

## **Tema 35. Reino Hongos. Hongos comunes en nuestros campos y bosques. Importancia en los ecosistemas. Aplicaciones y utilidad. Los líquenes y su papel como indicadores.**

1º E.S.O. Bloque 3 Tema 7.  
1º Bach. Bloque 5. Clasificación de los seres vivos.  
2º Bach. Boque 4.

### **35.1. Los Hongos. Caracteres fundamentales**

#### **35.1.1. Órgano vegetativo. Células.**

#### **35.1.2. Formas de vida. Reproducción.**

### **35.2. Clasificación y ejemplos más notables.**

#### **35.2.1. Phycomycetes**

#### **35.2.2. Ascomycetos**

#### **35.2.3. Basidiomicetos**

#### **35.2.4. Deuteromycetes (Fungi imperfecti)**

### **35.3. Importancia de las Hongos**

#### **35.3.1. Desde el punto de vista biológico.**

#### **35.3.2. Desde el punto de vista alimenticio.**

#### **35.3.3. Desde el punto de vista médico.**

### **35.4. Los líquenes. Caracteres generales**

#### **35.4.1. Morfología y Estructura.**

#### **35.4.2. Reproducción**

#### **35.4.3. Sistemática:**

#### **35.4.4. Utilidad de los líquenes**

#### **35.4.5. Los líquenes y su papel como indicadores**

### **35.1. Los Hongos. Caracteres fundamentales**

Talofitos desprovistos de clorofila y, por tanto de nutrición heterótrofa. Unicelulares o pluricelulares pueden presentar sus células separadas por tabiques o no.

Constituyen uno de los grupos más extensos. La mayor parte de ellos son fugaces o poco visibles, y sólo se manifiestan en forma de un fino enmarañamiento de hilos parecido a una tela de araña (**micelio**). En Europa se conocen alrededor de 300 especies de los llamados hongos superiores.

Los caracteres generales suelen referirse a los Eumycotas u hongos verdaderos. Son individuos de organización Talofítica, heterótrofos: parásitos, saprofitos o simbioses. Sus células tienen una pared constituida por **quitina**, y almacenan distintas sustancias de reserva (glucógeno, grasa). Su cuerpo vegetativo está constituido por filamentos de células (**hifas**). Presentan complicados ciclos reproductores. Al parecer derivan evolutivamente de las Algas, aunque algunos botánicos discrepan al considerar que derivan de los protozoos, siendo los Myxomycota o Mixophitas.

Están presentes en todo tipo de hábitats, algunos tienen una gran importancia médica y económica. Absorben sustancias alimenticias por medio de su micelio subterráneo, casi siempre invisible (excepto en los mohos). En condiciones climatológicas favorables, los micelios emiten unas protuberancias que se convertirán en los órganos reproductores (**carpóforos o cuerpos fructíferos**), de estructura análoga a la del micelio pero con las hifas más apretadas y compactas. Estos órganos producen distintos tipos de **esporas** con las que aseguran su diseminación.

#### **35.1.1. Órgano vegetativo. Células.**

El órgano vegetativo de los hongos está formado por filamentos ramificados (hifas), que cuando se agrupan entre sí forman un micelio, en el cual las hifas no son muy densas. Si las hifas están más apiladas se les suele llamar cuerpo fructífero o estroma; si el medio les es adverso, las hifas más externas están recubiertas por una cubierta dura, se les llama **esclerocios** que son una especie de cuerpos fructíferos densos; todas estas formaciones son el resultado de una adaptación a condiciones extremas.

El talo puede ser tabicado o sifonal (sin tabiques). En los hongos superiores (Basidiomycetes) su talo plectenquimático deriva de otro filamentosos simple o ramificado; sus hifas poseen la cohesión y firmeza de un tejido: están entrelazados estrechamente formando un apretado retículo que posee una consistencia parecida a la del fieltro (el **plecténquima**). Éste se sitúa en el suelo y permanece unido a un micelio subterráneo; a veces, también las hifas del micelio son plectenquimáticas (gen. *Amillaria*) y forman unas "rizomorfas" que recuerdan a las raíces.

Las células presentan una pared de celulosa (a veces calosa), hemicelulosa y quitina (carácter típico de los hongos). Como hemos indicado tienen al glucógeno como sustancia de reserva, no al almidón, que se acumula en grandes vacuolas que suelen ocupar una posición central. Las células pueden tener uno o dos núcleos (**dicarion**), a veces pueden presentar muchos núcleos.

#### **35.1.2. Formas de vida. Reproducción.**

Heterótrofos, su fuente de C y de N son los compuestos orgánicos (Organotrofos). Algunos pueden incorporar el N atmosférico y transformarlo en  $\text{NO}_3^-$ , y posteriormente en  $\text{NH}_3$ . Respecto al S todos son autótrofos, capaces de reducir el  $\text{SO}_4^{2-}$  a  $2\text{HS}^-$ .

Viven sobre restos de plantas en descomposición (saprófitos), o sobre vegetales vivos (parásitos). Durante el primer año suelen crecer en pequeños grupos. En años sucesivos el micelio se extiende como una mancha de aceite y constituye un círculo más o menos regular. Cada año surge un nuevo anillo de micelio que rodea al círculo anterior.

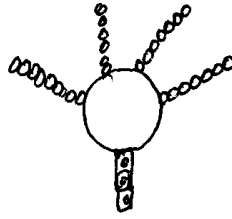
Otras especies saprófitas presentan una relación muy estrecha frente a un sustrato. Entre ellos, muchos crecen sobre estiércol, paja o trozos de madera de una determinada especie; otras especies están ligadas a determinado tipo de hojas (Ej. coníferas), cenizas de madera o medios turbosos. En cambio pocas especies crecen sobre restos de animales en descomposición. Es más frecuente la coexistencia o simbiosis entre las raíces y algunos hongos (micorrizas). Algunos saprófitos causan daños graves al atacar el maderamen de las casas y los postes de madera (*Merulius lacrymans* que ataca a la madera seca, otros atacan a la madera húmeda).

La **reproducción asexual** se puede producir por:

- 1) **Esporas meióticas** (gonosporas) haploides y sirven de nexo entre la etapa de Gametofito (GF) y la de Esporofito (EF).
- 2) **Esporas no meióticas** producidas por esporocistos, con flagelos (Phycomicetos) o inmóviles. La dispersión de estas esporas suele ser anemógama, entomógama o por el agua si son flageladas. Para germinar precisan un cierto grado de humedad. La diseminación comienza al romperse el esporangio y quedar las esporas en libertad; en otros casos el esporocisto sufre mitosis y conforme la va sufriendo, las esporas van quedando en libertad.



**ASCA**



**CONIDIO**



**BASIDIO**

Esporas n

Las esporas directas se llaman conidios y se forman en los fialidos. En el moho del pan, el esporangio se tabica dando células esporógenas, que después dan esporas. Otra variedad es que el esporocisto actúe como una sola célula (esporocisto esporógeno). Existen múltiples variaciones.

La **reproducción sexual** se realiza cuando las condiciones ambientales son adversas. Puede ser por isogamia, heterogamia u oogamia.

Los gametos se forman en gametocistos que pueden, a veces, actuar de gametos (**Gametangiogamia**); cuando los gametangios no se diferencian mucho se habla de **cistogamia**. Tras la fecundación se puede producir un cigoto o un dicarion. Esta modalidad consiste en la fusión de gametangios plurinucleados. Según que los gametangios masculino y femenino sean morfológicamente iguales o distintos, se habla, respectivamente, de gametangiogamia isógama (Zigomicetes) o anisógama (Ascomicetes).

A veces el gameto femenino admite a cualquier célula como gameto masculino, o da lugar a un nuevo individuo sin ser fecundado (**apogamia**).

Es frecuente el caso de **heterotalismo** es decir que la fecundación se realice entre dos talos, ambos con gametos masculinos y femeninos, pero deben de provenir de talos diferentes.

La **alternancia de generaciones** (AG) es frecuente en los Hongos: Sus ciclos reproductores pueden presentar hasta tres generaciones diferentes (un GF haploide y uno o más EF diploide). En los Phycomicetos primitivos, la AG recuerda a la de las Algas. Pero en los hongos superiores se suelen mostrar claramente las dos generaciones. Además de trata de un proceso de **Gametangiogamia** o de una **Somatogamia**, en las que la fusión de las células y la unión de sus núcleos están desfasadas en el tiempo a causa de la presencia de una fase binucleada.

La somatogamia consiste en la unión de dos células somáticas, produciéndose en primer lugar la fusión de sus citoplasmas (plasmogamia) y posteriormente la de sus núcleos (cariogamia). Es propia de Basidiomicetes. En ellos, la plasmogamia ocurre al fusionarse las células de dos hifas de distinto sexo (+ y -), y tras la cariogamia se produce la meiosis que da lugar a las basidiosporas.

El micelio de los hongos vive en el suelo o en la madera durante todo el año. Sin embargo, el desarrollo del aparato reproductor va ligado a las estaciones. Pocas especies fructifican durante los doce meses. En primavera se encuentran pezizas y colmenillas (Ascomicetes). La verdadera temporada de hongos empieza en verano, si el tiempo ha sido lluvioso (Los Basidiomicetes Boletos y Rúsulas). La temporada en Europa se inicia en septiembre, y se prolonga hasta mediados de diciembre.

### **35.2. Clasificación y ejemplos más notables.**

En el reino Fungi, para algunos **Mycobionta**, se pueden establecer dos divisiones:

a) **Myxomicota o Arquimicetes.**

Constituido por unas 600 especies. Comprende varias células de parentesco incierto. Durante la fase vegetativa de su desarrollo, son masas plurinucleadas (**plasmodios**) desnudas, ameboides (por esta razón algunos los incluyen dentro de los protozoos); pero forman cuerpo fructífero y tienen esporas, también el glucógeno es su sustancia de reserva. Los plasmodios de algunas especies (**Fuligo varians**) pueden alcanzar hasta 30 cm. Los géneros más representativos del orden Mixogasterales son: Plasmodiophora (agente de la hernia de la col), Spongospora (roña de la patata), Cribaria rufa (crece sobre madera de pino en descomposición) y el citado Fuligo.

Se trata de organismos filogenéticamente muy bajos, ocupando una posición muy aislada en el árbol genealógico; por eso, algunos autores no los incluyen dentro de los hongos. (Ver tema protozoos página 5)

b) **Eumycota** (hongos verdaderos), dentro de ellos se destacan tres clases: **Phycomycetes** (hongos inferiores), **Ascomycetes** y **Basidiomycetes**.

c) Cabe hablar del grupo de los **Deuteromycetes (Fungi imperfecti)**.

**35.2.1. Phycomycetes**

Constituidos por unas 600 especies. Sus células carecen de septos transversales (talo sifonal); constituyen un único tubo ramificado con muchos núcleos y vacuolas en posición central, desplazando a los núcleos a una posición parietal. A veces el talo es un plasmodio con movimiento ameboide. Tienen esporas móviles (zoosporas) y zoogametos. Se reproducen por oogamia o Sifonogamia. Viven en el agua o en ambientes muy húmedos.

**O. Zygomycetales (mohos).**

Destaca la familia de los Mucoráceos (**Mucor mucedo** o moho del estiércol y **Rhizopus nigricans** o moho del pan) tienen carácter saprofítico sobre restos vegetales y animales. El micelio ampliamente ramificado del Mucor (dioico) forma el moho blanco sobre el estiércol. De las hifas, se levantan verticales los esporangios esféricos, en cuyo interior no se forman zoosporas (están adaptados al ambiente terrestre), sino un gran número de esporas inmóviles, resistentes a la desecación, provista de membrana y plurinucleadas. La especie Empusa muscae es parásita de las moscas, a las que puede ocasionar la muerte. Varias clases de Rhizopus son muy perjudiciales para la patata, las manzanas y las peras.

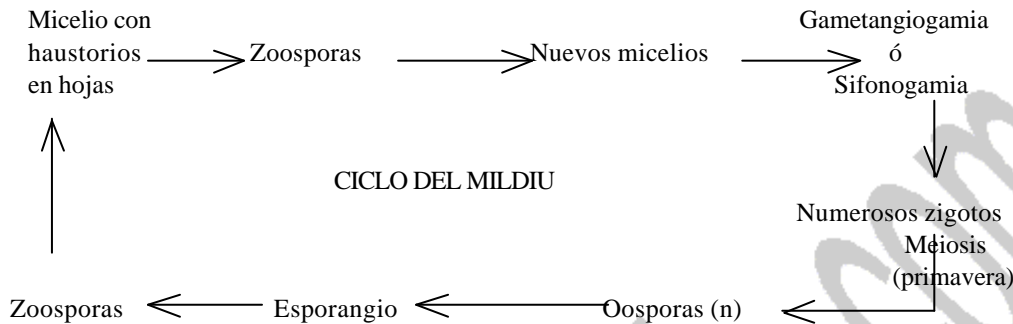
**O. Chytridiales.**

Presentan una gran heterogeneidad en su reproducción sexual. Viven como parásitos o saprofíticos en el interior o en la superficie de las plantas y animales inferiores acuáticos, o en el suelo. Sus formas más sencillas son parásitas intracelulares. Destacan los géneros Olpidium (podredumbre de las plántulas de la col) y Sclerotinia (agente de la sarna negra). Reproducción por oogamia. En el género Physoderma hay indicios de alternancia de generaciones.

**O. Oomicetales.**

Presentan oogamia sifonógama. Destacan, la familia Saprolegniáceas, generalmente saprofíticos, y la familia de Peronosporáceas (parásitos en las plantas superiores) en la que destaca el género **Plasmopara viticola** (**mildiu de la vid**). Los conidios del mildiu, los del género Phytophthora (podredumbre de la patata) y Pseudoperonospora dan zoosporas; en los géneros Bremia y Peronospora los conidios dan directamente el micelio.

El mildiu de la vid ataca principalmente a las hojas provocando unas manchas verde-oliva o marrón. Las hifas ocupan los espacios intercelulares, envía **haustorios** (órganos chupadores) que van secando la hoja. Por los estomas sale un pedicelo con esporangios, en cuyo extremo se encuentran los esporocistos que dan las zoosporas. El viento hace que se desprendan, invaden otras plantas, salen las zoosporas y forman un nuevo micelio sifonal. En condiciones desfavorables se reproducen sexualmente. El micelio produce gametocistos, se atraen, se fusionan dando muchos cigotos, que se recubren de una fuerte membrana. En primavera experimentan la meiosis, dando oosporas (n), que al germinar producen un esporangio parecido al de la reproducción asexual, de él se desprenden las zoosporas que, tras germinar, forman un nuevo micelio. La enfermedad se combate con  $\text{Cu SO}_4$ , que destruye las zoosporas.



Otros órdenes o subclases son Monoblepharidales y Saprolegniales (los del género Saprolegnia son parásitos de animales acuáticos).

### **35.2.2. Ascomicetos**

Presentan el micelio tabicado, sus esporas no están flageladas. La reproducción sexual tiene lugar por **Ascogonios** con **tricogino**. Presentan alternancia de generaciones (a veces tres). Sus esporas (ascosporas), en número de 8, se localizan en un órgano en forma de clava o porra (asca) y son lanzadas fuera cuando maduran. Entre las ascas existen otras hifas estériles llamadas parafisos. En los ascomicetos más sencillos, las ascas nacen aisladamente, a expensas del micelio (levaduras).

En las especies unisexuales, el micelio corresponde al gametofito (GF) y forma en el extremo de ciertas hifas del cuerpo fructífero, un gametangio femenino, globoso, plurinucleado (**ascogonio**) que emite por su ápice una prolongación (tricogino) que se aplica sobre el **anteridio** masculino. Al fusionarse tricogino y anteridio (plasmogamia), los núcleos masculinos penetran en el ascogonio y se aparean con los femeninos, pero sin fusionarse con ellos. El ascogonio desarrolla luego varios tubos (**hifas ascógenas**), al interior de las cuales emigran los núcleos emparejados. El plecténquima del cuerpo fructífero está formado por el micelio haploide que corresponde al GF, éste está atravesado por hifas ascógenas que corresponden al EF de núcleos emparejados.

#### **DETALLE DE LO QUE SUCEDE EN LAS HIFAS ASCÓGENAS DURANTE LA FECUNDACIÓN**

De las células terminales de los EF se forman finalmente las **células con uncínulos**, en las que los dos núcleos se dividen una vez más. De los cuatro núcleos, dos de sexo distinto permanecen en el ápice de la célula con uncínulo, quedan aislados por un septo y se fusionan (cariogamia) dando un núcleo zigótico ( $2n$ ). El extremo de la célula con un uncínulo se convierte en el esporangio (asca), en el que se produce una meiosis, seguida de una mitosis, dando 8 gonosporas haploides (ascosporas), que al germinar dan el GF haploide. Las ascas aparecen con frecuencia protegidas por el estroma (micelio condensado), dando una especie de frutos (ascocarpos). Los filamentos estériles se llaman **parafisos**.

Las formas más sencillas de ascomicetos están representadas por las Pezizas, que tienen un aparato reproductor en forma de copa, con numerosas ascas implantadas, también tienen forma parecida las del género *Helvella* y las Colmenillas.

Destacan dos subclases:

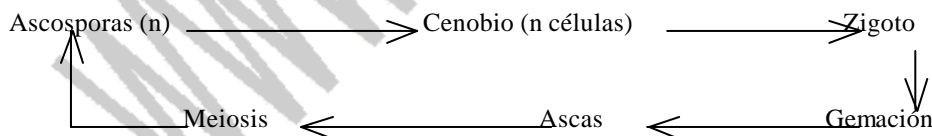
#### Subclase PROTOASCOMYCETIDAE

Carecen de cuerpo fructífero, dando el zigoto directamente una sola asca. Está constituido por los siguientes órdenes.

### O. Protoascales o Endomycetales

En los que la reproducción sexual es por oidios. En la fam. Endomycetáceas, cuyo micelio se disocia fácilmente en cadenas de yemas, destacan los géneros *Eremascus* (isogametangios) y *Endomices* (heterogametangios).

La **Fam. Sacharomycetáceos (levaduras)** tiene las esporas unicelulares, se reproducen por gemación y realizan procesos de fermentación. Carecen de talo filamentoso; sus ascosporas germinan dando un cenobio que, cuando dos de sus células se fusionan, dan un zigoto que por gemación dan células que, en un momento dado, cada una de ellas se transforma en asca que, tras la meiosis da cuatro u ocho ascosporas; tras quedar en libertad dan nuevas células vegetativas. Hay levaduras haplontes, diplontes y haplodiplontes.



La levadura de la cerveza y la de panificar son unicelulares y pertenecen al género *Saccharomyces*.

**O. Taphrinales**, parásitos de plantas (lepra del melocotonero, escoba de bruja del ciruelo, etc.). Los escobones no son más que ascas que sobresalen entre las células epidérmicas del hospedante y forma una capa en empalizada.

#### Subclase EUASCOMICETIDAE

Se caracteriza porque las ascas se desarrollan en el extremo de hifas dicarióticas, generalmente sus cuerpos fructíferos o **peritecas** son cerrados, encerrando varias ascas. La forma de estos es un carácter sistemático de parentesco filogenético incierto. Los órdenes más importantes son:



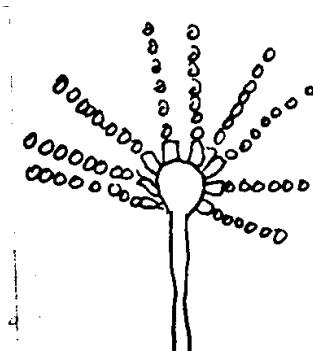
## O. Perisporiales o Erysiphales.

Parásitos, recubren como una tela de araña las hojas de las plantas superiores y envían haustorios desde las hifas a las células epidérmicas. Presentan su cuerpo fructífero cerrado, las ascas en disposición regular; se reproducen por oidios que no son más que las células resultantes de la descomposición de sus hifas. Los hongos de la especie **Uncinula necator** (oidios) atacan a las hojas y frutos de la vid. La especie *Microsphaera alphitoides* vive sobre las hojas de los robles. Todos estos hongos se combaten con preparados de azufre.

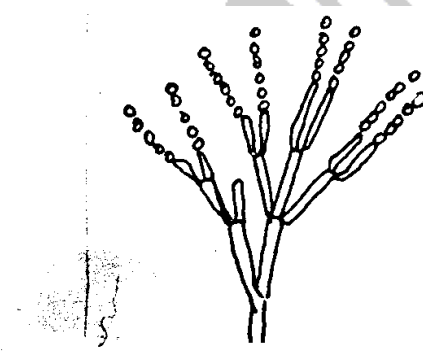
## O. Plectascales.

Figuran entre los mohos más frecuentes. Su multiplicación vegetativa es muy copiosa si las condiciones ambientales le son favorables se reproducen por conidios. Cuando las condiciones son desfavorables, forman unas fructificaciones redondeadas, que contienen las ascas se disponen irregularmente. Forman densos "céspedes" de color verdeazulado. Destaca la importante familia de los Aspergilláceos (los mohos *Aspergillus* y *Penicillium*).

En **Aspergillus** los conidióforos hinchados en forma de globo presentan en su superficie cortas células (esterigmas) que irradian en todas direcciones y se estrangulan para dar sucesivos conidios que se disponen en cadena. En **Penicillium** los conidios, también arrosariados, se producen en conidióforos ramificados. El *Aspergillus fumigatus* puede ser patógeno para el hombre.



**ASPERGILLUS**



**PENICILLIUM**

Algunas estirpes de *Penicillium notatum* y de *P. crysogenum* se emplean para fabricar penicilina, y algunas estirpes de *Aspergillus niger* se emplean para fabricar ácido cítrico.

Otra familia digna de mención es la de los **Gimnoscáceros** productores de la enfermedad de la Tiña que afecta al pelo.

## O. Sphaeriales.

Tiene más de 500 géneros, parásitos de vegetales o saprofitos (madera, estiércol). Destacan los géneros **Neurospora** (utilizada en Genética), *Ceratocystis*, **Gibberella** (de ella se extrae la hormona vegetal giberilina) que parasita al arroz provocándole un crecimiento desmesurado. Sus cuerpos reproductores son esféricos provistos de una pequeña abertura en su ápice para la eyección de las esporas.

## O. Clavipitales.

Tienen ascosporas filiformes. La especie más representativa es el **Claviceps purpúrea** que provoca la enfermedad del **cornezuelo del centeno**, su talo parasitiza los órganos jóvenes de la planta produciendo, simultáneamente, un jugo azucarado que atrae a los insectos, que actúan de agentes propagadores de los conidios.

El cornezuelo se utiliza en la industria farmacéutica para la obtención de **alcaloides**. Los árabes conocían sus virtudes para acelerar el parto. Consumir pan de centeno que contenga cornezuelo puede provocar delirios y enfermedades mortales. El género *Cordyceps* vive sobre insectos.

### O. Tuberales (trufas).

Los aparatos reproductores (cuerpos fructíferos) son subterráneos y sus ascas con cuatro esporas son comestibles y se usan como condimento. Destaca el género **Tuber**, con las especies *T. grumale* y *T. melanospora*. Algunas son difíciles de localizar, para conseguirlo se utilizan cerdos.

### O. Pezizales.

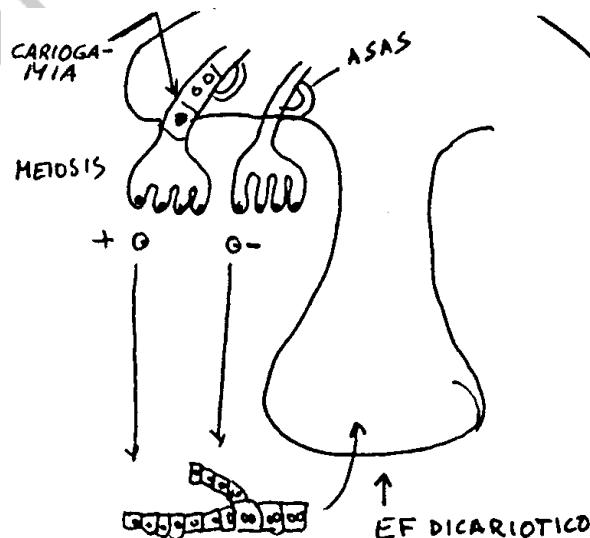
A este orden pertenecen hongos como la colmenilla (*Morchela*), *Helvella*. Tienen el cuerpo fructífero abierto y operculado, por lo que algunos les llaman **Discomicetales**. Su cuerpo fructífero se llama apotecio, tiene forma de copa o de disco, en su superficie está el himenio formado por ascas y parafisos haploides. El género **Pyronema** confluens aparece en zonas del bosque donde hubo fuego; las helvellas tienen un pie y una porción fértil en forma de sombrerillo; la *Sclerotinia fructífera* (**Botrytis cinerea**) produce daños en la uva si el tiempo es húmedo, pero que cuando hay sequía determina la "podumbre noble" gracias a la que se obtiene una concentración de azúcar especialmente elevada (vino de pasas).

#### 35.2.3. Basidiomicetos

Son hongos sin elementos móviles, carecen de ascas y en su lugar presentan un himenio fértil formado por **basidios** (órganos formados por una célula en forma de maza o porra que, mediante un pedúnculo, se une a cuatro esporas aisladas por una especie de estrangulamiento o gemación), parafisos (filamentos estériles) y los **cistidios** que son células cargadas de jugo. Su micelio posee hifas tabicadas con uno o dos núcleos cada célula y crecimiento apical. La pared celular aparece muy quitinizada, con frecuencia posee además pectina. Su cuerpo fructífero o carpóforo consta de sombrerillo, pie, volvas y anillos.

A partir de basidiosporas + y - se originan micelios uninucleados, de distinto sexo y crecimiento ilimitado. Cuando sus filamentos entran en contacto, sus células se fusionan (plasmogamia, para formar un EF dicariótico sin desarrollar gametangios (somatogamia) (ver página 3). Por un proceso análogo a la formación de los uncínulos de los ascomicetos (página 5), se forman aquí asas laterales que se anastomosan (**asas de anastomosis o fíbulas miceliarias**).

El micelio fibulado así desarrollado da lugar a un cuerpo fructífero de hifas entrelazadas. En éste se desarrolla, por lo general en la cara inferior del sombrerillo (**himenio**) que forma laminillas en empalizada, formado por hifas portadoras de basidios. Las células terminales de estas hifas crecen y forman expansiones hinchadas (los basidios), en los que se fusionan los núcleos (cariogamia), y a continuación sufren una meiosis. El ápice de cada basidio emite pequeñas excrecencias (**esterigmas**) cuyo extremo se dilata y recibe uno de los cuatro núcleos, formando así una basidiospora (n) que se desprende. De las cuatro esporas dos son + y otras dos -.



Hay unas 15000 especies, repartidas en dos subclases:



### Subclase HOLOBASIDIOMYCETIDAE o Basidiomicetos superiores

El basidio no está tabicado en el momento de la formación de las esporas. Sobre una célula ancha se elevan cuatro esterigmas al final de los cuales están las basidiosporas. Hay una gran diversidad de hongos, constituidos en su mayor parte por un pie y un sombrerillo revestido por el himenio en su cara inferior, sobre todo en las especies del orden Agaricales.

### O. Polyporales o Poriales.

Son hongos saprofitos con formas muy variadas, pero siempre abiertas, con la superficie total o parcialmente cubierta por el himenio. Entre las especies más representativas destacamos las del género *Serpula*, *Clavaria corallina*, *Corticium sulfureum*, *Hydnum repandum*, las comestibles, *Chrotorellus composito* y ***Chantarellus cibarius*** (rebozuelo, rossinyol o susa). La yesca obtenida del ***Fomes fomentarius***, que forma cuerpos coriáceos sobre el tronco del haya, se empleó para encender fuego desde el paleolítico superior hasta la mitad del siglo XIX, también lo usaba los antiguos cirujanos como usan ahora el algodón hidrófilo.

### O. Agaricales.

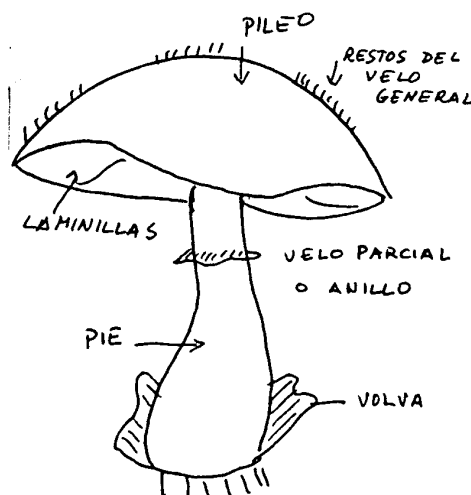
Con el himenio formando laminillas o túbulos. Entre las familias más representativas están:

**Boletáceas** (*Boletus edulis* o *Agaricus campestris* o **champiñón** y la especie venenosa *B. satanas*).  
**Russuláceas**: *Russula rubra*, la venenosa *R. hemética*, la comestible *Lactarius deliciosus* (níscolo) y la venenosa *L. sanguifluens*.

**Agaricáceas**. Se pueden clasificar por el color de sus esporas, que se pueden observar directamente sobre el hongo, examinando las laminillas, o depositando el sombrero sobre una placa de vidrio o una hoja de papel:

- Melanospóreos o esporas negras: Género *Coprinus*;
- rojo-violeta o lanthinospóreos: ***Psalliota campestris***, *P. arvens*.
- marrón-ocre u Ochospóreos *Pholiota* cilíndrica;
- rosáceas o Rodospóreas: *Volvaria*
- blancas o leucospórea: Las especies venenosas ***Anmanitas*** phalloides, *A. verna*, *A. virosa*, *A. muscaria* (falsa oronja), y la comestible ***A. cesárea*** (oronja); a ésta se la considera la reina de las setas.

Las laminillas de las setas suelen estar recubiertas, al principio de su desarrollo, por una membrana o **velo parcial** con aspecto de tela de araña. El velo se rompe al madurar y crecer el hongo, dejando un anillo o jirones de membrana en torno al pie y encima del sombrerillo. Otras especies están provistas de un velo general a modo de cáscara membranosa. Cuando se alarga, la envoltura sufre un desgarrar y deja escamas en el sombrerillo y una volva en la base del pie. En otras especies el velo no es sino una película viscosa



### O. Gasteromicetales.

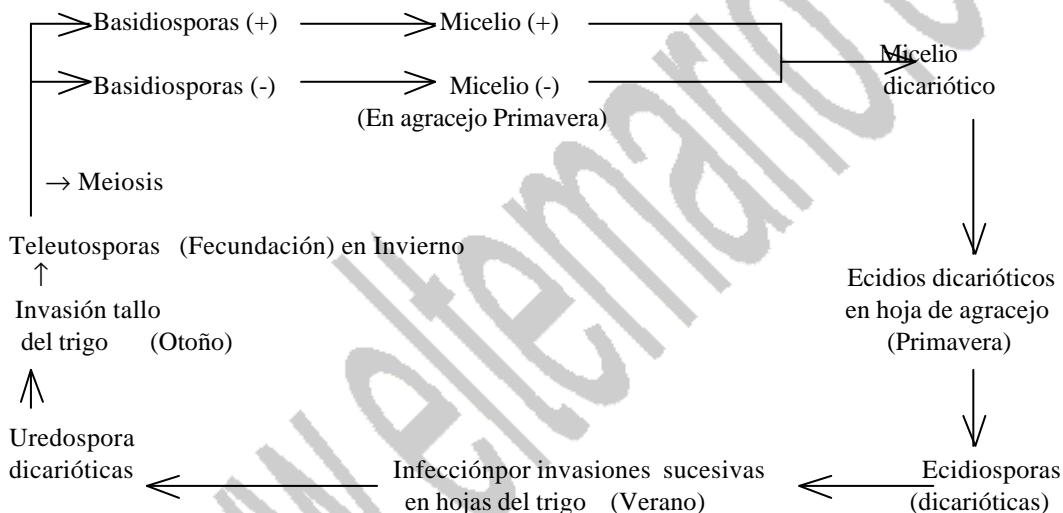
Poseen un himenio interior. Sus cuerpos fructíferos son cerrados, solo se abren tras la maduración de las esporas (glebas). Licoperdon, **Phallus**, Calvatia (hasta 50 cm. de Ø), Bovista, etc. La especie *Himenogaster variegatus* tiene un himenio gástrico. La multiplicidad de estructuras que presentan es muy superior a la de los Agaricales.

#### Subclase PHRAGMOBASIDIOMYCETIDAE o Basidiomicetos inferiores

EL basidio se divide por paredes transversales (septos) en el momento de formar esporas, es decir hay una basidiospora por cada tabique del micelio.

### O. Uredinales.

Son los agentes de las "royas" (parásitos de cereales), su complejo ciclo suele tener por hospedador más de una especie vegetal. Estos hongos viven parásitos en los espacios intercelulares especialmente de las hojas, a cuyas células envían haustorios; sus micelios no invaden toda la planta, sino que se extienden solamente en torno al punto por han penetrado en ella. Presentan una gran diversidad de tipos de esporas, que se producen según una sucesión regular. Son miles de especies entre las que nos encontramos: **Puccinia**, **Uromices**, *Trifragmium*, *Fragmidium*, etc. Aunque las royas no se extiendan profusamente por los tejidos de la planta, producen enfermedades peligrosas que provocan la pérdida de hasta el 25 % de la cosecha de los cereales.



#### Ciclo de la Puccinia graminis

Los Uredinales vivieron inicialmente como parásitos de helechos tropicales en el Paleozoico superior; durante el Mesozoico pasaron a las Gimnospermas (coníferas), para invadir a las Angiospermas durante el Cretácico superior. En las zonas de clima fresco, en la zona de tránsito de bosque a pradera, se originó la alternancia de hospedantes.

### O. Ustilaginales.

Son los agentes del "tizón" (parásitos de cereales), sólo parasitan una especie, situándose en los espacios intercelulares. Pueden cultivarse en medios nutritivos artificiales. Sus esporas (zigotos) son homólogas a las teleutosporas de las Uredinales. Ej. **Ustilago** (Tizón) con las especies *U. Tritici*, *U. hordei*, *U. avenae*, etc.; y el género **Tilletia** (caries), con las especies *T. tritici*, *T. hordei*, *T. avenae*, etc. Cada grano de trigo contiene varios millones de esporas que pueden extenderse en las labores de trilla, lo que, en otros tiempos, podía suponer pérdidas entre el 20-60 % de la cosecha; se combaten eficazmente con compuestos orgánicos de mercurio.

#### **35.2.4. Deuteromycetes (Fungi imperfecti)**

El grupo de los Deuteromycetes (Fungi imperfecti), grupo de unas 20.000 especies, cuya clasificación no es definitiva, por tanto se trata de un grupo artificial, cuya reproducción sexual se desconoce o no existe. Como veremos el criterio de clasificación de los Eumycotas se apoya en su ciclo reproductor así como en sus órganos reproductores; por los que muchos podrían incluirse dentro de los Ascomycetes. Se han ordenado en un sistema según el modo de formación de conidios. Se distinguen tres órdenes:

- **Sphaeropsidales**. Conidios formados en el interior de recipientes a peritecios o picnidios.
- **Melanconiales**. Los conidios aparecen en cuerpos estromáticos.
- **Moniliales**. Conidios sobre conidióforos, a menudo muy ramificados.

#### **35.3. Importancia de las Hongos**

##### **35.3.1. Desde el punto de vista biológico.**

Los hongos saprofíticos son muy importantes ya que al descomponer los restos de animales y vegetales, colaboran al cierre de los ciclos de la materia (ciclos del carbono y del nitrógeno). Los parásitos contribuyen al equilibrio de las especies, y los simbióticos suponen el paso a la vida aérea y son los primeros colonizadores de las rocas.

El micelio de algunos hongos forma un fieltro apretado alrededor de las ramificaciones del sistema radicular (**micorrizas**) y penetra en las células de la corteza, favoreciendo así el intercambio de sustancias orgánicas entre el hongo y el árbol. Estas micorrizas las presentan principalmente los hongos superiores; algunos están muy especializados, como por ejemplo : *B. viscidus* (boleto de los alerces) que sólo crece al pie de estos árboles, la *Anmanita muscaria* (matamoscas) no forma micorrizas si no es en cooperación con el abedul o las coníferas, más raramente con el haya.

Otras especies dignas de mención, ya citadas son:

Ascomycetes: géneros **Neurospora** (utilizada en Genética por Beadle y Tatum (1948) para la teoría un gen - un enzima - una reacción), **Gibberella** (de ella se extrae la hormona vegetal giberilina).

Es de destacar la gran cantidad de enfermedades de plantas producidas por hongos parásitos, que ocasiona un sinnúmero de pérdidas agrícolas. Por ejemplo, la muerte de millones de olmos que se ha producido durante los últimos años en Europa.

##### **35.3.2. Desde el punto de vista alimenticio.**

#### **Ascomycetes.**

Destacan las **levaduras**. En la fermentación alcohólica, el grado de alcohol depende de la raza de la levadura.

En el caso de la **levadura de la cerveza** (*S. cerevisiae*) se procede del siguiente modo: se pone a germinar la cebada (el almidón se transforma en manosa), se tuesta y muele, se trata con agua y se añade la levadura sin bacterias (el lúpulo suele dar bacterias). La levadura de la cerveza también se utiliza en la panificación para esponjar la masa.

La *Sacharomyces apiculatis* es la que produce la **sidra** (vive saprofítica sobre las manzanas en forma de colonias), la dispersa la mosca *Drosophyla*.

La *S. reipisoidens* es la que fermenta la **uva**, y produce por tanto el vino. Del hongo *Sclerontinia fructígera* (*Botrytis cinerea*) se obtiene el **vino de pasas**.

Del género *Penicillium* (*P. roqueforti*, *P. camanbertii*) se usa en la fabricación de **quesos** (Roquefort, Camembert), los enzimas segregados por estos hongos les proporcionan el sabor característico.

Desde el punto de vista **culinario** los hongos pueden dividirse en cinco grupos: comestibles y de buen sabor, especies utilizables como condimentos, especies sin valor e inofensivas, especies coriáceas o malolientes y, por último, especies venenosas.

Los más cotizados entre los comestibles son los del grupo **Basidiomicetos**: **níscalos** (*L. deliciosus*, *L. sanguifluens*), los **champiñones**, los **boletos** y los **rebozuelos**.

Entre los **Ascomycetes** cabe destacar a las **colmenillas**, el cuerno de la abundancia (*Cratarellus cornucopioides*), las ascas de las **trufas** (*Tuber*) que son comestibles y se usan como condimento y, eventualmente, la oreja de Judas (*Auricularia auricula-judeae*).

Los comestibles más abundantes en la región de Murcia son: *Lactarius deliciosus* (níscalo), *Agaricus* (champiñón), *Pleurotus eryngii* (cardo), *Morchella conica* (colmenilla), *Suillus collinitus* (boleto viscoso), *Macrolepiota procera* (parasol) y *Coprinus comatus* (barbuda, matacandil).

### **35.3.3. Desde el punto de vista médico.**

**Ficomycetos.** Las micosis (hongos) están causadas por el género *Cándida* (**candidiasis**).

#### **Ascomycetes.**

Los esclerocios del cornezuelo se utiliza en la industria farmacéutica para la obtención de **alcaloides antihemorrágicos**, que se usan para cerrar vasos en los procesos gangrenosos, o productos para la contracción de la musculatura lisa uterina postparto. También se extrae del cornezuelo el ácido lisérgico (alucinógeno).

Algunas estirpes de *Penicillium notatum* y de *P. crysogenum* se emplean para fabricar **penicilina**, y algunas estirpes de *Aspergillus niger* se emplean para fabricar **ácido cítrico**.

Algunos mohos (*Aspergillus flavus* y otras especies) producen aflatoxinas, que causan trastornos hepáticos, el *Aspergillus* también produce colitis.

Otra familia digna de mención es la de los Gimnoscáceros (género *Tinea*) productores de la enfermedad de la **Tiña** que afecta al pelo.

#### **Basidiomycetes**

Los hongos venenosos constituyen un grupo bastante restringido entre los Basidiomycetes. Por desgracia no tienen caracteres comunes que permitan distinguirlos. Se encuentran en campos y bosques tanto en primavera como en otoño.

Existen diversos tipos de **especies tóxicas**. Entre las mortales cabe destacar a la *Amanita faloides*, *A. virosa*, *A. verna*, etc.; los venenos que contienen son: *Falina* que ataca a los glóbulos rojos, se destruye por cocción; *Anmanitina*, que provoca eritrolisis e hipoglucemia; *Faloidina*, que produce hemorragias intestinales y otros trastornos gastrointestinales y nerviosos, provocan la muerte en menos de seis días, a veces con una sola seta. La *A. panterina*, produce una intoxicación por Muscarina, que también puede acarrear la muerte, ataca al sistema nervioso (fuertes calambres, dilatación de pupilas y palpitaciones) a las pocas horas de ingerirla. La *A. muscaria* contiene dos toxinas que producen una especie de borrachera de consecuencias graves. Algunas *Amanita* y el género *Psilocybe* contienen derivados del indol (*psilocibina*) de carácter alucinógeno y se usan en ritos religiosos mejicanos junto con la mescalina.

En resumen es preciso conocer los hongos y asegurarse bien en su determinación si se piensan consumir. Los Basidiomicetos venenosos más abundantes en la región de Murcia son: *Amanita phalloides* (orónja verde), *Clitocybe* sp., *Hebeloma* sp. *Amanita muscaria* (matamoscas o falsa orónja), *Lepiota clypeolaria* (*Lepiota*), *Inocybe* sp., *Cortinarius* sp. y *Omphalotus olearicus* (seta del olivo).

### **35.4. Los líquenes. Caracteres generales**

**Talófitos.** El cuerpo de los líquenes está formado por una masa de hifas de un hongo (casi siempre Ascomycete) que engloba algas unicelulares (clorófitas o cianófitas), llegando a constituir una unidad fisiológica. El hongo protege al alga de la desecación, y el alga suministra al hongo los productos de la fotosíntesis.

Pueden vivir en cualquier clima, sin más limitación que la ausencia de contaminación atmosférica industrial. Se presentan incrustados en la superficie de las rocas, o formando costras sobre muros o corteza de árboles, o sobre el suelo formando un manto vegetal junto a los musgos.

Las hifas son las encargadas de la absorción del agua (a veces en forma de vapor). Pueden resistir  $t^{\circ}$  elevadas (hasta  $70^{\circ}\text{C}$  en líquenes de rocas), y desecamiento muy duraderos (meses), reanudándose la fotosíntesis a los pocos minutos de humedecerse de nuevo. Figuran entre los seres vivos más adelantados de la vida, en los desiertos fríos de las altas montañas del Ártico y del Antártico; pueden soportar  $t^{\circ}$  de hasta  $-196^{\circ}\text{C}$ , y aún a  $-24^{\circ}\text{C}$  pueden realizar la fotosíntesis.

Quién mayor beneficio recibe de esta simbiosis es el hongo; por esto el alga, en cuanto encuentra un ambiente de humedad más favorable que el que le proporciona el hongo, se separa de este para vivir libremente. Esta afirmación se puede probar experimentalmente colocando un líquen en agua: al cabo de poco tiempo se ven en ésta unas manchitas verdes que corresponden a las células del alga. Algunos llaman "ilotismo" a esta clase de simbiosis. El papel preponderante del hongo también queda de manifiesto por el mecanismo de reproducción por ascas o basidios, mientras que el alga lo hace por simple división celular, aunque en estado libre pueda reproducirse de otra forma.

#### **35.4.1. Morfología y Estructura.**

Las algas que forman parte de los líquenes (llamadas también **gonidios**), son, como hemos dicho, Cianofíceas unicelulares o filamentosas (*Chorococcus*, *Nostoc*, *Scytonema*, *Gleocapsa*) o Clorofíceas (*Volvocáceas*, *Chorella*, *Trentepohlia*, etc.). Los hongos que forman los líquenes son casi todos Ascomycetes (*Heliotales* o *Sferiales*), y más raramente Basidiomycetes.

La forma de los líquenes depende, en algunos casos, de la constitución del alga, pero por lo común domina la forma del hongo. Al primer caso corresponden los líquenes gelatinosos (*G. Collema*) que vive en la tierra o sobre cortezas, en ellos las hifas del hongo penetran en el mucílago de una colonia de *Nostoc*. También presentan carácter análogo los líquenes filamentosos (*G. Ephebe*), en los que el hongo envuelve a modo de telaraña una cianofícea filamentosa. Los líquenes crustáceos se incrustan en el suelo y su talo está íntimamente unido al sustrato, de modo que su forma no se define con claridad. Los foliáceos tienen aspecto laminar uniéndose al sustrato por cordones de hifas (rizinas). Los fruticulosos presentan forma arborescente fijándose al sustrato por unos pocos cordones de hifas; el género *Cladonia* se eleva sobre el talo foliáceo, por lo común no muy desarrollado.

Los líquenes de estos diferentes tipos morfológicos ofrecen colores muy variables que ayudan a determinar la especie.

Un corte transversal de un líquen gelatinoso muestra que las algas se distribuyen de modo más o menos homogéneo en el talo (estructura homómera). Las hifas del hongo muchas veces se aproximan densamente junto a las superficies superior e inferior y forman una capa cortical. En los líquenes fruticulosos y foliáceos así como en algunos crustáceos, las algas se sitúan en una capa bien definida, paralela a la superficie superior (estructura heterónoma). Las algas líquénicas, dada su ubicación en el talo, están adaptadas a baja intensidad de luz.

El hongo envuelve al alga y, en la mayoría de los casos, envía haustorios que penetra en el interior de las células del alga (crustáceos) o bien sólo en la membrana de las mismas (líquenes de organización superior). En otoño, con frecuencia, se inutilizan los haustorios por el alga, que engruesa su membrana. En relación con la simbiosis está la formación de sustancias líquénicas, las cuales sólo aparecen el líquen y no en sus componentes aislados; son segregadas en el lado exterior de las hifas, en forma de pequeños cristales de ácidos orgánicos, quinonas, derivados dibenzofuránicos, etc. responsables de la coloración característica.

Los líquenes se desarrollan sobre los sustratos más diversos (rocas, cortezas de árboles, madera muerta, etc.). La vegetación líquénica adquiere el máximo desarrollo en los bosques de zonas templadas, y en la alta montaña tropical, así como en la tundra, en la que el suelo de grandes extensiones aparece poblado por ellos.

Su crecimiento es muy lento (1-2 cm. año). Midiendo el diámetro de algunos líquenes crustáceos sobre rocas, se ha calculado la edad de ciertas morrenas postglaciares. Su duración oscila entre un año (líquenes epífitos de los trópicos) y varios siglos, quizá millares de años (líquenes crustáceos en rocas ártico-alpinas).

#### **35.4.2. Reproducción**



El talo líquénico de las algas sólo se multiplica vegetativamente; sus células son mayores que cuando están libres, pues la simbiosis inhibe su capacidad de división. En cambio los hongos desarrollan sus cuerpo fructíferos característicos. En general en su himenio no se encuentra ningún alga. Sólo se puede originar un nuevo talo de líquen cuando una espora del hongo (apotecios) en germinación, tropieza casualmente con su alga correspondiente.

Pueden reproducirse por esporas, pero no pueden desarrollarse sin el alga; así el procedimiento más común de reproducción es por fragmentos de líquen que contengan hifas de hongo y células del alga (**soredios**), es un procedimiento de multiplicación vegetativa propia de zonas especializadas (sorales) de los líquenes foliáceos y fruticulosos. Cuando éstos encuentran las condiciones favorables en el medio formarán un líquen.

En otras especies se forman en la superficie del tallo pequeñas excrecencias en forma de clavo o de coral (isidios), que se quiebran con facilidad y sirven así mismo para la multiplicación vegetativa.

### **35.4.3. Sistemática:**

Existen unos 400 géneros distribuidos en más de 20.000 especies. Forman un grupo problemático como unidad sistemática. En función del hongo de la simbiosis distinguimos:

#### **Ascolíquenes.**

Son los más frecuentes. La mayor parte de los géneros poseen apotecios más consistentes que los de los hongos, ya que las ascas están revestidas de una gruesa membrana. Como ya vimos tienen una morfología variable. Destacan los géneros **Cladonia** (líquenes de los renos, **Lecanora** (contiene algas clorofíceas). La especie *Cetraria islandica* (musgos de islandia), que ni es musgo ni es de Islandia, es en realidad un líquen que tiene forma arborescente. Los del género *Verrucaria* viven endolíticamente en las calizas, los del género *Usnea* pueden alcanzar hasta 8 m. de longitud. Los género **Xanthoria** y **Caloplaca** tienen color amarillo y colonizan la corteza de los árboles; la *X. parietina* forma características superposiciones sobre peñascos o tejas de las casas rurales. La *Lobaria pulmonaria* (pulmonaria arbórea) se extiende por el suelo al pie de los árboles, forma hojas grandes con peculiares alvéolos que van tomando, con el tiempo, consistencia coriácea.

#### **Basidiolíquenes.**

Durante mucho tiempo sólo se conocieron especies tropicales en simbiosis con cianofíceas (*Coralina*), posteriormente se han encontrado otros en los que conviven hongos *Aphyllophorales* o *Agaricales* con clorofíceas, otro ejemplo es *Dyckia sericeum*.

### **35.4.4. Utilidad de los líquenes**

Los líquenes desempeñan un papel de singular importancia en la Naturaleza, y contribuyen a la formación del suelo. Son los primeros colonizadores de las rocas, y colonización va siempre acompañada por su destrucción, tanto por la acción física como por la química (los líquenes crustáceos pueden llegar a disolver la caliza. Cuando un líquen muere, sus residuos forman con las partículas de la roca un suelo favorable para el desarrollo de otras plantas, como los musgos y las gramíneas; al desarrollarse éstas, la conquista de la roca es definitiva, y aparece después la vegetación arbustiva u otros representantes de los vegetales.

Los líquenes de la especie *Lecanora esculenta* (**maná** o pan del cielo), ha sido en ocasiones arrancado por los vientos y transportado a largas distancias y se le ha utilizado como alimento en ciertas épocas de penuria. Abunda en el norte de África y en Oriente.

La *Cladonia rangiferina* junto con otras especies constituyen la base de la alimentación de muchos animales (renos).

La **Lobaria** pulmonaria (arbórea) se utiliza contra catarros mezclado con miel, lo mismo que la *Cetraria islandica* (a mediados del siglo pasado se recogían en la sierra de Gúdar para provisión de las farmacias de la provincia de Teruel).

De género **Usnea** se extrae el ácido úsnico que es activo contra la tuberculosis.



Existen líquenes de los que se extraen **antibióticos**, la especie *Letharia vulpina* se empleó para envenenar lobos.

De la evernia *prunastri* se extrae un perfume llamado mousse chene.

#### **35.4.5. Los líquenes y su papel como indicadores**

Hay un grupo de líquenes, entre ellos la *Rocella tinctoria*, que se utiliza para preparar el tornasol, indicador que sirve para reconocer si un cuerpo es ácido o alcalino.

#### **Los líquenes como indicadores de la contaminación**

Los líquenes son muy sensibles a los gases sulfurosos que se desprenden de algunos procesos industriales, aunque también el CO desprendido de los tubos de escape de los vehículos afecta a su crecimiento.

La causa de esta especial sensibilidad es que dependen exclusivamente de la atmósfera que los rodea y del agua de lluvia que circula sobre la roca o en el tronco en que viven. Además, en un líquen la masa de hongos es mucho mayor que la de algas, y cualquier sustancia química que reduzca la cantidad de materia orgánica que produce el alga por fotosíntesis dejará sin alimento a los hongos y provocará su muerte.

Naturalmente aunque hay muchos géneros diferentes de líquenes, es suficiente fijarse en unos cuantos que son indicativos del mayor o menor índice de contaminación del entorno en que se encuentran. Partiendo de un foco de contaminación (por ejemplo una fábrica o una plaza con mucho tráfico) podemos diferenciar una serie de zonas que tienen niveles de contaminación decrecientes, en un radio de 8-10 Km. a partir de aquel foco.

Damos a continuación los géneros de líquenes más representativos en cinco zonas a partir del foco de contaminación:

- Zona 1ª, muy contaminada, con ausencia total de líquenes.
- Zona 2ª, en ella crecen los líquenes del género *Lecanora*, que forman manchas grises y lisas sobre la superficies en que viven.
- Zona 3ª, en la que se encuentran los géneros *Lecanora* y *Xanthorina*, que forman también manchas grises pero casi lisas.
- Zona 4ª, en la que el nivel de contaminación es ya muy pequeño, crecen también además de los géneros anteriores, los géneros *Parmelia* de color verdoso.

Finalmente, cuando el aire de una determinada zona no está contaminado, se encuentran líquenes de los géneros *Evernia* y *Ramalina*, de color verde oscuro.