11 cm según las especies. *C. hariotti* (lao-llao) crece sobre guindo, ñire, lenga, coihue, roble de Chiloé, y tiene un color amarillo-anaranjado intenso. Otras especies también comestibles son *C. darwinii* (pan de indio), *C. berteroi* (pinatra), *C. espinosae* (lihueñe) (8).

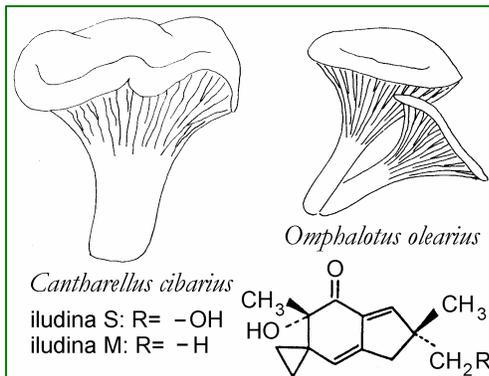
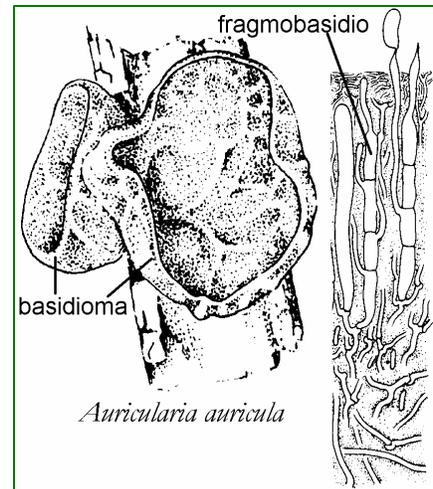
## BASIDIOMYCETES

Las setas, bejines y otros basidiomas están constituídos por hifas dicarióticas que suelen presentar fibulas. Este micelio puede crecer durante años en el suelo o la madera hasta que bajo la influencia de diversas condiciones ambientes forma los basidiomas.

## Auriculariales

La oreja de palo  
*Auricularia*

*auricula* tiene basidiomas coriáceo-gelatinosos, púrpura o pardo oscuro, que se forman en ramas caídas y tocones de seibo, morera y otros árboles. Miden entre 3 y 10 cm de diámetro. La superficie externa es irregular, tiene un color más pálido y está recubierta de una vellosidad casi imperceptible. Llevan el himenio sobre la superficie interna, cóncava, lisa, opuesta al substrato. Luego de la meiosis los basidios se dividen en cuatro células por tabiques transversales, de cada una nace lateralmente un esterigma que origina un basidiospore (1). Es comestible, pero la especie que se cultiva es *Auricularia polytricha* (2).

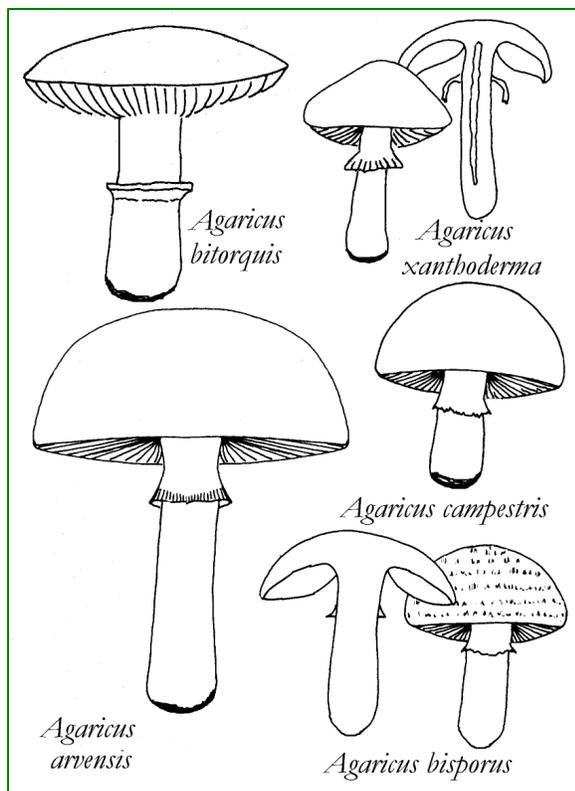


## Cantharellales

Los cantarelos (*Cantharellus*) tienen forma de embudo con el borde ondulado, sinuoso, y el himenio en pliegues espaciados que bajan por el pie, anastomizados, es decir que se juntan y ramifican. La especie comestible más apreciada es *C. cibarius*, de color amarillo yema por fuera y blanco por dentro. Alcanza de 5 a 10 cm de alto. Forman micorrizas con coníferas y árboles de madera dura (3). Se lo puede confundir con *Omphalotus olearius* (Agaricales) (7).

## Agaricales

El champiñón *Agaricus bisporus* es la especie que se cultiva comercialmente en las zonas templadas, pero en las subtropicales se utiliza *A. bitorquis*. El champiñón alcanza de 5 a 10 cm

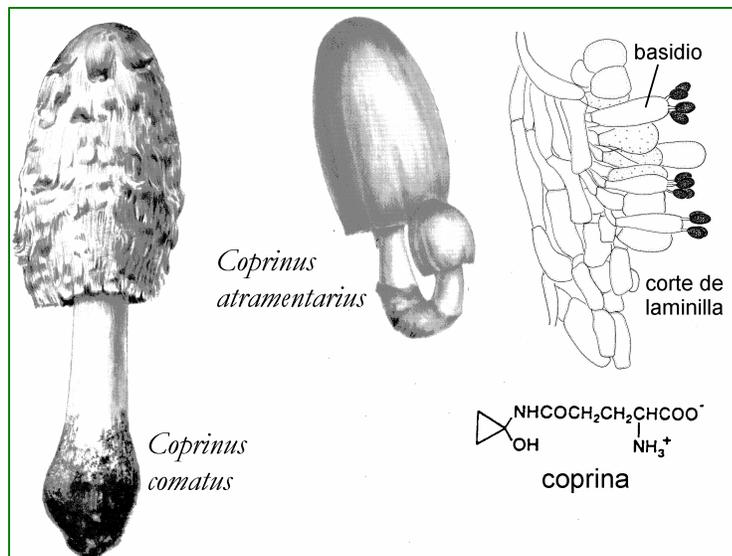


de alto y de 2 - 10 cm de diámetro en la parte superior o píleo. Cuando el hongo madura, se abre el píleo blanco dejando ver por abajo las laminillas rosadas que llevan el himenio. Después todo el hongo se oscurece y la masa de esporos toma un color pardo violáceo o chocolate (6). Cuando recién surge, el hongo tiene el margen del píleo unido al pie por una membrana, que luego se rompe dejando un anillo persistente sobre el pie. Debe su nombre al hecho de tener la solamente dos esporos dicarióticos sobre la mayoría de los basidios. En el champiñón salvaje (*A. campestris*, *A. pampeanus*) se forman cuatro esporos de los esterigmas del cada basidio (9). Aparece entre los pastos, especialmente si hay restos de estiércol, después de las primeras lluvias estivales. *A. arvensis* también suele aparecer en Jujuy entre los pastos. El píleo es de color blanco y alcanza de 7 a 15 cm de diámetro. Las laminillas son primero blancas, luego rosadas y finalmente negruzcas. El anillo es doble (3). *A. xanthoderma* es tóxico y se halla con frecuencia. Se reconoce porque toma un

color amarillo neto en el lugar donde se lo tocó y tiene olor a iodoformo (10). *A. bisporus* contiene agaritina, un derivado de la fenilhidrazina, que se descompone con el calor (7).

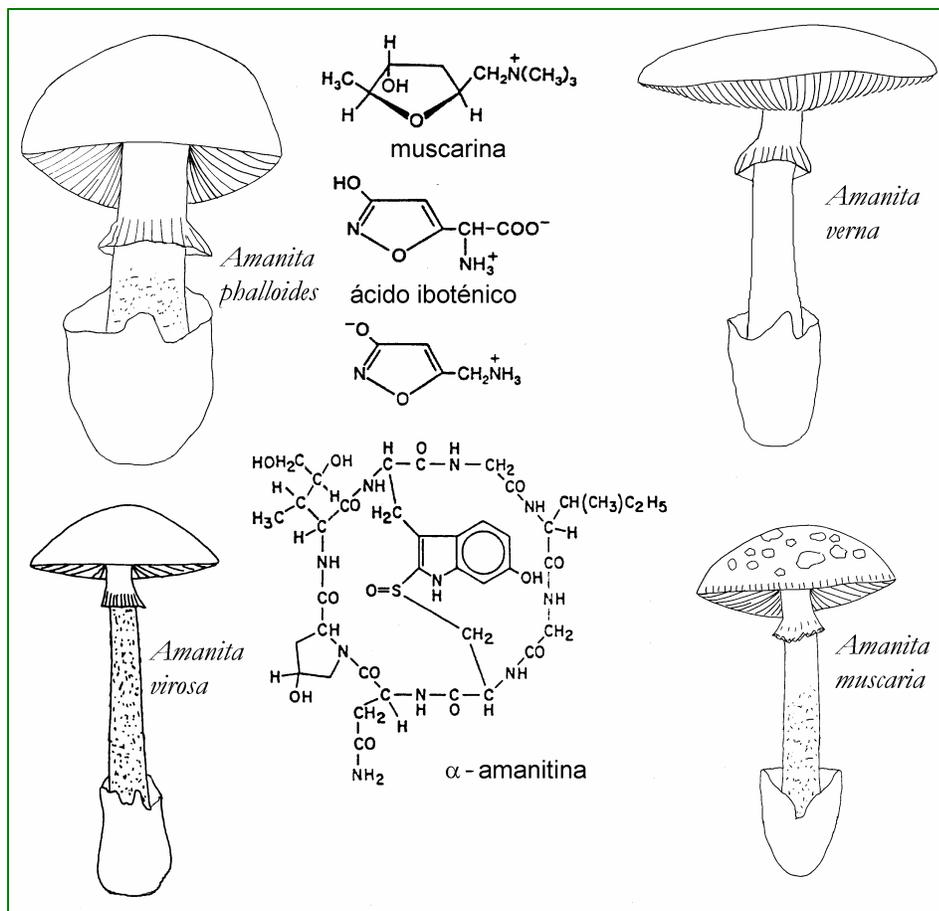
*Coprinus comatus* es hongo común en espacios abiertos que crece aislado o en pequeños grupos. Puede alcanzar 5 cm de diámetro y 15 cm de largo. El píleo es blanco, y está cubierto de pequeñas escamas. No se expande hasta la madurez, en que los bordes se enrollan y las laminillas se disuelven dando una masa negra (4). *C. atramentarius* es comestible, pero no debe

ser acompañado de alcohol pues posee coprina que se hidroliza a hidrato de ciclopropanona durante la digestión. Ésta inhibe la aldehído-deshidrogenasa con la consiguiente acumulación de acetaldehído tóxico (7). Este hongo suele encontrarse en la zona subtropical jujeña sobre bagazo en descomposición, y causó intoxicación de animales debido a la fermentación del azúcar residual.



Las setas del género *Amanita* son muy venenosas. *A. phalloides*, *A. virosa* y *A. verna* contienen toxinas letales que destruyen células del sistema nervioso central, riñones, hígado y musculatura.

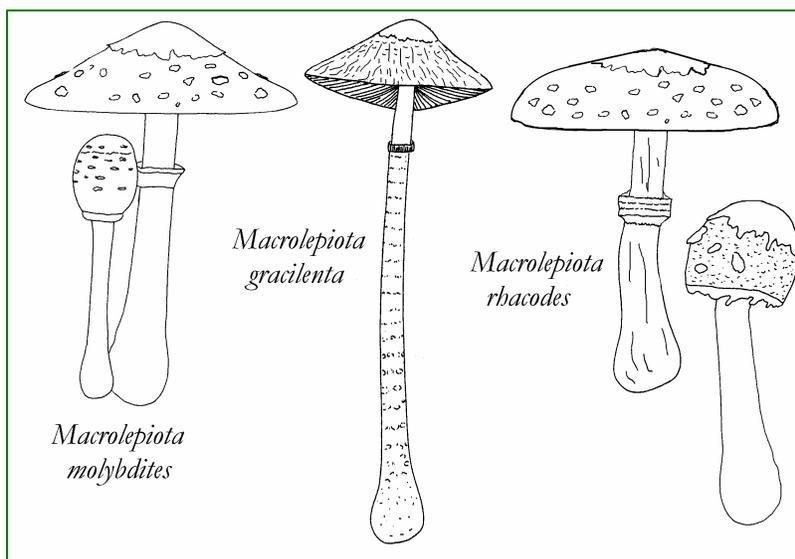
Las amatoxinas son péptidos cíclicos (7). *A. phalloides* es esférica cuando emerge de la tierra,



luego en forma de sombrilla color verde-aceituna con laminillas blancas. Como en otras especies, el pie está ensanchado en la base, con restos en forma de copa (volva) de la cubierta general (velo universal) que envolvía al basidioma joven. Además tiene un anillo, residuo de la membrana (velo parcial) que cubría las laminillas inmaduras (1). *A. verna* tiene un píleo blanco-amarillento y *A. virosa* blanco. *A. muscaria* tiene un píleo escarlata

cubierto de verrugas blancas que son restos del velo universal (2). Posee muscarina, muscimol y ácido iboténico, que afectan al sistema nervioso central y causan trastornos gastrointestinales (7). Son hongos micorrizantes y *Amanita diemii* se asocia con *Nothofagus* (8).

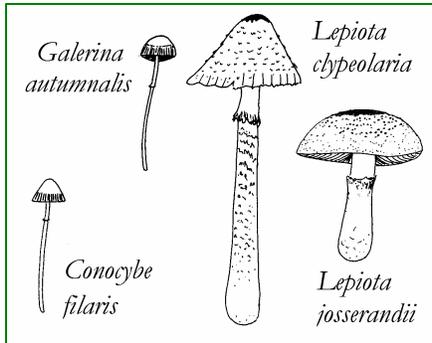
*Macrolepiota* comprende especies de setas con laminillas y esporos blancos, anillo grueso o doble, pero que carecen de volva. Crecen entre la hierba, en lugares soleados (6). Entre especies



comestibles se encuentra *M. bonaerensis* junto con las introducidas *M. procera* y *M. rhacodes*. El aspecto macroscópico de esta última puede confundirse fácilmente con el hongo nativo *M. molybdites*, que crece en grupos unidos por el pie, tiene esporos verde-amarillento y es tóxico causando gastroenteritis. Bajo pinos suele crecer *M. gracilentata* que tiene el píleo primero cónico y luego aplanado con un gran mamelón central, de 12 a 20

cm de diámetro, con el pie ensanchándose hacia la base. y alcanza los 20 a 30 cm de alto. El anillo simple y la superficie del píleo, con escamas en el centro, que se entreabre radialmente permite diferenciarlo de *M. bonaerensis* (11).

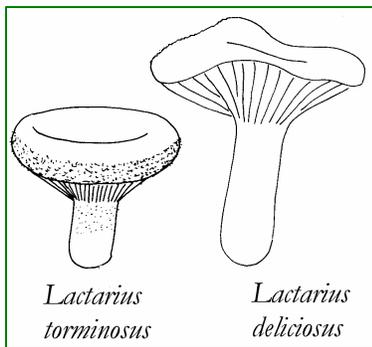
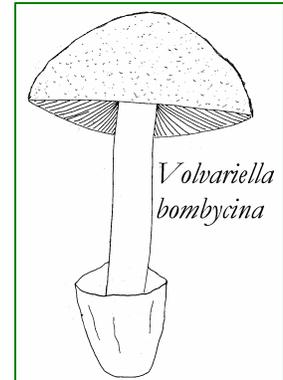
Los *Lepiota* son hongos con algunas características similares a los anteriores, pero más pequeños



y no comestibles. Algunos producen trastornos gastrointestinales, tal como *L. clypeolaria*. Otros tienen amanitinas letales, como *L. josserandii*. También hay especies con amanitinas en los géneros *Galerina* y *Conocybe* (12).

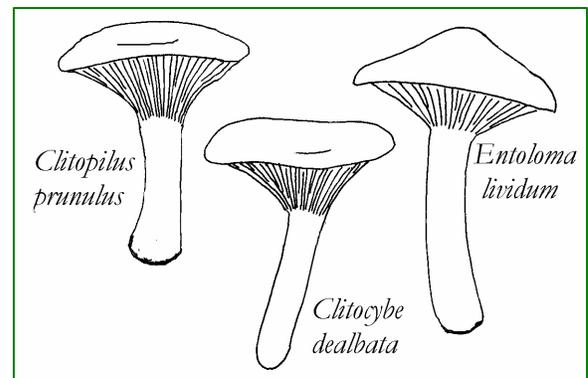
*Volvariella volvacea* es comestible, pero no debe ser ingerida cruda pues tiene una toxina termolábil (7). Junto con *V. bombycina* crecen en la zona subtropical sobre restos

lignocelulósicos: ramas y troncos muertos, viruta de madera, bagazo de caña de azúcar. Tienen volva y anillo. Las laminillas son blancas al comienzo y rosa salmón después, debido a las esporas (6).

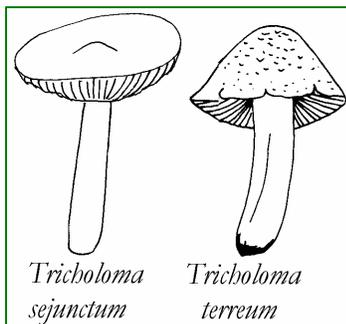


*Lactarius deliciosus* es comestible pero la mayoría de las especies de este género micorrizante son tóxicas o tienen un sabor desagradable. Cuando se lo corta exuda un látex (1). El píleo anaranjado-azafrán, al principio es convexo con bordes ondulados y luego adquiere forma de embudo. Las laminillas son decurrentes o sea baja por el pie anaranjado. Donde exuda látex se vuelve verde. Es una especie que micorriza con pinos (Aroca 1986). Puede ser confundido con *L. torminosus* que es tóxico, pero éste tiene el píleo rosado a anaranjado parduzco y veloso (2).

*Clitopilus prunulus* es una especie comestible de color blanco amarillento que puede confundirse fácilmente con algunos *Clitocybe* blancos que son tóxicos pues contienen muscarina. Tiene el píleo aplanado con laminillas blancas al principio que se vuelven rosadas y bajan por el pie (decurrentes) que es central o excéntrico. No presenta anillo ni volva. Micorriza con coníferas



(6). También puede ser confundido con *Entoloma lividum* que causa gastroenteritis severa (2).

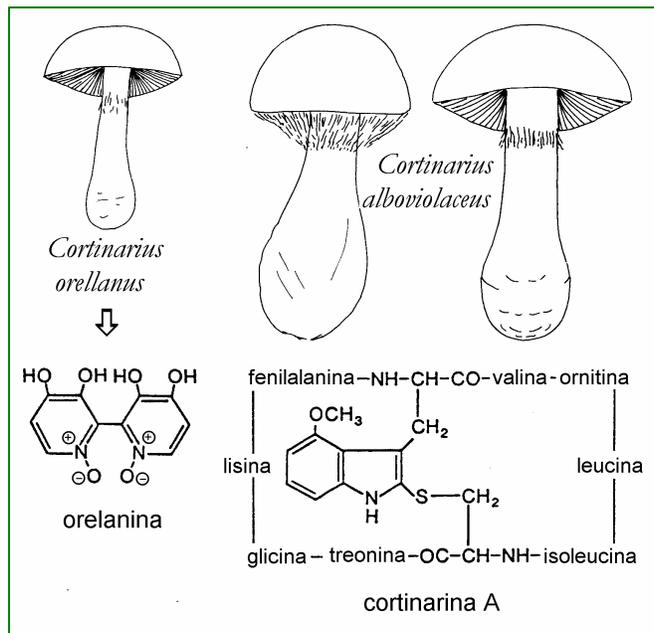
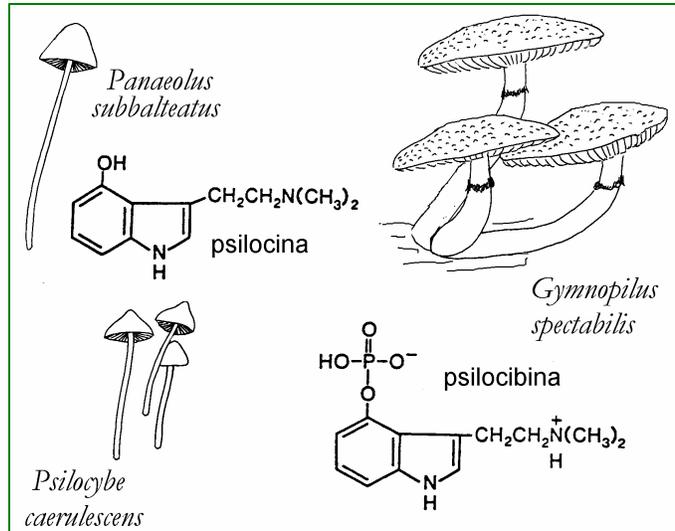


*Omphalotus olearius* es de color amarillo o anaranjado en su totalidad, con laminillas bien definidas que bajan por el pie y crece sobre troncos (2). Esta especie es tóxica pues contiene iludina, la que provoca gastroenteritis severa. Se lo puede confundir con *Cantharellus cibarius* (7).

*Tricholoma* es otro género de hongos que micorriza, fueron descritas algunas especies simbiotes de *Nothofagus* en el sur del país y otras de la zona subtropical (11). Tienen laminillas y esporos blancos, y carecen de anillo. Entre las especies comestibles que crecen bajo los pinares se encuentran *T. terreum*, *T. flavovirens* y *T. matsutake*. Algunos son tóxicos como *T. sejunctum* que produce trastornos intestinales (12). *T. fusipes* micorriza con varias especies de *Nothofagus* (8).

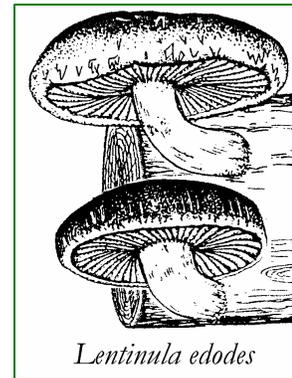
Todas las especies del género *Psilocybe* y algunas de *Gymnopilus* y *Panaeolus*, poseen las sustancias alucinógenas psilocina y psilocibina (7). *G. pampeanus* (= *G. spectabilis*) tiene color anaranjado y crece en racimos sobre tocones de eucalipto (10).

*Cortinarius* es otro género de hongos micorrizantes, la mayoría tóxicos o sin valor culinario, pero algunas especies son comestibles como *C. albidoviolaceus* (3) y *C. magellanicus* (8). Cuando se rompe la membrana que une al píleo con el pie, quedan restos en el borde que asemejan una cortina, generalmente fugaz *C. orellanus* y otros producen daño hepático y renal pues contienen orellanina y cortinarinas (7).

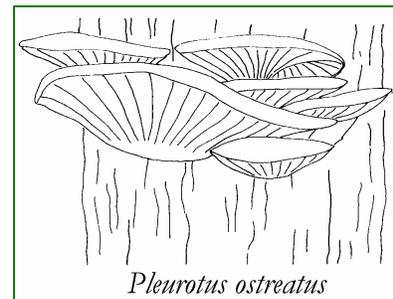


generalmente fugaz *C. orellanus* y otros producen daño hepático y renal pues contienen orellanina y cortinarinas (7).

*Lentinula edodes* es una especie asiática comestible (shiitake) que crece sobre residuos lignocelulósicos. Las laminillas y los esporos son blancos. Se cultiva en muchos lugares (4).



*Pleurotus ostreatus* crece con forma de



estante sobre los troncos podridos, en racimos. El píleo carnoso tiene 8 a 13 cm de diámetro y es de color pardo-oliva que se oscurece con el tiempo. Las laminillas y los esporos son blancos. Las laminillas bajan por el pie (decurrentes), el que es lateral u excéntrico (12). *P. eryngii* y *P. laciniato-crenatus* son otras especies comestibles, esta última es nativa (10).

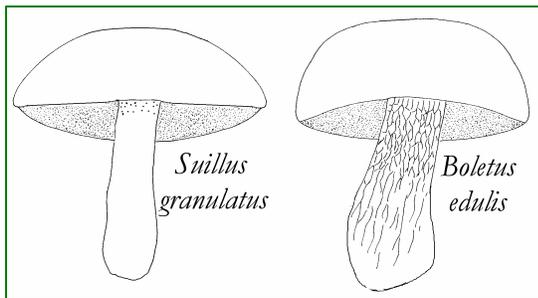
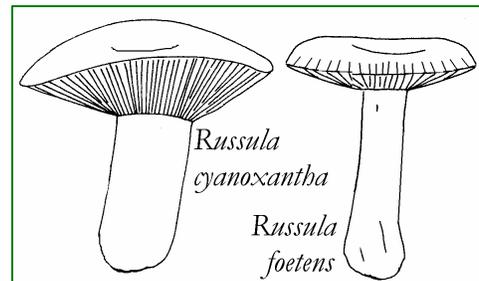
Entre los bejines o basidiomas cerrados, *Langermannia gigantea* es una especie de 8 a 51 cm de diámetro, globosa, de color blanco-crema, inconfundible. Los esporos nacen en cavidades internas y una vez maduros el ápice se disuelve dando lugar a la salida de los esporos. Es comestible cuando el interior aún está blanco (3).

*Lycoperdon perlatum* y *L. pyriforme* son dos especies comestibles de este género que crece sobre restos lignocelulósicos, generalmente en los bosques. Son comestibles en estado juvenil. Cuando maduran tienen esporos pardos que se liberan por una abertura del ápice (3).

*Fistulina antarctica* es un hongo comestible en repisa (8).

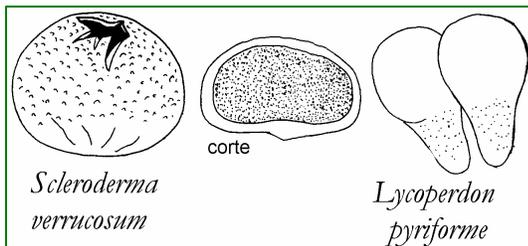
### Russulales

Algunas especies de *Russula* son comestibles como *R. cyanoxantha*, pero la mayoría tienen sabor acre u olor fétido como *R. foetens* o son tóxicas, tal como *R. emetica* que causa gastroenteritis. *R. nothogaginea* y *R. fuegiana* micorrizan con especies de *Nothofagus* (8).



### Boletales

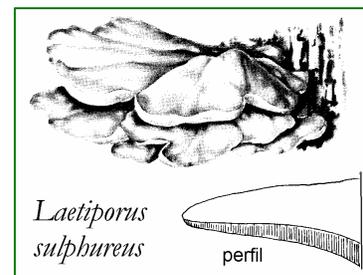
*Boletus edulis* tiene un pie de 5 - 15 cm de alto y un píleo carnoso, pardo, de 10 - 15 cm de diámetro. Por el envés se ven los tubos donde se encuentran los basidios. El pie está recubierto con una red de finas venas, blancas al comienzo, que se tornan amarillo-verdoso con el tiempo. Una especie comestible nativa es *B. luyo* que micorriza con *Nothofagus* (11). Algunos tienen sabor amargo o otros son tóxicos, como por *B. satanas* que causa trastornos gastrointestinales (12). *Suillus* es también micorrizante de coníferas, por ejemplo *S. luteus* y *S. granulatus* (13).



*Scleroderma* es un bejín micorrizante, con un peridio de consistencia coriácea, olor desagradable y tóxico (2).

### Polyporales

*Laetiporus sulphureus* tiene un basidioma en repisa, de color amarillo-azufre, en el reverso se encuentra el himenio en el reborde de túbulos o poros y se presentan en racimos (6). Contiene sustancias irritantes del tracto gastrointestinal (7).



### Referencias

1. Webster J. 1980. Introduction to Fungi. 2ª ed. University Press, Cambridge.
2. Kaufmann B, Bremse N. 1999. The Great Encyclopedia of Mushrooms. Könemann, Cologne.
3. Pacioni G. 1988. Guía de Hongos. Barcelona, Grijalbo.
4. García Rollán M. 1998. Cultivo de Setas y Trufas. 3ª ed. Mundi-Prensa, Madrid
5. Guzmán G. 1979. Identificación de los Hongos Comestibles, Venenosos y Alucinantes. Limusa, México.
6. Calonge F de D. 1990. Setas. Gula Ilustrada, Mundi-Prensa, Madrid
7. Simons D.M. 1987. Poisonous Mushrooms. pp.391-433 en: Food and Beverage Mycology. 2ª ed. Beuchat LR, editor. Van Nostrand Reinhold, New York.
8. Gamundi IJ, Horak E. 1993. Hongos de los bosques andino-patagónicos. Vazquez Mazzini, Buenos Aires.

9. Heinemann P. 1987. Clave para la determinación de las especies de *Agaricus* de la Patagonia y Tierra del Fuego. *Darwiniana* 28: 283 - 291
10. Singer R, Digilio APL. 1951. Pródromo de la Flora Agaricina Argentina. *Lilloa* 25: 5 - 461
11. Raithelhuber J. 1987. Flora Mycológica Argentina. vol. 1 - III. Edición del autor, Stuttgart
12. Arora D. 1987. *Mushrooms Demystified*. Ten Speed Press, Berkeley.
13. Singer R, Digilio APL. 1957. Las boletáceas austro-sudamericanas. *Lilloa* 28: 247-268

## ÍNDICE DE LOS GÉNEROS ILUSTRADOS

- Absidia 21  
Achlya 19  
Agaricus 34,73  
Albugo 16  
Allomyces 15  
Alternaria 36  
Amanita 74  
Arachniotus 30  
Armillaria 34  
Arthrobotrys 37  
Ascobolus 30, 48  
Aspergillus 37  
Aureobasidium 41  
Auricularia 72  
Blastoclada 15  
Boletus 77  
Bombardia 50  
Botrytis 38  
Bremia 16  
Byssochlamys 29  
Camarosporium 42  
Candida 28  
Cantharellus 72  
Ceratocystis 32  
Cercospora 58  
Chaetocladium 22  
Chaetomium 33, 50  
Choanephora 22  
Chondrostereum 57  
Cladosporium 39  
Claviceps 54  
Clitocybe 75  
Clitopilus 75  
Coemansia 26  
Colletotrichum 44  
Coniochaeta 50  
Coniophora 35  
Conocybe 75  
Coprinus 73  
Coriolus 58  
Cortinarius 76  
Cunninghamella 25  
Cyttaria 72  
Delitschia 51  
Dictyostelium 15, 45  
Diplodia 42  
Dipodascus 27  
Doratomyces 38  
Elaphomyces 71  
Emericella 28  
Entoloma 75  
Entomophthora 26  
Epichloe 54  
Eremascus 28  
Eremothecium 27  
Erysiphe 55  
Eurotium 29  
Fulvia 598  
Fusarium 38  
Galerina 75  
Geotrichum 28  
Graphium 39  
Gymnopilus 76  
Gyromitra 71  
Hypocopa 51  
Lactarius 75  
Laetiporus 77  
Lasiobolus 49  
Lentinula 76  
Lepiota 75  
Lycoperdon 77  
Macrolepiota 74  
Monilia 39  
Morchella 71  
Mortierella 21  
Mucor 20,21, 45  
Myxotrichum 51  
Nectria 31,55  
Neocosmospora 31  
Neurospora 32  
Omphalotus 72  
Panaeolus 76  
Penicillium 39  
Peronospora 17  
Pestalotiopsis 44  
Phoma 42  
Phragmidium 57  
Phycomyces 23, 60  
Phytophthora 18  
Pilaira 47  
Pilobolus 24,46  
Piptocephalis 25,45  
Plasmopara 54  
Pleurotus 76  
Podospora 50  
Psilocybe 76

Puccinia 36  
Pycnoporus 57  
Pyronema 31  
Pythium 17  
Rhizopus 23  
Russula 77  
Saccharomyces 27  
Saccobolus 49  
Saprolegnia 19  
Schizophyllum 34  
Schizosaccharomyces 27  
Scleroderma 77  
Septoria 43  
Serpula 35  
Sordaria 33  
Sphaerobolus 35  
Sporobolomyces 36  
Sporormia 51  
Stachybotrys 40  
Stemphylium 40  
Stenocarpella 42  
Suillus 77  
Syncephalis 25  
Synchytrium 53  
Syzygites 24  
Talaromyces 30  
Taphrina 55  
Thamnidium 25  
Thraustotheca 19  
Tilletia 57  
Trametes 59  
Tranzschelia 56  
Tricholoma 75  
Trichothecium 41  
Tuber 71  
Ustilago 35, 57  
Venturia 56  
Verticillium 41  
Volvariella 75  
Xylaria 70  
Zygorhynchus 24