



Reino Fungi: morfologías y estructuras de los hongos

Introducción

Los hongos no son plantas ni animales sino que están agrupados en un reino aparte, el Reino Fungi. Cuando pensamos en un hongo lo primero que se nos viene a la mente suele ser un hongo “de sombrero” como por ejemplo el champiñón (*Agaricus bisporus*), pero este tipo de morfología es solo una de las tantas que podemos encontrar. La cantidad de formas, colores y tamaños que tienen los hongos es inmensa. Podemos verlos creciendo en forma de “estante” como *Trametes versicolor* (Figura 1) o *Pycnoporus sanguineus* (Figura 2) sobre troncos de árboles en pie o caídos, en forma de “copas” como *Cookeina colensoi* (Figura 3) o *Ascobolus scatigenus* (Figura 4), o incluso en forma de “estrella” como en el caso de *Geastrum saccatum* (Figura 5).

Sin embargo, el verdadero cuerpo del hongo, conocido como micelio, está compuesto por largos filamentos denominados hifas. Si miramos al microscopio el sustrato sobre el que crecen (como la tierra o la madera), encontraremos que está invadido por las hifas. Lo que comúnmente se llama “hongo”, son los cuerpos fructíferos de los mismos, encargados de producir las esporas cuya función es la reproducción sexual.

Las estructuras encargadas de producir las esporas no están distribuidas por todo el cuerpo fructífero, sino que se organizan en una superficie del mismo (himenio) y la zona donde se encuentra el himenio sumado a otros elementos se denomina himenóforo; otras especies pueden dar una masa de esporas (gleba) como ocurre en los hongos de tipo gasteroide y en ese caso no es posible diferenciar un himenóforo en cuerpos fructíferos maduros. Las diferencias en el himenóforo es una de las principales características a tener en cuenta a la hora de determinar de qué clase de hongo se trata.

En este artículo solo trataremos dos grandes grupos de hongos: Ascomycota y Basidiomycota, y hablaremos un poco de los distintos “tipos” que podemos encontrar dentro de estos dos grupos basándonos en la morfología de sus fructificaciones. El objetivo es orientar un poco a aquellas personas que se encuentran con un hongo en la naturaleza y quieren determinarlo. Esto último no siempre es sencillo, debemos contar con lupa o microscopio, con determinados reactivos químicos o incluso con herramientas moleculares; pero sabiendo reconocer dentro de que gran grupo de hongos está el de nuestro interés al menos sabremos por donde empezar a buscar, qué estructuras debemos ver especialmente y qué bibliografía nos puede ser de utilidad.

por Francisco Kuhar,
Valeria Castiglia y
Leandro Papinutti

leandru@bg.fcen.uba.ar

Valeria Castiglia y
Francisco Kuhar son
licenciados en Ciencias
Biológicas. Ambos trabajan
en el laboratorio de
Micología Experimental en
la Universidad de Buenos
Aires y son becarios
doctorales (CONICET).
Leandro Papinutti
laboratorio de Micología
Experimental en la
Universidad de Buenos Aires



1



2



3



4

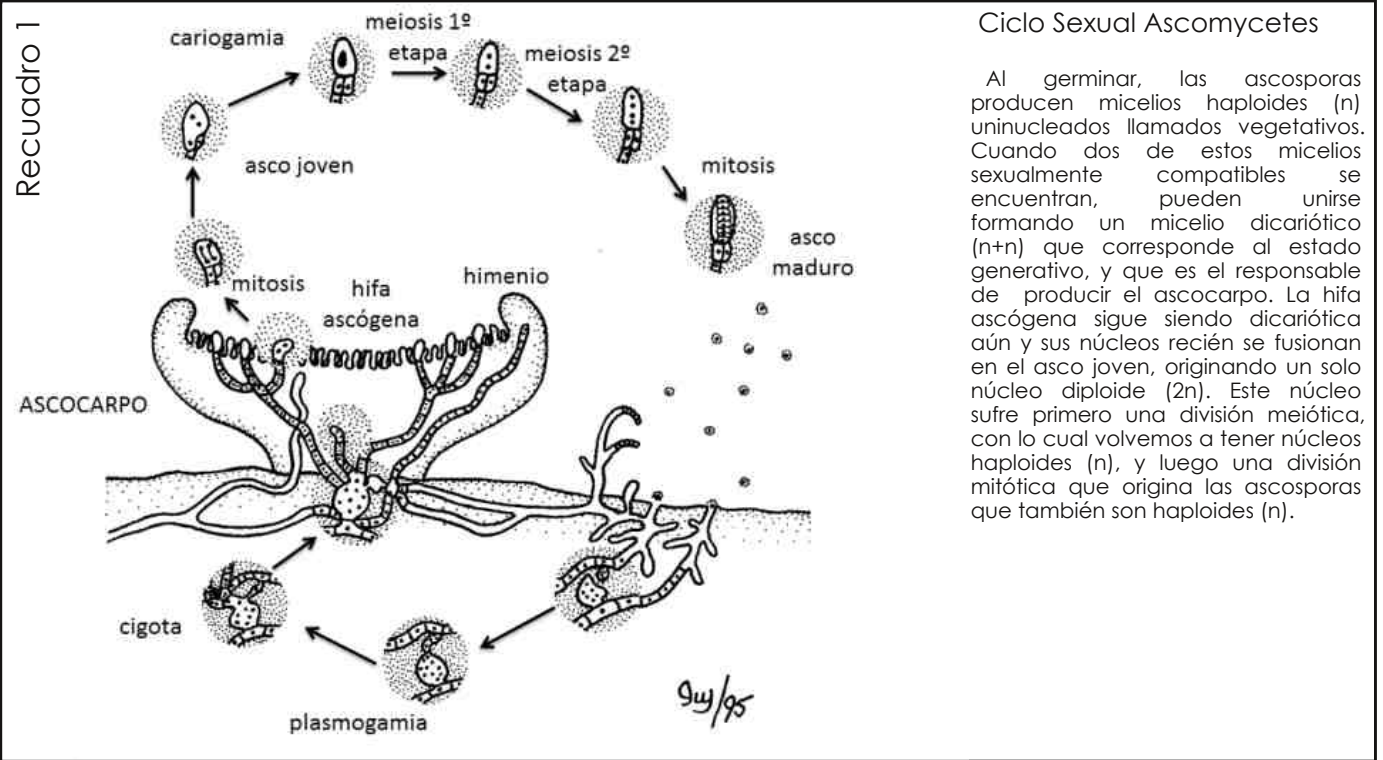


5

Figura 1: *Trametes versicolor*, típico hongo en forma de "estante", su cuerpo fructífero muerto puede persistir varios años. Ataca la madera produciendo una pudrición blanca.

Figura 2: *Pycnoporus sanguineus*, de color intenso, fácilmente reconocible. Al igual que *T. versicolor* produce pudrición blanca en la madera. **Figura 3:** *Cookeina colensoi*, un Ascomycetes con apotecios estipitados.

Figura 4: *Ascobolus scatigenus* da apotecios sésiles (sin estípites), los puntos oscuros son los ascos conteniendo las esporas negras. **Figura 5:** *Geastrum sp.*, otro ejemplo de hongo con cuerpo fructífero tipo gasteroide, sus esporas son liberadas al viento a través de un pequeño orificio en la parte superior del hongo. Fotos Leandro Papinutti.



Ciclo Sexual Ascomycetes

Al germinar, las ascosporas producen micelios haploides (n) uninucleados llamados vegetativos. Cuando dos de estos micelios sexualmente compatibles se encuentran, pueden unirse formando un micelio dicariótico (n+n) que corresponde al estado generativo, y que es el responsable de producir el ascocarpo. La hifa ascógena sigue siendo dicariótica aún y sus núcleos recién se fusionan en el ascos joven, originando un solo núcleo diploide (2n). Este núcleo sufre primero una división meiótica, con lo cual volvemos a tener núcleos haploides (n), y luego una división mitótica que origina las ascosporas que también son haploides (n).

Finalmente tenemos que aclarar que a pesar de que muchos de los hongos que crecen en la naturaleza son comestibles también existen muchos otros tóxicos e incluso mortales y a veces pueden crecer en zonas próximas o incluso mezclados. Dado que la determinación de un hongo puede ser complicada, es preferible que sea realizada por un micólogo profesional y desaconsejamos fuertemente la recolección de hongos silvestres para su consumo.

Ascomycetes

La reproducción en este grupo puede ser sexual o asexual, cuando es asexual el mecanismo de reproducción es directamente la formación de esporas (en este caso se denominan conidios) a partir de las hifas, es decir que no se forma un cuerpo fructífero. Luego estos conidios son dispersados por medios muy variados. Cuando se da la reproducción sexual en una zona del cuerpo fructífero se forma un tejido fértil y en él se originan unas células con forma de bolsa llamadas ascos (que contienen a las ascosporas) (Recuadro 1 - Figura 6) y que son la principal característica de este grupo. Muchos ascos están provistos de una especie de tapa u opérculo en su extremo que al abrirse libera las esporas. Estas ascosporas germinan formando micelios haploides uninucleados. Cuando dos de estos micelios sexualmente compatibles se encuentran se produce un proceso fecundante mediante el cual unen sus citoplasmas y aparean sus núcleos. Existen varios tipos de procesos fecundantes, como por ejemplo la plasmogamia, en donde ambos micelios forman gametangios que luego se conectan originando una cigota. A partir de ella surge el cuerpo fructífero o ascocarpo formado por hifas haploides y dicarióticas (en estas últimas luego de cada división celular ambos núcleos permanecen apareados pero no

se unen). En el ascocarpo se forma el tejido fértil que nombramos anteriormente, llamado himenio, donde se producen hifas ascógenas dicarióticas que luego se transforman en ascos jóvenes. En estos ascos jóvenes los dos núcleos se fusionan a través de un proceso denominado cariogamia originando un solo núcleo diploide, el cual, a su vez sufre una meiosis y los cuatro núcleos haploides resultantes originan, por medio de una división mitótica, las ascosporas.

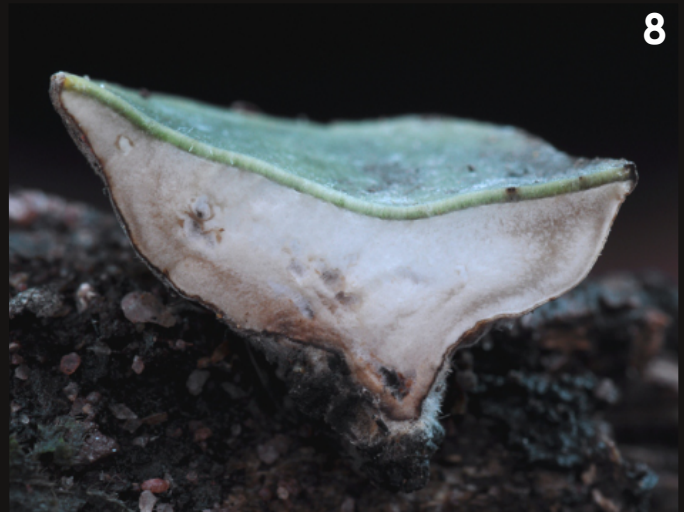
Existen tres formas básicas de cuerpo fructífero en los Ascomycetes: tipo cleistotecial que son estructuras completamente cerradas, muy chicas sólo observables bajo lupa, tipo peritecial, similar a la anterior pero en general más grandes y con un opérculo y finalmente las de tipo apotecial, que consisten en estructuras con forma de plato o copa (Figuras 7 y 8).

Basidiomycetes

Los Basidiomycetes se reproducen sexualmente. En este caso las células encargadas de la producción de las esporas sexuales (basidiosporas) se llaman basidios (Recuadro 2 - Figura 9) y las basidiosporas se forman en la punta de ellos. En un ciclo sexual típico las basidiosporas germinan formando micelios haploides uninucleados (también llamado micelio primario) que tienen una vida breve ya que pronto se produce la plasmogamia. Este evento origina un micelio dicariótico (micelio secundario) a partir del cual se forma el cuerpo fructífero o basidioma y en cuyo himenio se formaran los basidios. Estos basidios al principio son dicarióticos pero pronto sufren una cariogamia, con lo cual tenemos ahora un solo núcleo diploide. Luego tienen lugar las dos etapas de la división meiótica que originará cuatro núcleos haploides. Mientras tanto el basidio cambia su morfología a medida



7



8



10



11

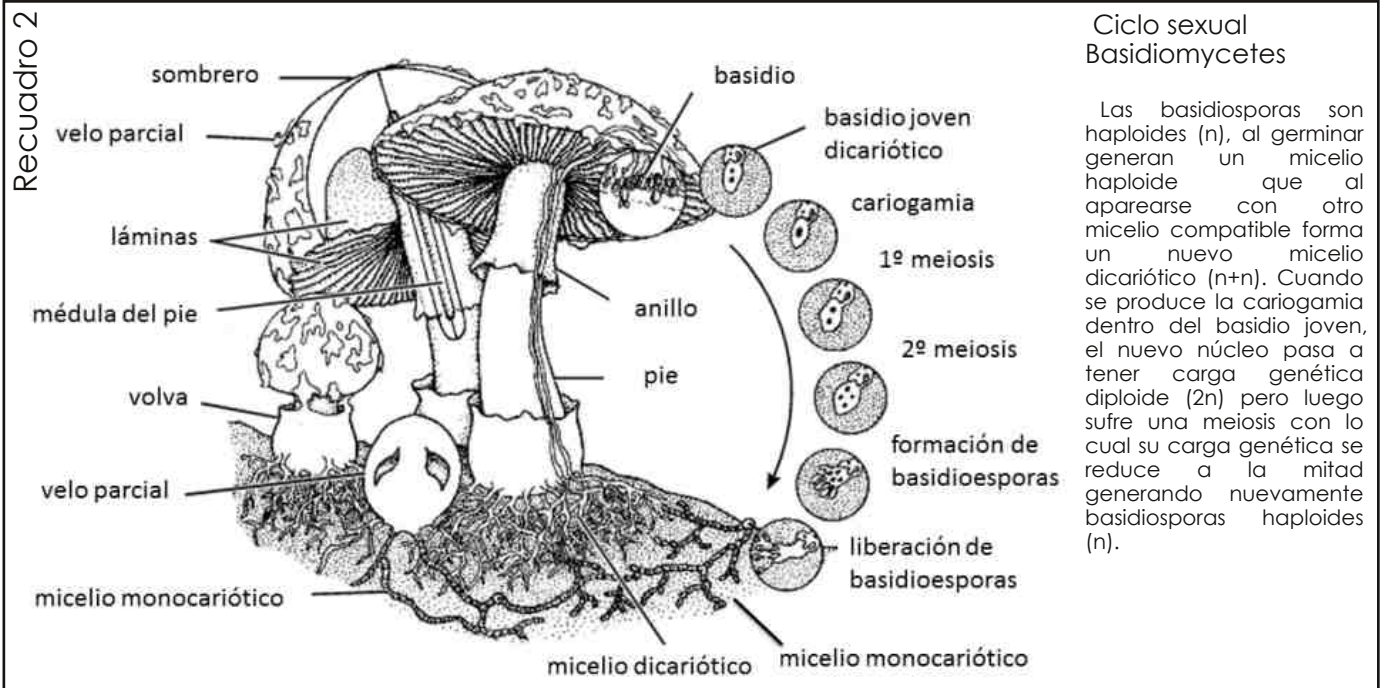
Figura 7: vista general de apotecios ("hongos en forma de copa") en un Ascomycete. **Figura 8:** detalle del corte de un apotecio. **Figura 10:** detalle del corte de un hongo "en estante", se pueden observar los tubos que conforman el himenio de este hongo y que se ven como poros en la parte inferior del cuerpo fructífero. **Figura 11:** Agaricus sp. típico hongo "de sombrero", se pueden observar las laminillas rosadas que conforman el himenio y en anillo.

Foto: Jerzy Opiola
 (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agaricus_bisporus_G4.JPG).

Figura 12: Volvariella sp., obsérvese la volva en la parte inferior del estípite.



12



que madura, formando esterigmas, que son prolongaciones de su citoplasma, a las cuales migraran los cuatro núcleos formando la basidiosporas. Estas serán luego liberadas al medio ambiente recomenzando el ciclo.

Dentro de este grupo se encuentran, por ejemplo, los hongos en estante, y la mayoría de ellos poseen el himenio formado por tubos dentro de los cuales se encuentran los basidios con las esporas. Estos tubos se observan como poros en la parte de abajo del cuerpo fructífero y es posible verlos realizando un corte y observando con una lupa (Figura 10).

Hongos con cuerpo fructífero tipo sombrero

Dentro de este tipo de hongos se encuentran los más conocidos por la mayoría de las personas. Sus cuerpos fructíferos suelen durar pocos días y están formados básicamente por el píleo (sombrero) y el estípite (pie). Existen diversos tipos de píleos: cónicos, convexos, planos o campanulados. Los colores son muy variables y van desde el blanco hasta el negro, pasando por el rojo, el violeta y el azul, e incluso pueden tener restos de una estructura llamada velo que hace que la superficie superior del píleo quede moteada de blanco. Pueden o no tener anillo (Figura 11) o volva (Figura 12). En la cara inferior del píleo se encuentra el himenio, que puede estar formado por poros como en *Filoboletus gracilis* (Figura 13), laminillas (Figura 14), dientes (Figura 15) o, en casos más raros, formando un reticulado (Figura 16). En el himenio encontramos los basidios, que son estructuras microscópicas encargadas de producir las basidiosporas.

Hongos con cuerpo fructífero en estante

Estos hongos crecen en ramas o troncos de árboles, *Trametes versicolor* (Figura 1) es un buen ejemplo. En algunos casos sus cuerpos fructíferos

tienen una consistencia blanda cuando jóvenes pero luego se endurecen llegando a adquirir la consistencia de la madera y persistiendo en su lugar durante varios años. Pueden presentar cualquiera de los tipos de himenóforo mencionados anteriormente pero siempre orientado hacia abajo. Es muy común observar a *Pycnoporus sanguineus* crecer en troncos caídos, este hongo se caracteriza por su llamativo color anaranjado y su himenóforo poroide (Figura 17). Otros poseen himenóforo reticulado como *Auricularia delicata* (Figura 18) cuyo cuerpo fructífero es de consistencia gelatinosa (Figura 19) y suele crecer sobre madera en avanzado estado de descomposición. Un ejemplo llamativo es *Daedalea* sp. con himenóforo dedaloide, es decir con forma de laberinto (Figura 20).

Hongos con cuerpo fructífero tipo gasteroide

En este tipo de hongos, las esporas no son producidas sobre una superficie (himenio) sino que se forman en número de millones en una masa de hifas (la gleba) encerrada en un cuerpo fructífero. Dado que este cuerpo muchas veces asemeja una bolsa que contiene a la gleba, se les dio el nombre de gasteroides, del griego *gastêr*, que significa estómago. Para la liberación de estas esporas existen dos estrategias: que esta gleba permanezca encerrada en cuerpo fructífero hasta secarse, liberándose al viento cuando este se abre como en *Calvatia cyathiformis* (Figura 21), o bien que la gleba se transforme en un líquido pegajoso y nauseabundo expuesto al ambiente, y las moscas y otros insectos se vean atraídos por su olor y se acerquen a comer, llevando las esporas pegadas en sus cuerpos tal como ocurre en *Lysurus periphragmoides* (Figura 22), *Blumenavia rhacodes* (Figura 23) e *Itajahya* argentina. Algunos hongos gasteroides pueden tener formas muy interesantes según cómo se vaya abriendo el saco que contiene a la gleba, por ejemplo en



13



14



15



16



17

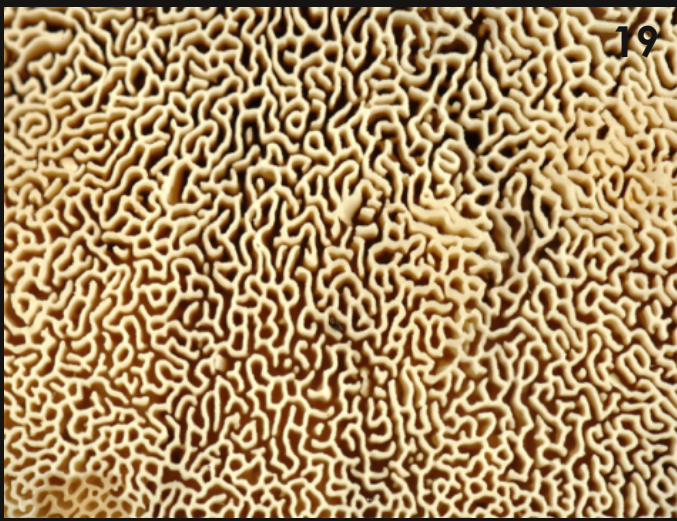


18



19

Figura 13: *Filoboletus gracilis*, es un hongo de sombrero pero su himenóforo es poroide a diferencia de la mayoría de los hongos de sombrero que tienen himenóforo lamelado (con laminillas). **Figura 14:** *Pleurotus djamar*, obsérvese su himenio conformado por laminillas. **Figura 15:** detalle de un himenio hidnoide. **Figura 16:** ejemplo de un himenio reticulado en *Marasmius cladophyllus*. **Figura 17:** *Pycnoporus sanguineus* presenta cuerpo fructífero con forma de estante y su himenóforo es poroide. **Figura 18:** el himenóforo de *Auricularia delicata* es reticulado (forma de red). **Figura 19:** *Auricularia delicata* visto desde arriba.



19



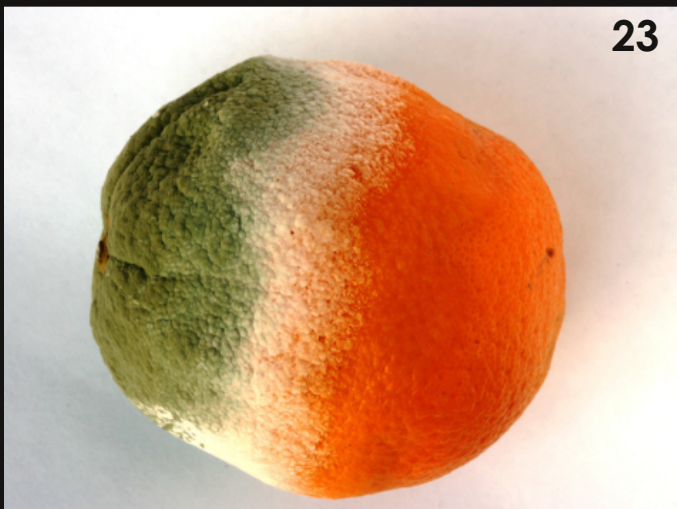
20



21



22



23



24

Figura 19: *Auricularia delicata* visto desde arriba, **Figura 20:** el género *Daedalea* tiene un tipo de himenóforo bastante particular dado que es laberíntico, a este tipo de himenóforo se le llama de daloide. **Figura 21:** *Calvatia cyathiformis*, ejemplo de hongo con cuerpo fructífero tipo gasteroide, cuando este se seca sus esporas son liberadas al viento. **Figura 22:** *Lysurus periphragmoides*, su olor nauseabundo atrae moscas que al posarse sobre él se les pegan las esporas que luego llevan a otros lugares donde van a germinar para dar nuevos micelios. **Figura 23:** *Blumenavia rhacodes*, su gleba se transforma en un líquido pegajoso que atrae a los insectos que esparcen sus esporas. **Figura 24:** naranja atacada por un hongo tipo moho. La zona blanca es el micelio del hongo invadiendo la fruta, la zona verde es la porción de este micelio que se encuentra produciendo conidios. **Figura 25:** detalle de la naranja infectada.

Geastrum saccatum (Figura 5), la capa más externa se corta longitudinalmente y se abre, tomando aspecto de estrella, mientras que la capa interna lo hace por un pequeño agujero en la parte superior, liberando una nube de esporas al viento.

Mohos y levaduras

Muchos hongos de distintos grupos taxonómicos (incluidos Ascomycetes) no llegan a formar cuerpos fructíferos notables. A algunos de ellos, los mohos, los vemos como pelusas creciendo sobre los alimentos (Figuras 24 y 25), o en lesiones de plantas enfermas y sus esporas asexuales están suspendidas en el aire que respiramos. Estos organismos juegan un papel muy importante en el proceso de degradación y reciclado de nutrientes del suelo de los diferentes biomas. Mohos del género *Penicillium* son los causantes de la pudrición de algunas frutas, sus conidios se encuentran sobre la cáscara de estas y cuando germinan comienzan a degradarlas y pudrir las. En la fotografía se observa la pudrición típica de una naranja causada por *Penicillium*, la parte verde es la parte más vieja del hongo que ha producido millones de conidios que le dan el color característico, la parte blanca es el micelio del hongo en activo crecimiento. A partir de cultivos de estos se obtienen medicamentos, principalmente antibióticos. La penicilina por ejemplo, se obtuvo de un hongo del género

Experiencia

Es muy fácil obtener cultivos puros de este hongo. Para ello hay que flamear una aguja y, luego de enfriada, tocar la superficie verde del moho. La punta de la aguja quedará cargada de conidios que pueden ser depositados en cajas de Petri conteniendo medio malta estéril. Esas cajas se incuban a temperatura ambiente y luego de 4 días ya es posible observar el crecimiento micelial del hongo. Al cabo de algunos días más se observará la producción de conidios y el micelio se tornará verde. A partir de estas cajas pueden reinocularse naranjas sanas y observar cómo procede la infección.

Penicillium. Otros hongos sin fructificaciones visibles, son las levaduras, ellas son los representantes unicelulares del reino, ya que casi nunca forman filamentos, y sus células se multiplican principalmente por gemación, es decir, formando pequeños brotes que darán lugar a las células hijas al desprenderse. La especie más famosa de este grupo es *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada desde hace mucho tiempo por su capacidad de transformar el azúcar en alcohol y dióxido de carbono. El alcohol del vino y la cerveza son producidos este hongo, y el dióxido de carbono liberado es el que hace levar la masa de la pizza y el pan.

Bibliografía sugerida

Lohmeyer T. y Künkele U. 2006. Setas. Identificación y recolección. Barcelona: Ed. Equipo de edición S.L.

Smith H. I. M.; Dunez J.; Lelliot R. A.; Phillips D. y Archer S. 1988. Manual de enfermedades de las plantas. 1ra ed. Oxford (UK): Ed. Blackwell Scientific Publications LTD.

Strasburger E.; Noll F.; Schenck H. y Schimper A. F. W. 1994. Tratado de Botánica. 8va. ed. Barcelona: Ed. Omega S. A.

Sunhede, S. 1989. Geastraceae (Basidiomycotina). Morphology, ecology, and systematics with special emphasis on the North European species. Synopsis Fungorum. Vol 1. Oslo: Fungiflora.

Wright J. y Albertó E. 2002. Hongos. Guía de hongos de la región pampeana I. Hongos con laminillas. Buenos Aires: Ed. L.O.L.A.

Wright J. y Albertó E. 2002. Hongos. Guía de hongos de la región pampeana. II. Hongos sin laminillas. Buenos Aires: Ed. L.O.L.A.

Otros recursos:
Cybertruffle o Trufa Cibernética. (fecha de consulta: 13 de diciembre de 2012). Disponible en: <http://www.cybertruffle.org.uk/>

TEORÍA

Si usted es investigador y desea difundir su trabajo en esta sección, contáctese con Alejandro Ferrari (alejandro.ferrari@gmail.com)