

Presto o tardi questo sito non sarà piú accessibile.
Il suo contenuto é disponibile al nuovo indirizzo www.funsci.it dove continuerà la sua attività.

3 - Piante Inferiori (Crittogame)

Giorgio Carboni, marzo 2007



Figura 1 - *Rhizomnium punctatum* (muschio). (Foto G.P. Sini).

INDICE

[INTRODUZIONE](#)
[METAGENESI](#)
[CRITTOGAME](#)
[Muschi](#)
[Epatiche](#)
[Felci](#)
[Funghi e Muffe](#)
[Licheni](#)
[APPROFONDIMENTI](#)
[CONCLUSIONE](#)
[BIBLIOGRAFIA](#)
[RIFERIMENTI INTERNET](#)

INTRODUZIONE △

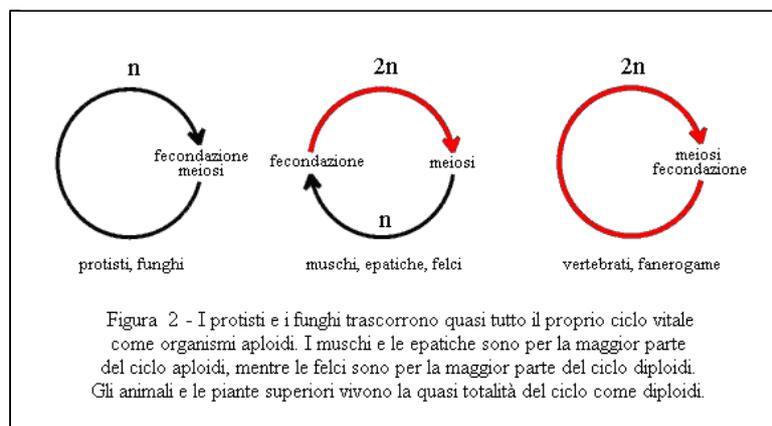
In questo articolo ci occuperemo di piante dalle caratteristiche relativamente primitive, che vengono chiamate anche "inferiori". Esse infatti non possiedono vere radici, fusti, foglie e gli altri organi specializzati che caratterizzano le piante "superiori". Queste piante non possiedono i fiori e vengono chiamate Crittogame proprio per indicare che i loro organi riproduttivi sono nascosti. Nonostante queste loro caratteristiche, si tratta di piante di grande interesse per le forme e per le soluzioni adottate per la loro riproduzione e sopravvivenza.

METAGENESI △

Anche se spesso gli organismi inferiori si riproducono per via asessuata, sono molto rari i casi in cui la riproduzione sessuata non avvenga almeno occasionalmente. Per potersi avere la riproduzione sessuata, i genitori devono unire i propri cromosomi in una stessa cellula e questo avviene con la fecondazione. Ogni genitore fornisce un corredo cromosomico chiamato **aploide**, quindi la cellula fecondata avrà un corredo doppio di cromosomi, che viene chiamato **diploide**. La fusione dei gameti prende il nome di fecondazione e dà origine ad una cellula detta **zigote** dalla quale si sviluppa l'organismo adulto. La riproduzione sessuata ha il vantaggio di mettere a disposizione dell'organismo 2 copie di ciascun gene, compensando quindi eventuali difetti di uno di essi. Ha inoltre il vantaggio di produrre un rimescolamento dei geni e di favorire la variabilità della propria specie.

Il corredo aploide viene indicato con la lettera "n", mentre quello diploide con "2n". Nella specie umana $n = 23$, il che significa che il corredo aploide è formato da 23 cromosomi, mentre quello diploide da 46. Normalmente, i cromosomi sono "dispersi" nel nucleo e non sono visibili. Durante la divisione cellulare, i cromosomi condensano e si uniscono in coppie omologhe per le dimensioni, per il tipo e la successione dei geni che contengono. A questo punto, i cromosomi assumono l'aspetto di una "X" e diventano visibili al microscopio. Normalmente, gli organismi producono gameti aploidi, ma come vedremo non sempre gli organismi adulti sono diploidi.

Esistono due tipi di divisione cellulare: la mitosi e la meiosi. La **mitosi** replica lo stesso corredo cromosomico di partenza, quindi da una cellula $2n$ si passerà a due cellule $2n$, oppure da una cellula n si passerà a due cellule n . Con la **meiosi**, invece, si ha invece una divisione "riduzionale", nel senso che dalla cellula di partenza con corredo $2n$, si passa a due cellule n . La meiosi è anche preceduta da uno scambio di geni fra cromosomi omologhi. Questa riduzione del corredo cromosomico alla condizione aploide è importante per evitare che ad ogni generazione raddoppi il corredo cromosomico, cosa che porterebbe in breve tempo ad una situazione ingestibile da parte della cellula. La mitosi è generalmente legata all'accrescimento dell'organismo o alla sua riproduzione asessuata, mentre la meiosi è legata alla sua riproduzione sessuata.



Salvo rari casi, tutti gli organismi ricorrono alla riproduzione sessuata, anche se per alcuni essa è sistematica e per altri è solo occasionale. Quindi, durante il proprio ciclo vitale quasi tutti gli organismi passano alternativamente dalla condizione aploide a quella diploide. Per esempio, batteri e protisti trascorrono la loro esistenza quasi esclusivamente nella condizione aploide. Solo occasionalmente si riproducono sessualmente, dando luogo ad un individuo diploide che però dopo breve tempo va incontro a meiosi, producendo individui nuovamente aploidi. Nelle alghe pluricellulari, nelle briofite e nelle felci, si ha uno sporofito (diploide) che produce spore (aploidi) capaci di germinare. Da queste spore si origina un gametofito (aploide) che poi produrrà cellule spermatiche e cellule uovo. In certi casi (felci), lo sporofito è più grande del gametofito, in altri (muschi) è il gametofito ad essere più grande, in altri ancora, queste due forme hanno dimensioni comparabili. In passato, la differenza morfologica tra lo sporofito ed il gametofito ha fatto sì che individui che appartenevano alla stessa specie fossero attribuiti a specie diverse. Nella specie umana, come in tutti i vertebrati, la condizione diploide occupa quasi interamente il ciclo vitale e solo poco prima della fecondazione si ha la produzione dei gameti aploidi. Nelle piante superiori sono gli sporofiti (piante vere e proprie) a prevalere, mentre i gametofiti sono ridotti ai grani di polline e agli ovuli. Quindi nel corso dell'evoluzione si è partiti da organismi che per la quasi totalità del ciclo vitale erano aploidi per arrivare ad organismi quali le piante superiori e gli animali che trascorrono la quasi totalità del ciclo vitale come diploidi.

Questo ciclo biologico, nel quale si alternano generazioni diploidi ed altre aploidi, è chiamato **metagenesi**. È importante tenere presente questo processo se si vogliono seguire anche con il microscopio i diversi passaggi della riproduzione sessuata delle piante inferiori e se si vogliono individuare o riconoscere le strutture da osservare.

CRITTOGAME

Come sapete, le prime forme di vita sono nate nel mare circa 4 miliardi di anni fa e solo poche centinaia di milioni di anni fa i vegetali e gli animali hanno cominciato a colonizzare la terraferma per mezzo di un lungo processo evolutivo. All'interno delle crittogame si assiste al passaggio fra l'ambiente acquatico e quello terrestre e nel loro ciclo riproduttivo sono ancora molto legate all'acqua. Le Crittogame non possiedono le strutture specializzate delle piante superiori quali radici, fusto, rami, foglie e fiori. La loro struttura poco differenziata è chiamata **tallo** e **tallofite** sono le alghe, i funghi, i licheni, i muschi e le epatiche. A differenza dalle piante superiori che si riproducono per mezzo di fiori e di semi, le crittogame si riproducono per mezzo di spore, oppure per via vegetativa ed asessuata.

All'infuori delle felci, le crittogame non possiedono un sistema vascolare per il trasporto dei liquidi. In generale, non possiedono la cuticola, quello strato ceroso che protegge la pianta dalla perdita di acqua per evaporazione e ciò è indicativo della loro origine acquatica e della necessità che tali piante hanno di vivere in luoghi umidi e ombrosi. Anche durante il loro ciclo riproduttivo le crittogame hanno bisogno dell'acqua perché i loro gameti maschili nuotano in quel elemento per raggiungere i gameti femminili. Le crittogame che vivono sulla terraferma hanno ancora bisogno di un velo d'acqua che le ricopra durante il periodo riproduttivo. Per le piante, il passaggio dall'acqua alle terre emerse ha comportato lo sviluppo di radici per assorbire l'acqua dal terreno, di un fusto e di rami per sollevarsi da terra e di foglie per distendere i propri apparati fotosintetici che prima erano invece mantenuti sollevati dalla spinta di galleggiamento. Ha comportato inoltre numerosi altri adattamenti alle condizioni particolari dei diversi ecosistemi. Molte crittogame invece sono rimaste assai simili ai loro antenati di centinaia di milioni di anni fa.

TERMINOLOGIA

Il termine "**Crittogame**" (dal greco: cripto e gámos = nozze nascoste) indica piante prive di organi riproduttori visibili (cioè prive di fiori). Si contrappone al termine: "**Fanerogame**" (nozze evidenti), che indica piante con organi riproduttivi evidenti (fiori). Il termine Crittogame non raccoglie piante omogenee da un punto di vista evolutivo, ma comprende anche organismi che appartengono a regni diversi. In quanto organismi non animali e che non possiedono fiori, possono essere considerati parte delle Crittogame: i batteri, le alghe, i funghi, i licheni, i muschi, gli sfagni, le antocerote, le epatiche e le felci. Spesso questa ampia comprensività del termine viene usata per comodità, ma si tenga presente che i batteri ed i funghi fanno parte di regni autonomi. Lo stesso discorso è in parte valido anche per i licheni che sono associazioni fra un fungo ed un'alga unicellulare.

Con il termine di "**Briofite**" (dal greco: bryon, muschio), si indicano piante di piccole dimensioni e prive di sistema vascolare, comprendendo: muschi, sfagni, antocerote ed epatiche. A sua volta, il termine "**Tallofite**" indica piante prive di vere radici, fusto e foglie. Comprende le alghe pluricellulari, i funghi, i licheni e le briofite, mentre non comprende le felci. A questo termine si contrappone quello di "**Cormofite**", piante che hanno il "cormo", cioè la struttura composta di radici, fusto e foglie. Appartengono alle cormofite le fanerogame e le felci.

In questo articolo, ci occuperemo delle piante menzionate nell'indice e, nei limiti accennati, appartenenti alle Crittogame.

MUSCHI

I muschi sono piccole piante che vivono in luoghi ombrosi ed umidi. Il loro umile aspetto ci porta ad ignorarle, mentre invece presentano diversi aspetti sicuramente interessanti per degli appassionati di microscopia. Prima di mettere mano al microscopio, è bene esaminare il ciclo vitale di questi organismi, in modo da capire meglio quello che osserveremo.

Il ciclo vitale dei muschi comincia con la liberazione delle spore da parte di una **capsula** (o **urna**), che si apre quando cade l'opercolo (figura 3). La spora è in grado di germinare e da essa si sviluppa un **gametofito** (la piantina che noi chiamiamo muschio). Quando è maturo, il gametofito (n) produce cellule spermatiche flagellate da una struttura chiamata **anteridio** e cellule uovo in una struttura chiamata **archegonio**. Le cellule spermatiche (o **anterozoi**) vanno alla ricerca dell'archegonio e per fare questo è necessario che ci sia abbastanza umidità da avvolgere la pianta con un velo d'acqua. La cellula uovo fecondata, o **zigote** ($2n$), matura e si sviluppa rimanendo attaccata al gametofito. Questa piantina prende il nome di **sporofito** ($2n$) ed è formata da un filamento terminante con una capsula contenente spore (n). In certe specie, anteridio e archegonio sono presenti in piantine separate (specie dioiche). Anche la specie umana è dioica dal momento che i gameti di sesso opposto sono prodotti da sporofiti diversi: rispettivamente l'uomo e la donna.

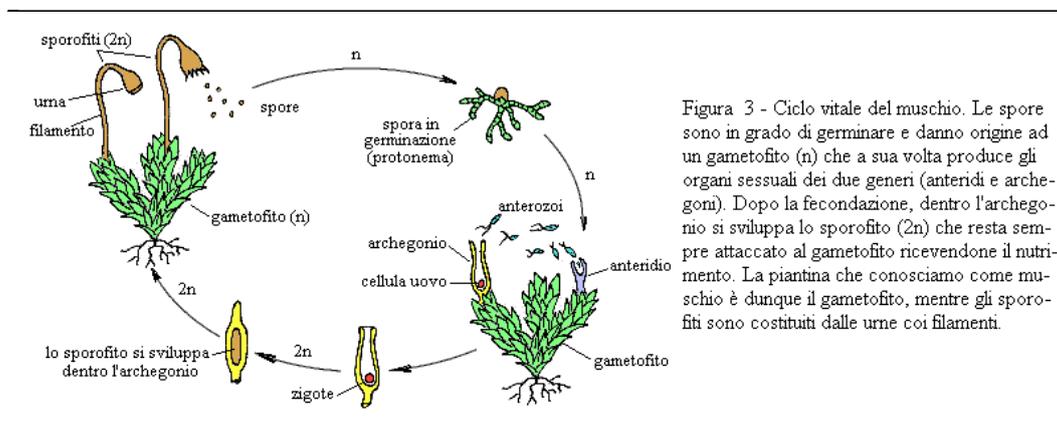


Figura 3 - Ciclo vitale del muschio. Le spore sono in grado di germinare e danno origine ad un gametofito (n) che a sua volta produce gli organi sessuali dei due generi (anteridi e archegoni). Dopo la fecondazione, dentro l'archegonio si sviluppa lo sporofito ($2n$) che resta sempre attaccato al gametofito ricevendone il nutrimento. La piantina che conosciamo come muschio è dunque il gametofito, mentre gli sporofiti sono costituiti dalle urne coi filamenti.

Quindi, nei muschi il gametofito (e non lo sporofito) è l'organismo di maggiori dimensioni, la piantina che noi chiamiamo muschio. Lo sporofito è formato dalla capsula che contiene le spore e dal filamento che la sostiene. Come potete constatare, lo sporofito è attaccato al gametofito per mezzo di un piede.



Figura 4 - Vaso con muschio ed epatiche.



Figura 5 - Piantina di muschio.
Campo = 10 mm ca.

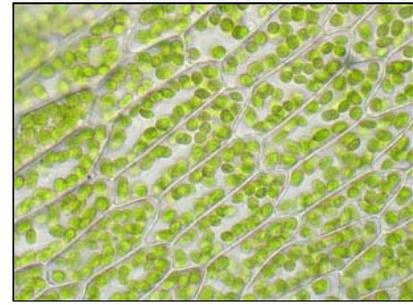


Figura 6 - Cellule di foglia di muschio.
Sono ben visibili i cloroplasti.

Estraete una piantina di muschio e lavatela con acqua corrente. Esaminatene le foglioline ed i rizoidi (radici) con il microscopio stereoscopico. In generale, le foglioline dei muschi sono formate da un solo strato di cellule. Staccate qualche foglia e ponetela fra i vetri con un po' d'acqua. Osservandole con il microscopio da biologia, vi sarà possibile vedere i cloroplasti che sono aderenti alla superficie interna della cellula, quindi potrete mettere a fuoco alternativamente lo strato superiore e quello inferiore di cloroplasti. I rizoidi non sono vere e proprie radici, ma singole cellule filamentose oppure filamenti di cellule. Cercate gli eventuali setti che separano le cellule. Esaminate lo sporofito nel piede, filamento, capsula, opercolo e spore. Provate a fare germinare delle spore ponendole in terra fine sterilizzata al forno. Cercate di individuare nelle fronde l'anteridio e l'archegonio. Notate l'assenza nei muschi di fusto e di rami. Notate nelle foglie l'assenza di stomi e di vasi conduttori.

Esaminando il terreno, vi sarà facile riconoscere l'esistenza di diverse specie di muschio. Per esempio, quello delle figure 4, 5 e 6 ha delle foglioline relativamente grandi. Ve ne sono altri con foglioline molto piccole e con un aspetto un po' "cespuglioso". Su muretti di cemento e anche su marciapiedi umidi e poco frequentati, è facile incontrare masse di muschio compatte, di colore verde intenso e dall'aspetto di velluto. Per ogni specie, le foglie, le cellule e le altre strutture saranno diverse. Quindi, per ogni specie che incontrate esaminatene l'insieme e le singole parti. Confrontate le strutture delle diverse specie che incontrate. A volte, sul muschio sono presenti piccoli animali. Compilate una scheda corredata di fotografie.

EPATICHE

Le epatiche si presentano in forme cormoidi (accenno di fronde) oppure in forme talloidi (linguette aderenti al terreno). Il loro ciclo vitale è abbastanza simile a quello dei muschi e la fronda o la linguetta è il gametofito (n). Gli archegoni e gli anteridi si formano sul margine o sull'apice delle linguette. Nella *Marchantia*, invece, essi sono portati da strutture ad ombrellino (archegonioforo e anteridioforo) facenti ancora parte del gametofito. Le spore vengono prodotte vicino all'archegonio. Le epatiche si riproducono anche vegetativamente, per mezzo di propaguli dalla forma discoidale (figure 11 e 12). Nella *Marchantia* i propaguli sono prodotti in cospicue di forma circolare, mentre nella *Lunularia* le cospicue hanno la forma di piccole lune (figura 11).

Anche le epatiche sono piante poco appariscenti e spesso mal considerate per il loro umile aspetto, al microscopio invece vi stupiranno. Prendete ad esempio la *Lunularia cruciata*, un'epatica facilmente reperibile intorno a fontane, cascate, ruscelli e in altre zone bagnate ma non sommerse. Se non ne trovate in natura, recatevi in un vivaio, dove è possibile trovarne in vasi di piante in vendita. Come vedete nella figura 7, questa epatica ha l'aspetto di linguette aderenti al terreno larghe circa un centimetro e lunghe due o tre. Staccatene una ed esaminatela al microscopio stereoscopico nella superficie superiore e nella pagina inferiore, dove vedrete delle pseudo radici, chiamate rizoidi o rizine, che partono direttamente dalla linguetta.



Figura 7 - Talli di epatica (*Lunularia cruciata*).



Figura 8 - Tallo di epatica capovolto per mostrare i rizoidi.

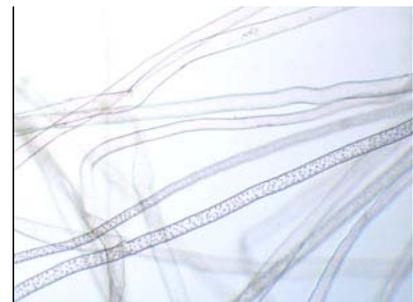


Figura 9 - Rizoidi di *Lunularia cruciata*.

Al microscopio da biologia, i rizoidi appaiono come lunghi filamenti unicellulari o composti da più cellule una di seguito all'altra. Vi sarà possibile distinguere almeno due tipi di fibre: una liscia e l'altra "granulosa" (figura 9). A più alto ingrandimento, le fibre granulose mostrano un aspetto sconcertante, quello di un tubicino con spine rivolte all'interno (figura 10) e di cui è difficile comprendere la funzione.

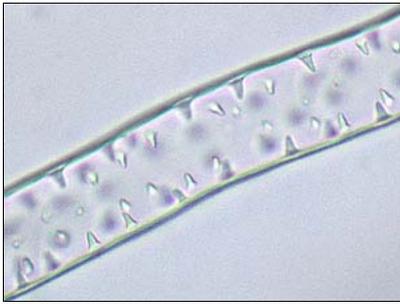


Figura 10 - Rizoide "granuloso" di *Lunularia cruciata*. Diam. = 0,2 mm.



Figura 11 - Talli di *Lunularia cruciata* e coppella con propaguli.



Figura 12 - Propaguli in via di dispersione. Diametro = 0,5 mm.

Tornando ad esaminare il tallo con il microscopio stereoscopico, in autunno ed in inverno vi sarà facile scorgere delle piccole coppe contenenti dei dischetti verdi. Si tratta di **propaguli** (figure 11 e 12), una sorta di piccole talee spontanee con cui la pianta si riproduce vegetativamente. In questa specie, le coppelle hanno la forma di piccole lune. Osservando attentamente il tallo, vi accorgete che è cosparso di punti chiari. Aumentando l'ingrandimento, scorgete una "piastrellatura" (figura 13). La prima cosa che viene da pensare è che ciascuna "piastrella" corrisponda ad una cellula, ma non è così. Ognuna di quelle forme poligonali delimita una camera formata da centinaia di cellule. In figura 14, è mostrata una sezione trasversale della lamina della *Lunularia* dove potete vedere uno strato inferiore di cellule prive di cloroplasti, uno strato intermedio di cellule ricche di cloroplasti e in alto uno strato di cellule ancora mancanti di cloroplasti. In questo strato superiore è ben visibile il poro attraverso cui si attua lo scambio dei gas necessario alla fotosintesi. Questo poro non è in grado di regolare il suo lume che resta quindi costante. Come ho detto, al di sotto del poro c'è uno strato spugnoso di cellule fotosintetiche e delle quali sono visibili i cloroplasti. Lo strato epidermico superiore è trasparente e lascia passare la luce allo strato fotosintetico. Le cellule fotosintetiche sono visibili anche per trasparenza dall'alto e nella figura 13 appaiono come una fine granulosità.



Figura 13 - Strutture poligonali della *Lunularia*. Distanza media tra i pori = 0,4 mm.

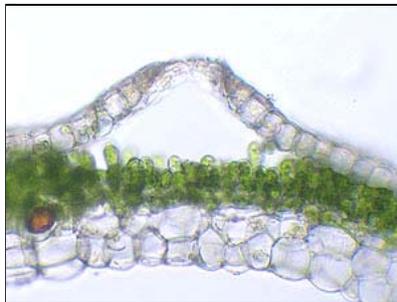


Figura 14 - Sezione di camera fotosintetica. Notate lo strato intermedio di cellule con cloroplasti e il poro in alto.



Figura 15 - *Marchantia polymorpha*. (Foto di G.P. Sini).

Con pinzette molto sottili, provate a rimuovere lo strato superiore di una camera per scoprire lo strato fotosintetico ed osservatelo con entrambi i microscopi. Utilizzate l'illuminazione per trasparenza e quella per riflessione. Immergendo una lamina in acqua, in pochi minuti vedrete una bollicina d'aria formarsi in corrispondenza di ciascun poro. Con tutta probabilità, si tratta di ossigeno: il prodotto di "scarto" della fotosintesi clorofilliana. Per osservare degli anterozoi, in primavera schiacciate dei talli di epatica cercando di fare cadere una goccia di sugo su di un vetrino. Aggiungete acqua e coprite. Gli anterozoi dovrebbero apparire come cellule flagellate.

Procuratevi anche altre epatiche ed esaminatene la struttura generale e le camere fotosintetiche facendo sezioni sottili delle lamine. Osservate e descrivete i diversi tipi di rizoidi. Cercate di determinare se essi sono formati da filamenti costituiti da una cellula sola o da una sequenza di cellule. Descrivete le strutture delle diverse specie. Provate a seminare dei propaguli in un piccolo semenzaio realizzato apposta e che collocherete in un posto umido, fresco ed ombreggiato. I contenitori devono potere lasciare scolare l'acqua piovana. Mantenete umidi i substrati. Coprite i semenzai con una lastra di vetro.

FELCI ▲

Le felci sono crittogame evolutivamente vicine alle fanerogame tanto che si pensa che ci sia un rapporto di discendenza fra le prime e le seconde. Come le fanerogame, anche molte felci possiedono una struttura a corno (composta da radici, fusto e foglie), tessuti vascolari, cuticola esterna, etc. Non possiedono invece fiori e semi, ma si riproducono per mezzo di spore e per questo motivo molti studiosi le collocano fra le crittogame. Dal momento che la selaginella si riproduce con spore (e non fiori e semi) molti altri studiosi considerano questa pianta una felce.

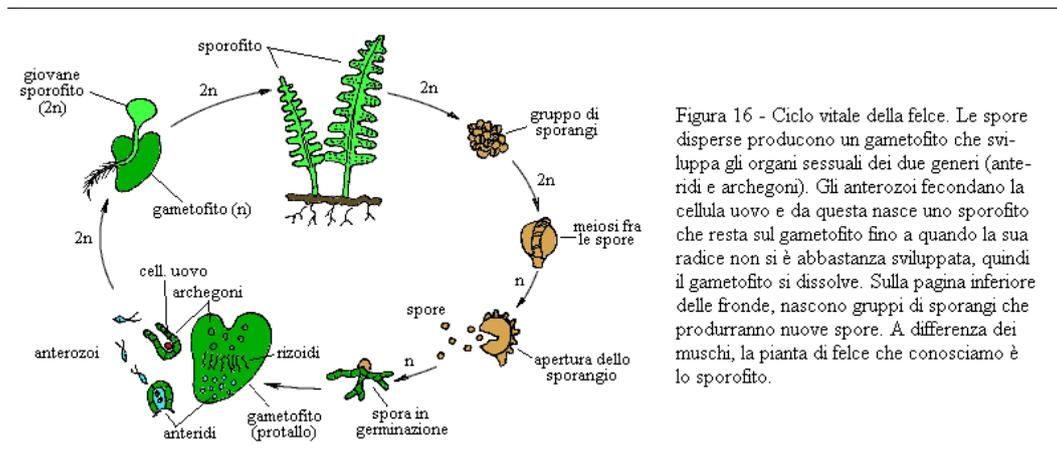


Figura 16 - Ciclo vitale della felce. Le spore disperse producono un gametofito che sviluppa gli organi sessuali dei due generi (anteridi e archegoni). Gli anterozoi fecondano la cellula uovo e da questa nasce uno sporofito che resta sul gametofito fino a quando la sua radice non si è abbastanza sviluppata, quindi il gametofito si dissolve. Sulla pagina inferiore delle fronde, nascono gruppi di sporangi che produrranno nuove spore. A differenza dei muschi, la pianta di felce che conosciamo è lo sporofito.

In riferimento alla figura 16, possiamo fare iniziare il ciclo vitale delle felci con la liberazione delle spore (n) dagli sporangi maturi. Queste spore sono in grado di germogliare e di produrre un **protallo** (n), una sorta di fogliolina a forma di cuore che oltre a dei rizoidi porta degli archegoni e degli anterozoi. Questa fogliolina è il gametofito (n), mentre lo sporofito (2n) è l'organismo frondoso che conosciamo tutti, ma procediamo con il ciclo vitale. Nella stagione e nel momento adatti, gli anterozoi si aprono e liberano cellule spermatiche flagellate (anterozoi) che nuotano nel velo d'acqua che durante la pioggia o durante la stagione umida ricopre le diverse piante dirigendosi verso l'archegonio per fecondare le cellule uovo. Dalla cellula uovo fecondata (zigote, 2n) si sviluppa lo sporofito (2n) il quale cresce sul gametofito. Quando il giovane sporofito si è ben ancorato nel terreno, il gametofito si dissolve. Una volta maturo e nella pagina inferiore delle proprie fronde, lo sporofito produce gli sporangi in gruppi chiamati sori. All'interno di ciascuno sporangio le cellule madri (2n) subiscono la meiosi e vengono trasformate in spore (n). Quando lo sporangio è maturo, si apre liberando le spore che sono pronte a germogliare, e il ciclo riprende.

L'archegonio delle felci è simile a quello dei muschi ed ha la forma di una fiaschetta. Ciascun archegonio contiene una cellula-uovo o oosfera. Mentre la piantina del muschio è un gametofito, la pianta di felce è uno sporofito. Le felci rappresentano una tappa importante nell'evoluzione delle piante per il passaggio dal gametofito allo sporofito come forma prevalente.



Figura 17 - Capelvenere (*Adiantum capillus Veneris*).



Figura 18 - Sori (coperti da indusio) nella pagina inferiore delle fronde di Capelvenere. Diametro degli indusi 2 mm circa.

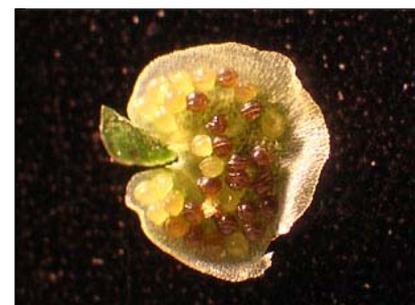


Figura 19 - Sporangi in un indusio rimosso. Diametro degli sporangi 0,2 mm circa.

Il capelvenere (*Adiantum capillus Veneris*), figura 17, è una bella felce che ama gli spruzzi d'acqua e le esposizioni ombrose. Spesso si trova alla base di cascate d'acqua, ma è più facilmente reperibile presso i vivai. Questa felce si presta bene per osservarne le fronde e gli organi riproduttivi. Osservate anche sezioni di foglie e dei sottili fusti neri. Esaminate anche le radici (a differenza dai funghi, dai muschi e dalle epatiche, le felci hanno radici vere).

Raccogliete fronde di felci e cercate l'eventuale presenza di **sporangi** nella pagina inferiore. Normalmente questi sporangi sono riuniti in **sori** (gruppi) e questi sori sono spesso ricoperti da una pellicola chiamata **indusio** (figura 18). Quando la felce è matura, l'indusio si accartocchia e gli sporangi si aprono liberando le spore. Se invece i sori sono ancora coperti dall'indusio, rimuovetelo ed osservate gli sporangi con un microscopio stereoscopico. Se in questa operazione usate un faretto di luce concentrata, è possibile che potrete assistere all'esplosione di sporangi e alla liberazione delle spore. Se questo non dovesse avvenire, aprite qualche sporangio per ottenere delle **cellule madri** o delle **spore** da osservare a più alto ingrandimento. Esaminate la superficie delle fronde alla ricerca di stomi. Fate una sezione trasversale di una fronda per osservare le cellule, i tessuti e i vasi. Fate una sezione trasversale di un fusto per osservare il tipo e la disposizione dei vasi. Prelevate delle radici ed esaminatetele.

Ancora presso un vivaio, procuratevi una Selaginella (figura 20). Si tratta di una felce abbastanza evoluta, ricca di foglioline squamose disposte in modo ordinato, di cui una parte più grandi delle altre. Tra fusto e foglie è presente una **ligula** che ha la funzione di assorbire l'acqua. Le foglie possiedono una nervatura centrale con trachee. Lungo questa nervatura, sono visibili degli stomi. Le cellule delle foglie sono di almeno due tipi: uno nella pagina superiore della foglia, di forma approssimativamente quadrata, con un grosso cloroplasto centrale, una membrana zigzagante ed uno situato nella pagina inferiore, rettangolare e con membrana ondulante. Dalle fronde inferiori partono delle radici avventizie. Agli apici dei rametti possono essere presenti **sporofilli**, spighe contenenti organi riproduttivi e spore.



Figura 20 - Fronde di Selaginella.

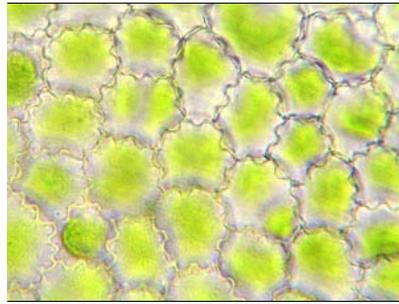
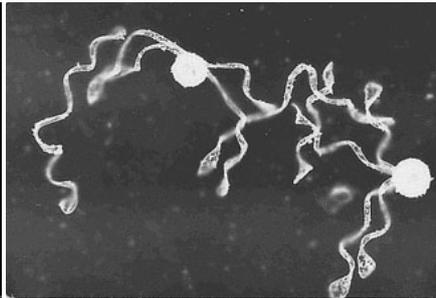
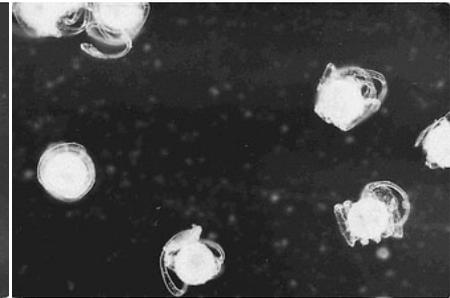


Figura 21 - Cellule della foglia di Selaginella.



Figura 22 - Stomi su foglie di Selaginella.

All'inizio della primavera, scuotete il gambo di Equiseti (o coda di cavallo, figura 23) e raccogliete le spore. Disponetene qualcuna su di un vetrino, senza coprirle. Al microscopio, le spore appaiono dotate di quattro braccia filamentose (figura 24). Alitando su di esse, i filamenti si contrarranno (figura 25).

Figura 23 - Equiseto, sporofito in primavera (*Equisetum arvense* L.).Figura 24 - Spore di Equiseto distese.
(Foto di G.P. Sini)Figura 25 - Spore di Equiseto contratte.
(Foto di G.P. Sini)

Dove raccogliere felci? Cercatele in luoghi ombreggiati, freschi ed umidi, come per esempio nei boschi e in vicinanza di ruscelli, sorgenti o cascate d'acqua anche piccole. Altrimenti, recatevi presso un vivaio dove potrete facilmente procurarvene alcune specie.

RIPRODUZIONE DI FELCI

La riproduzione di felci può avere molti scopi: quello di ottenere nuove piante, di poter seguire il loro ciclo vitale ed in particolare di potere esaminare dei protalli, altrimenti difficili da rintracciare in natura. A seconda delle specie, le felci possono essere propagate per divisione dei cespi radicali o separando gli stoloni o per mezzo di propaguli, ma queste propagazioni vegetative non ci permetterebbero di seguire il ciclo vitale della pianta. Adotteremo quindi il sistema della riproduzione a partire dalle spore.

- Tra giugno e settembre, raccogliete fronde sane e appoggiatele su fogli bianchi o anche di giornale. Dopo una settimana, raccogliete le spore in una busta e riponetela in un luogo asciutto. La semina può essere fatta subito oppure nella primavera successiva.
- Sterilizzate un germinatoio o un vaso basso e largo con candeggina o con acqua bollente o in forno (200°C per ½ ora).
- Disponete sul fondo uno strato di 1,5-2 cm di ghiaino lavato.
- Preparate questo composto: 7 parti di terra; 2 parti di torba; 2 parti di sabbia fine; 2 parti di foglie o erba decomposte (o un po' di fertilizzante in polvere).
- Sterilizzate il composto in forno (200°C per ½ ora).
- Mescolate e poi setacciate con fori da 12 mm.
- Disponete uno strato di non più di 2,5 cm di scarto della setacciatura sul ghiaino già messo.
- Disponete 1,5 - 2 cm di composto setacciato.
- Con un'assicella di legno, pareggiate comprimendo un po'.
- Mescolate le spore con una manciata di terra fine sterilizzata.
- Spargete omogeneamente questa manciata sul semenzaio.
- Coprite il semenzaio con una lastra di vetro, lasciando qualche cm di aria.
- Portate il semenzaio in un luogo ombreggiato, umido e fresco.
- Ogni tanto, bagnate il semenzaio dal fondo. Evitate che si asciughi troppo.
- Entro 1 - 3 mesi, dovrebbero comparire molti protalli.
- Da questo momento in poi l'acqua dovrà essere data con un innaffiatoio a pioggia fine ed usando di preferenza acqua piovana per permettere agli anterozoi di raggiungere gli archegoni.
- Entro 6 mesi, i protalli dovrebbero essere diventati delle piccole piantine che a volte hanno la forma di cuore.
- Entro 9 mesi, sui gametofiti si dovrebbero sviluppare gli sporofiti (le giovani felci).
- Progressivamente, sollevate il vetro e toglietelo dopo 3 settimane.
- Quando le piantine avranno sviluppato delle fronde, trasferitele in vasi progressivamente più grandi per fare irrobustire le radici e le fronde.
- In autunno o in primavera, trapiantate le felci in giardino o in natura.

Il momento che ci interessa di più è quello che va dalla comparsa del protallo alla nascita dello sporofito. In particolare, cercheremo sul protallo gli organi riproduttivi. Sarà alquanto difficile riuscire ad osservare degli anterozoi di felce, ma ci si può sempre provare. Dovrebbe essere più facile osservare degli archegoni con la cellula-uovo ed i rizoidi del protallo.

FUNGI E MUFFE ▲

Poiché i funghi sono più primitivi dei muschi, epatiche e felci, negli elenchi delle crittogame solitamente essi vengono indicati per primi. Qua invece li ho collocati alla fine perché con la loro particolare struttura cellulare cenocitica (cellule con molti nuclei isolati) avrebbero potuto creare qualche confusione con i concetti di aploidia e diploidia appena introdotti. Di conseguenza, ho anche messo in coda i licheni.

La caratteristica principale dei funghi è quella di non possedere cloroplasti e quindi di non essere capaci di fotosintesi. Per il loro nutrimento, i funghi dipendono da altri organismi dei quali possono essere **parassiti** o **simbionti**, oppure si nutrono di sostanze organiche in

decomposizione (funghi **sapròfiti**). Insieme con i batteri, i funghi sono i principali decompositori delle sostanze organiche e svolgono quindi una funzione molto importante dal punto di vista ambientale. I funghi sono composti da filamenti pluricellulari chiamati **ife** e il loro insieme è chiamato **micelio**. Alcune specie producono un **corpo fruttifero**, quello che viene comunemente chiamato fungo, un organo specializzato nella produzione di spore. Molte altre specie invece non producono un corpo fruttifero, sono considerate funghi inferiori e sono conosciute comunemente come **muffe**. La riproduzione sessuata dei funghi può avvenire per fusione dei gameti, per fusione dei gametangi, per fusione di ife non specializzate. Normalmente la fusione delle ife non è seguita immediatamente dalla fusione dei nuclei, quindi le cellule di molti funghi hanno 2 nuclei (**dicarion**) che si fonderanno anche dopo molto tempo.

Il regno dei funghi è suddiviso nelle seguenti divisioni: Zigomiceti, Ascomiceti, Basidiomiceti, Deuteromiceti. I **Zigomiceti** sono composti da poche centinaia di specie, la più conosciuta delle quali è la muffa nera del pane. Gli **Ascomiceti** hanno le spore racchiuse in piccoli sacchi (**aschi**). Hanno le ife settate, ma le cellule possiedono un solo nucleo. Gli ascomiceti monocellulari sono chiamati **lieviti**. Essi si nutrono di sostanze zuccherine per mezzo di un processo chiamato **fermentazione**. Fanno parte degli Ascomiceti anche i **tartufi**. Ai **Basidiomiceti** appartengono quasi tutte le specie che producono il corpo fruttifero. Sono formati da un vasto micelio che produce un corpo fruttifero o **basidiocarpo**. Le spore germinano dando vita a miceli monocarioti (n). Dalla fusione di ife di ceppo diverso si formano miceli dicarioti (n + n). Questi si estendono, producono un corpo fruttifero sotto il cui cappello formano strutture riproduttive chiamate **basidi**. A differenza dagli aschi che producono le spore al loro interno, i basidi le producono all'esterno. Nei basidi si ha la fusione dei nuclei (2n), seguita dalla meiosi, dalla formazione di spore (n) e dalla loro propagazione. Dei **Deuteromiceti** non si conosce la riproduzione sessuata. Fra le 25.000 specie ci sono quelle parassite di piante ed animali (mughetto, piede d'atleta, etc.). Alcuni sono usati nella produzione di formaggi, di antibiotici e di medicinali. Questa è la divisione più ricca di muffe, ma anche le altre possiedono muffe.

Raccogliete dei funghi anche maturi per osservarne le lamelle o il tessuto spugnoso posto sotto al cappello ed i basidi. Spesso si potranno vedere piccoli insetti che si cibano delle spore. Nel gambo, è possibile osservare larve di insetti che potete mantenere in un recipiente per vedere l'adulto che ne nasce. Appoggiate il cappello di un fungo sopra un vetrino da microscopio. Il giorno dopo, potrete osservare numerosissime spore (figura 28) disposte su file come le lamelle del fungo (figura 27). I corpi fruttiferi dei funghi possono avere forme assai diverse e sono spesso d'aspetto molto suggestivo, ma date le loro dimensioni non sono adatti ad essere osservati con il microscopio, tranne che nei basidi, basidiospore, ascospore e negli eventuali animaletti che si nutrono di spore o dei tessuti del fungo. Molto più adatte ad essere osservate con il microscopio sono le muffe.



Figura 26 - Fungo basidiomicete.

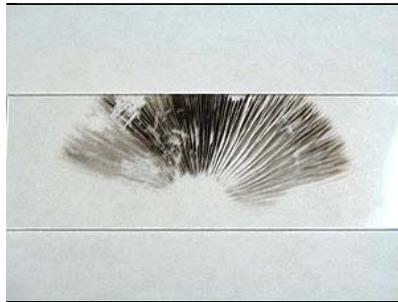


Figura 27 - Raccolta di spore su vetrino.

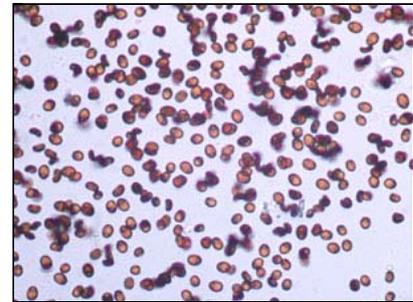


Figura 28 - Spore di fungo (400 X circa).

Per cominciare, cercate delle muffe in vecchi barattoli di marmellata o di conserva di pomodoro. Altrimenti, potete prepararne una coltura. A tale scopo, tagliate una fetta di pomodoro o di altro ortaggio o frutto e ponetela in un vasetto basso di vetro. Lasciate il vasetto aperto per un'ora per raccogliere qualche spora, poi mettetelo nel frigorifero. Se necessario aggiungete qualche goccia d'acqua per mantenere quell'ambiente umido. Dopo una settimana o due, vi dovrebbe essere possibile osservare delle muffe. Chiudete il vasetto con un coperchio in modo da trattenere l'umidità e lasciatele crescere un po'. In questo modo, avrete ottenuto una camera umida.

Ogni tanto, con un microscopio stereoscopico, esaminate la coltura. Quando tra le ife osserverete la presenza di spore, aiutandovi ancora con il microscopio stereoscopico e per mezzo di un ago sottile prelevate dei campioni di micelio. La parte migliore della muffa è quella posta ai margini, dove essa cresce attivamente e dove siano presenti delle spore. Questi campioni non devono essere più grandi di 2 - 3 mm². Ponete questi campioni su di un vetrino da microscopio dove avrete già messo alcune gocce di acqua. Con un secondo ago, cercate di disporre i filamenti in modo che siano distesi.

Normalmente, l'acqua non riuscirà a penetrare fra le fibre e grosse bolle d'aria ostacoleranno l'osservazione. La situazione migliorerà sostituendo l'acqua con alcool. Provate anche ad impiegare acqua distillata addizionata di un agente tensioattivo come quelli che vengono usati per evitare la formazione di gocce sulle pellicole fotografiche durante la loro asciugatura. Potete provare anche detersivo liquido per piatti. I tensioattivi hanno la proprietà di abbassare la tensione superficiale dell'acqua e di favorire la bagnabilità delle superfici con cui essa viene in contatto. Le quantità di tensioattivo da usare deve essere minima, altrimenti le membrane delle ife verranno demolite. L'obiettivo è quello di ottenere delle fibre abbastanza distese da evitare eccessive sovrapposizioni e da poter essere comodamente esaminate. Alla fine, montate il coprioggetti.

Figura 29 - Muffa su conserva di pomodoro.
Diametro 6 mm.

Figura 30 - Spore di muffa (400 X ca.).

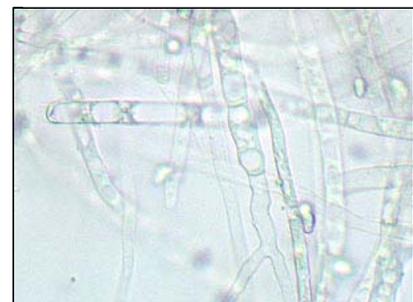


Figura 31 - Ife della muffa di Gorgonzola (400 X ca.).

Un altro metodo per osservare muffe e le loro spore consiste nel disporre una sottile patina di marmellata nella zona centrale di un vetrino da microscopio. In una capsula Petri, ponete un foglio di carta assorbente molto umido e poi il vetrino. Lasciatelo un po' all'aria perché qualche spora vi si possa depositare, quindi chiudete la capsula con il proprio coperchio e ponetela nel frigorifero. Dopo una decina di giorni, dovrete avere un vetrino pronto ad essere posto sotto al microscopio, senza bisogno di dover prelevare ife, cosa che come avrete sperimentato è piuttosto impegnativa.

Quando, dopo molti inevitabili tentativi, riuscirete ad ottenere dei preparati decenti, potrete osservare le ife, i pennacchi con le spore e le spore stesse (figura 30). Le spore vengono prodotte in gran numero per divisione mitotica delle cellule dei pennacchi. Dalla forma delle ife e soprattutto da quella dei pennacchi, è possibile arrivare anche al riconoscimento della specie di muffa. Per osservare i nuclei, occorre colorare le ife.

Un altro metodo usato soprattutto per raccogliere muffe in ambienti domestici, come per esempio le pareti, è quello di premere leggermente sulla muffa uno spezzone di nastro adesivo che poi dovrà essere montato su di un vetrino da microscopio.

Fra i riferimenti Internet che ho messo alla fine di questo articolo, potete trovare indicazioni più dettagliate sulle muffe e sulle tecniche per la loro coltivazione, osservazione ed identificazione.

LICHENI ▲

I licheni sono un'associazione fra un fungo ed un'alga unicellulare. Di solito l'alga è un'alga verde od una cianoficea, il fungo invece è quasi sempre un ascomicete. Mentre i funghi hanno bisogno di trovare nel terreno sostanze organiche, i licheni hanno bisogno soltanto di aria, acqua, luce ed un po' di sali minerali. Infatti è l'alga che fornisce al fungo le sostanze organiche di cui ha bisogno e questi ricambia il favore procurando all'alga sali minerali. I funghi sono infatti molto efficaci nell'assorbire composti inorganici dal terreno. Le alghe ed i funghi dei licheni possono vivere anche separatamente, ma dalla loro collaborazione nascono individui nuovi e molto resistenti, capaci di sopravvivere a lunghi periodi di disseccamento. La resistenza e la capacità di adattamento dei licheni è tale che essi riescono a sopravvivere in ambienti così ostili che nessun altro vegetale è in grado di colonizzare. I licheni possono vivere su molti supporti, ma potrete più facilmente trovarne sui rami e sulla corteccia degli alberi, su sassi e muretti di cemento.

In genere, il tallo dei licheni viene distinto in **crostoso-pulverulenti**, **fogliosi** e **fruticosi**. Quelli fogliosi sono distinti in **omomeri** ed **eteromeri**. Il tallo omomero non presenta strati distinti, ma è costituito da ife nelle quali le alghe sono distribuite in modo omogeneo. Il tallo eteromero è tipicamente costituito da 4 strati (figura 34). Il **cortex superiore** è formato da ife strettamente intrecciate; la **medulla** è uno spesso strato di fibre dalla consistenza feltrosa nel quale può circolare aria; solitamente sotto il cortex superiore c'è uno strato di alghe (**strato gonidiale**); il **cortex inferiore** è anch'esso costituito da ife strettamente intrecciate e spesso si mantiene a contatto con il substrato per mezzo di **rizine**.

Che i licheni fossero il risultato di uno strano matrimonio lo prova il fatto che l'alga non si riproduce più sessualmente, ma solo per mitosi, mentre il fungo continua a riprodursi come se vivesse per conto suo. Sui licheni è spesso possibile scorgere numerose scodelline (**apotecti**), il cui tessuto interno (**imenio**) è ricco di **aschi** (sacchetti) contenenti **ascospore** (n), in grado di dar vita ad un nuovo micelio. Incontrando un'alga adatta, questo micelio può generare un altro lichene. I licheni si riproducono anche per via vegetativa, in seguito al distacco di un frammento del proprio tessuto. Alcuni licheni sviluppano piccole appendici colonnari o minuscoli gomitolini di ife ed alghe pronti a staccarsi alla minima sollecitazione e a dar vita ad una nuova colonia.



Figura 32 - Lichene "giallo-verde" (*Xanthoria* sp.). I numerosi apotecti coprono quasi interamente il tallo.



Figura 33 - Lichene "verde-azzurro".

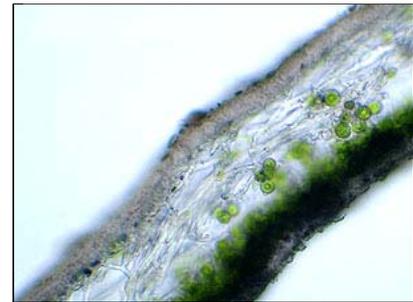


Figura 34 - Sezione trasversale di tallo di *Xanthoria*. Notate il cortex superiore, la medulla, lo strato gonidiale ed il cortex inferiore. Campo = 0,34 mm

Durante un periodo umido o meglio di pioggia, raccogliete dei licheni ed esaminateli con il microscopio stereoscopico. La loro struttura suggestiva non mancherà di impressionarvi. Sempre aiutandovi con un microscopio stereoscopico, con un ago sollevate un frammento di cortex. Dovreste vedere anche il colore verde delle alghe, ma queste alghe sono tanto minute che anche salendo con gli ingrandimenti fino a 50X riuscirete solo a scorgerele come dei puntini. Orientate il frammento di fianco e cercate di vedere lo spessore molto piccolo dello strato superiore di ife e quello ancora più sottile delle alghe. Scavate un po' nello strato sottostante fino a raggiungere il substrato.

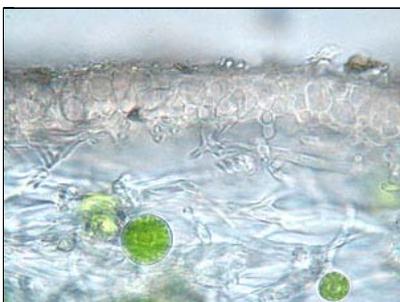


Figura 35 - Cortex superiore, medulla ed alghe di lichene (*Xanthoria* sp.). Campo = 0,12 mm. Obiettivo Lomo 65X imm. in acqua.

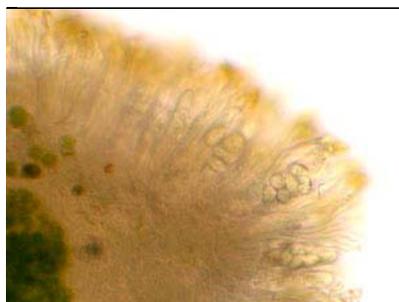


Figura 36 - Sezione di imenio con aschi. Campo = 0,34 mm.



Figura 37 - Ascospore. L ~ 16 µ. Campo = 0,12 mm. Obiettivo Lomo 65X imm. in acqua.

Ora, cercate di raccogliere piccoli frammenti di lichene nello strato intermedio allo scopo di osservare delle alghe e poneteli su di un vetrino portaoggetti. Mettete alcune gocce d'acqua e coprite. Al microscopio biologico, queste alghe vi appariranno come delle sferette di un verde brillante poste in mezzo ad ife incolori o bianche (figure 34 e 35). Sempre per mezzo di un ago, raccogliete ora dei frammenti di imenio. Osservandoli ad alto ingrandimento, potrete vedere degli aschi contenenti ascospore (figura 36). Raccogliete almeno una decina di frammenti perché solo alcuni libereranno le ascospore (figura 37).

Prelevate un frammento di lichene e realizzate delle sezioni trasversali. Con il microscopio da biologia, osservate la struttura a 4 strati del tallo (figura 34), osservate anche le ife e le alghe (figure 34 e 35). In una sezione trasversale di apotecio, potrete osservare anche degli aschi con ascospore (figure 36 e 37).

APPROFONDIMENTI

Mentre compite le diverse esplorazioni con il microscopio, studiate su di un manuale di biologia per licei (per esempio: [001] oppure [002]) gli argomenti indicati di seguito. Servitevi anche di guide, atlanti e di altri testi che possano risultare utili:

La conquista della terraferma da parte dei vegetali. La fotosintesi e la respirazione. Alimentazione ed energia. Il ciclo del carbonio. Il ciclo vitale degli organismi in generale (metagenesi). Il ciclo vitale di: batteri, protozoi, alghe unicellulari, muschi, felci, funghi, gimnosperme, angiosperme, vertebrati. Le piante inferiori (divisioni, loro caratteristiche principali e riproduzione).

CONCLUSIONE

Una volta ancora avete potuto rendervi conto dell'enorme potenziale di esplorazioni, di osservazioni e di esperimenti che possono essere compiuti per ciascuna delle divisioni di organismi che ho soltanto introdotto. Ogni classe, ordine, famiglia, genere, specie si mostrerà talmente diversa dalle altre da rendere le vostre ricerche praticamente infinite. Quei pochi esempi che ho presentato servono soltanto per partire e non devono essere intesi come osservazioni da compiere tali e quali per poi fermarsi lì. Devono invece essere intesi come un punto di partenza per numerose altre esplorazioni che non mancheranno di rivelarsi affascinanti.

BIBLIOGRAFIA

301	Hans H.M.; Felci, Muschi, Licheni d'Europa ; F. Muzzio ed. 1992. Pagg.: 290, foto a colori: 655. Un'ottima guida divulgativa per le Felci, Muschi e Licheni. Corretta presentazione dei caratteri generali e chiare indicazioni per la determinazione della specie.
302	Colombo P.; Preparati microscopici di botanica ; EdiSES.
303	Ruzin, S.; Plant Microtechnique and Microscopy ; Oxford University Press Inc, USA 1999, 57 figs, 334 pp. A superb modern reference book, full of practical information, well written and designed, but of limited use to the amateur microscopist.
304	Boedijin K.B.; Il Mondo delle Piante ; III (Piante Inferiori), Mondadori, Milano, 1966. Pagg. 390.
305	M.T. Basso; Manuale di Microscopia dei Funghi ; 2 voll; Libreria Mykoflora ed.; Alassio, 2005; 302 pag., 44 tavole b/n, 41 foto. www.mykoflora.it
306	

Guardate anche le opere e i riferimenti Internet di carattere generale e indicati sull'articolo di presentazione di questa guida.

RIFERIMENTI INTERNET

- 3001 - http://www.funsci.com/fun3_it/sini/sn/crittogame.htm Le Crittogame
- 3002 - <http://scitec.uwichill.edu.bb/bcs/bl14apl/bryo1.htm> The Bryophytes
- 3003 - <http://www.britishbryologicalsociety.org.uk/> British Bryological Society
- 3004 - http://www.funsci.com/fun3_it/sini/sn/muschi.pdf Muschi ed Epatiche
- 3005 - <http://www.smsi.org/publications/mn5001-4.shtml> The Use of the Microscope in the Study of Mosses
- 3006 - <http://www.mushroomexpert.com/microscope.htm> Using a Microscope to Study Mushrooms
- 3007 - <http://www.backyardnature.net/mosses.htm> Mosses
- 3008 - <http://www.gnps.org/Massie.htm> Creating a moss garden
- 3009 - <http://rbg-web2.rbge.org.uk/bbs/Resources/Fletcher.pdf> Moss Grower's Handbook
- 3010 - <http://worldofmosses.com/other/links.html> Links to other sites about moss
- 3011 - http://www.funsci.com/fun3_it/sini/sn/felci.pdf Le Felci
- 3012 - http://www.funsci.com/fun3_it/sini/sn/funghi.pdf I Funghi
- 3013 - http://siba3.unile.it/ctle/learning/scmf/02-funghi_IIIanno.ppt Funghi, moltissime illustrazioni
- 3014 - <http://helios.bto.ed.ac.uk/bto/FungalBiology/index.htm> Fungal Biology
- 3015 - <http://www.botany.utoronto.ca/ResearchLabs/MallochLab/Malloch/Moulds/Moulds.html> Moulds (Muffe). Guardate anche le altre pagine.
- 3016 - <http://www.botany.utoronto.ca/ResearchLabs/MallochLab/Malloch/Moulds/Examination.html> Moulds under the Microscope
- 3017 - http://www.funsci.com/fun3_it/sini/sn/licheni.pdf I Licheni
- 3018 - http://scienzebiologiche.unipr.it/didattica/att/a208_0617_file.doc I Licheni
- 3019 - <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artmar04/jbbotany2.html> Botanical Microtechnique Part 2. Staining Botanical Sections. Molto interessante anche la bibliografia.

Termini per ricerche: crittogame, muschi, epatiche, felci, funghi, licheni, bryophyte links, fern links, mosses links, moulds links, botanical microtechnique.

[Invia la tua opinione sull'articolo](#)

