



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE BIOLOGÍA

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE MICOLOGÍA

**Dra. Yazmín Carreón Abud
M.C. Marlene Gómez Peralta
Dra. Sylvia Patricia Fernández Pavía
M.C. Nuria Gómez Dorantes
M.C. Maribel Nava Mendoza
M.C. Víctor Manuel Gómez Reyes**

Morelia, Mich.

Agosto, 2017

CONTENIDO

	No. de pág.
Calendarización de prácticas de laboratorio y campo.	1
Seguridad, reglas y recomendaciones del laboratorio.	3
Práctica 1. Morfología de los Hongos.	4
Práctica 3. Inoculación del Oomycete <i>Phytophthora capsici</i> en Chile.	10
Práctica 4. Observación de Hongos Acuáticos.	15
Práctica 5. Observación de estructuras morfológicas características de la micorriza arbuscular	19
Práctica 6. Reconocimiento macroscópico y microscópico de ectomicorrizas	24
Práctica 7. Características y Formas de Vida de los Líquenes.	28
Glosario	32

NOTA: La práctica No 2 se realizará con el manual de campo.
La práctica No 8 se hará en una localidad cercana a Morelia.
Por esta razón no se incluyen en el glosario

PRÁCTICAS DE CAMPO:

- Práctica No. 1. Reconocimiento de los hábitats y formas de vida de los hongos.
- Práctica No. 2. Estudio de la morfología de los macromicetes.
- Práctica No. 3. Métodos de recolección, toma de datos y herborización de macromicetes.
- Práctica No. 4. Determinación de macromicetes y uso de claves.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

- 1. Es responsabilidad de los alumnos haber leído antes de la sesión de laboratorio la práctica correspondiente. Además de llevar los materiales que en cada práctica se indiquen.**
- 2. Los alumnos son los responsables de la realización de la práctica y los profesores solo serán facilitadores.**
- 3. Cada práctica será evaluada de manera individual a la siguiente sesión de laboratorio; por lo que es responsabilidad del alumno entregarla al profesor responsable del laboratorio al inicio de cada sesión.**

EVALUACIÓN.

El trabajo práctico corresponde al 50% de la calificación final de la materia: reportes de laboratorio (20%), examen práctico (15%) y trabajo de campo (15%), Las participaciones serán tomadas en cuenta para la calificación final, siempre y cuando sea aprobatoria.

Se requiere que el alumno apruebe tanto la parte teórica como la práctica, para obtener un promedio final, así como tener un mínimo del 80% de asistencia en ambas partes y éste porcentaje se requiere para tener derecho al último examen parcial y al examen práctico. **La asistencia a la práctica de campo es obligatoria.**

*** Fechas propuestas para las prácticas de campo:**

9 y 10; 16 y 17; 23 y 24 de septiembre de 2017.

Lugares propuestos:

Senguio. Ichaqueo, Los Azufres. Acuitzio del Canje

Seminarios de Micología

Miércoles 25 de Octubre. 10 a 13 hrs. y 16 a 19 hrs.

SEGURIDAD, REGLAS Y RECOMENDACIONES DE LABORATORIO.

Es obligatorio el uso de la bata dentro del laboratorio.

No comas, bebas, fumes o guardes alimentos o bebidas dentro del laboratorio.

Lava tus manos después de cada sesión de laboratorio. Como los jabones en barra llegan a contaminarse, es recomendable que se usen jabones líquidos.

Sí tus manos llegan a contaminarse con microorganismos, lávalas inmediatamente, no esperes hasta que termine la sesión.

Todos los medios que se desechan no deben de lavarse, si no que primero deben de ser autoclaveados.

No realices experimentos no autorizados por el personal correspondiente (técnico).

No utilices equipo sin las instrucciones correspondientes.

Revisa cada práctica un día antes de realizarla.

Trata de ser puntual para una realización total y convincente de la práctica correspondiente a cada sesión.

Procura traer el material que se te pide para la realización de alguna práctica ya que no es posible a veces proporcionar todo lo necesario.

No olvides limpiar los lentes de los microscopios estereoscópicos y ópticos que utilices y retirar las preparaciones que utilizaste al terminar la sesión de laboratorio.

¡ESPERAMOS UN TOTAL APROVECHAMIENTO DE TU PARTE!

PRÁCTICA No. 1



Morfología de los Hongos

INTRODUCCIÓN

Los organismos considerados dentro del reino fungi son un grupo muy diverso, se estiman hasta en un millón de especies, aunque sólo se han registrado 62 000 de hongos y 13 500 de hongos liquenizados.

El cuerpo vegetativo es indiferenciado (talo), en algunos está formado de una sola célula (levaduras) mientras que en la mayoría es multicelular (filamentosos o miceliales). El talo filamentoso está constituido por un conjunto de hifas, que forman una masa entrelazada llamada micelio. Las hifas pueden ser aseptadas (cenocíticas) o septadas (con divisiones transversales, llamadas septos).

La reproducción asexual y sexual de los hongos es muy diversa, pero generalmente hay producción de esporas móviles (planosporas) o inmóviles

(aplanosporas), producidas en fructificaciones (cuerpos fructíferos) sencillas o complejas. Algunos hongos forman fructificaciones y otras estructuras constituidas por hifas compactas, en este caso se hacen alusión a la presencia de tejidos fúngicos.

Los hongos en los que las estructuras somáticas y reproductoras son microscópicas, reciben el nombre de micromicetes; por el contrario, los hongos en los que las estructuras somáticas y reproductoras son macroscópicas, reciben el nombre de macromicetes.

Los micromicetes más comunes son las levaduras y los mohos, entre los géneros más comunes de levaduras se encuentran: *Saccharomyces* y *Candida*; mientras que entre los mohos más comunes se encuentran: *Aspergillus*., *Penicillium*,

Rhizopus y *Mucor* spp. Los macromicetes más comunes son las llamadas setas, entre estos se encuentran los hongos comestibles tanto cultivados como silvestres (*Agaricus*, *Lentinula*, *Pleurotus*); los hongos alucinógenos (*Psilocybe*) y los hongos destructores de la madera (*Ganoderma*, *Fomes*).

OBJETIVOS

1. Conocer la morfología de las estructuras somáticas y reproductoras de las levaduras y de los hongos filamentosos.
2. Identificar las características macroscópicas de colonias de hongos filamentosos.

MATERIALES

- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Cultivos de Mohos
- Cuerpos fructíferos de Macromicetes
- Cultivos de Levaduras
- Cajas Petri con medio de cultivo PDA
- Portaobjetos y Cubreobjetos
- KOH
- Lugol
- Agujas de disección
- Navajas
- Mecheros o lámparas de alcohol

PROCEDIMIENTO PARTE 1

1. Coloca una gota de cultivo de levadura activada en un portaobjetos y añade una gota de lugol, coloca un cubreobjetos y observa al microscopio con los objetivos de 10X y 40X. Observa la preparación has esquemas y contesta lo siguiente:

- a) ¿Cómo es el talo de estos hongos?
- b) El mecanismo de reproducción que se observa.

(Ver las figuras 1 y 2.)

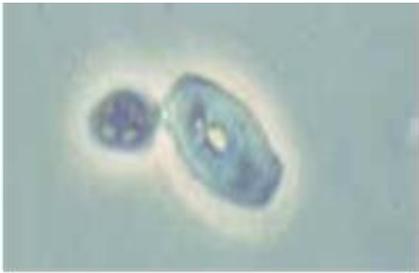


Figura 1 Levadura en gemación

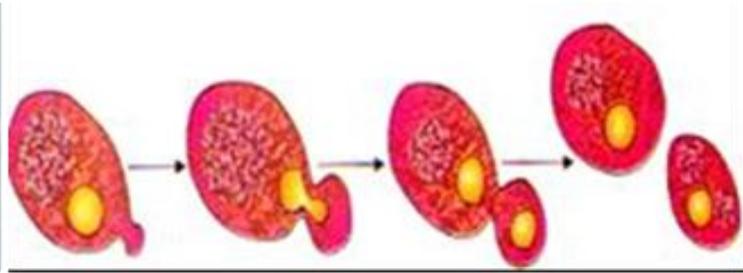


Figura 2 Proceso de gemación

2. Abrir una de las cajas con PDA y dejarla expuesta al ambiente durante al menos 12 horas, después cerrarla e incubarla a temperatura ambiente por 5- 7 días hasta notar que se forman distintas colonias de hongos. Una vez obtenidas las colonias, abrir las cajas y observar las estructuras formadas de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Abrir la caja y con la aguja de disección raspar un poco micelio de cada una de las colonias formadas, colocar la muestra sobre un portaobjetos con una gota de agua previamente agregada, cubrir con el cubreobjetos y observar en los campos de 10X y 40X.
- Anota las características observadas en cada una de las colonias.

PROCEDIMIENTO PARTE 2

1. Identifica las características de hongos filamentosos mediante la observación de caracteres macroscópicos.

a).Registra las características macroscópicas de las colonias en los cultivos de mohos para cada uno de los mohos que se te proporcionen de la siguiente manera (numera las cajas de petri para poder contestar el cuadro de resultados de esta parte):

- Color del anverso y reverso de la colonia
- Aspecto: liso, polvoso, velloso, pulverulento, algodonoso, mucilaginoso, zonado, aterciopelado, brillante, plegado, etc. (ver algunos ejemplos en las Figuras 3 a 5). Puede haber combinación de alguno de estos aspectos.

2. Con los cultivos de mohos realiza una preparación para cada uno de los mohos que se te proporcionen de la siguiente manera:

Coloca en la punta de la aguja de disección un cuadrado de cinta adhesiva que tenga el pegamento hacia el exterior de la aguja y colócalo sobre el moho hasta lograr que la cinta quede impregnada del moho, posteriormente coloca una gota de lugol sobre un portaobjetos y deposita el cuadrado de cinta, observa al microscopio con los objetivos de 10X y 40X, ubica lo siguiente y realiza esquemas:

- Cómo es el talo de estos hongos y como son las hifas: septadas o aseptadas (cenocíticas)
- El mecanismo de reproducción que se observa y si hay presencia de cuerpos fructíferos.
- ¿Qué tipo de esporas producen?

Figuras. Parte dos



Figura 3. *Penicillium*
Colonia plegada



Figura 4. *Aspergillus flavus*.
Colonia Zonada

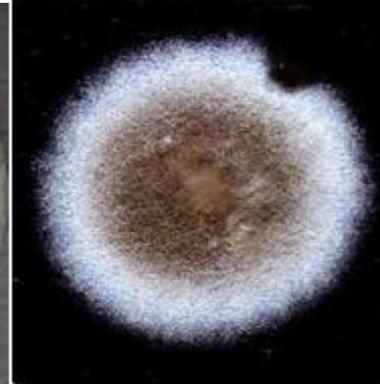


Figura 5. *Penicillium*
Colonia algodonosa

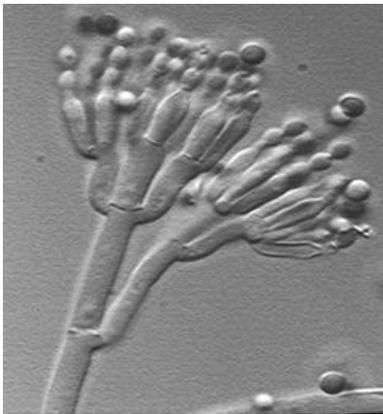


Fig. 6 . Conidióforos, fiálides y conidios de *Penicillium*.
Hifas septadas



Figura 7. Esporangióforo, esporangio y esporangiosporas de *Mucor*
Hifas cenocíticas

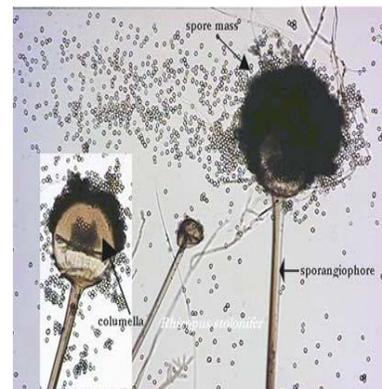


Figura 8. Esporangióforo, esporangio y esporangiosporas de *Rhizopus*
Hifas cenocíticas

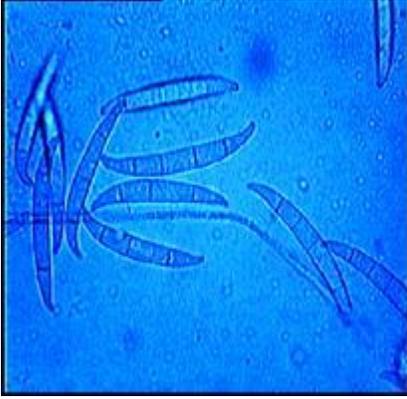


Fig. 9 .Macroconidios de *Fusarium*



Figura 10. Conidios con septos transversales y longitudinales (dictiosporas) de *Alternaria*



Figura 11. Conidios con septos transversales *Drechslera*

PROCEDIMIENTO PARTE 3

1. Observa los cuerpos fructíferos de los macromicetes que se te proporcionen y compáralos con los de los micromicetes. Anota tus observaciones.
2. Realiza cortes del himenio y estípite de los cuerpos fructíferos, lo más delgado posible; coloca cada corte en un portaobjetos y cúbrelo con una gota de KOH, después coloca el cubreobjetos y haz un ligero squash con la goma de un lápiz, observa con el objetivo 10, 40X y 100X, observa y realiza esquemas de:

a).Cómo es el talo de estos hongos y como son las hifas: septadas o aseptadas (cenocíticas)?

b) ¿Cómo está estructurado el cuerpo fructífero?

c) ¿Qué tipo de esporas producen (ascosporas o basidiosporas) según sea el caso.



Fig. 12 Cuerpos fructíferos de Basidiomycetes



Figura 13. Basidios y basidiosporas



Fig. 14. Cuerpos fructíferos de Ascomycetes



Figura 15. Ascas y ascosporas

Fotografías: www.google.imagenes.com.mx ; Fig. 12. G. Alejandro Tellez; Fig. 14.M. Gómez-Peralta.

+

RESULTADOS:

1. Menciona las estructuras de reproducción asexual y sexual que se observaron. ¿Qué hongos crees que tengan mayor grado de organización estructural en sus cuerpos fructíferos?

2. Todos los hongos observados ¿presentan micelio? Explica.

3. Completa la siguiente tabla:

Tabla 1. Características de las colonias observadas

Color del anverso de la colonia	Color del reverso de la colonia.	Aspecto de la colonia	Tipo de Hifa (cenocítica o septada)	Cuerpo fructífero y tipo de espora

4. Ubica a los hongos observados de acuerdo con las características de algunos de los phylla que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de las hifas y esporas más comunes de algunos phylla de hongos filamentosos.

Phyllum	Características de las Hifas	Tipos de Esporas
Zigomicota	Cenocíticas	Esporangiosporas
Ascomicota	Septadas	Conidiosporas Ascosporas
Basidiomycota	Septadas	Conidiosporas Basidiosporas

CUESTIONARIO:

1. Explique. ¿Por qué los medios para cultivar mohos deben de contener azúcar?
2. Investiga los nombres científicos de los hongos observados en cada parte de la práctica y la importancia económica que tienen.
3. ¿Qué tipos de tejidos se presentan en los hongos y cuáles son las características de cada uno?

PRÁCTICA No. 2



Inoculación del oomicete *Phytophthora capsici* en chile

INTRODUCCIÓN:

Dentro de los hongos y los oomicetes existen patógenos de plantas. Los oomicetes presentan algunas características que los distinguen de los hongos como son la presencia de micelio cenocítico, esporas biflageladas que se originan a partir de un esporangio (zoosporangio), no tienen pigmentos y no tienen quitina en la pared celular. Los esporangios pueden presentar dos tipos de germinación, por medio de un tubo germinativo (germinación directa) o por medio de zoosporas (indirecta), el tipo de germinación dependerá de la temperatura. Para poder estudiarlos es necesario aislarlos en medio de cultivo, existe una gran variedad de medios de cultivo en los que pueden crecer estos patógenos, entre los que se encuentran el medio de papa dextrosa agar, V-8 agar y harina de maíz agar. Después de obtener cultivos puros, para probar la patogenicidad de los aislamientos estos se pueden inocular en el hospedante del cual fueron obtenidos.

Phytophthora (significa destructor de plantas) pertenece al Reino Stramenipila, Phylum Oomycota, la especie *P. capsici* ataca a diversas solanaceas entre las que se encuentra el chile (*Capsicum annuum*). Se encuentra en la mayor parte de los campos donde se siembra chile en el país ocasionando marchitez y por consiguiente grandes pérdidas. Dentro de este género existen aproximadamente 75 especies fitopatógenas.

OBJETIVOS:

1. Conocer las estructuras de un oomicete patógeno de plantas.
2. Aprender a cuantificar inóculo.
3. Conocer una técnica de inoculación de un fitopatógeno.

MATERIALES:

- Cultivo de *Phytophthora capsici*
- Plántulas y frutos de chile
- Porta y Cubreobjetos

- Agujas de disección
- Mechero bunsen
- Cámara de Neubauer
- Recipientes y bolsas de plástico
- Pipetas Pasteur
- Agua estéril
- Toallas de papel
- Refrigerador
- Microscopio

PROCEDIMIENTO PARTE 1:

INOCULACIÓN EN FRUTOS DE CHILE

- 1) Se proporcionará a cada equipo de estudiantes un cultivo de *Phytophthora capsici* el cual se observará al microscopio para conocer las estructuras asexuales (hifas, esporangióforos y zoosporangios). El estudiante hará un dibujo de las estructuras observadas (auxiliarse con las figuras 16 y 17).
- 2) El cultivo se someterá a una temperatura baja (4-10° C) colocando los cultivos en un refrigerador durante 30-45 minutos, para favorecer la germinación de los zoosporangios. Después de este período se observará nuevamente para determinar si hubo germinación la cual se detectará mediante la liberación de zoosporas (Ver la Figura 18).

PROCEDIMIENTO PARTE 2:

PREPARACIÓN DE UNA CÁMARA HÚMEDA, CONTEO DE ESPORAS E INOCULACIÓN DE FRUTOS.

Durante el período en el que el cultivo esté en el refrigerador, se preparará una cámara húmeda de la siguiente manera:

- 1). En un recipiente de plástico se colocarán toallas de papel la cuales se humedecerán. Posteriormente se inclinará el recipiente para eliminar el exceso de agua. Y se colocarán frutos de chile dentro de la cámara húmeda (Figura. 19)
- 2). Se hará un conteo de esporas en una cámara Neubauer y se preparará una suspensión con 1000 zoosporas/ml con la cual se inocularán los frutos. Un fruto se inoculará con agua para que sirva como testigo.
- 3). El recipiente con las toallas humedecidas se pondrá dentro de una bolsa de plástico, para obtener una cámara húmeda. Se observará después de una semana para determinar si los frutos de chile se infectaron con *Phytophthora capsici*.

PROCEDIMIENTO PARTE 3:

INOCULACIÓN EN PLÁNTULAS DE CHILE

Se utilizará la misma suspensión que se preparó para frutos y se inoculará en la base del tallo de las plántulas de chile (Fig. 20). Se mantendrán en una charola con agua, para mantener el suelo húmedo. Se observarán los síntomas después de una semana.

Figuras Parte 1.

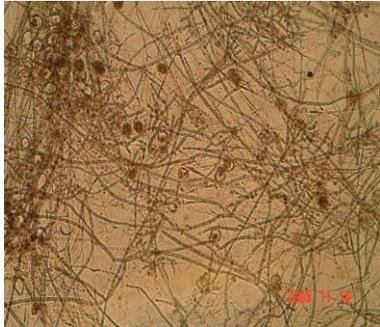


Fig.16. Micelio de *Phytophthora capsici*



Fig. 17. Detalle de las hifas, esporangióforo y zoosporangios



Fig. 18. Zoosporangio y liberación de zoosporas

Figuras Parte 2.



Fig. 19. Preparación de la cámara húmeda
Fotografías: Gabriela Ang Montes de Oca.



Fig. 20. Plántula de chile.

Fotografías: Gabriela Ang Montes de Oca.

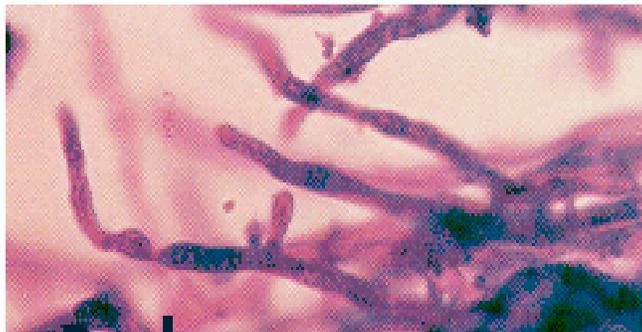
RESULTADOS:

1. Describe los síntomas observados en la plántula de chile después de la inoculación con *Phytophthora capsici*.
2. ¿Cómo se comprueba que los frutos de chile si se infectaron con *Phytophthora capsici*?
3. Describa el procedimiento utilizado para obtener esporangios.

CUESTIONARIO:

1. Investiga a que otros cultivos ataca *Phytophthora capsici*
2. Para realizar pruebas de patogenicidad para enfermedades que se reportan por primera vez en un cultivo o en una región se deben seguir los postulados de Koch, descríbelos.
3. ¿Qué otros géneros de oomicetes son patógenos de plantas?

PRÁCTICA No. 3



Observación de Hongos Acuáticos

INTRODUCCIÓN:

En la naturaleza existen hongos acuáticos que abundan en aguas remansadas, ricas en restos orgánicos vegetales y animales, que constituyen su material nutritivo. Los hongos acuáticos son descomponedores de materia orgánica en los ríos, ya que colonizan, degradan y modifican el material vegetal que cae al agua, participan en purificación de las aguas residuales; algunos son parásitos, atacan a diversos organismos como las algas y distintos animales que viven en este medio.

Los hongos acuáticos se encuentran ubicados principalmente en los siguientes ordenes :

Reino Chromista

Phyllum Oomycota

Orden: Saprolegniales

Reino Fungi

Phyllum Chytridiomycota

Orden: Chytridiales

Orden: Blastocladales

Orden: Monoblepharidales

Los hongos acuáticos presentan características que los distinguen de los demás hongos, ya que en éstos el micelio, cuando existe, es típicamente cenocítico, las esporas asexuales se producen comúnmente dentro de los esporangios, y al efectuarse la reproducción sexual se forman estructuras de resistencia que pueden ser oosporas o esporangios de latencia, dependiendo del phyllum al que pertenezcan.

La morfología de los hongos acuáticos es muy diversa. Aquellos más simples constan de una célula uninucleada; en otros hongos, la célula es multinucleada y pueden presentar rizoides o haustorios, (según sean saprobios o parásitos), por medio de los cuales el talo se fija al sustrato. En especies más avanzadas, se presenta un escaso micelio, representado por algunas hifas multinucleadas, pequeñas, sencillas y poco ramificadas. Las formas más diferenciadas que constituyen la mayoría de los hongos acuáticos tienen un micelio verdadero, con hifas generalmente cenocíticas, ramificadas, delgadas o gruesas, pequeñas o largas y que cuando están bien desarrolladas se observan como masas algodonosas, generalmente blancas aunque pueden tener otras coloraciones.

Los hongos acuáticos pueden propagarse por medio de una multiplicación vegetativa que se efectúa por fragmentación de las hifas así como por esporas asexuales y sexuales.

OBJETIVOS:

1. Aislar hongos acuáticos de diferentes zonas de agua dulce.
2. Identificar las estructuras somáticas y reproductoras de los hongos acuáticos.

MATERIALES:

- Microscopio óptico.
- Microscopio estereoscópico.
- Portaobjetos.
- Cubreobjetos.
- Agujas de disección.
- Cajas petri.
- 4 frascos de vidrio.
- Cebos: 15 moscas, 30 fragmentos de uñas.

PROCEDIMIENTO. PARTE 1.

1. Colectar 3 muestras de agua de diferentes cuerpos de agua.
2. Colocar cada muestra de agua en 4 frascos
3. Colocar las carnadas de la siguiente manera:

Cebos	Muestra de agua	Muestra de agua
	1	2
Moscas	Frasco 1	Frasco 3
Uñas	Frasco 2	Frasco 4

4. Dejar los frascos tapados durante 8 días y a temperatura ambiente.

PROCEDIMIENTO PARTE 2.

5. Revisa cada uno de los frascos en el microscopio estereoscópico y busca estructuras somáticas y reproductoras. Esquematiza las estructuras observadas.
6. En el microscopio óptico observar preparaciones de micelio y esquematizar las estructuras somáticas y reproductoras de los hongos acuáticos encontrados. Estructuras que pueden encontrarse: micelio cenocítico, esporangios, zoosporangios, zoosporas, oogonios, oosporas y anteridios. Ejemplos Figuras 21, 22, 23 y 24.

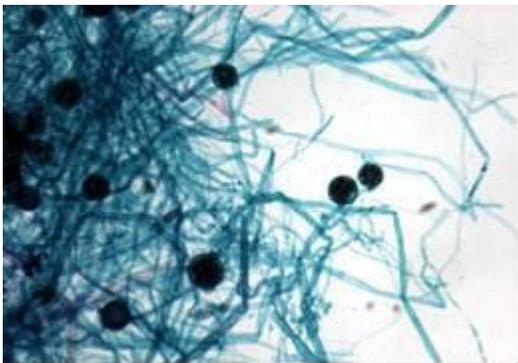


Fig. 21. Micelio cenocítico y oogonios



Fig. 22. Esporangio de *Saprolegnia* sp.

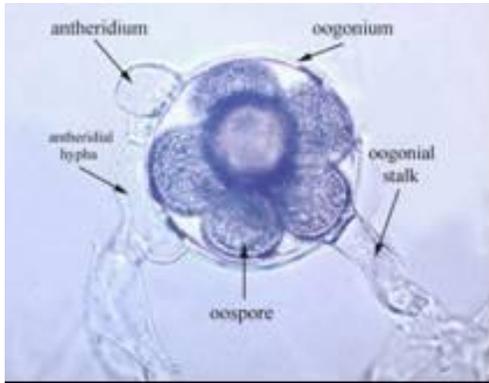


Fig. 23. Oogonio y oosporas de *Saprolegnia* sp.



Fig. 24. Oogonio y oosporas de *Allomyces* sp.

Fotos de www.google.imagenes.com

RESULTADOS:

Menciona las estructuras somáticas y reproductoras que se observaron.

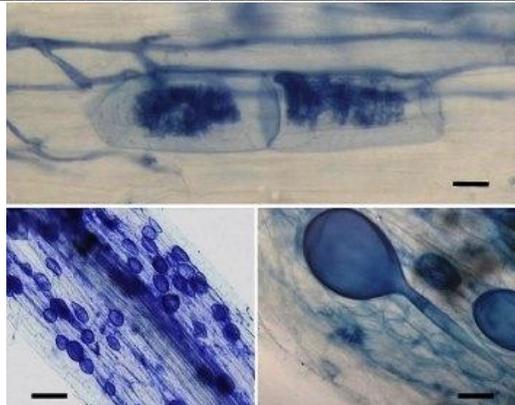
Relaciona los hongos acuáticos encontrados con las muestras utilizadas

¿Con cuál cebo se encontraron más hongos? ¿Por qué?

CUESTIONARIO:

1. ¿Cuáles son las principales características que comparten los hongos acuáticos?
2. ¿Qué características pudiste observar en cuanto al soma y las estructuras reproductoras de los hongos acuáticos que aislaste?
3. ¿Qué características se toman en cuenta para separar los diferentes órdenes de hongos acuáticos?
4. Menciona tres géneros de hongos acuáticos y su importancia

PRÁCTICA No. 4



OBSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS MORFOLÓGICAS CARACTERÍSTICAS DE LA MICORRIZA ARBUSCULAR

INTRODUCCIÓN

El término micorriza deriva del griego “Mycos” (hongo) y “Rhizos” (raíz) y significa “hongo de raíz”, es usado para definir la asociación simbiótica entre grupos particulares de hongos y las raíces de la mayoría de las plantas vasculares. Estas asociaciones son benéficas para la planta hospedera, así como para el simbiote. En la naturaleza se tienen identificados seis tipos de micorriza bien diferenciados entre sí (Smith y Read, 1997). Sin embargo, desde el punto de vista forestal, agrícola, hortícola y frutícola son dos tipos los más importantes: la ectomicorriza y la endomicorriza – mejor conocida como micorriza arbuscular- (Ferrera-Cerrato y Alarcón, 2001).

En años recientes los hongos micorrízico arbusculares (HMA), han recibido considerable atención a causa de los beneficios nutricionales que ofrecen a las plantas, principalmente en aquellas de interés comercial. Los HMA se establecen en la zona cortical del sistema radical de las plantas y tienen la característica de formar estructuras internas, las cuales de acuerdo con su función pueden favorecer el intercambio nutrimental y el almacenamiento de reservas (Gianinnazzi, 1991). Las estructuras que se forman en esta asociación solo son visibles al microscopio óptico y mediante una tinción especial previa decoloración de las raíces. El método de tinción más utilizado es el descrito por Phillips y Hayman (1970) en el cual se emplea el colorante Azul de Tripano para hacer visibles las estructuras típicas de la simbiosis micorrízica (hifas, vesículas, arbusculos). Sin embargo, el Azul de Tripano está señalado por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer como un potencial agente cancerígeno (Vierheilig *et al.*, 1998) cuyos vapores pueden causar irritación en la piel, ojos, nariz, garganta y pulmones. Por razones de salud, seguridad e incluso

ambientales, es preferible en la medida de lo posible, buscar sustitutos para el empleo de este químico dañino. Recientemente se desarrolló una técnica simple de tinción con una solución a base de tinta china y ácido acético (vinagre de uso doméstico). Se trata de una técnica de tinción eficaz, fácil y segura ya que se utilizan compuestos no tóxicos que se pueden obtener fácilmente y que además son baratos; por estas razones se trata de una técnica excelente para situaciones de enseñanza. El proceso de tinción con tinta china es muy similar al que se realiza en la tinción con Azul de Tripano, sólo que aquí se elimina el paso de la aplicación de HCl, compuesto que también es dañino para la salud.

En cuanto al porcentaje de colonización es calculado mediante un sencillo cálculo que permite saber que tan colonizada está una planta y por tanto podemos deducir que tan estrecha, es su relación con los HMA.

OBJETIVOS

1. Observar las principales estructuras formadas al interior de las raíces de plantas colonizadas por hongos micorrízicos arbusculares (hifas, arbusculos, vesículas).
2. Determinar el porcentaje de colonización micorrízica al interior de las raíces.

MATERIALES

- Raíces de plantas (cebolla, poro, trébol, maíz, pastos, chile, jitomate)
- KOH al 10%
- Tinta China al 5% (preferentemente de color negro o azul oscuro)
- Ácido acético (Vinagre común) al 5%
- Agua corriente acidificada con una gotas de vinagre (aprox. 10 por litro)
- Vidrios de reloj o cajas Petri de vidrio
- Tubos de ensaye con tapa
- Bisturí o navaja pequeña
- Agujas de disección
- Pinzas pequeñas
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Microscopio

PROCEDIMIENTO PARTE 1

1. Obtenga las raíces de las plantas (chile, jitomate, cebolla, poro, maíz, pasto, son plantas de fácil micorrización).
2. Lave las raíces con agua corriente eliminando los excesos de suelo y evitando romperlas.
3. Escurra por unos minutos los excesos de agua, seque con un papel limpio y con ayuda de la navaja corte las raíces en segmentos de 3-5 cm aproximadamente.
4. Coloque los segmentos en un tubo de ensaye y cúbralos con una solución de KOH al 10%, caliente durante unos minutos en baño María. Poco a poco observará que las raíces se decoloran y que el KOH se tiñe de amarillo, si es necesario retire el KOH teñido y adicione limpio para facilitar la decoloración de las raíces. **Es muy importante no dejar que la preparación hierva.**

NOTA: El calentamiento depende de la especie de planta de donde se obtienen las raíces, por ejemplo: en el caso de raíces de frijol, soya y maíz debe calentar durante **5 minutos**, si se trata de raíces de pepino, trigo, cebada o centeno se debe calentar las raíces durante **3 minutos**, el jitomate y el chile puede ir desde los 5 hasta los 10 minutos.

** El objetivo de este paso es suministra raíces transparentes, adecuadas para la tinción.

5. Enjuague las raíces varias veces con agua corriente, para lavar los excesos de KOH. Escurra las raíces.
6. Con las pinzas coloque los segmentos de raíces en el tubo de ensaye y luego cúbralos con una solución de tinta china (al 5%) y ácido acético (al 5%), partes iguales caliente las raíces durante 3 minutos en baño María, Es necesario adicionar un poco más de la solución colorante a medida que avanza el calentamiento para evitar que las raíces se dessequen y queden mal teñidas. ***RECUERDE EVITAR QUE LAS RAÍCES HIERVAN.**
7. Deje enfriar las raíces durante un par de minutos y luego destíñalas (si es necesario) mediante tres lavados con agua corriente (acidificada con unas gotas de vinagre). Este proceso elimina los excesos de colorante y permite una observación más clara de las estructuras.

PROCEDIMIENTO PARTE 2

1. Tome las raíces teñidas y córtelas en segmentos más pequeños (1 cm. aprox.), colóquelas sobre un portaobjetos y adicione unas gotas de agua para evitar que se deseque la preparación, cúbralas con el cubreobjetos y observe directamente al microscopio en los aumentos de 40X y 100X, identifique algunas de las estructuras de las endomicorrizas y compárelas con las figuras.

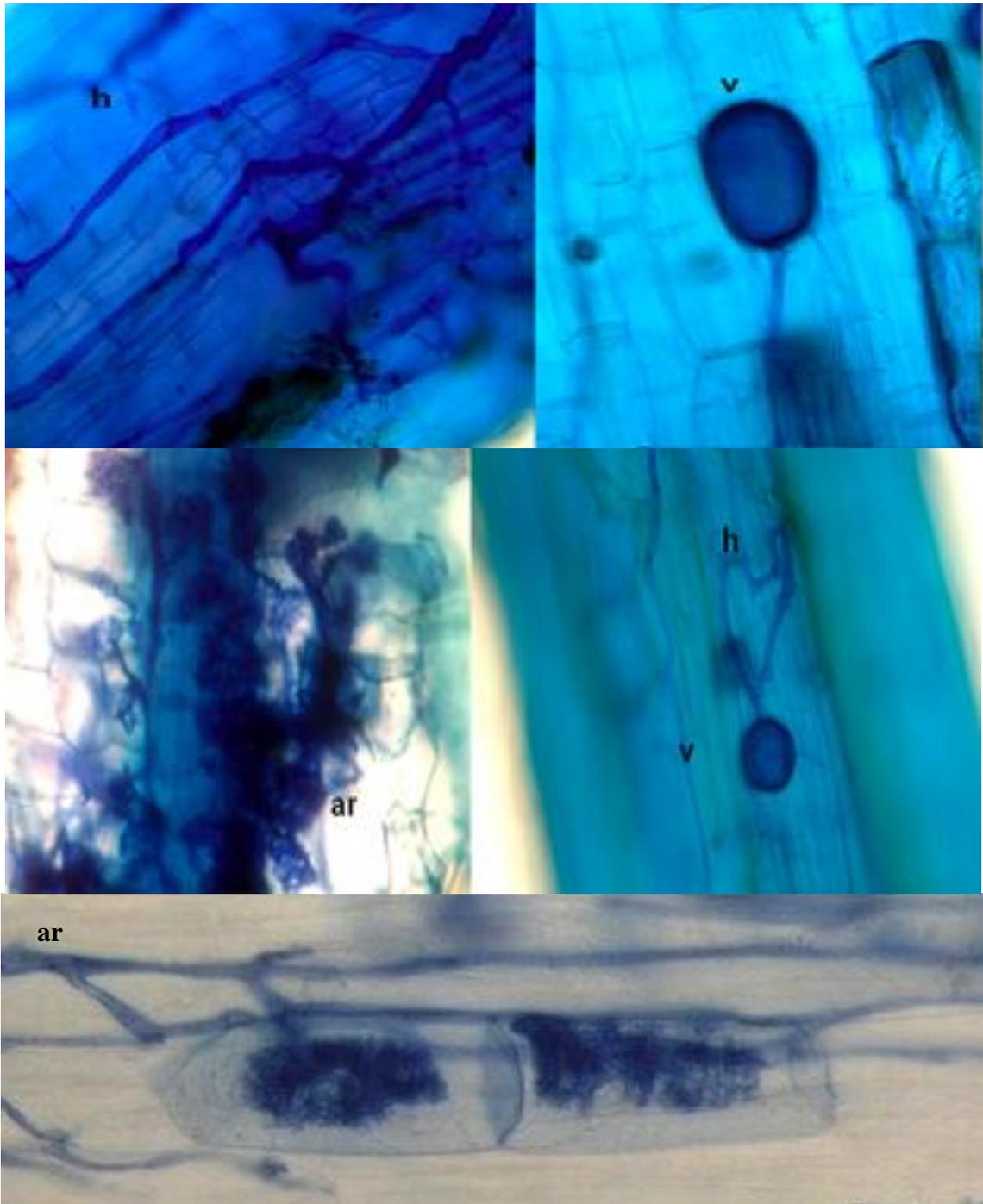
**Si las raíces no van a ser utilizadas inmediatamente después de la tinción, pueden ser almacenadas en tubos con agua corriente perfectamente cerradas y dejarse a temperatura ambiente, bajo estas condiciones las raíces llegan a conservarse hasta por 6 semanas y, las estructuras de los hongos permanecen claramente visibles como cuando son observadas inmediatamente después de completar el proceso de tinción.

*** En caso de que las raíces presenten un exceso de colorante al ser observadas al microscopio, vuelva a lavar con agua corriente acidificada con unas gotas de vinagre o bien haga un lavado con vinagre puro y dos con agua corriente.

PROCEDIMIENTO PARTE 3

(Determinación del porcentaje de colonización)

1. Con ayuda de las pinzas coloque las raíces teñidas en cajas Petri con agua corriente para evitar que se desequen.
2. En un portaobjetos y auxiliándose de una aguja de disección coloque cuidadosamente 10 segmentos de aproximadamente 1 cm de longitud, paralelamente unos a otros. Debe observar al menos tres preparaciones por cada planta.
3. Adicione unas gotas de agua sobre las raíces y cubra con el cubreobjetos, cuidadosamente evitando la formación de burbujas.
4. Para realizar la evaluación observe en el aumento de 40X (en algunos casos es necesario el aumento de 100X, todo depende del tipo de raíz utilizada).
5. Al revisar un campo óptico donde se encuentra un segmento que contiene hifas, vesículas y/o arbuscúlos independientemente de la intensidad de la micorrización se da el valor de uno para la evaluación total y por estructuras.



Estructuras de la micorriza arbuscular hifas (h), vesículas (v) y arbúsculos (ar).

Para obtener el porcentaje de colonización, realice los cálculos partiendo de las siguientes formulas:

$$\text{Porcentaje de colonización total} = \frac{\text{Núm. de segmentos colonizados}}{\text{Núm. de segmentos totales observados}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de colonización por vesículas} = \frac{\text{Núm. de segmentos con vesículas}}{\text{Núm. de segmentos totales observados}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de colonización por arbuscúlos} = \frac{\text{Núm. de segmentos con arbuscúlos}}{\text{Núm. de segmentos totales observados}} \times 100$$

RESULTADOS

1. Esquematice las estructuras observadas en cada una de las plantas.
2. Realice los cálculos para determinar los porcentajes de colonización micorrízica en cada una de las plantas utilizadas e indique cuál es la especie que presenta mayor colonización.

CUESTIONARIO

1. En la relación micorrízica planta-hongo, menciona las ventajas para cada uno de los participantes en esta relación.
2. Menciona cinco géneros de hongos micorrízicos arbusculares.
3. ¿Existe especificidad entre las plantas y los HMA que las colonizan?
4. Menciona algunos cultivos de importancia agrícola en los cuales se haya detectado la presencia de hongos micorrízicos.
5. ¿Qué indica un elevado porcentaje de colonización por vesículas?
6. ¿Por qué se denomina 'endomicorrizas' a este tipo de asociación simbiótica?
7. ¿Cuál es la función de las hifas, vesículas y arbusculos?
8. ¿Existen otros tipos de micorrizas? ¿Cuáles?
9. ¿Cómo se emplean los HMA en la elaboración de inoculantes?
10. ¿Es útil usar HMA como agentes de control biológico? ¿Por qué?

LITERATURA CITADA

Ferrera-Cerrato R. y A. Alarcón. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum* 8:175-183.

Gianinazzi S. 1991. Vesicular-Arbuscular (endo) Mycorrhizas: celular, biochemical and genetics mycorrhizal roots. *Plant and Soil* 7: 197-209.

Phillips J.M., D.S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans Brit Mycol Soc* 55:158-160.

Smith S.E. y D.J. Read. (Eds). 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, London.

Vierheilig H., A.P. Coughlan, U. Wyss, y Y. Piche .1998. Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscularmycorrhizal fungi. *Appl Environ Microbiol* 64: 5004–5007.

PRÁCTICA No. 5



www.unav.es/botanica/publicdpto/mi/micorrizas.jpg

Reconocimiento macroscópico y microscópico de ectomicorrizas

INTRODUCCIÓN

Las micorrizas, término utilizado por Frank (1885), consiste en la asociación entre la raíces de una planta con las hifas de un hongo, esta relación es tan abundante entre las plantas que se estima que entre el 85% (Hawksworth *et al.* 1991) y 95% (Smith y Read 1997, Trappe 1977, 1987) de las plantas establecen la asociación simbiótica, mientras que por parte de los hongos que se calculan 6000 especies que participan en la simbiosis (Smith y Read 1997), la formación de la simbiosis no solo comprende la presencia de ambos organismos, sino que existan las condiciones micro y macroambientales adecuadas, que incluyen factores físicos, químicos y biológicos como temperatura, pH, entre otros. (Francis y Read 1994).

Smith y Read (1997) divide en siete grandes grupos las micorrizas, considerando las estructuras que se forman en la simbiosis y el grado de penetración del hongo en la raíz del hospedero: micorrizas arbusculares, ectomicorrizas, ectendomicorrizas, micorrizas ericoides, arbutoides, monotropoides y orquideoides.

La simbiosis ectomicorrízica, en los ecosistemas templados, es una asociación fundamental en el funcionamiento de los bosques. La diversidad ectomicorrízica se encuentra ampliamente distribuida en los bosques boreales y templados del planeta, estimándose que la aparición de esta simbiosis data del Silúrico, junto con las primeras plantas terrestres hace 400 millones de años (Allen 1991). Se considera que actualmente existen 5000 especies de hongos ectomicorrízicos, la mayoría perteneciente a la clase Basidiomycotina, con las familias representativas Amanitaceae, Boletaceae, Gomphidaceae, Russulaceae y Paxillaceae; los fitobiontes o plantas vasculares con las que se asocian estos hongos, se estiman

en 2000 especies, tanto de angiospermas como de gimnospermas, principalmente de familias de importancia forestal como son Pinaceae, Fagaceae, Betulaceae (Newton y Haigh 1998).

En esta simbiosis, el hongo cubre las raíces cortas formando un manto o vaina; las hifas crecen desde el manto hacia fuera y dentro del sustrato entre los espacios intersticiales de las células corticales de la raíz, forman un complejo sistema intercelular denominado "Red de Hartig", por lo que en la ectomicorríza se distinguen tres estructuras principales: a) el manto fúngico, b) Red de Hartig, c) El micelio externo vegetativo, que emerge a partir de las raíces (Pérez-Moreno 2002).

Las ectomicorrizas en el ámbito forestal, han adquirido mundialmente una gran importancia, por lo que la producción de inoculantes basados en hongos ectomicorrízicos en países con tradición forestal, como Suecia, Finlandia, Canadá, Estados Unidos de América y otros va en aumento. La aplicación de esta biotecnología, se basa en los conocimientos generados a partir de trabajos taxonómicos, ecológicos y fisiológicos de los hongos. En México, es poca la atención que se le ha dado a esta biotecnología, no obstante la importancia de la actividad forestal (Pérez-Moreno 2002).

OBJETIVO

Observar y diferenciar las características morfológicas de ectomicorrizas, tanto a nivel macroscópico (p. ej. ramificación, color, superficie) como microscópico (anatómico: tipo de Red de Harting, manto, etc.).

MATERIALES

- Planta de pino (12-18 meses)
- Colorante (rojo congo o azul algodón)
- KOH al 10%
- Porta y cubreobjetos
- Navajas
- Pinzas de disección
- Cajas Petri
- Microscopio estereoscópico
- Microscopio compuesto

PROCEDIMIENTO

1. Descripción de la morfología externa

- En el laboratorio y con cuidado para no maltratar las raíces, extraer las raíces del suelo, para esto apoyarse de un tarja con suficiente agua para limpiarlas.
- Una vez limpio el material, colocar las raíces en cajas petrí con suficiente agua para una mejor observación.
- Con la lupa esteroscópica describir la morfología externa de las ectomicorrizas.
- Llenar el cuadro 1 con los caracteres que se piden.
- Realizar esquemas de cada uno de los morfotipos encontrados, a cada esquema anotar los datos de campo.
- Compara con los esquemas de la figura 2.

2. Descripción de la morfología interna

- Posteriormente a la descripción externa, se procederá a observar un corte transversal de cada uno de los morfotipos de ectomicorrizas encontrados para apreciar las dos estructuras que caracterizan a este tipo de micorriza.
- Realizar varios cortes transversales muy finos, colocarlos en un portaobjetos, añadir una gota de agua o colorante y observar al microscopio.
- Realizar esquemas de lo observado, identificando la vaina o manto externo, que es el conjunto de hifas que rodea la raíz y la Red de Hartig, son las hifas que penetran al interior de la raíz (figura 3).

RESULTADOS

Cuadro No. 1. Descripción morfológica externa de las raíces ectomicorrizadas

	Aspecto	Color	Tipo de ramificación	Presencia de rizomorfos	Presencia de esclerocios
Morfotipo 1					
Morfotipo 2					
Morfotipo 3					
Morfotipo 4					
Morfotipo 5					
Morfotipo 6					
Morfotipo 7					
Morfotipo 8					
Morfotipo 9					
Morfotipo 10					

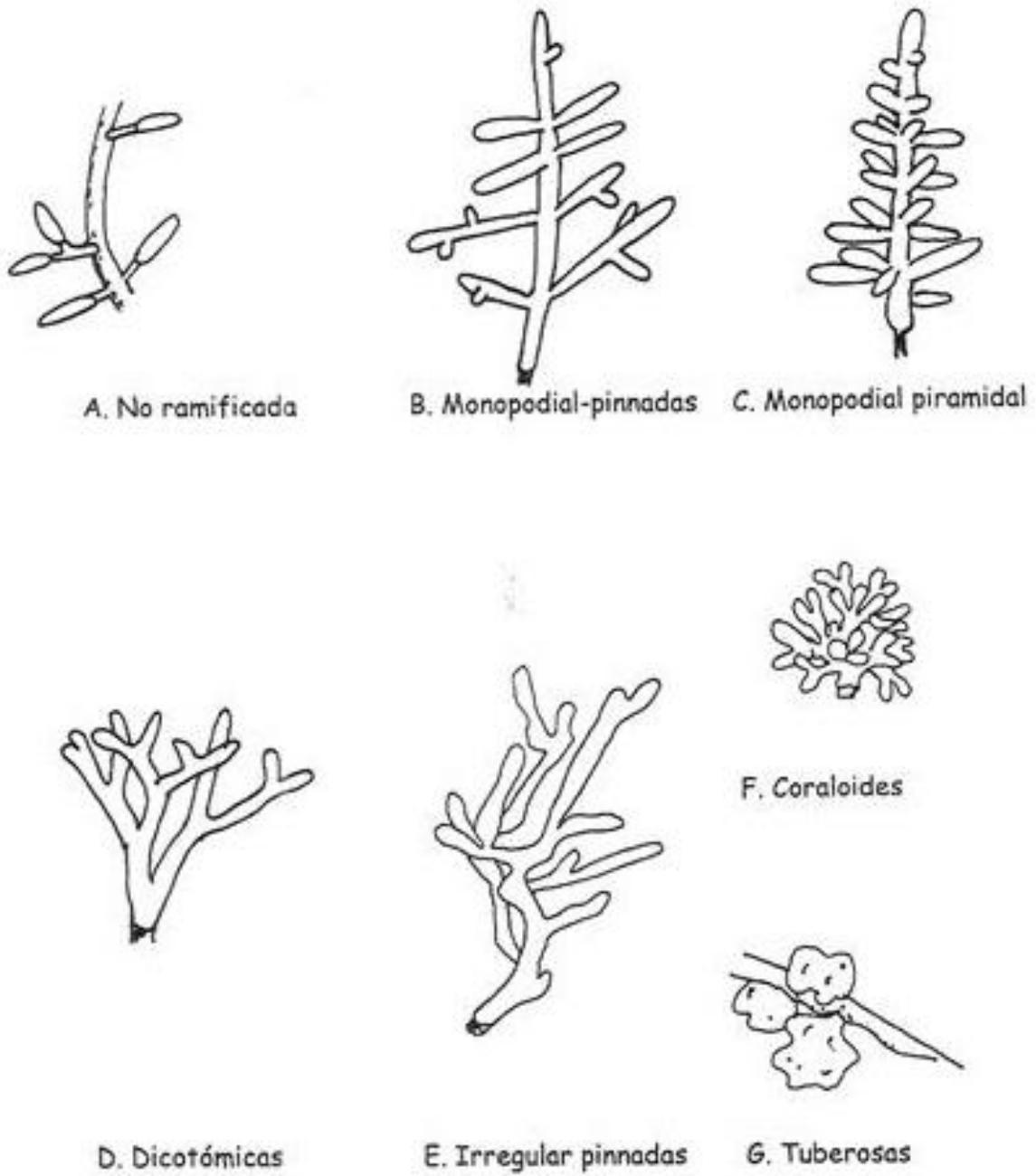


Figura 2. Tipos de ramificaciones de ectomicorrizas.

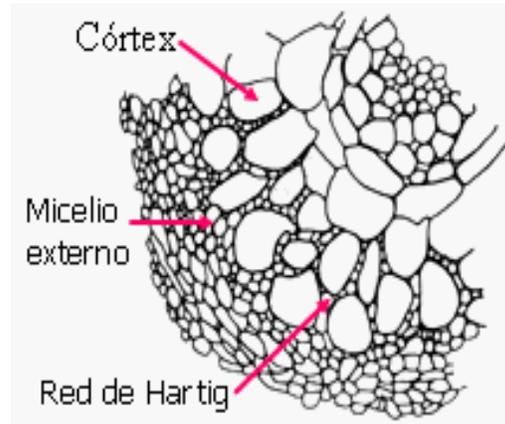
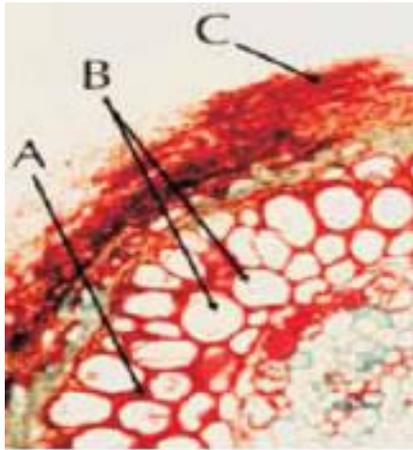


Figura 3. Hifas del hongo (en rojo A) rodean las células radicales (B) para formar la Red de Hartig y envuelven la raíz constituyendo el manto fúngico (C).

CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la función de las ectomicorrizas?
2. Investiga cuál es la función de las principales estructuras que forman la ectomicorriza, Hifas externas, manto externo y red de Hartig.
3. Compara la riqueza de morfotipos con otros equipos y relacionalo con los datos tomados en campo.
4. Investiga que micobiontes se asocian con el fotobionte de la especie que obtuviste la muestra.

PRÁCTICA No. 6



Características generales y formas de vida de los líquenes

INTRODUCCIÓN:

Los líquenes (hongos liquenizados), representan la asociación entre un hongo y un simbionte fotosintético (un alga, o una cianobacteria), esta asociación se considera única, ya que forma un cuerpo vegetativo (el talo) que no se parece a ninguno de sus componentes cuando crece aislado.

La organización estructural de los líquenes considerados primitivos consiste de algas irregularmente distribuidas, que están encerradas o penetradas por hifas fúngicas; (TALO HOMÓMERO); en los más avanzados, las algas están restringidas a una capa particular (capa algal), bajo esta hay otra capa definida compuesta por micelio fúngico (médula) y finalmente una capa cortical (corteza) que puede presentarse tanto en la superficie superior como en la inferior y que al igual que la médula esta formada por micelio fúngico (TALO HETERÓMERO).

Estos organismos adquieren diferentes formas de vida o de crecimiento que están relacionadas tanto con la organización estructural del talo como con su hábitat, y son las siguientes:

Leprosa: Presenta una forma polvorienta.

Costrosa o Crustácea: Con aspecto de una costra o mancha adherida al sustrato.

Foliosa o Foliácea: El talo es postrado y con aspecto de rosetas, presenta una superficie superior e inferior diferenciadas; la superficie inferior con estructuras de fijación al sustrato

Fruticosa: El talo presenta ramas simples o divididas, redondeadas o aplanadas que asemejan pequeños arbustos erectos o colgantes adheridos basalmente al sustrato. Dentro de esta forma se incluye una variante: *Fruticosa mixta* que

presenta dos tipos de talo, uno primario compuesto por escuámulas y uno secundario formado por elementos fruticosos (podecios).

OBJETIVO:

1. Reconocer las características estructurales y morfológicas de los líquenes.

MATERIALES:

- Microscopio estereoscópico.
- Microscopio compuesto.
- Navaja de disección.
- Aguja de disección.
- Cubreobjetos y Portaobjetos.
- Frasco gotero.
- Caja petri.
- Ejemplares de los géneros: *Leptogium*, *Lecanora*, *Pseudevernia*, *Usnea*, y *Parmotrema*.

PROCEDIMIENTO:

1. Observa cada uno de los ejemplares bajo el microscopio estereoscópico, colocando un fragmento de cada ejemplar en una caja de Petri con un poco de agua.
2. Realiza un corte transversal (lo más fino posible) de cada uno de los fragmentos, colocándolo en un portaobjetos con una gota de agua y observar al microscopio compuesto con los objetivos 10X, 20X y 40X.
3. Determina para cada preparación el tipo de organización estructural del talo y la distribución de los componentes de la simbiosis en el talo (Figuras 32-35), así como algunas estructuras reproductoras y vegetativas que observes (Figuras 36-40).

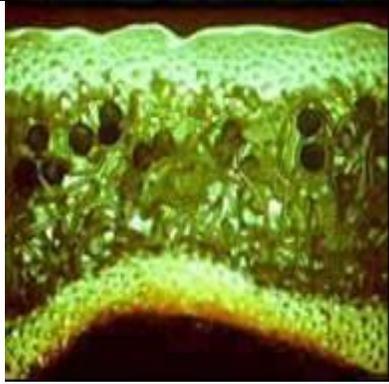


Fig. 32. Talo Homómero

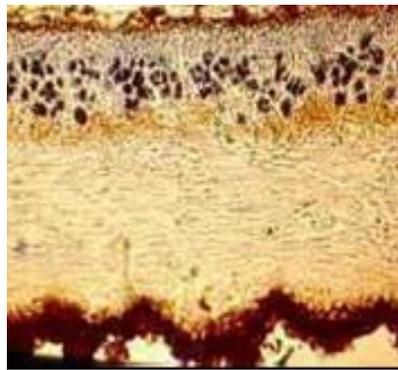


Fig.. 33. Talo Heterómero



Fig. 34. Algas, componente fotosintético de la simbiosis



Fig. 35. Cianobacterias, componente fotosintético de la simbiosis

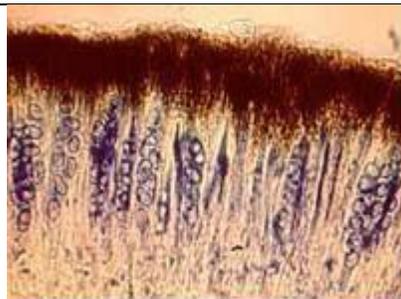


Fig. 36. Himenio con ascas

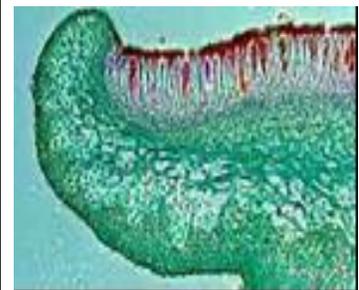


Fig.37. Apotecio con himenio

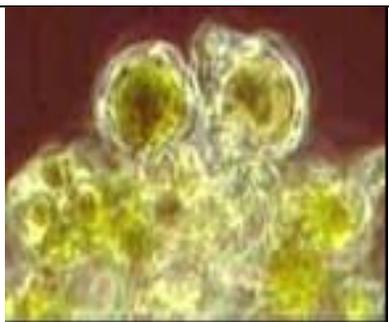


Fig.38. Soredios vistos al microscopio compuesto.



Fig. 39. Soredios (aspecto polvoroso en el talo)



Fig. 40. Excrecencias del talo (isidios).

RESULTADOS:

1. Realiza una tabla comparativa en la que se muestre: La organización estructural, la ubicación de los componentes de la simbiosis en el talo y la forma de vida, para cada uno de los ejemplares que observaste.

2. ¿Qué estructuras de los hongos observaste en los líquenes?

3. ¿Cuál crees que podría ser una secuencia evolutiva en cuanto a las formas de vida de los líquenes que observaste?

CUESTIONARIO:

1. ¿Con que nombre se conoce a los componentes de la simbiosis líquénica, y a que grupo de organismos pertenecen?

2. ¿Cuál es la importancia ecológica de los líquenes?

3. ¿Podrías establecer una relación entre algunas de las formas de vida y el ambiente en donde se encuentran?

G L O S A R I O

ARBUSCULAR: Crecimiento o desarrollo en forma de arbusto.

APLANOSPORA: Espora sin movimiento.

APOTECIO: Ascocarpo abierto, de formas muy diversas.

ARTROSPORA: Espora que resulta de la fragmentación de una hifa.

ASCA (O): Estructura en forma de clava o saco generalmente con ocho ascosporas uni o binucleadas, propia de los ascomicetes.

ASCOCARPO: Cuerpo fructífero de origen sexual de los ascomicetes.

ASCOSPORAS: Esporas haploides, propias de los hongos ascomicetes, que nacen en el interior de las ascas como resultado de un proceso de reproducción sexual.

ASEPTADO O CENOCÍTICO: Que carece de tabiques o septos.

BASIDIO (A): Estructura que lleva basidiosporas, por lo general en número de cuatro.

BASIDIOCARPO: Aparato esporífero o cuerpo fructífero de los basidiomicetes que produce basidios y basidiosporas.

BASIDIOSPORA: Esporas haploides, propias de los hongos basidiomicetes, que se producen en los basidios como resultado de un proceso de reproducción sexual.

CAPA ALGAL: Zona en la que se encuentran las algas o fotobiontes en los talos heterómeros de líquenes.

CENOCÍTICO: Un talo en que los núcleos se encuentran incluidos en un citoplasma común, continuo, sin estar separados por tabiques o septos transversales (la mayoría de los zigomycota son cenocíticos).

CIFELAS: Pequeños alveolos o depresiones acopadas, delimitadas por un estrato cortical, que sólo se encuentra en la superficie inferior de algunos líquenes.

CIGOSPORA: Espora de latencia, contenida en el cigosporangio, que resulta de la fusión de los gametangios en los zygomycetes.

CONIDIÓFORO: Hifa diferenciada de las hifas somáticas que llevan conidias (conidiospora) apicales o laterales.

CONIDIOS (conidiosporas): espora asexual, no móvil, esporas asexuales de los, Ascomicetes y Basidiomicetes.

COSTROSA: Forma de crecimiento de líquenes, que se caracteriza por la ausencia de corteza inferior, por lo que se encuentran en estrecho contacto con el sustrato, además su aspecto es de una costra adherida al sustrato.

CUERPO HIFAL: Fragmento del micelio de los zygomycetes, los cuales crecen por medio de fisión y gemación y finalmente producen conidioforos.

DEHISCENCIA: Proceso por el cual un órgano cualquiera se abre espontáneamente al llegar a la madurez. En los hongos, muchos tipos de esporangios o gametangios presentan algún tipo de dehiscencia característica que permite la liberación de esporas o de los gametos.

ESPORA: Pequeña unidad de propagación unicelular o pluricelular, sexual o asexual, móvil o inmóvil, que funciona como una semilla, aunque difiere de esta última porque una espora no contiene un embrión preformado.

ESPORANGIO: Estructura de diversas formas, que produce esporas de origen asexual. Todo el contenido protoplasmático de un esporangio se convierte en un número indefinido de esporas, ya sea aplanosporas o zoosporas, en este último caso, también se le llama zoosporangio.

ESPORANGIÓFORO: Hifa especializada que produce y sostiene uno o varios esporangios.

ESPORANGIOSPORAS: Esporas producidas dentro de un esporangio; pueden ser inmóviles (aplanosporas), o flageladas y móviles (zoosporas).

ESPORÓFORO: Estructura portadora de esporas, ya sea sexuales o asexuales; también se le denomina fructificación o cuerpo fructífero.

ESPORULACIÓN: Es el método más frecuente de reproducción de los hongos, que consiste en la liberación de esporas asexuales o sexuales de muy diversos tipos, según los grupos.

ESTERIGMAS: En los basidiomicetes, son pequeños divertículos (generalmente cuatro) que se forman en el ápice de cada basidio y que sostienen las basidiosporas.

ESTROMA (lecho, alfombra, colchón, almohadilla): masa compacta de hifas somáticas, constituidas de plecténquima (prosénquima,seudoparénquima o

ambos), sobre o dentro de la cual comúnmente se encuentran hifas fértiles que generan órganos reproductores.

EUCÁRPICO: organismo en el que solo una parte del talo se transforma en órganos de reproducción, y el talo mismo continúa desempeñando sus funciones somáticas; la gran mayoría de los hongos son eucárpicos, y se consideran en general, como formas más evolucionadas y diferenciadas de las holocárpicas.

FOLIOSA: Forma de crecimiento de líquenes que presentan una superficie superior que se diferencia de la inferior. El talo por lo general es heterómero y se adhiere al sustrato por rizinas.

FIBRILOSO: Referente a la superficie que tiene fibrillas o hebras delgadas y muy finas.

FIBROSO: Estructura de consistencia más o menos elástica y correosa.

FRUCTIFICACIÓN: Cualquier estructura fúngica que produzca o lleve esporas, ya sean sexuales o asexuales; también se denomina cuerpo fructífero o esporóforo.

FRUTICOSA: Forma de crecimiento de líquenes que presentan ramas simples o divididas, aplanadas o redondeadas.

FUSIFORME: En forma de aguja.

FICOBIONTE: El componente algino de un líquen.

FOTOBIONTE: El componente fotosintético de una asociación simbiótica (en líquenes y micorrizas).

FILOCLADIO (hoja-rama): son pequeñas expansiones foliáceas o granulosas que recubren las ramas del talo secundario de ciertos líquenes fruticosos.

FRAGMENTACIÓN: En los hongos, se refiere a la segmentación de un talo en fragmentos; cada uno de los cuales tiene una capacidad de crecer y formar un nuevo individuo; es un tipo de reproducción asexual o propagación vegetativa.

GAMETANGIO: Órgano sexual que contiene gametos, que pueden ser células móviles (planogametos) o núcleos gaméticos, según las especies.

GEMACIÓN: Producción de un pequeño crecimiento externo, llamado brote o yema; es un modo de reproducción asexual en diversos hongos, especialmente en levaduras.

HAUSTORIO: Órgano absorbente que se origina de la hifa de un hongo parásito y que penetra en una célula del hospedante; los haustorios son formados

principalmente por parásitos obligados pero también por parásitos facultativos y micorrícicos.

HIMENIO: Parte fértil de una fructificación donde se producen las esporas (ascas o basidios).

HIRSUTO (peludo): con pelos largos, rígidos y ásperos al tacto; también se dice que esta clase de pelo. Es hirsuta, por ejemplo, la base del estípote de algunas especies de *Peziza* (Pezizales) y de *Marasmius alliaceus*, así como el píleo de *Lentinus velutinus* (Agaricales).

HÍSPIDO (toscamente peludo): con pelos largos, muy tiesos y sumamente ásperos al tacto, casi punzantes, como el píleo de *Pluteus bispidus*.

HETERÓMERO: Organización estructural del talo de algunos líquenes, en los que el hongo y el alga están confinados en capas bien definidas. En los agaricales, se refiere al tipo de contexto o trama de las láminas del basidiocarpo, que en este caso está constituido de hifas y de células esféricas llamadas esferocistes.

HETEROTÁLICO: Son individuos autoestériles o autoincompatibles requieren de dos individuos compatibles A y a, para la reproducción sexual.

HALINO: Que no tiene color, transparente.

HIFA: Estructura tubular que representa la unidad estructural de la mayoría de los hongos; puede ser cenocítica o tabicada.

HIPOTECIO: Una delgada capa de hifas entrecruzadas; colocadas inmediatamente abajo del himenio en un apotecio. En los ascomicetes pezizales y otros hongos afines, se refiere al estrato superior del apotecio sobre el que descansan las ascas.

HOLOCÁRPICO: Organismos cuyo talo completo se convierte en uno o más órganos de reproducción de manera que no coexisten las fases somáticas y reproductivas; a este proceso se le denomina holocarpia.

HOMOTÁLICO: Hongo en el que la reproducción sexual se realiza en un solo talo, que es por lo tanto autocompatible.

HOMÓMERO : Organización estructural del talo de algunos líquenes, en los que el hongo y el alga están distribuidos irregularmente sin presentar un arreglo específico.

ISIDIOS: Papilas microscópicas que se forman sobre la superficie superior de los talos de algunos líquenes; como los soredios, los isidios también sirven para propagar vegetativamente a la especie.

LÁMINAS: En los basidiomicetes del orden agaricales, son las estructuras en forma de placa sobre las que se encuentra en himenio que produce los basidios y las basidiosporas.

LEVADURA: Hongo de forma esférica capaz de realizar la fermentación; se refiere particularmente a los miembros de *Saccharomycetaceae*.

MACROCONIDIOS: Conidios o esporas de reproducción asexual que se distinguen en los microconidios tanto por su mayor tamaño como por ser pluricelulares.

MACROMICETES: Hongos con cuerpos reproductores o aparatos esporíferos macroscópicos; corresponden a los hongos superiores, pertenecientes a ciertos ascomicetes y basidiomicetes.

MÉDULA: Área constituida por hifas fúngicas laxas en los talos heterómeros de los líquenes.

MICELIO: Masa algodonosa, generalmente blanca, que crece en suelo y del cual se desarrollan los cuerpos fructíferos.

MICROMICETES: Hongos con cuerpos reproductores o aparatos esporíferos microscópicos; corresponden tanto a hongos superiores, como inferiores.

MICOBIONTE: Es el componente fúngico de un líquen o de una asociación micorrízica.

MICORRIZA: Organismo compuesto por la asociación simbiótica entre las hifas de algunos hongos y las raíces de plantas vasculares.

MOHO: Hongos cuyas estructuras somáticas y reproductoras son microscópicas y constituyen masas polvorientas que invaden alimentos en descomposición.

OOSPORA: Una spora con pared celular gruesa (de resistencia) originada por fertilización o partenogénesis; en algunos hongos acuáticos.

PÍLEO o SOMBREO: Parte superior dilatada de ciertos tipos de Basidiomicetes y Ascomicetes, en la que se forma el himenio o parte fértil, generadora de esporas. Se le conoce técnicamente como sombrero.

PLECTÉNQUIMA: Término general que se utiliza para designar a todos los tipos de tejidos fúngicos; los dos tipos más comunes son el Prosénquima y el Pseudoparénquima.

PROSÉNQUIMA: Un tipo de Plecténquima en el que las hifas que lo componen se disponen paralelamente unas a otras, entrelazándose o anastomosándose, pero conservando su individualidad.

PSEUDOPARÉNQUIMA: Un tipo de Plecténquima en el que las hifas que lo componen se disponen de manera compacta, semejando el parénquima de las plantas. En este arreglo las hifas pierden su individualidad, y no se distinguen como tales.

RIZINA: Prolongaciones más o menos filiformes de la superficie inferior del talo de los líquenes, constituidas por un número variable de hifas bien compactadas.

SEPTO: Pared transversal en una células o en una hifa; los septos o tabiques se forman por crecimiento centrípeto de la pared celular, y se presentan con cierta regularidad especial en los micelios septados.

SETA: Se les llama a las especies de hongos superiores que tienen la forma de sombrero o casquete sostenido por un pie o estípote.

SEUDOCIFELAS: En algunos líquenes, son pequeñas cavidades abiertas en la parte inferior o superior del talo, semejantes a las cifelas.

SOREDIO: Propágulo vegetativo de los líquenes, que está constituido por un componente fúngico y uno algal y que se presenta a manera de polvo.

TALO: Cuerpo vegetativo o soma de un hongo. El talo puede ser unicelular, pluricelular o dimórfico, según la especie o las fases de ciclo de vida y las condiciones del micelio en el que se desarrolle, pero nunca presenta vasos conductores de savia, ni está diferenciado en raíz, tallo, hojas, flores y fruto; como en las plantas vasculares.

TOMENTOSO (tomento): Conjunto de filamentos o pelos, simples o ramificados, generalmente entrelazados y muy juntos, que semejan la borra. Se aplica al conjunto de hifas, más o menos densamente dispuestas, en la superficie inferior de algunos líquenes y en la base del estípote de algunos himenomicetes, como *Boletus tomentosus* y *Laccaria laccata* (Agaricales).

TRAMA: Tejido de hifas que componen el píleo o el estrato en el que se apoya el himenio, puede ser homómera o heterómera.

ZOOSPORANGIO: Esporangio que contiene zoosporas, (en Chytridiomycota y Oomycota)

ZOOSPORAS: (animal, semilla, espora): Esporas de origen asexual flageladas, y por lo tanto móviles; característica de los hongos acuáticos y de oomicetes.