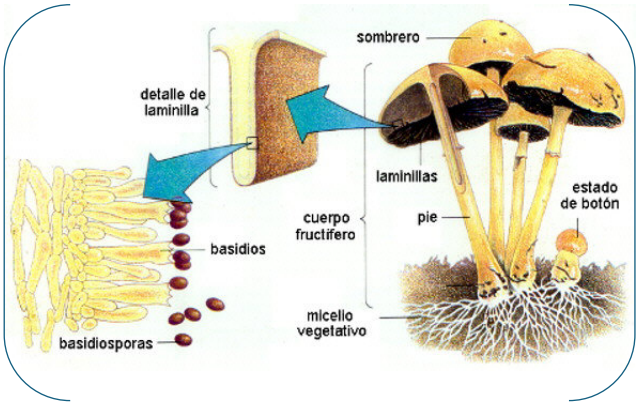
TEMA 3 – BASIDIOMICETOS

1. SITUACIÓN DE LOS BASIDIOMICETOS EN LOS HONGOS

Los **basidiomicetos** pertenecen al **Reino Fungi**, dentro de los **Eucariotas**, y se agrupan en el gran conjunto de los **hongos dicarióticos**, junto con los **ascomicetos**.

Su rasgo distintivo es la presencia de **basidios**, estructuras donde se forman las **basidiosporas**, que son el resultado final de la reproducción sexual.

Este grupo comprende **setas, boletos, royas, carbones, hongos de la madera, gelatinosos y pedos de lobo**.



2. INTRODUCCIÓN

El **Phylum Basidiomycota** incluye desde **ciertas levaduras sin cuerpo fructífero** hasta los **hongos más conocidos** del medio natural.

Las principales formas son:

- **Setas y hongos esponja** (*Boletus*, *Agaricus*),
- **Hongos lignícolas** o de la madera (*Trametes*, *Ganoderma*),
- **Royas y carbones**, que son **parásitos vegetales**,
- **Pedos de lobo y falos**, de formas singulares.



3. CARACTERÍSTICAS GENERALES



Son **hongos pluricelulares**, con hifas **septadas** (divididas por tabiques) y **pared de quitina**.

Poseen:

- **Núcleos haploides** durante gran parte de su vida,
- **Fase dicariótica prolongada** (dos núcleos por célula),
- **Anastomosis** (comunicación entre hifas),
- Estructuras reproductoras muy organizadas (basidiocarpos).



Existen unas **25.000 especies descritas**, aunque se calcula que representan sólo el **68% de las existentes**, con fósiles que datan de **hace unos 290 millones de años**.

4. REPRODUCCIÓN SEXUAL Y FUNCIÓN ECOLÓGICA

En el **basidio** ocurre la **cariogamia** (fusión nuclear) seguida de **meiosis**, de la cual resultan **cuatro esporas haploides**.

Cada espora origina un **micelio primario** que luego se fusiona con otro compatible.



Ecológicamente, los basidiomicetos pueden ser:

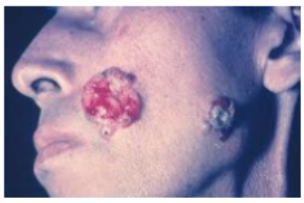
- **Saprófitos** (degradan madera y restos orgánicos),
- **Parásitos** (royas y carbones),
- **Simbiontes micorrícicos** (asociados a raíces de árboles).



5. IMPORTANCIA MÉDICA

Algunos basidiomicetos son **patógenos o tóxicos**:

- **Cryptococcus neoformans** levadura que causa **meningitis criptocócica**, problemas pulmonares, al SNC, problemas cutáneos (úlceras, petequias), etc. sobre todo en personas inmunodeprimidas.






Coprinus cinereus


Schizophyllum commune

- **Coprinus cinereus** y **Schizophyllum commune** producen **basidiomicosis pulmonares**.

- **Amanita phalloides**, **Lepiota bruneoincarnata**, **Coprinus atramentarius** y **Psilocybe cubensis** provocan **intoxicaciones graves o alucinaciones**, algunas con **efectos nefrotóxicos reversibles** (casos registrados en Navarra 2008 y Sigüenza 2016).


Amanita proxima


Amanita phalloides


Lepiota bruneoincarnata


Psilocybe cubensis

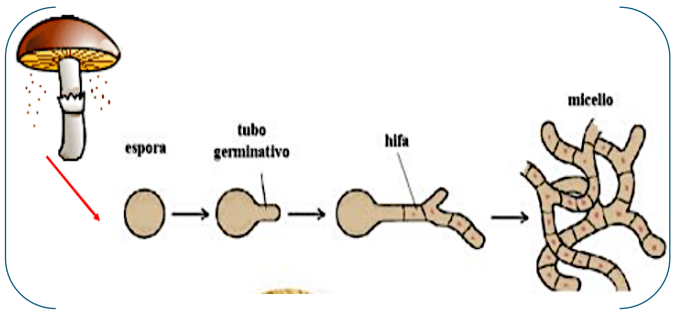
6. CICLO BIOLÓGICO

El ciclo vital es complejo y alterna tres tipos de micelio:

TIPO DE MICELIO	CARACTERÍSTICAS	ESTADO NUCLEAR
Primario	Formado tras la germinación de la espora.	*Monocariótico* (n)
Secundario	Surge por fusión de dos hifas compatibles; presenta **fíbulas** (asas de anastomosis) que mantienen los núcleos emparejados.	*Dicariótico* (n+n)
Terciario	Forma el cuerpo fructífero o **basidiocarpo**.	*Dicariótico*

⇒ **Desarrollo de la Estructura Somática del Hongo**

En este diagrama se muestra el proceso de crecimiento, desde el inicio de la vida de un hongo hasta la formación de la red que absorbe los nutrientes.



1. Espora (Inicio)

El proceso comienza con una **Espora**.

- La espora es la célula reproductora **haploide** de los hongos (similar a una semilla, pero más simple).
- Es la unidad de dispersión, liberada por el cuerpo fructífero (como un hongo visible).

2. Germinación

Cuando las condiciones ambientales son favorables (humedad, temperatura y nutrientes adecuados), la espora **germina**.

- La germinación implica la hinchazón de la espora y la **emergencia de un tubo germinativo**.
- Este tubo germinativo se divide y crece para formar la estructura filamentosa inicial.

3. Hifas (Crecimiento Filamentoso)

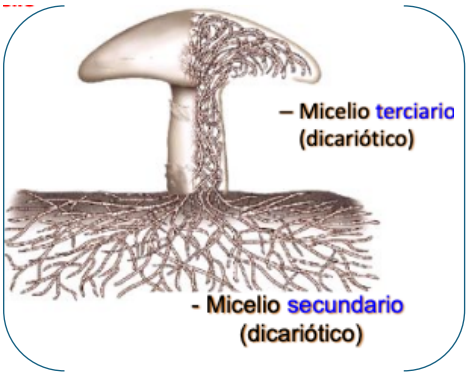
El tubo germinativo se desarrolla en filamentos llamados **hifas**.

- Las **hifas** son las unidades estructurales fundamentales de los hongos. Son filamentos tubulares y ramificados que crecen por el ápice (punta).
- A medida que la hifa crece y se ramifica, forma la estructura primaria para la búsqueda y absorción de nutrientes.

4. Micelio (La Red Nutricional)

El crecimiento, la ramificación y la interconexión de las hifas dan lugar a una masa densa y compleja conocida como **micelio**.

- El **micelio** es el "cuerpo" vegetativo principal del hongo, una red de filamentos (hifas) que constituye el cuerpo vegetativo de un hongo. La mayor parte del micelio se encuentra enterrado en el sustrato (suelo, madera, alimento), actuando como una red de alimentación y anclaje.
- Es la parte del hongo responsable de secretar enzimas digestivas y **absorber los nutrientes** del entorno.



Existen dos tipos de micelio: **primario** y **secundario**. Su distinción es fundamental en la micología, especialmente en los hongos que forman basidiosporas (Basidiomycota), como los hongos de sombrero comestibles. Esta clasificación se basa en la **ploidía** (el número de conjuntos de cromosomas) de las células que componen las hifas.

Veamos cada uno de ellos:

⇒ **Micelio Primario (*n*)**

El micelio primario es el **primer estadio de crecimiento** de un hongo después de la germinación.

- **Ploidía:** Es **monocariótico** (*n*), lo que significa que cada célula o compartimento de la hifa contiene **un solo núcleo** haploide (*n*).
- **Formación:** Se desarrolla cuando una **espora** haploide (*n*) germina y produce una hifa.
- **Función:** Su función principal es el **crecimiento** y la **búsqueda de pareja** (apareamiento). Debido a que solo tiene un núcleo haploide, no es capaz de formar cuerpos fructíferos (hongos) por sí mismo.
- **Vida Útil:** Es típicamente de **vida corta**. Una vez que encuentra una hifa compatible de otro micelio primario, se fusiona para iniciar el siguiente estadio.

⇒ **Micelio Secundario (n+n)**

El micelio secundario es la fase vegetativa **dominante** y **duradera** del ciclo de vida de muchos hongos, especialmente los Basidiomycota.

- **Ploidía:** Es **dicariótico** (*n* + *n*), lo que significa que cada célula o compartimento de la hifa contiene **dos núcleos haploides genéticamente distintos** (uno de cada progenitor) que coexisten sin fusionarse.
- **Formación:** Se forma mediante la **plasmogamia** (fusión del citoplasma) entre dos micelios primarios genéticamente compatibles.
- **Función:** Esta es la fase que posee la **capacidad de formar cuerpos fructíferos** (el hongo visible). Los dos núcleos haploides se mantienen separados, dividiéndose sincrónicamente.

- **Estructuras:** En muchas especies de Basidiomycota, el micelio secundario presenta **fíbulas** (conexiones en forma de gancho) que aseguran que cada célula reciba un núcleo de cada tipo durante la división.



El **micelio secundario** es el más duradero; puede persistir durante años, incluso siglos, y originar fructificaciones anuales. Ejemplo: los **corros de brujas**, círculos de setas que aparecen sobre el suelo donde el micelio se expande radialmente.

⇒ **Resumen y Transición Clave**

La transición del micelio primario al secundario es un paso crucial en la vida del hongo, ya que es el que confiere la capacidad de reproducción sexual.

CARACTERÍSTICA	MICELIO PRIMARIO	MICELIO SECUNDARIO
Ploidía	Monocariótico (n)	Dicariótico ($n + n$)
Núcleos por Célula	Uno	Dos distintos
Función Principal	Búsqueda de pareja	Formación del cuerpo fructífero
Estructuras Asociadas	Ninguna especial	Fíbulas (en Basidiomycota)

La **fusión nuclear (cariogamia)** de estos dos núcleos ($n + n \rightarrow 2n$) solo ocurre mucho después, justo antes de la formación de esporas en el basidio, marcando el breve estadio diploide ($2n$) del ciclo de vida.

7. COMPATIBILIDAD SEXUAL

Los basidiomicetos pueden ser:

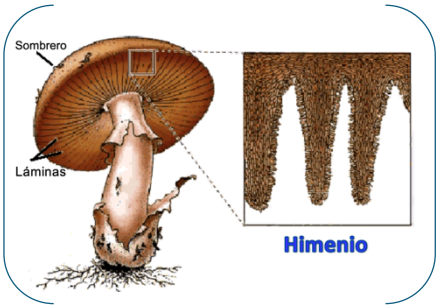
- **Homotálicos:** un solo micelio es fértil.
- **Heterotálicos:** necesitan dos micelios compatibles para reproducirse sexualmente.
  - Si sólo hay dos tipos sexuales → **heterotalismo bipolar**.
  - Si hay más de dos → **heterotalismo tetrapolar**.

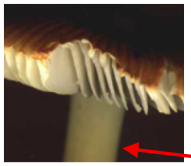


El sistema de compatibilidad regula la **interfertilidad**, impidiendo cruces entre micelios genéticamente idénticos.

8. EL BASIDIOCARPO O BASIDIOMA

El **basidiocarpo** o **basidioma** es el **cuerpo fructífero sexual** (es decir, la estructura visible del hongo, lo que llamamos seta). La función primordial del basidiocarpo es albergar, proteger y dispersar las esporas sexuales.







Puede coexistir con fases asexuales, separadas en el tiempo o en el espacio.

En las setas típicas, los **basidios** se hallan en el **himenio**, que recubre las **láminas** del sombrero.

En el **basidio** se forman las **basidiosporas**, que se desprenden mediante una **gota hilar** y son liberadas al aire.

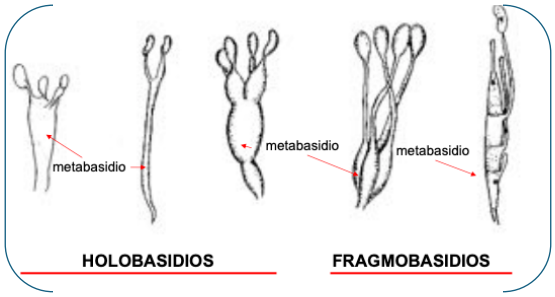
Este proceso está regulado por el **geotropismo**: las láminas se orientan verticalmente para facilitar la dispersión.

https://youtu.be/ViL1uX4vRvk

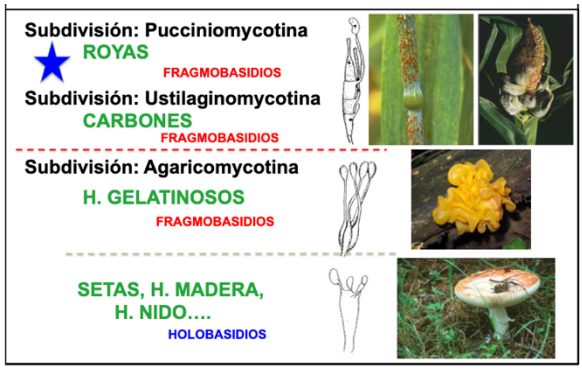
9. CLASIFICACIÓN GENERAL

Los basidios pueden ser:

- **Holobasidios:** no divididos (setas comunes).
- **Fragmobasidios:** divididos por tabiques (royas, carbones, hongos gelatinosos).



Según esto, los basidiomicetos se agrupan en tres **subdivisiones principales**:



SUBDIVISIÓN	EJEMPLOS	TIPO DE BASIDIO
Pucciniomycotina	Royas (parásitos vegetales)	Fragmóbasidios
Ustilaginomycotina	Carbones (hongos del maíz y cereales)	Fragmóbasidios
Agaricomycotina	Setas, hongos de la madera, hongos nido	Holobasidios

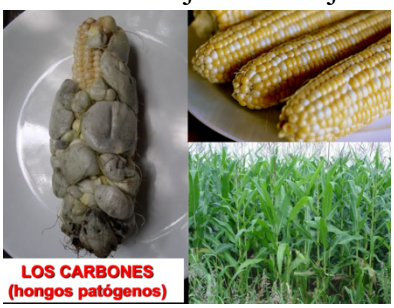
10. ROYAS Y CARBONES

- **Puccinia menthae** (roya de la menta) y otras *Puccinia* son patógenos que provocan manchas anaranjadas en hojas.





Puccinia menthae



- Los **carbones** (*Ustilago maydis*) infectan cereales y forman masas negras de esporas.

11. HONGOS GELATINOSOS

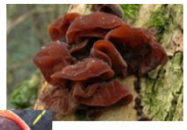
En la **subdivisión Agaricomycotina** encontramos hongos con basidios variables:



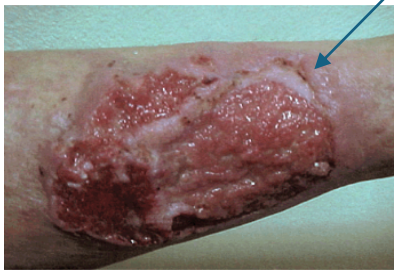


- *Tremella fuciformis*, conocido como "hongo de nieve", usado en gastronomía oriental.
- *Auricularia auricula-judae*, "oreja de Judas", de textura gelatinosa y comestible.
- *Cryptococcus neoformans*, una **levadura encapsulada** perteneciente al mismo grupo, causante de **criptococosis,** infección pulmonar y meníngea, virulenta a 37ºC. Común en estiércol de paloma.





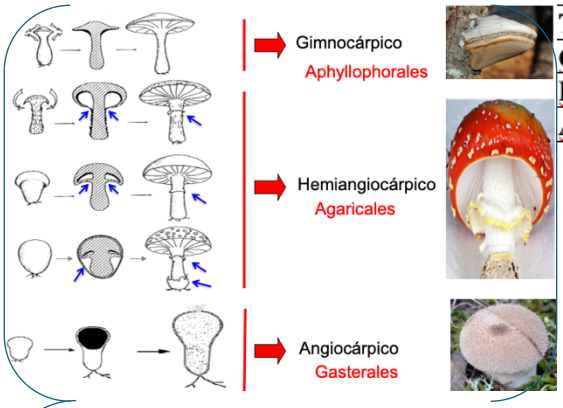




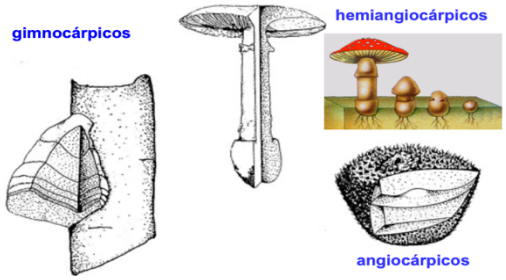


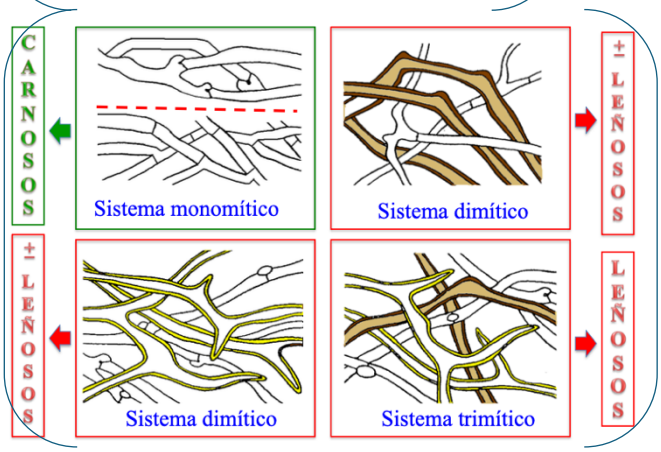
12. TIPOS DE BASIDIOCARPOS Y SISTEMAS DE HIFAS

Los basidiocarpos se clasifican según el desarrollo del himenio:



TIPO	EJEMPLO
Gimnocárpico (expuesto)	*Aphyllophorales*
Hemiangiocárpico (parcialmente cubierto)	*Agaricales*
Angiocárpico (cerrado)	*Gasterales*





Los sistemas de hifas pueden ser:

- **Monomítico:** solo hifas generativas (setas blandas).
- **Dimítico:** hifas generativas y esqueléticas (más resistentes).
- **Trimítico:** tres tipos de hifas, confiriendo dureza (hongos leñosos).

1. Aphyllophorales (Hongos sin Láminas)

- **Características:** Este orden (aunque a menudo reestructurado taxonómicamente) tradicionalmente agrupa a los hongos que **no tienen láminas** (branquias) como superficie de esporulación.
- **Himenio:** Puede ser liso, con pliegues, con dientes, o formar **poros** (como los Políporos o "setas de repisa" que se ven creciendo en el árbol en la imagen).
- **Ejemplo:** Políporos, setas cornudas (Clavarioides).

2. Agaricales (Hongos de Sombrero Clásico)

- **Características:** Es el orden más numeroso y conocido. Incluye a la mayoría de los hongos que tienen la estructura clásica de **sombrero y pie** bien diferenciados.
- **Himenio:** Casi siempre presentan **láminas** (agallas) bajo el sombrero (de ahí el nombre del género *Agaricus*, que incluye el champiñón común).
- **Ejemplo:** Champiñones (*Agaricus*), Amanitas, setas de cardo, y muchos otros hongos comestibles y venenosos. La imagen central inferior muestra un *Boletus*, que aunque a menudo se clasifica en Boletales (relacionado con Agaricales), mantiene la forma de sombrero y pie.

3. Gasterales (Hongos de Vientre)

- **Características:** Se caracterizan porque las esporas se forman **dentro** de una envoltura o estructura cerrada, y **no son dispersadas activamente** (como lo son las esporas de los Agaricales o Aphyllophorales).



La dispersión requiere la ruptura de esta envoltura (por el viento, la lluvia o animales).

- **Himenio:** Está contenido en el interior del cuerpo fructífero.
- **Ejemplo: Hongos bejines** (o cuescos de lobo) y **hongos estrella de tierra** (como el que se ve en la imagen superior derecha). Al tocarlos, liberan un "polvo" que son las esporas.

Estos hongos suelen crecer en el suelo y se encuentran en muchas partes del mundo.

13. Aphyllophorales (hongos de la madera)

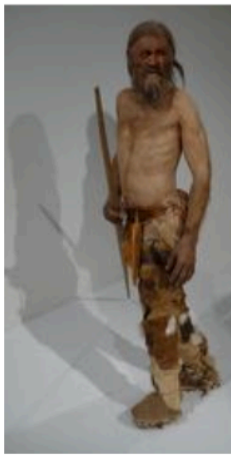


Incluyen especies **saprófitas** y **patógenas** que descomponen madera y reciclan carbono.

Provocan **podredumbre blanca o marrón**.

Algunos, como *Ganoderma* o *Phellinus pini*, son muy persistentes (fructifican durante años) y pueden **destruir estructuras de madera** en edificios.





Esta imagen conecta la **micología** con la **arqueología** y la **medicina ancestral**.

Se trata del hallazgo de **Ötzi, el Hombre de Hielo del Tirol** (*Tyrolean IceMan*), el cuerpo momificado de un hombre que vivió durante la **Edad de Cobre** (hace unos **5,300 años**). Fue descubierto en 1991 en los Alpes de Ötztal, cerca de la frontera entre Austria e Italia.

Su cuerpo está notablemente conservado en el hielo, junto con su vestimenta y herramientas, y ha ofrecido una ventana única a la ciencia.

La parte inferior de la imagen muestra el hallazgo crucial que estaba junto a Ötzi: **dos basidiocarpos** (cuerpos fructíferos) de un hongo conocido como ***Piptoporus betulinus*** (hoy reclasificado como ***Fomitopsis betulina***).

Se ven dos piezas de este hongo, duro y leñoso, atravesadas por correas de cuero. Esto sugiere que Ötzi los llevaba consigo de forma intencionada y práctica

El *Piptoporus betulinus* es conocido comúnmente como el **hongo de abedul** (o políporo del abedul), ya que crece exclusivamente en árboles de abedul.

¿Para qué usaba Ötzi estos hongos?

Se plantea que los llevaba para **fines medicinales**, basados en las propiedades conocidas de este hongo:

- **Propiedades Antiparasitarias:** Análisis han revelado que Ötzi padecía **parásitos intestinales** (como *Trichuris trichiura*). El *Piptoporus betulinus* contiene **ácido poliporénico**, un compuesto que tiene propiedades **laxantes** y se ha demostrado que es **tóxico para los parásitos** intestinales.
- **Propiedades Antibióticas y Curativas:** Históricamente, este hongo se ha utilizado por sus propiedades **antisépticas** y para **detener hemorragias** al ser aplicado tópicamente, debido a su textura parecida al corcho.
- **Hongo del Yesquero (*Fomes fomentarius*):** Aunque no es el que se ve atado, Ötzi también portaba otro hongo, el **hongo del yesquero** (*Fomes fomentarius*), que se utiliza para iniciar y transportar el fuego, demostrando que llevaba varios hongos con fines utilitarios específicos.

Por todo ello, se puede sugerir por la presencia de estos hongos que Ötzi no solo era un cazador-recolector, sino que también tenía un conocimiento práctico y avanzado para su época de la **medicina etnobotánica** o ***etnomicológica***.

14. FORMAS MICORRÍCICAS

Existen especies micorrícicas como:



Ramaria (hongos coralinos).



Cantharellus cibarius (rebozuelo).



Amanita phalloides (también micorrícica pero tóxica).

15. AGARICALES

GRUPO	EJEMPLO	COLOR DE ESPORADA
Leucospóreos	*Amanita muscaria*	Blanca
Melanospóreos	*Coprinus comatus*	Negra
Ocrospóreos	*Pholiota aegerita*	Ocre
Rodospóreos	*Pluteus*, *Volvaria*	Rosa
Iantinospóreos	*Agaricus bisporus*, *Psilocybe cubensis*	Pardo violáceo

Estas son las **setas típicas** (existen unas 10.000 especies).

Estructura básica: **sombrero, láminas, pie, anillo y volva**.

El himenóforo puede ser **laminar o tubular**, con diversos colores de **esporada** (blanca, negra, ocre, rosada o marrón).

Leucospóreos



Melanospóreos

Coprinus comatus





Ocrospóreos



Pholiota aegerita



Iantinospóreos

Agaricus bisporus



Psilocybe cubensis





Rodospóreos



Volvaria

Pluteus

16. GASTERALES

Son los **basidiomicetos cerrados**: *pedos de lobo*, *hongos nido*, *estrellas de tierra*, *Pisolithus*, y el llamativo *Phallus impudicus*, de olor fétido.





Pisolithus



CONSERVACIÓN Y ESPECIES PROTEGIDAS

Diversos estudios (Egli et al., 2006; Arnolds, 2008) concluyen que **la recolección controlada de setas no afecta a la producción futura**, salvo que se destruya el micelio.

En Europa se elaboran **listas rojas de hongos amenazados**, y existen **normas legales de recolección** (cotos micológicos, licencias de consumo y venta).



La conservación se centra en tres ejes:

1. Estudio de la biodiversidad.
2. Protección de especies y hábitats.
3. Gestión sostenible de los ecosistemas forestales.

⇒ **Normativa y Regulación de la Recolección de Setas**

La recolección de setas no es libre y está sujeta a **normativas locales y autonómicas** en España, con el fin de garantizar la sostenibilidad del recurso y la protección del ecosistema.

⇒ **Licencias y Permisos**

- **Permiso Individual:** En muchas comunidades autónomas y comarcas, es obligatorio obtener un **permiso o licencia** para recolectar setas, especialmente en montes de utilidad pública.
- **Tipo de Recolección:** Los permisos suelen distinguir entre la recolección **recreativa** (limitada a una cantidad pequeña por persona y día, típicamente 1-5 kg) y la recolección **comercial** (con mayores límites y tasas más altas).
- **Zonas Reguladas:** Algunas zonas o parques naturales pueden tener prohibiciones totales o restricciones muy estrictas para la recolección.

⇒ **Técnicas de Recolección Sostenible**

Es crucial seguir estas prácticas para no dañar el micelio (el cuerpo del hongo que está bajo tierra):

- **Corte o Giro:** Se recomienda cortar el pie del hongo con un cuchillo a ras del suelo o girarlo suavemente para separarlo, asegurándose de no arrancar el micelio.
- **Cesta de Mimbre/Rejilla:** Es obligatorio usar una **cesta que permita la aireación y la caída de esporas** (como las de mimbre o rejilla), lo que facilita la dispersión y la futura reproducción del hongo. **Nunca** deben usarse bolsas de plástico, ya que retienen la humedad, dañan las setas y asfixian las esporas.
- **Limpieza *in situ*:** Limpiar la tierra y los residuos del pie de la seta en el lugar de la recolección ayuda a devolver las esporas al suelo.
- **No Remover el Suelo:** Evitar remover el suelo, la hojarasca o el musgo más de lo estrictamente necesario.

⇒ Especies de Setas Protegidas y Prohibidas

El aspecto más crítico de la normativa es la protección de ciertas especies de setas, ya sea por su escasez, su importancia ecológica o su interés micológico.

1. Setas Estrictamente Protegidas

Hay especies que están catalogadas como **"en peligro de extinción"** o **"vulnerables"** en los Catálogos Regionales o Nacionales de Especies Amenazadas. La recolección, manipulación o incluso la posesión de estas especies está **totalmente prohibida** y puede conllevar grandes sanciones.
Aunque las listas varían por comunidad, algunos ejemplos de géneros que incluyen especies protegidas o en revisión son:

- ***Amanita*** (ciertas especies raras, no necesariamente las tóxicas comunes).
- ***Cortinarius*** (muchas especies son raras y difíciles de identificar).
- ***Geastrum*** (estrellas de tierra, protegidas en algunas áreas).

2. Especies de Interés Ecológico (Tóxicas y No Comestibles)

Aunque no estén legalmente protegidas, la normativa siempre insta a:

- **Respetar las setas Tóxicas y No Comestibles:** No deben destruirse ni patearse. Cumplen una función esencial en el ecosistema, ya sea descomponiendo materia orgánica o formando **micorrizas** (asociaciones simbióticas con las raíces de los árboles que son vitales para el bosque).
- **Setas poco Comunes:** En caso de duda sobre la identificación de una especie, siempre se debe dejar en su lugar para que complete su ciclo vital.

⇒ Seguridad: El Riesgo de Confusión

La regla de oro para cualquier recolector de setas es: **"Si no estás 100% seguro de la especie, no la recojas ni la consumas."**

La confusión entre especies comestibles y tóxicas es la principal causa de intoxicación. Por ejemplo, la mortal **Oronja Verde** (*Amanita phalloides*) a menudo se confunde con el champiñón (*Agaricus*) o la oronja (*Amanita caesarea*), y la presencia de la **volva** es un signo distintivo crucial en su identificación.

Para una recolección segura y legal, es fundamental consultar la **normativa específica** de la provincia o municipio donde se planea realizar la actividad.
