

Muffe e funghi patogeni

Autor(en): **Petrini, Orlando / Petrini, Liliane E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bollettino della Società ticinese di scienze naturali**

Band (Jahr): **100 (2012)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1003030>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Muffe e funghi patogeni

Orlando Petrini¹ e Liliane E. Petrini²

¹ Istituto cantonale di microbiologia, Via Mirasole 22A, Bellinzona

² Via Al Perato 15C, 6932 Breganzona

orlando.petrini@ti.ch

Riassunto: Questo lavoro discute brevemente la posizione tassonomica dei funghi in rapporto agli altri regni di organismi viventi e propone una chiave dicotoma semplificata per l'identificazione di muffe appartenenti agli ascomiceti, basidiomiceti e zigomiceti (in particolare Mucorales) che fruttificano regolarmente in coltura. Sono pure passati in rassegna le condizioni e i terreni di coltura più adatti ad indurre la fruttificazione di muffe dopo il loro isolamento in coltura pura.

Parole chiave: chiave dicotoma, identificazione, coltivazione, morfologia, tassonomia

Moulds and human pathogenic fungi

Abstract: We briefly review the current taxonomic classification of the fungi and discuss the most recent taxonomic findings on their phylogenetic position with regards to the other living organisms. We also propose a simplified, dichotomous key to ascomycetous, basidiomycetous and zygomycetous moulds growing and sporulating in pure culture. The isolation techniques, along with the optimal growth media and culture conditions needed to obtain sporulating cultures of moulds, are briefly discussed.

Keywords: dichotomous key, identification, culture, morphology, taxonomy

I FUNGHI

La storia della tassonomia moderna dei funghi incomincia, come per le piante, nel diciottesimo secolo. LINNEO (1753) li descrisse per la prima volta e li raggruppò in soli 10 generi. Da allora, la loro tassonomia ha compiuto passi da gigante. NEES (1816–1817) ampliò e perfezionò il lavoro di Linneo. Dapprima considerati dei vegetali e quindi appartenenti al regno delle piante, i funghi furono ben presto considerati degli organismi “anomali”, la cui posizione tassonomica era molto incerta. Sta di fatto che questi organismi attirarono l'attenzione degli studiosi di biologia e dall'Italia arrivarono i primi importanti contributi, che culminarono nell'opera monumentale di SACCARDO (1882–1931), una vera e propria enciclopedia di micologia.

In un primo tempo i gruppi fungini erano limitati, grossolanamente, a quattro. I basidiomiceti si distinguevano dagli ascomiceti e dai deuteromiceti in base a caratteri morfologici quali il modo di formazione delle spore, il colore e la forma delle stesse, e l'apparenza dei corpi fruttiferi. Vi erano infine i “funghi inferiori”, che raggruppavano gli zigomiceti, gli oomiceti e altre piccole entità tassonomiche ora facenti parte dei Protista. Ovviamente i miceti più studiati erano i basidiomiceti, visibili a occhio nudo ed inoltre di un certo interesse gastronomico ed economico.

I funghi sono pleomorfici, assumono cioè forme diverse a seconda non solo del tipo di organo riproduttivo formato, ma anche delle condizioni ambientali e fisiologiche di crescita.

Morfologicamente i funghi sono molto variabili. Oltre alle differenze facilmente riscontrabili sia macroscopicamente (pensiamo alla distinzione tra un porcino ed un'amanita) che microscopicamente, i funghi possono poi esprimere due fenotipi distinti per le forme sessuate e asessuate. Spesso, poi, un fungo si manifesta con una sola forma riproduttiva, avendo perso o ridotto la capacità di riprodursi sessualmente e asessualmente. Da un punto di vista filogenetico, l'analisi morfologica di un organismo può quindi portare erroneamente a distinguere due taxa anche quando, in effetti, si tratta di uno solo. Solamente quando entrambe le forme sono presenti si può arrivare ad una classificazione affidabile partendo dalla morfologia. Negli altri casi l'analisi genetica diventa indispensabile.

Per quel che riguarda la crescita pleomorfica a condizioni ecologiche e fisiologiche diverse, si veda il dimorfismo di alcuni organismi (specialmente patogeni animali) che crescono sotto forma di lievito in condizioni particolari (ad es. *Paracoccidioides brasiliensis*: lievito a temperature superiori a 37 °C, ife a temperature inferiori a 37 °C).

Altrettanto importante è il pleomorfismo delle forme sessuate e asessuate. Durante gli ultimi anni, a questo riguardo, si è assistito a una riconsiderazione della nomenclatura nei funghi. Il fungo quale entità totale (“the whole fungus”) è denominato oloomorfo (ingl. “holomorph”), ed è la “somma” dell’anamorfo (“anamorph”, da “anatomic morphology”), o forma asessuata, e del teleomorfo (“teleomorph”). Un oloomorfo è formato normalmente da un teleomorfo e dalla sua forma anamorfa, ma in alcuni casi una delle due forme non è conosciuta, quindi l’oloomorfo corrisponde al teleomorfo o all’anamorfo. Non poche volte, comunque, per un oloomorfo sono conosciute diverse forme anomorfe. Un tipico esempio di oloomorfo è *Aspergillus* (forma anamorfa) e la sua forma teleomorfa *Eurotium*.

Classificazione dei funghi a livello di regno e phylum

I funghi sono organismi eucarioti complessi. La loro parete cellulare contiene chitina e glucani (raramente cellulosa) e il loro nucleo può essere aploide o diploide, dicarionte, omocarionte o eterocarionte. Le fruttificazioni sono microscopiche o macroscopiche, differenziate o indifferenziate. Il loro ruolo ecologico è molto variato e si trovano tra loro simbionti, saprobi, parassiti, iperparassiti e commensali. Finora sono state descritte circa 70'000 specie di funghi, ma HAWKSWORTH (1991) stima che ne esistano almeno 1.5 milioni. Meno di 400 specie sono conosciute come patogeni umani o animali, mentre moltissimi causano malattie di vegetali e un numero considerevole ha un ruolo fondamentale nell’ecosistema, sia come distruttori di detriti vegetali che come simbionti (micorrizza e licheni).

Fino al 1980 i tassonomi consideravano i funghi un gruppo compatto, anche se non necessariamente omogeneo. MÜLLER & LÖFFLER (1976), nel loro trattato di micologia, tradotto in diverse lingue e ancor oggi un classico per ogni studioso di funghi, vi includevano gli ascomiceti, i basidiomiceti, i deuteromiceti, gli zigomiceti ed alcuni altri piccoli gruppi di organismi. Nel 1981 CAVALIER-SMITH (1981) propose un regno a parte per i funghi “superiori” (ascomiceti, basidiomiceti, zigomiceti e le loro forme anamorfe) e trasferì la maggior parte dei funghi “inferiori” (organismi monocellulari o con ife, spesso con spore munite di flagelli) nei Protista e nei Chromista. Il lavoro di CAVALIER-SMITH, che indica come i funghi siano filogeneticamente più vicini agli animali che alle piante, apre la via ad una rielaborazione dettagliata della tassonomia e della filogenia dei funghi.

KENDRICK (1992) descrive molto bene nel suo “The fifth Kingdom” (il quinto regno) le idee di CAVALIER-SMITH. È poi lo stesso CAVALIER-SMITH che propone, durante gli anni seguenti, modelli più complessi e dettagliati (CAVALIER-SMITH 1993; 1998; 2004; 2006), ripresi in seguito e formalizzati, per quel che riguarda il regno dei funghi, da HIBBETT *et al.* (2007). Attualmente, gli organismi viventi sono divisi in 7 regni (Eubacteria, Archaeobacteria, Archaeozoa, Protozoa, Plantae, Animalia, Fungi). A questi bisogna aggiungere il regno dei Chromista, tuttora oggetto di discussioni controverse. Sulla

base del lavoro di CAVALIER-SMITH (1993) e HIBBETT *et al.* (2007) i funghi, che fino al 1980 erano raggruppati in un unico regno, sono ora suddivisi in tre grossi gruppi (vedi anche MADDISON & SCHULZ, 2007).

- Il regno dei **Funghi** comprende Ascomycota e Basidiomycota (Dikarya), Glomeromycota (di cui fanno parte le micorrize endotrofe), Chytridiomycota, Neocallimastigomycota, “Mucoromycotina” (Zygomycota), Blastocladiomycota, Entomophthoromycotina, Zoopagomycotina, Kickxellomycotina e un gruppo di parassiti unicellulari umani chiamati microsporidi (Microsporidia);
- i **mixomiceti** sono stati trasferiti nel regno dei Protozoa (Amoebozoa, Eumycetozoa);
- gli **oomiceti** (Oomycetidae) e **traustomiceti** (Thraustochytridae) fanno ora parte del regno dei Chromista.

Questa nuova classificazione è il frutto di un intenso lavoro di filogenia basato soprattutto sull’analisi genetica, ma è interessante notare che i risultati sono in perfetta concordanza con ipotesi enunciate in precedenza e basate su osservazioni di morfologia e fisiologia (MÜLLER *et al.* 1976).

LE “MUFFE”

Considerazioni generali

I due concetti “micromiceti” o “muffe” descrivono dei gruppi di funghi che colonizzano substrati organici e creano delle alterazioni di colore e consistenza e talvolta, negli alimenti, anche di sapore. Macroscopicamente le muffe sono visibili sul substrato colonizzato come strato lanoso o feltrato. Entrambi i termini non hanno alcun valore scientifico-tassonomico. Nessun carattere morfologico o biochimico distingue le muffe da altri funghi. Sistematicamente si tratta quindi di un gruppo eterogeneo: ne fanno parte diversi zigomiceti (Zygomycota, Mucorales), ascomiceti (Ascomycota, forme anamorfe e teleomorfiche) e alcuni basidiomiceti (Basidiomycota, soprattutto forme anamorfe di lieviti). Tra le muffe si trovano organismi che colonizzano derrate alimentari (spesso produttori di tossine), patogeni umani e vegetali, organismi usati per affinare alimenti (formaggio, salumi, alimenti orientali), produttori di medicinali (es. antibiotici) e sostanze chimiche (ad es. enzimi). Informazioni dettagliate sono contenute nei lavori di MÜCKE & LEMMEN (2004), REISS (1999) e SAMSON *et al.* (2004).

Delle specie di funghi riportati come patogeni di animali e dell’uomo, solo una piccola parte (circa 25) è rappresentata da patogeni sistemici e tra queste solo poche sono in grado di causare problemi gravi in pazienti immunocompetenti. Una quarantina di specie possono provocare infezioni cutanee e subcutanee anche in pazienti immunocompetenti, mentre sono circa 300 le specie di patogeni opportunistici riportate in pazienti immunocompromessi (PFALLER *et al.* 2010). La percentuale di micosi causati da lieviti è in grande aumento, ma anche le infezioni da funghi filamentosi (in particolare *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp.) sono segnalate sempre

più frequentemente in pazienti immunocompromessi (PFALLER *et al.* 2010).

L'identificazione di muffe in laboratorio

I funghi in generale, e quindi anche le muffe e i funghi patogeni di animali, sono classificati principalmente in base alla loro morfologia, anche se la biologia molecolare e la proteomica stanno fornendo un aiuto sempre più importante. La classificazione è in costante fluttuazione, anche grazie a risultati ottenuti con metodi di biologia molecolare.

Uno studio preliminare delle strutture presenti sulla matrice aiuta solo a riconoscere eventuali strutture caratteristiche ed appariscenti. L'isolamento in coltura pura dovrebbe sempre essere eseguita.

I terreni adatti per l'isolamento non sono sempre i migliori per indurre la sporulazione dei miceti: terreni troppo ricchi stimolano la crescita vegetativa e ritardano la sporulazione. Per il lavoro di routine è consigliabile l'uso di terreni poco specifici, quali il 2% agar malto, un terreno ad ampio spettro, adatto per la crescita e la sporulazione della maggior parte dei micromiceti. Agar Sabouraud dovrebbe essere usato solo per gruppi speciali di muffe, segnatamente i dermatofiti.

Terreni di coltura speciali sono spesso necessari per l'identificazione di alcuni generi fino alla specie [es. Czapek-Yeast agar (CZY) per *Penicillium*, Potato Dextrose Agar (PDA), Synthetic Nutrient Agar (SNA) per *Fusarium*]. CROUS *et al.* (2009) presentano una lista molto completa dei terreni usati per la coltivazione di funghi in coltura pura e descrivono in dettaglio il loro uso.

Condizioni standardizzate sono necessarie per lo sviluppo ottimale degli organi di riproduzione e per l'espressione di caratteristiche in coltura tipiche di alcuni generi e sono indispensabili per una corretta identificazione a livello di specie. È quindi importante consultare la letteratura specialistica prima di cominciare il lavoro d'identificazione.

In generale la maggior parte delle muffe cresce bene a temperatura ambiente (20–25 °C). Micromiceti termofili o termotoleranti crescono a temperature che vanno da 20–25 °C a 37 °C. È consigliabile anche consultare le specifiche riportate nella letteratura o nelle linee guida sulle analisi alimentari. Per micromiceti clinicamente importanti si devono usare condizioni particolari, riportate nella letteratura specifica (ad es. DE HOOG *et al.* 2000).

Di regola bastano 5–7 giorni d'incubazione per indurre la sporulazione dei micromiceti più frequenti. Per alcune specie, comunque, in special modo per la formazione della forma teleomorfa, sono necessari tempi d'incubazione molto più lunghi. Molte volte si può indurre la sporulazione di colture sterili esponendole alla luce diurna o UV (256 nm).

I micromiceti possono produrre delle sostanze tossiche (micotossine) e l'inalazione di spore in persone predisposte può suscitare delle reazioni allergiche o di asma. Sebbene la maggior parte dei micromiceti appartenga alle classi di rischio 1 o 2, la linea tra patogenicità e non patogenicità è molto sottile e dipende della predi-

sposizione della singola persona. Alcuni micromiceti patogeni per l'uomo (es. *Coccidioides*, *Cryptococcus*, *Histoplasma*, *Paracoccidioides*), comunque, presentano un grosso rischio e, corrispondentemente, sono stati classificati nella classe 3. Si consiglia dunque molta cautela nella manipolazione di organismi sconosciuti, soprattutto se provengono dall'ambiente clinico. Organismi isolati da derrate alimentari o detriti vegetali, in generale, appartengono alla classe 1.

Chiave di determinazione semplificata

Questa chiave, che si basa sui lavori di VON ARX (1981b), DOMSCH *et al.* (1993) e PETRINI & PETRINI (2010), include solamente i generi più importanti e frequenti ed è quindi alquanto semplificata. Non esistono al momento chiavi riassuntive per la determinazione delle specie. Recentemente è stata pubblicata una nuova versione del testo "The Genera of Hyphomycetes" (SEIFERT *et al.* 2011) che è destinata a divenire la referenza standard per l'identificazione di generi di ifomiceti. Questo libro, tuttavia, rimane riservato agli specialisti, poiché il suo uso richiede conoscenze approfondite di micologia.

Chiavi per la determinazione dei generi e in parte anche delle specie di ifomiceti di importanza clinica sono disponibili in DE HOOG *et al.* (2000) e in ST. GERMAIN & SUMMERBELL (2011).

La terminologia usata in questa chiave si basa su PETRINI & PETRINI (2010), ULLOA & HANLIN (2000) e KIRK *et al.* (2011). I termini tecnici più importanti sono descritti nel glossario riportato alla fine di questo lavoro. Le tappe da osservare per identificare delle muffe sono descritte nell'albero decisionale presentato nella fig. 1.

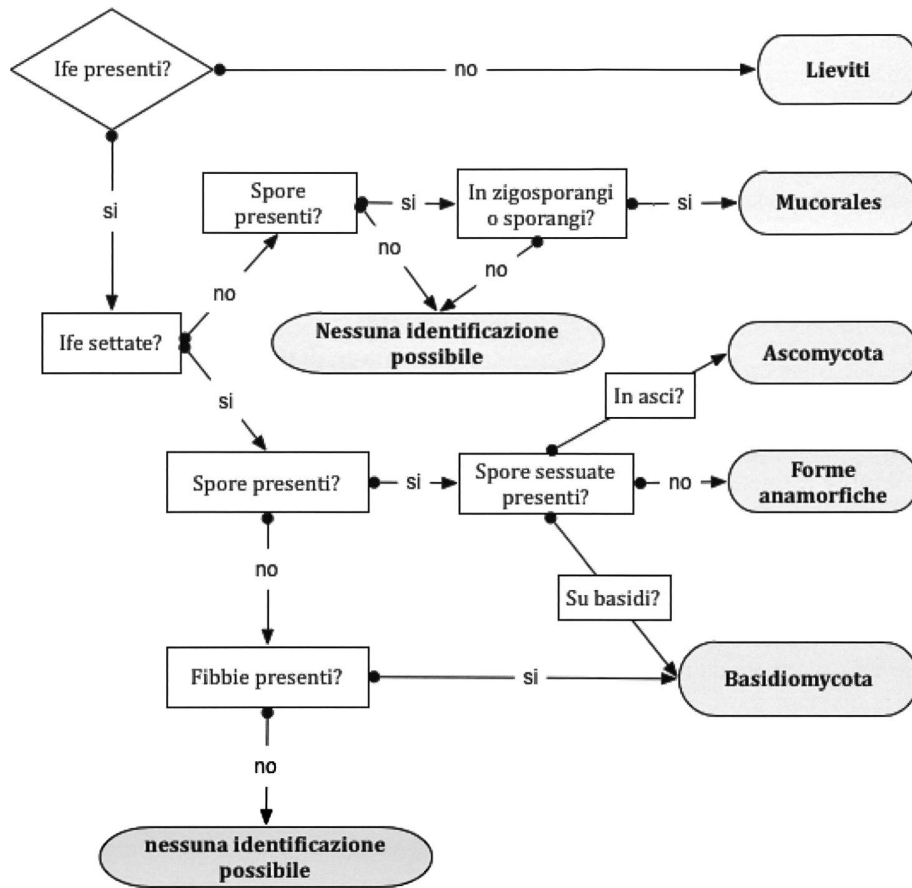


Fig. 1 - Albero decisionale per l'identificazione di funghi che crescono e sporulano in coltura pura (da PETRINI & PETRINI, 2010).

CHIAVE PRINCIPALE

- 1. Formazione di zoospore (spore con flagelli) - - - - - **Protisti** ("funghi inferiori")
(letteratura specialistica necessaria)
- 1.* Assenza di zoospore - - - - - 2
- 2. Colonie formate da organismi unicellulari, tutt'al più formazione di uno pseudomicelio - - - - - **Lieviti e Protista**
- 2.* Formazione di un micelio vero e proprio - - - - - 3
- 3. Spore assenti - - - - - **determinazione possibile solo in casi speciali**
- 3* Spore presenti - - - - - 4
- 4. Micelio senza setti (= cenocitico, senza setti trasversali; questa caratteristica, tuttavia, può essere fuorviante, poichè anche alcuni zigomiceti formano ife settate, come pure sono spesso settate, ma in modo irregolare, le ife di mucorali in colture vecchie. Quale aiuto supplementare si può tener conto del diametro delle ife che nei mucorali è abbastanza largo, fino a 20 µm, mentre gli ascomiceti, basidiomiceti e deuteromiceti posseggono raramente ife così larghe). Fruttificazione sessuata, se presente, in forma di zigosporangio. Spore asessuate endogene contenute in uno sporangio, conidi sempre senza flagelli - - - - - **Zygomycota,**
in particolare **Mucorales**

4.*	Micelio settato - - - - -	5
5.	Spore formate su basidi o racchiuse in aschi (spore sessuali) - - - - -	6
5.*	Spore formate su conidiofori, solamente formazione di spore asessuali (conidi) - - - - -	Forme anamorfe di <i>Ascomycota e Basidiomycota</i>
6.	Presenza di basidi- - - - -	<i>Basidiomycota</i> (letteratura specialistica necessaria)
6.*	Presenza di aschi - - - - -	<i>Ascomycota</i>

ZYGOMYCOTA (MUCORALES, MORTIERELLALES E ZOOPAGALES)

1.	Sporangi sferici, ellissoidi, ovali o a forma di pera, inseriti su sporangiofori verticali non rigonfiati all'apice, contenenti molte spore - - - - -	2
1.*	Sporangi cilindrici o sferici (merosporangi), densamente raggruppati su ingrossamenti sferici degli sporangiofori, con poche sporangiospore allineate in una fila - - - - -	11
2.	Solo sporangi con una tipica columella, solitamente con più di 100 sporangiospore; sporangioli mai presenti - - - - -	3
2.*	Sporangi con una columella poco appariscente o senza columella, o presenza di sporangioli (di regola con meno di 10 sporangiospore); sporangi terminali con molte spore talvolta presenti insieme agli sporangioli - - - - -	10
3.	Zigosporangi marcatamente più numerose degli sporangi, zigofori molto disuguali- - - - -	<i>Zygorhynchus</i>
3.*	Zigosporangi non più numerosi degli sporangi o assenti, e/o zigofori di grandezza più o meno uguale- - - - -	4
4.	Presenza di stoloni (radici aeree) con rizoidi (radichette) ai punti di contatto con il substrato, sporangiofori erompenti dai rizoidi- - - - -	5
4.*	Stoloni non appariscenti, sporangiofori originati direttamente dal micelio vegetativo, rizoidi presenti o assenti - - - - -	7
5.	Sporangi con apofisi imbutiforme alla base della columella, sporangiospore con perimetro irregolare, sovente con evidenti striature, sporangiofori marroni - - - - -	<i>Rhizopus</i> (fig. 2)
5.*	Sporangi senza apofisi, sporangiospore lisce o perlomeno non striate, sporangiofori con ramificazione superiore decisamente cespugliosa - - - - -	6
6.	Sporangiofori e sporangi chiari, mesofili, zigosporangi sconosciuti - - - - -	<i>Actinomucor</i>
6.*	Sporangiofori e sporangi marroncini, termofili, sovente presenza di zigosporangi - - - - -	<i>Rhizomucor</i>
7.	Sporangiofori molto lunghi (solitamente più di 8 cm) e spessi, con luccichio metallico, senza diramazioni - - - - -	<i>Phycomyces</i>
7.*	Sporangiofori solitamente più corti di 3 cm, non particolarmente lucidi, spesso ramificati - - - - -	8

- | | | |
|------|---|--------------------------------|
| 8. | Sporangi più o meno sferici, senza apofisi, columella con resti di parete sporangica alla base - - - - - | <i>Mucor</i> (fig. 2) |
| 8.* | Sporangi a forma di pera o di bottiglia, con piccola apofisi alla base della columella, rizoidi presenti o assenti, sporangiofori corti, con un setto, formati su stoloni, zigosporangi (quando presenti) talvolta avvolti da ife inguainanti uscenti da uno zigoforo - - - - - | 9 |
| 9. | Crescita a temperature inferiori a 37 °C, zigosporangi avvolti da ife inguainanti fuoriuscenti da uno zigoforo - - - - - | <i>Absidia</i> (fig. 2) |
| 9.* | Crescita a temperature superiori a 37 °C, zigofori senza ife inguainanti, patogeno umano - - - - - | <i>Lichtheimia</i> |
| 10. | Sporangioli contenenti da 1 a 4 spore, con terminazioni portanti delle ramificazioni cespugliose più volte forcate, sporangiofori solitamente terminanti con uno sporangio grosso con columella - - - - - | <i>Thamnidium</i> (fig. 2) |
| 10.* | Sporangiolo con fino a 40 spore, in terminazioni di sporangiofori semplici o ramificati, columella molto ridotta o assente - - - - - | <i>Mortierella</i> |
| 11. | Merosporangi sferici, con una sola sporangiospora, normalmente spinosi, raggruppati tutt'intorno all'ingrossamento (vescicola) dello sporangioforo - - | <i>Cunninghamella</i> (fig. 2) |
| 11.* | Sporangi (merosporangi) cilindrici - - - - - | 12 |
| 12. | Parecchi merosporangi presenti sull'ingrossamento (vescicola) di uno sporangioforo ramificato - - - - - | <i>Syncephalastrum</i> |
| 12.* | Pochi merosporangi per vescicola, sporangioforo a ramificazione dicotoma, normalmente iperparassita di altri Mucorales - - - - - | <i>Piptocephalis</i> (fig. 2) |

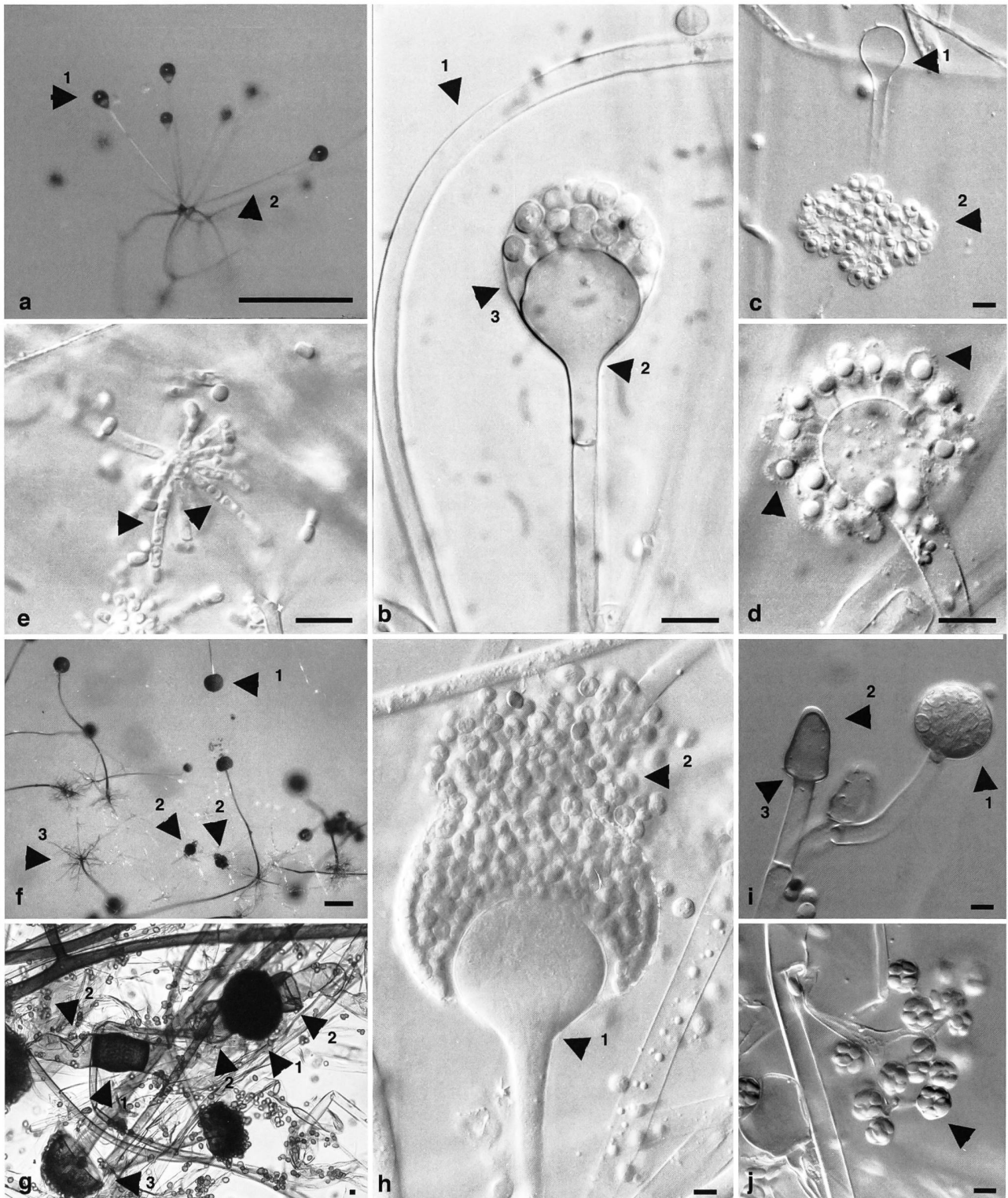


Fig 2. - **a, b.** *Absidia glauca*. **a.** Sporangio (1), sporangioforo (2). **b.** Ifa cenocitica, senza setti trasversali (1); columella con apofisi (2); peridio (parete sporangiale, 3). **c, d.** *Cunninghamella elegans*. **c.** ingrossamento (vescicola) dello sporangioforo (1); sporangi (2); **d.** Sporangi intorno all'ingrossamento (vescicola) dello sporangioforo. **e.** *Piptocephalis* sp.: merosporangi. **f-h.** **f.** Sporangio (1); zigosporangi (2); rizoidi (3). **g.** zigosporangi (1); zigosporangi (2); columella (3). **h.** Sporangio: columella con apofisi (1); sporangiospore (2). **i.** *Mucor fuscus*: sporangio (1); columella (2); sporangioforo senza apofisi (3). **j.** *Thamnidium elegans*: sporangia con sporangiospore (freccia).
Barre: **b, c, d, e, g, h, i, j:** 10 μ m. **a, f:** 500 μ m.

ASCOMYCOTA: FORME TELEOMORFICHE

- 1. Aschi solitamente sferici o largamente ellissoidi, con membrane sottili, che si dissolvono a maturazione delle spore (prototunicati); corpi fruttiferi (ascomi) gimnoteci o cleistoteci - - - - - 2
- 1.* Aschi ellissoidi, a clava, a forma di sacco o cilindrici con evidente base pedunculata, membrana dell'asco persistente anche dopo la maturazione delle spore (aschi unitunicati o bitunicati), corpi fruttiferi (ascomi) periteci, apoteci o pseudoteci - - - - - 19

Aschi prototunicati [1]

- 2. Ascomi piccoli (quasi non visibili allo stereomicroscopio), chiaramente pedunculati, contententi pochi aschi; colture spesso rossastre o grigiastre, forma anamorfa *Basipetospora* - - - - - **Monascus**
- 2.* Ascomi più grandi, non pedunculati, forma anamorfa non *Basipetospora* - - - 3
- 3. Ascospore di solito ialine o rosso-violette, conidi in catenule basipetale (ultimo conidio formato si trova alla base della catena), fuoriuscenti da fialidi, forma anamorfa *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Penicillium* o *Scopulariopsis* - - - 4
- 3.* Ascospore di solito da giallo a marrone, conidi formati in modo artrico, tallico, blastico oppure conidi non presenti - - - - - 14

Conidi in catenule basipetale [3]

- 4. Ascomi composti da ife intricate o al massimo da un tessuto ifale poco cospicuo, forma anamorfa *Paecilomyces* - - - - - **Byssochlamys** (fig. 3)
- 4.* Ascomi ben formati, chiusi, con una parete ben visibile, composta da ife intrecciate o da una struttura cellulare - - - - - 5
- 5. Ascomi molli, singoli, parete dell'ascoma (peridio) formata da ife lassamente intrecciate, aschi concatenati - - - - - **Talaromyces**
- 5.* Ascomi duri, singoli o in una crosta, peridio compatto, composto da cellule, aschi non concatenati - - - - - 6
- 6. Ascomi appiattiti, spesso concrecenti e formanti una crosta marrone ("stroma"). Termofilo, forma anamorfa *Paecilomyces* - - - - - **Thermoascus**
- 6.* Ascomi più o meno globosi, normalmente non in tessuti stromatici estesi, ma talvolta in conglomerati. Forma anamorfa *Aspergillus*, *Penicillium* o *Scopulariopsis* 7
- 7. Forma anamorfa *Aspergillus* - - - - - 8
- 7.* Forma anamorfa *Penicillium* o *Scopulariopsis* - - - - - 13
- 8. Ascomi in un tessuto stromatico - - - - - **Dichlaena**
- - - - - **Hemicarpenteles**
- - - - - **Neopetromyces**
- - - - - **Petromyces**
- 8.* Ascomi non in un tessuto stromatico - - - - - 9

9.	Ascomi circondati da cellule sterili a parete molto spessa ("Hüllecells") - - -	10
9.*	Ascomi nudi, non circondati da cellule sterili ("Hüllecells") - - - - -	11
10.	Ascomi circondati da Hüllecells sferiche o ellipsoidi, ascospore ialine o giallastre, rosso-arancione, rosso-violette o blu - - - - -	<i>Emericella</i> (fig. 3)
10.*	Ascomi circondati da Hüllecells" a forma allungata o a spirale, ascospore ialine o giallastre - - - - -	<i>Fennellia</i>
11.	Forma anamorfa <i>Aspergillus</i> a capitelli globosi. Specie osmofile - - - - -	<i>Eurotium</i>
11.*	Forma anamorfa <i>Aspergillus</i> a capitelli a colonna. Specie non osmofile - - - -	12
12.	Ascomi bianchi - - - - -	<i>Neosartorya</i>
12.*	Ascomi da giallo a marrone - - - - -	<i>Neocarpenteles</i>
13.	Ascomi duri, senza ostiolo (apertura), spesso sterili, peridio pseudoparenchimatico formato da cellule a parete ispessita, aschi, quando sono presenti, generati singolarmente da un uncino; forma anamorfa <i>Penicillium</i> - - - - -	<i>Eupenicillium</i>
13.*	Ascomi non duri, carbonacei, con ostiolo, ascospore incolori, spesso marcatamente asimmetriche (a forma di fagiolo, triangolari, ecc.); forma anamorfa <i>Scopulariopsis</i> - - - - -	<i>Microascus</i>
Conidi non in catenule basipetale [3*]		
14.	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio) - - - - -	15
14.*	Ascomi con peridio a struttura cellulare - - - - -	16
15.	Ife del peridio con parete sottile, brunastre, senza appendici volte all'esterno; ascospore ellissoidi o fusiformi - - - - -	<i>Pseudogymnoascus</i>
15.*	Ife del peridio con parete rigida, da incolori a brunastre, con appendici corte e smussate, ascospore ellissoidi, lentiformi o allungate - - - - -	<i>Gymnoascus</i>
16.	Corpo fruttifero glabro - - - - -	17
16.*	Corpo fruttifero irsuto - - - - -	18
17.	Ascospore con 1 poro germinativo polare - - - - -	<i>Thielavia</i>
17.*	Ascospore con 2 pori germinativi polari - - - - -	<i>Melanospora</i>
18.	Peli del corpo fruttifero con appendici brevi, incolori, ascospore con un solco equatoriale, conidi presenti - - - - -	<i>Ascotricha</i>
18.*	Peli del corpo fruttifero semplici (ma spesso a spirale) o con ramificazioni, marroni, ascospore con 1, più raramente con 2 pori germinativi, conidi assenti o poco evidenti - - - - -	<i>Chaetomium</i>

Aschi unitunicati o bitunicati [1*]

19. Aschi a parete ispessita (membrana formata da 2 strati evidenti: bitunicata, di solito a forma di sacco allo stadio non maturo), ascospore da incolori a brunastre, con setti trasversali e/o longitudinali e/o obliqui - - - - - 20
- 19.* Aschi a parete sottile (membrana formata da un solo strato: unitunicati, solitamente cilindrici allo stadio non maturo), corpo fruttifero solitamente con apertura - - - - - 21

Aschi bitunicati [19]

20. Ascospore da incolori a brunastre, con setti trasversali e longitudinali - - - - *Leptosphaerulina*
- 20*. Ascospore incolori, con un solo setto trasversale - - - - - *Didymella*

Aschi unitunicati [19*]

21. Corpi fruttiferi numerosi, immersi in uno stroma di colore chiaro (visto dall'esterno) formato da ife, ascospore incolori o giallastre, verdastre, bicellulari, presto scomponentisi, aschi quindi apparentemente contenenti 16 spore monocellulari, forma anamorfa *Trichoderma* - - - - - *Hypocrea*
- 21.* Corpi fruttiferi liberi, non in uno stroma - - - - - 22
22. Corpi fruttiferi pigmentati, da marrone a nero, ascospore scure, unicellulari, con poro germinativo o fessura germinativa - - - - - 23
- 22.* Corpi fruttiferi di colore chiaro (gialli, rossi, bluastri), ascospore chiare, pluricellulari, senza poro germinativo o fessura germinativa - - - - - 26
23. Ascospore lisce - - - - - 24
- 23.* Ascospore ornamentate - - - - - 25
24. Corpi fruttiferi con setule, ascospore con fessura germinativa - - - - - *Coniochaeta*
- 24.* Corpi fruttiferi glabri, ascospore con poro germinativo - - - - - *Sordaria* (fig. 3)
25. Ascospore striate longitudinalmente - - - - - *Neurospora*
- 25.* Ascospore con superficie reticolata - - - - - *Gelasinospora*
26. Ascospore unicellulari - - - - - *Glomerella*
- 26.* Ascospore pluricellulari- - - - - 27
27. Ascospore bicellulari, forma anamorfa *Gyrostroma*, *Tubercularia* o *Zythiostroma* - gruppo *Nectria*
- 27.* Ascospore con più di 2 cellule, forma anamorfa *Fusarium* - - - - - *Gibberella*

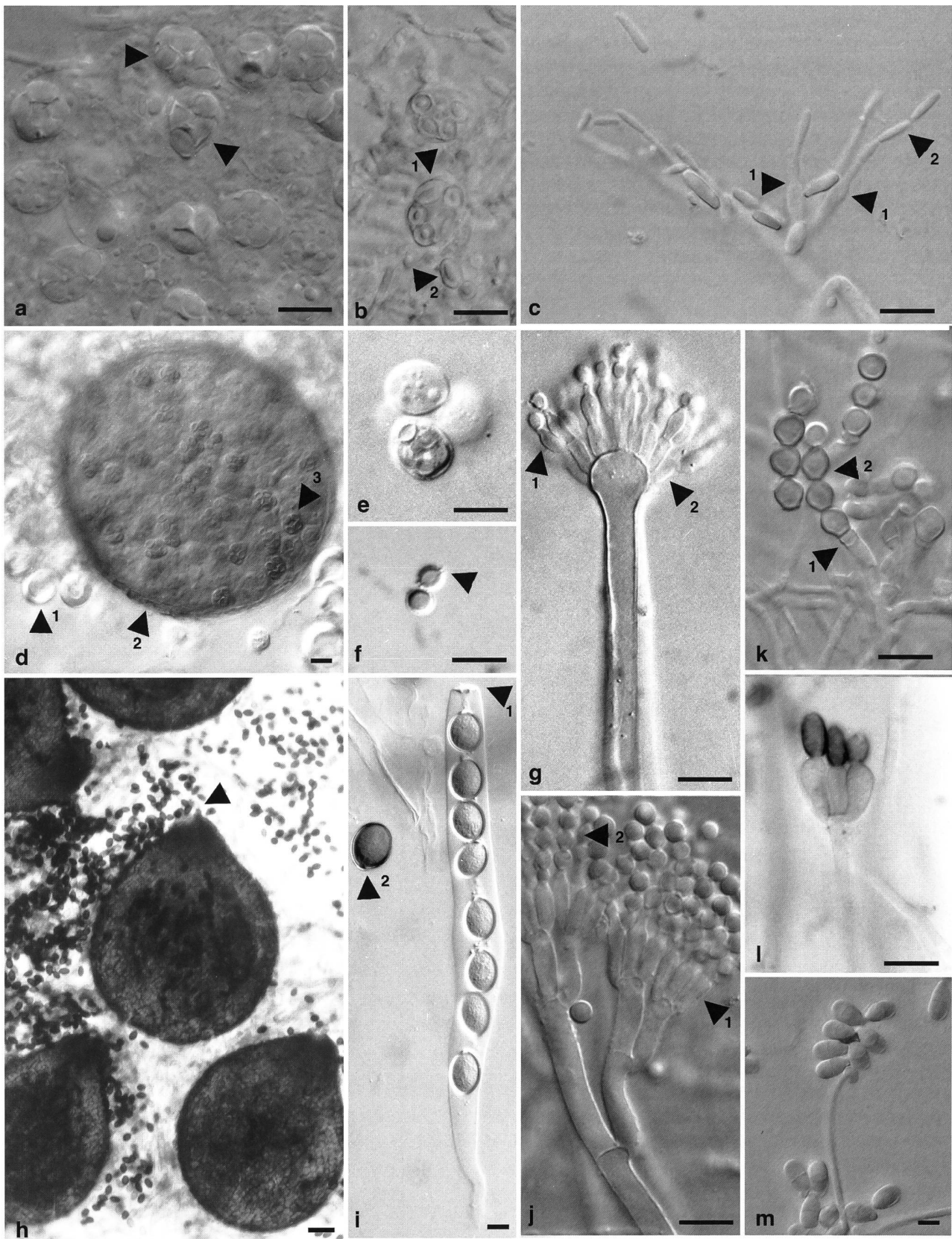


Fig. 3 - **a - c.** *Byssosclamyces fulva*. **a.** Aschi prototunicati con ascospore. **b.** Asco con ascospore (1); ascospore con parete spessa (2). **c.** Forma anamorfa *Paecilomyces*: cellule conidiogene (fialidi) allungate a punta (1); conidi in catenula basipetala (2). **d - g.** *Emericella nidulans*. **d.** Cellule sterili (Hüllecells) che circondano l'ascoma; ascoma con peridio composto da cellule (2); asco con ascospore (3). **e.** Aschi prototunicati; sopra immaturi, sotto con ascospore. **f.** Ascospore con cerchi equatoriali (freccia). **g.** Forma anamorfa *Aspergillus*: fialide (1) metula posta su un rigonfiamento (2). **h, i.** *Sordaria fimicola*. **h.** Ascoma con apertura (ostiole); **i.** Asco unitunicato con struttura apicale (1); ascospore con poro germinativo (2). **j.** *Penicillium roquefortii*: fialide (1); conidi in catenula basipetala (2). **k.** *Scopulariopsis fusca*: anellide (1); conidi con base piatta in catenule basipetale (2). **l.** *Stachybotrys chartarum*. **m.** *Trichothecium roseum*. Barre: **a - g, i - m:** 10 μ m, **h:** 50 μ m.

FORME ANAMORFE DI ASCOMICETI E BASIDIOMICETI

Molti funghi, in coltura, sviluppano solo la forma anamorfa. In generale, nella letteratura micologica queste forme sono menzionate sotto il nome del loro teleomorfo. Per praticità, comunque, la chiave seguente riporta i nomi delle forme anamorfe. PETRINI & PETRINI (2010) elencano le rispettive relazioni anamorfo-teleomorfo, con i riferimenti bibliografici corrispondenti.

- A. Cellule conidiogene disposte in corpi fruttiferi (chiamati conidiomata) piatti (acervuli) o chiusi da parete (picnidi) - - - - - Forme anamorfe "**Celomiceti**"
- B. Cellule conidiogene distribuite più o meno regolarmente sul tallo, generate direttamente da una ifa vegetativa oppure portate da conidiofori che a volte sono raggruppati in coremi a forma di alberello (sinnemi) - - - - - Forme anamorfe "**Ifomiceti**"

A. Celomiceti

- 1. Cellule conidiogene in picnidi - - - - - 2
- 1.* Cellule conidiogene in acervuli - - - - - 10
- 2. Conidi marroni, bicellulari, più raramente monocellulari, solitamente grandi (> 20 µm) - - - - - **Diplodia** (vedi anche **Botryodiplodia** e **Lasiodiplodia**)
- 2.* Conidi incolori, unicellulari o pluricellulari - - - - - 3
- 3. Conidi ellissoidi o appiattiti su un lato, solitamente piccoli (< 10 µm), senza appendici o guaina mucosa - - - - - 4
- 3.* Conidi sferici, vermiformi, filiformi o cilindrici, unicellulari o pluricellulari, di solito più grandi (> 10 µm), talvolta con appendici e/o guaina mucosa - - - - - 5
- 4. Cellule conidiogene ampolliformi, difficilmente visibili, conidi incolori (se brunastri, considerare *Microsphaeropsis*), clamidospore spesso presenti, colture spesso di colore scuro - - - - - **Phoma** (fig. 4)
- 4.* Cellule conidiogene filiformi, allungate, conidi incolori, spesso appiattiti su un lato, clamidospore assenti, colture grigiastre, chiare - - - - - **Hainesia**
- 5. Conidi unicellulari - - - - - 6
- 5.* Conidi bicellulari o pluricellulari - - - - - 9
- 6. Conidi vermiformi, formati su cellule allungate, corpi fruttiferi a volte molto aperti - - - - - **Phlyctema**
- 6.* Conidi filiformi o cilindrici, con o senza appendici - - - - - 7
- 7. Conidi filiformi, ricurvi ("conidi beta"), conidi irregolarmente fusiformi ("conidi alfa") spesso pure presenti (alcune colture producono talvolta solo conidi alfa) - - - - - **Phomopsis**
- 7.* Conidi cilindrici o globosi, con appendice mucosa - - - - - 8
- 8. Conidi cilindrici con appendice mucosa a forma di ventaglio - - - - - **Ceuthospora**

8.* Conidi ellissoidi o globosi, con appendice filiforme e/o guaina mucosa- - - -	<i>Phyllosticta</i>
9. Conidi bicellulari, di lunghezza abbastanza uniforme- - - - - - - - - - -	<i>Ascochyta</i>
9.* Conidi pluricellulari, di lunghezza variabile - - - - - - - - - - - - - -	<i>Stagonospora</i>
10. Conidi incolori e unicellulari -	11
10.* Conidi marroni, unicellulari o pluricellulari - - - - - - - - - - - - - -	13
11. Conidioma rudimentale, conidi ellissoidi/cilindrici, più corti di 12 µm - - - -	<i>Discula</i>
11.* Conidioma ben formato, conidi solitamente più lunghi di 12 µm- - - - -	12
12. Conidioma appiattito (acervuli) spesso con setole tenere alla base, brunastre, conidi spesso con contenuto granuloso, cilindrici, a forma di mezzaluna o di falce, o fusiformi, solitamente più lunghi di 12 µm; in acqua si formano spesso degli appressori - - - - - - - - - - - - - - - -	<i>Colletotrichum</i>
12.* Conidioma grande, liscio, base formante un ispessimento scuro composto da cellule di origine stromatica, conidi allungato-cilindrici, se fusiformi relativamente piccoli, conidi più lunghi di 12 µm che, a seconda della specie, possono arrivare a 30 µm di lunghezza- - - - - - - -	<i>Cryptosporiopsis</i>
13. Conidi non settati -	<i>Melanconium</i>
13.* Conidi settati -	14
14. Conidi settati a muro (setti trasversali, longitudinali e obliqui), esternamente ruvidi, senza appendici- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	<i>Epicoccum</i>
14.* Conidi con soli setti trasversali, portanti all'apice superiore appendici ramificate, incolori, cellule terminali più chiare - - - - - - - - - - - - - -	gruppo <i>Pestalotiopsis</i>

B. *Ifomiceti*

1. Presenza di coremi (sinnemi: strutture a forma di alberello) formati da conidiofori fascicolati- -	2
1.* Coremi assenti -	4
2. Conidi bianchi, in capocchia mucosa- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	<i>Graphium</i>
2.* Conidi colorati (grigio o verde), solitamente a catenule- - - - - - - - - -	3
3. Coremi grigi o bruni, conidi marroni, relativamente grandi, disposti in catenule basipetale (conidi più giovani alla base: formazione enteroblastica dei conidi), cellule conidiogene erompenti dalla parte superiore del coremio, appressate tra di loro, con conidi con una base piatta ben definita - - - - -	<i>Cephalotrichum</i> (<i>Doratomyces</i>) (fig. 4)
3.* Colture e conidi verdi, in catenule basipetale, massa conidiale verde, lunghezza dei conidi < 5 µm, cellule conidiogene a forma di pennello formate apicalmente sulle strutture portanti. - - - - - - - - - - - - - - - -	<i>Penicillium</i> pr. p. (fig. 4) (ad es. gruppo di <i>P. vulpinum</i>)
4. Conidi a catenule, formazione conidiale blastica o tallica - - - - - - - - -	5
4* Conidi non a catenule (singoli o riuniti in piccole gocce) - - - - - - - - -	20

Conidi a catenule [4]

- 5. Catenule basipetale (conidio formato più recentemente si trova alla base della catena: formazione conidiale enteroblastica o retrogressiva), catena mai ramificata - - - - - 6
- 5.* Catenule acropetale (conidio formato più recentemente si trova all'apice della catena: formazione conidiale oloblastica), spesso ramificate, oppure conidi formantisi quasi contemporaneamente (formazione conidiale tallica) - - - - - 14

Catenule basipetale [5]

- 6. Catene prodotte da fialidi (cellula conidiogena di lunghezza fissa) o anellidi (cellula conidiogena allungantesi dopo la formazione di ogni conidio).- - - - 7
- 6.* Catene formate in modo retrogressivo (la cellula conidiogena si raccorcia)- - 12
- 7. Fialidi con un collo lungo ($\geq 10 \mu\text{m}$), con conidi formati nel restringimento del collo; spore persistenti (artroconidi) pure presenti, a catena o con setti muriformi - - - - - *Thielaviopsis*
- 7. Fialidi con un collo più corto o addirittura senza collo; spore persistenti (aleuroconidi), se presenti, unicellulari, piccole - - - - - 8
- 8. Fialidi formate direttamente su rigonfiamenti ($\geq 15 \mu\text{m}$ di diam.; se $< 6 \mu\text{m}$, vedi *Penicillium*) di conidiofori non ramificati (monoseriati) oppure fialidi disposti su cellule sterili (metule) poste sui rigonfiamenti (biseriati) - - - - - *Aspergillus* (fig. 3)
- 8.* Fialidi disposte a verticilli su rami ad angoli abbastanza stretti, conidiofori non rigonfiati all'apice (o con un rigonfiamento molto ridotto, $< 6 \mu\text{m}$) - - - - - 9
- 9. Conidi con base piatta, spesso un po' sporgente (troncata), in massa chiari, talvolta brunastri o marroni o addirittura neri; le cellule conidiogene sono anellidi cilindriche oppure decisamente rigonfiate alla base; le ramificazioni dei conidiofori sono spesso molto irregolari - - - - - *Scopulariopsis* (fig. 3)
Se conidi in gocce mucose e non in catene, vedi *Scedosporium*
- 9.* Conidi senza base appiattita, in massa solitamente verdognoli, giallognoli od olivastri, più raramente completamente bruni, cellule conidiogene più o meno a forma di bottiglia - - - - - 10
- 10. Gambo dei conidiofori marrone - - - - - *Thysanophora*
- 10.* Gambo dei conidiofori chiaro - - - - - 11
- 11. Diramazione dei conidiofori a pennello solo all'apice (conidiofori tuttavia a volte ramificati altrimenti più in basso), cellule conidiogene generate direttamente sui conidiofori (monovercillati) oppure strutturate a verticilli generati da diramazioni sterili (metulae) a loro volta disposti a verticilli conidi, in massa, verdi - - - - - *Penicillium* (fig. 3)
- 11.* Diramazione dei conidiofori a pennello non solo all'apice, strutture portanti quindi spesso molto variabili e irregolari, cellule conidiogene di solito allungate a punta, conidi in massa giallognoli, olivastri o brunastri - - - - - *Paecilomyces* (fig. 3)

12. Conidi bicellulari, con cellule circa di uguale grandezza, lisci, alla base piegati a mo' di breve becco, staccantisi uno dopo l'altro dall'apice di conidiofori lunghi ed eretti; coltura di colore rosa - - - - -	<i>Trichothecium</i> (fig. 3)
12.* Conidi unicellulari - - - - -	13
13. Coltura giallo-arancione - - - - -	<i>Basipetospora</i>
13.* Coltura bianca, crescita lenta - - - - -	<i>Fraseriella</i>
Catenule talliche o acropetale [5*]	
14. Formazione di conidi mediante creazione di setti in ife vegetative e susseguente decadimento in cellule singole (formazione conidiale tallica); conidi di regola cilindrici - - - - -	15
14.* Formazione conidiale a fissione o per gemmazione (oloblastica), catene chiaramente acropetale, spesso ramificate - - - - -	17
15. Catene formate sempre da 4 conidi, conidi marrone chiaro, a maturità sferici (maturazione in sequenza basipetala) - - - - -	<i>Wallemia</i>
15.* Formazione di un numero indefinito di conidi in una catena, conidi sempre incolori - - - - -	16
16. Colonie incolori, asciutte o mucose, crescita della colonia in capsula di Petri fino al bordo in pochi giorni (vedi anche <i>Trichosporon</i> e alcuni stati anamorfi di basidiomiceti) - - - - -	<i>Geotrichum</i> (fig. 4)
16.* Colonie arancioni, asciutte, crescita delle colonie molto rapida, nella capsula di Petri sovente fino al bordo in 24 ore o meno - - - - -	<i>Chrysonilia</i>
17. Conidi monocellulari, incolori, sferici o a forma di tanica susseguentisi nella catena immediatamente l'uno all'altro, oppure alternati a cellule disgiuntrici; forme microconidiali spesso presenti - - - - -	forme anamorfe di <i>Monilinia</i>
17.* Conidi mono o pluricellulari, marroni - - - - -	18
18. Conidi claviformi, spesso prolungati a punta all'apice superiore (formazione di un rostro), con setti trasversali e spesso anche longitudinali o obliqui (setti a muro) - - - - -	<i>Alternaria</i> (fig. 4)
18.* Conidi con soli setti trasversali o senza setti, senza rostro, mai clavati - - - - -	19
19. Conidiofori ben sviluppati, ramificati, scuri, cellulari, conidi da mono a tetracellulari, colonie spesso verde oliva - - - - -	<i>Cladosporium</i> (fig. 4)
19.* Conidiofori assenti, cellule conidiogene spesso poco evidenti, conidi cilindrici, pluricellulari, scuri, ruvidi - - - - -	<i>Torula</i>

Conidi non a catenule [4*]

20. Cellule conidiogene strutturate a fialidi, formazione conidiale enteroblastica, a causa della formazione conidiale ripetitiva presenza, sulla parte apicale della fialide, di una goccia avvolgente di conidi - - - - -	21
20.* Cellule conidiogene non a fialidi, formazione conidiale oltotallica, oloblastica o anellidica - - - - -	34

Conidiogenesi fialidica [20]

21. Conidi bruni o neri, ornamentati, unicellulari, conidiofori brunastri, regolarmente distribuiti nel tallo, all'apice con un ciuffo di fialidi marroni allargantesi vistosamente verso l'alto (come una bottiglia rovesciata) - - - -	<i>Stachybotrys</i> (fig. 3)
21.* Conidi ialini o di colore chiaro, mono o pluricellulari, conidiofori non come sopra - - - - -	22
22. Conidi unicellulari - - - - -	23
22.* Conidi pluricellulari - - - - -	30

Conidi unicellulari [22]

23. Fialidi generantisi direttamente da ife vegetative, (mancano i conidiofori), a volte in numero esiguo su rami laterali delle ife vegetative - - - - -	24
23.* Fialidi su conidiofori che si distinguono nettamente dalle ife vegetative -	27
24. Fialidi brunastre, a forma di bottiglia, spesso con collaretto evidente; colture e anche micelio solitamente brunastri- - - - -	Gruppo generico <i>Phialophora</i> (vedi anche <i>Exophiala</i> , <i>Wangiella</i> , <i>Cladophialophora</i>)
24.* Fialidi ialine, collaretto spesso non evidente o addirittura assente, colture e micelio di colore chiaro (bianco, rosa, giallo) - - - - -	25
25. Fialidi panciute (rigonfiate) - - - - -	<i>Tolytocladium</i>
25.* Fialidi non rigonfiate - - - - -	26
26. Fialidi e anche micelio incolori (a volte micelio giallognolo, rossiccio, verdastro), collaretto piccolo ed indistinto - - - - -	<i>Acremonium</i>
26.* Fialidi in parte ridotte ad adelofialidi (strutture a forma di ago, simili a sterigmi) - - - - -	<i>Aphanocladium</i>
27. Diramazioni di due tipi: obbligatamente verticillate e inoltre fialidi ordinate a pennello - - - - -	<i>Clonostachys</i>
27.* Diramazioni di un solo tipo, obbligatamente verticillate - - - - -	28
28. Conidiofori a diramazione obbligatamente verticillata, rami e parti superiori delle strutture portanti con fialidi ordinate a verticilli- - - - -	<i>Verticillium</i>
28.* Conidiofori a diramazione non verticillata e senza strutture portanti con fialidi ordinate a verticilli- - - - -	29
29. Fialidi ordinate in penicilli apicali irregolari, colonie bianche, giallastre, verdognole o rossicce (distinguibili da <i>Penicillium</i> e affini per la mancanza di catene conidiche) - - - - -	<i>Gliocladium</i>
29.* Conidiofori solitamente con ramificazioni staccantisi più meno ad angolo retto e spesso riuniti in ammassi densi, lanosi, fialidi corte, rigonfie, a volte ricurve - - - - -	<i>Trichoderma</i> (fig. 4)

Conidi pluricellulari [22*]

30. Conidi da bicellulari a tricellulari - - - - - 31
- 30.* Oltre a conidi bicellulari e tricellulari anche conidi con più setti presenti - - - 32
31. Conidi bicellulari, con cellule circa di uguale grandezza, lisci, alla base piegati a mo' di breve becco, staccantisi uno dopo l'altro dall'apice di conidiofori lunghi ed eretti; coltura di colore rosa - - - - - *Trichothecium* (fig. 3)
- 31.* Conidiofori poco differenziati, corti, ramificati, spesso formati su ife raggruppate in cordoni, colture mucose - - - - - forme anamorfe di *Monographella*
32. Conidi allungati, falciformi, con più setti trasversali, con una cellula basale distinta, spesso accompagnati da microconidi unicellulari (talvolta però solo i microconidi sono presenti!), colonie bianche oppure con tonalità verdognole, rosse, gialle o viola - - - - - *Fusarium* (fig. 4)
- 32.* Conidi all'incirca cilindrici, da bi- a pluricellulari, senza cellula basale distinta, a base arrotondata - - - - - 33
33. Conidiofori lunghi, eretti, all'apice densamente ramificati a spazzola, con vescicola terminale, conidi diritti - - - - - *Cylindrocladium*
- 33.* Conidiofori corti, senza vescicola, con ramificazione vicino alla base, microconidi presenti o mancanti, macroconidi in generale leggermente ricurvi - - - - - *Cylindrocarpon*

Conidiogenesi tallica, oloblastica o anellidica [20*]

34. Conidi chiari o incolori, da ialini a marrone molto chiaro - - - - - 35
- 34.* Conidi scuri - - - - - 44

Conidi ialini o di colore chiaro [34]

35. Colture mucose, da giovani come lieviti e di colore chiaro, più tardi scure; conidi unicellulari, germinanti come lievito, clamidospore brune: gruppo di generi morfologicamente indistinguibili - - - - - *Aureobasidium* "lieviti neri"; vedi anche *Exophiala*
- 35.* Conidi non germinanti, colture farinose o con micelio aereo - - - - - 36
36. Conidi bicellulari a cellule disuguali, cellule più grandi con superficie spinosa, conidiofori incospicui - - - - - *Mycogone*
- 36.* Conidi non come sopra, unicellulari o pluricellulari - - - - - 37
37. Conidiogenesi oloblastica, conidi unicellulari - - - - - 38
- 37.* Conidiogenesi tallica (olotallica) o anellidica - - - - - 39
38. Cellule conidiogene formanti rigonfiamenti all'apice di ramificazioni di conidiofori, conidi più o meno sferici - - - - - *Botrytis*
- 38.* Cellule conidiogene allungate, conidi sferici, decisamente grandi (solitamente > 30 µm) - - - - - *Sepedonium*

39.* Conidi unicellulari - - - - -	40
39. Conidi pluricellulari, talvolta presenza di microconidi; spesso isolati da animali o uomo, colture spesso con un odore intenso e sgradevole- - - - -	42
40. Conidiogenesi anellidica, anelli sulle cellule anellidiche poco visibili, cellule conidiogene affusolate; conidi ialini o marrone chiaro, con base leggermente appiattita, formanti delle goccioline mucose sulla cellula conidiogena - - - - -	<i>Scedosporium</i> (se conidi in catene, vedi <i>Scopulariopsis</i>)
40.* Conidiogenesi olotallica - - - - -	41
41. Conidi appiattiti alla base, spesso con pareti spesse e scolpite, solitamente più piccole di 6 µm, inserite su strutture portanti poco differenziate (a volte anche in catene interrotte) - - - - -	<i>Chrysosporium</i>
41.* Conidi a forma ovata, ellissoide o a capocchia di fiammifero, prodotti direttamente sul micelio, fungo dermatofito, patogeno umano o animale- - - - -	<i>Trichophyton</i> (fig. 4)
42. Conidi pluricellulari (macroconidi) con parete ruvida spesso fusiformi, talvolta piriformi, microconidi unicellulari talvolta presenti - - - - -	<i>Microsporium</i> (fig. 4)
42.* Conidi pluricellulari (macroconidi) con parete liscia, microconidi unicellulari presenti o assenti - - - - -	43
43. Conidi pluricellulari (macroconidi) con parete liscia e sottile, microconidi unicellulari assenti, colture verde-brune o giallo- arancione - - - - -	<i>Epidermophyton</i>
43.* Conidi pluricellulari (macroconidi) con parete liscia e più spessa, microconidi unicellulari presenti - - - - -	<i>Trichophyton</i> (fig. 4)
Conidi di colore scuro [34*]	
44. Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti) - - - - -	45
44.* Conidi pluricellulari, marroni - - - - -	47
45. Termofili (crescita a temperature superiori a 40 °C) - - - - -	<i>Thermomyces</i>
45.* Mesofili (crescita solo fino a 37 °C)- - - - -	46
46. Conidi sferici, senza fessura germinativa o poro germinativo- - - - -	<i>Humicola</i>
46.* Conidi ellissoidi, con una fessura germinativa, formati direttamente (vedi anche <i>Wardomyces</i> ; se le cellule conidiogene sono rigonfie cf. <i>Nigrospora</i>) - - - - -	<i>Mammaria</i>
47. Conidi con setti trasversali e longitudinali - - - - -	48
47.* Conidi con soli setti trasversali, setti a volte poco evidenti - - - - -	50
48. Conidi attaccati alle cellule conidiogene su tutta la lunghezza della base, appiattita - - - - -	<i>Pithomyces</i> (fig. 4)
48.* Conidi attaccati alle cellule conidiogene solo in parte, spesso con cicatrice anulare al punto di attacco - - - - -	49

49. Conidiofori continuanti la crescita solo all'apice ("percorrenti"), conidi attaccati alla cellula conidiogena mediante poro esiguo - - - - -	<i>Stemphylium</i>
49.* Conidiofori crescenti solo simpodialmente, conidi non legati a cellule conidiogene mediante poro; il conidio può diventare a sua volta conidioforo - -	<i>Ulocladium</i>
50. Conidi bicellulari, cellule conidiogene cilindriche, con base rigonfia (in coltura non sempre visibile), con anellidi ben visibili - - - - -	<i>Spilocea</i> (forma anamorfa di <i>Venturia</i>)
50.* Conidi pluricellulari, cellule conidiogene con pori o cicatrici - - - - -	51
51. Conidi a forma di fuso allungato, spesso falciformi, cellule terminali a volte più chiare delle mediane - - - - -	<i>Curvularia</i>
51.* Conidi lineari o poco ricurvi - - - - -	52
52. Cicatrice della base conidiale (hilum) marcatamente visibile - - - - -	<i>Exserohilum</i>
52.* Hilum assente - - - - -	53
53. Conidi generalmente cilindrici - - - - -	<i>Drechslera</i>
53.* Conidi generalmente affusolati - - - - -	<i>Bipolaris</i>

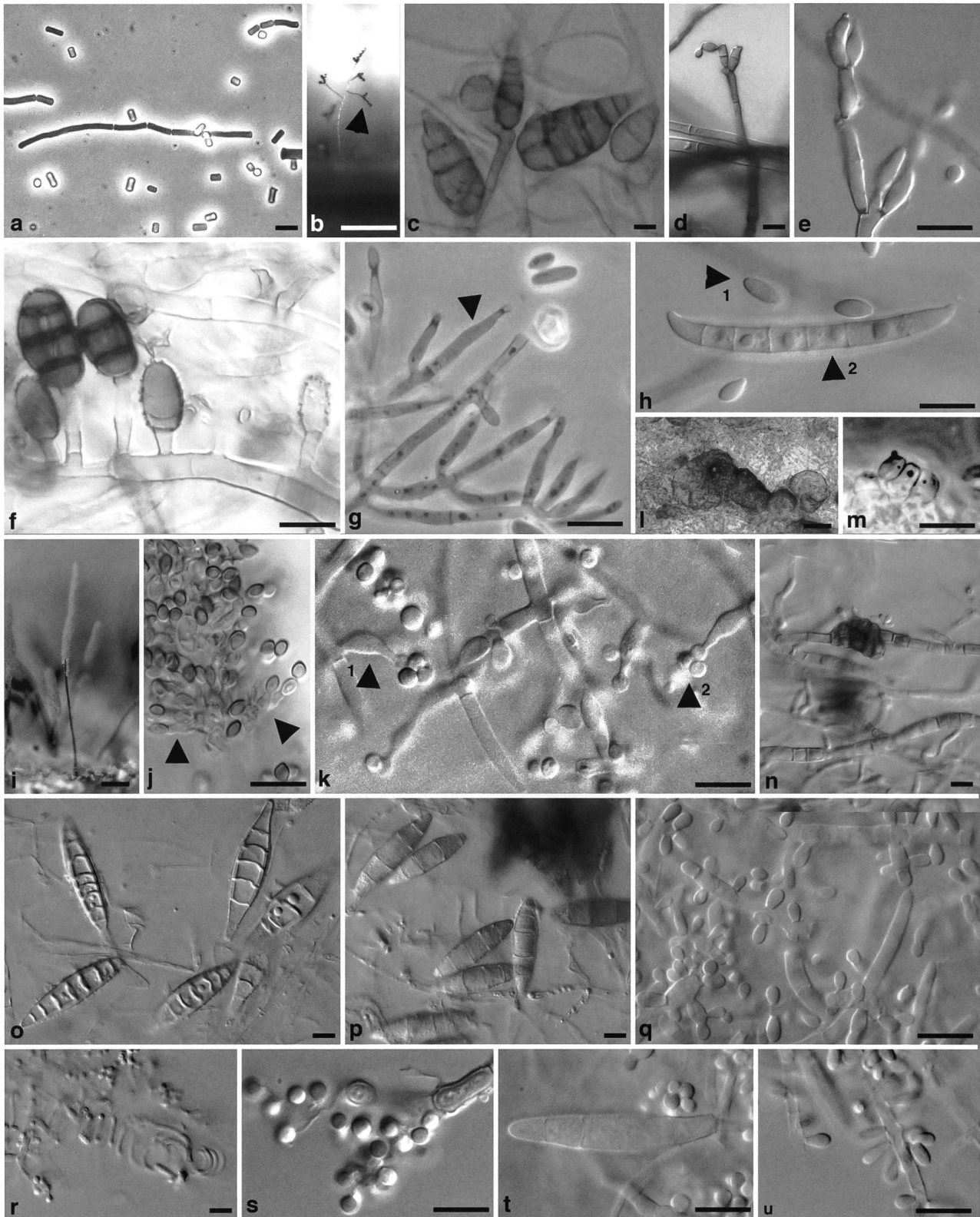


Fig. 4 - **a.** *Geotrichum candidum*. Conidi in catenule formate da ife frammentate. **b, c.** *Alternaria alternata*. **b.** Conidioforo con conidi in catenule acropetale. **c.** Conidi claviformi con setti muriformi. **d, e.** *Cladosporium cladosporioides*. **d.** Conidioforo con conidi in catenule acropetale. **e.** Catenule acropetale. **f.** *Pithomyces chartarum*. **g, h.** *Fusarium* sp. **g.** Fialide. **h.** Microconidio unicellulare (1); macroconidio allungato, falciforme, con più setti trasversali e cellula basale distinta (2). **i, j.** *Cephalotrichum microsporum*. **i.** Sinnenma. **j.** Anellidi portanti conidi con base piatta in catenule basipetale. **k.** *Trichoderma aggressivum*: fialide (1); conidi formanti una goccia (2). **l - n.** *Phoma* sp. **l.** Conidiomi. **m.** Fialidi ampolliformi. **n.** Clamidospora. **o - u.** Dermatofiti. **o.** *Microsporium canis*. Spore a parete ispessita. **p.** *M. gypseum*. **q.** *Trichophyton erinaceum*: microspore. **r - t.** *Trichophyton mentagrophytes*. **r.** Iife a forma di spirale; **s.** Microconidi; **t.** Macroconidio. **u.** *T. rubrum*. Barre: **a - h, j, k, m - u:** 10 µm. **i:** 250 µm, **l:** 50 µm.

GLOSSARIO

<i>Acervulo</i>	Corpo fruttifero (v. <i>conidioma</i>) delle forme anamorfe, di forma appiattita e portante cellule conidiogene o conidiofori sulla sua superficie.	<i>Bitunicato</i>	Asco con una parete che, al microscopio, appare come doppia (due strati).
<i>Acropetala, catenula</i>	Catenula spesso ramificata, formata da conidi con genesi olatallica, in cui il conidio più giovane è situato in cima alla catenula.	<i>Blastica, conidiogenesi</i>	Formazione di conidi per gemmazione.
<i>Adelofialidi</i>	Fialidi a forma di ago, visibili al microscopio come piccole escrescenze dell'ifa o del conidioforo.	<i>Cenocitico (micelio)</i>	Ife senza setti trasversali; le cellule, molto lunghe, contengono quindi diversi nuclei.
<i>Aleuroconidio</i>	Spora con parete cellulare spessa, formata dalla differenziazione della parte apicale di un'ifa.	<i>Clamidospora</i>	Organo uni- o pluricellulare con parete cellulare molto spessa, di forme diverse, che ricopre la funzione di organo duraturo.
<i>Anellide</i>	Cellula conidiogena di tipo enteroblastico, che si allunga dopo la formazione di ogni conidio. Riconoscibile da cicatrici ricordanti degli anelli sulla sua parte apicale.	<i>Cleistotecio</i>	Ascoma a forma più o meno sferica, senza aperture.
<i>Apofisi</i>	Rigonfiamento a forma d'imbuto sulla parte apicale degli sporangiofori negli Zygomycota.	<i>Collaretto</i>	Formazione a forma di collare, talvolta molto cospicuo e ricordante un piccolo imbuto, tipica di alcuni generi a conidiogenesi enteroblastica.
<i>Apotecio</i>	Ascoma a forma di piatto o coppa, contenente gli aschi.	<i>Columella</i>	Struttura sterile, a forma di vescica, formata da un rigonfiamento dello sporangioforo (Zygomycota).
<i>Artrica, conidiogenesi</i>	Formazione di conidi tramite frammentazione delle ife.	<i>Conidio</i>	Spora sessile, non mobile, formata in modo asessuato (per mitosi).
<i>Artroconidio</i>	Conidio formato per conidiogenesi arttrica.	<i>Conidiogena, cellula</i>	Cellula che produce i conidi.
<i>Aschi</i>	Organi della riproduzione sessuata negli ascomiceti (normalmente a forma sferica o di sacco) in cui le ascospore sono formate per meiosi e susseguente mitosi.	<i>Conidiogenesi</i>	Il processo di formazione di conidi.
<i>Ascoma</i>	Corpo fruttifero degli Ascomycota. Fondamentalmente si distinguono apotecii, cleistotecii, gimnoteci, periteci e pseudotecii.	<i>Conidioforo</i>	Struttura più o meno differenziata su cui si trovano le cellule conidiogene.
<i>Basidi</i>	Organi della riproduzione sessuata nei basidiomiceti, su cui sono prodotte le basidiospore.	<i>Conidioma</i>	Corpo fruttifero delle forme anamorfe. Può essere un acervulo o un picnidio.
<i>Basipetala, catenula</i>	Una catenula mai ramificata, tipica della conidiogenesi enteroblastica, in cui il conidio più giovane si trova alla base della catenula.	<i>Coremio</i>	Struttura formata da diversi conidiofori cementati a formare una struttura ad alberello.
		<i>Enteroblastica, conidiogenesi</i>	Formazione di conidi in cui solo la parte inferiore della parete della cellula conidiogena partecipa alla formazione della parete cellulare del conidio.
		<i>Enterotallica, conidiogenesi</i>	Formazione di conidi tramite frammentazione delle ife, in cui però solo lo strato interno della parete cellulare contribuisce alla formazione della parete cellulare del conidio.

<i>Fialide</i>	Cellula conidiogena di tipo enteroblastico la cui lunghezza rimane immutata.	<i>Pseudotecio</i>	Ascoma con parete stromatica, in cui la parete non è distinguibile dalle strutture stromatiche che li circondano. Tipico di ascomiceti bitunicati.
<i>Germinativa, fessura</i>	Una parte della parete cellulare a spessore ridotto, da cui esce l'ifa germinativa. Tipica di spore brune, a parete cellulare spessa.	<i>Retrogressiva, conidiogenesi</i>	La cellula conidiogena, dopo la formazione del primo conidio, ne forma un secondo subito sotto questo e così via, diventando quindi sempre più corta.
<i>Gimnotecio</i>	Ascoma con una parete ridotta ad un intreccio di ife.	<i>Rizoidi</i>	Radichette che servono ad ancorare micelio e sporangi al substrato.
<i>Hilum</i>	Una specie di cicatrice sulla spora che corrisponde al punto in cui la spora era attaccata alla cellula conidiogena.	<i>Simpodiale</i>	Tipo di ramificazione in cui, nelle successive biforcazioni, un ramo cresce costantemente più dell'altro.
<i>Ialino</i>	Incolore.	<i>Sinnema</i>	Vedi <i>Coremio</i> .
<i>Merosporangio</i>	Negli <i>zigomiceti</i> , sporangio a forma allungata e cilindrica contenente poche spore (da 1 a ca. 10).	<i>Sporangio</i>	Struttura (negli <i>zigomiceti</i>) che contiene le sporangiospore (spore formate asessualmente).
<i>Metula</i>	Cellula sterile, situata tra il rigonfiamento del conidioforo e la cellula conidiogena (spec. in <i>Aspergillus</i>).	<i>Sporangioforo</i>	Struttura che porta gli sporangi.
<i>Oblastica, conidiogenesi</i>	Formazione di conidi tramite gemmazione.	<i>Sterigma</i>	Una piccola protuberanza, spesso a forma di ago, su cui sono attaccate delle spore (normalmente nei <i>basidiomiceti</i>).
<i>Olotallica, conidiogenesi</i>	Formazione di conidi tramite rottura delle ife, con partecipazione dell'intera parete cellulare dell'ifa alla formazione della parete cellulare del conidio.	<i>Stolone</i>	Ifa che cresce orizzontalmente a contatto con il substrato, emettendo spesso nuove radici, e che serve al fungo per occupare nuove parti del substrato.
<i>Ostiolo</i>	Apertura in ascomi e conidiomi, da cui fuoriescono ascospore o conidi.	<i>Stroma</i>	Struttura ifale compatta, spesso melanizzata, che racchiude e protegge i corpi fruttiferi di alcuni funghi (<i>Ascomycota</i> e loro forme anamorfe).
<i>Peridio</i> <i>Peritecio</i>	Parete di ascomi e conidiomi. Ascoma a forma di pera o ricettacolo, con un'apertura (ostiolo).	<i>Tallica, conidiogenesi</i>	Formazione di conidi per frammentazione delle ife.
<i>Picnidio</i>	Conidioma a forma di pera o ricettacolo, di solito con un'apertura (ostiolo).	<i>Unitunicato</i>	Asco con una parete cellulare che non appare stratificata al microscopio.
<i>Prototunicato</i>	Asco con una parete sottile, evanescente a maturità delle ascospore.	<i>Verticillo</i>	Complesso di tre o più cellule conidiogene (o rami di conidiofori) che si sviluppano su uno stesso piano intorno a un asse comune.
<i>Pseudomicelio</i>	Struttura con le caratteristiche di un micelio, formata però da cellule saldate insieme e non derivanti dalla formazione di setti in un'ifa.	<i>Zigosporangio</i>	Struttura melanizzata, cospicua, con ornamenti appariscenti, tipica degli <i>Zygomycota</i> , che racchiude (normalmente) una zigospora (spora formate sessualmente).
<i>Pseudoparenchimatico</i>	Struttura composta da ife strettamente intrecciate ma non distinte tra loro.	<i>Zoospora</i>	Spora mobile, con flagelli.

LETTERATURA

- ARX J. A. VON. 1981. The genera of fungi sporulating in pure culture. Cramer, Vaduz, 424 pp.
- CAVALIER-SMITH T. 1981. Eukaryote kingdoms: seven or nine? *Biosystems* 14, no. 3-4, 461-481.
- CAVALIER-SMITH T. 1993. Kingdom protozoa and its 18 phyla. *Microbiological Review* 57, no. 4, 953-994.
- CAVALIER-SMITH T. 1998. A revised six-kingdom system of life. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 73, no. 3, 203-266.
- CAVALIER-SMITH T. 2004. Only six kingdoms of life. *Proceedings of Biological Sciences* 271, no. 1545, 1251-62.
- CAVALIER-SMITH T. 2006. Rooting the tree of life by transition analyses. *Biology Direct* 1, 19.
- CROUS P. W., VERKELEY G. J. M., GROENEWALD J. Z. & SAMSON R. A. 2009. CBS Laboratory Manual Series 1: Fungal biodiversity. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, 270 pp.
- DE HOOG G. S., GUARRO J., GENÉ J. & FIGUERAS M. J. 2000. Atlas of clinical fungi, 2. Ed. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, 1126 pp.
- DOMSCH K. H., GAMS W. & ANDERSON T. 1993. Compendium of soil fungi Vol. I, II. Academic Press, London, 2. Ed., 859, 405 pp.
- HAWKSWORTH D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95, no. 6, 641-655.
- HIBBETT D. S., BINDER, M. *et al.* 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research* 111, 509-547.
- KENDRICK B. 1992. The Fifth kingdom. 2. Ed. Ontario, Mycologic Publications, 406 pp.
- KIRK P. M., CANNON P. F., STALPERS J.A. & MINTER D. W. 2011. Dictionary of the fungi, 10. Ed. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), 784 pp.
- LINNAEUS C. 1753. *Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas*. Stockholm, L. Salvius.
- MADDISON D. R. & SCHULZ K.-S. 2007. The Tree of Life Web Project. Last accessed: 2011, <http://tolweb.org>.
- MÜCKE W. & LEMMEN CH. 2004. Schimmelpilze. Vorkommen – Gesundheitsgefahren – Schutzmassnahmen (3. Ed.). *Eco-med*, 192 pp.
- MÜLLER E., LOEFFLER W. *et al.* 1976. *Mycology: An Outline for Science and Medical Students*, Thieme.
- NEES VON ESENBECK C. G. D. 1816 - 1817. *Das System der Pilze und Schwämme (The Taxonomy of Mushrooms and Toadstools)*. Würzburg.
- PETRINI L. E. & PETRINI O. 2010. *Schimmelpilze und deren Bestimmung*. 3. Ed. J. Cramer, Stuttgart, 170 pp.
- PFALLER M. A & DIEKEMA D. J. 2010. Epidemiology of invasive mycoses in North America. *Critical Reviews in Microbiology* 36, 1-53.
- REISS, J. 1999. *Schimmelpilze. Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung*. 2. Ed. Springer, Berlin.
- SACCARDO, P. A. 1882-1931. *Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum*. Patavii, sumptibus auctoris.
- SAMSON R. A., HOEKSTRA E. S. & FRISVAD J. C. 2004. *Introduction to food borne fungi*. 7. Ed., Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, 389 pp.
- SEIFERT K., MORGAN-JONES G., GAMS W. & KENDRICK B. 2011. *The Genera of Hyphomycetes*. 997pp.
- ST-GERMAIN G. & SUMMERBELL R. 2011. *Identifying fungi. A clinical laboratory handbook*. 2. Ed. Star Publishing Company, Belmont, USA, 378 pp.
- ULLOA M. & HANLIN R. T. 2000. *Illustrated dictionary of mycology*. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 448 pp.

Riserva naturale Bolle di Magadino: effetti del traffico aereo sull'avifauna

Lorenzo Fornasari e Gianpiero Calvi

Fauna Viva, Viale Sarca 78, I-20125 Milano

l.fornasari@faunaviva.it

Riassunto: Allo scopo di quantificare il disturbo dovuto alla presenza dell'aeroporto, parallelamente a rilevamenti sugli uccelli sono stati condotti rilievi del disturbo acustico per mezzo di un fonometro. La situazione rilevata dei movimenti e della tipologia dei velivoli presenti all'aeroporto di Locarno-Magadino (essenzialmente monomotori) determina un impatto accettabile sull'avifauna svernante (uccelli acquatici), tendenzialmente ininfluenza su quella nidificante oggi nell'area agricola, mentre potrebbe avere un effetto di allontanamento per specie delicate che non riescono a nidificare, come ad esempio il Falco di palude o l'Airone rosso, sebbene l'habitat sia potenzialmente idoneo. L'impatto è invece incisivo sui passeriformi migratori, sia in primavera, sia in autunno. Le osservazioni effettuate sui Passeriformi in sosta migratoria indicano che le specie migratrici più osservate interrompono le loro attività in maniera significativamente superiore in presenza di disturbo, con una evidente influenza sul *time-budget*. Nel periodo post-riproduttivo si registrano alterazioni nel comportamento già a picchi di pressione sonora di soli 60 dB. Il controllo della biomassa e dell'adiposità ha rivelato che il disturbo (sia come numero di voli sia come intensità del rumore) ha effetti cumulativi sullo stato fisiologico dei migratori, influenzando in modo negativo le condizioni corporee di Pettiroso, Lui piccolo e Migliarino di palude in particolare quando si considerano i voli transitati nelle prime ore della giornata, quando gli uccelli sono più attivi. Per i migratori di passo la situazione attuale appare oltre la soglia di un impatto trascurabile.

Parole chiavi: Conflitti aviazione-uccelli, conservazione degli uccelli, migrazione, sito di sosta.

Natural reserve Bolle di Magadino: Effects of aviatory activity on birds.

Abstract: In order to establish the disturbance caused by the presence of the nearby airport, and in conjunction with a survey of bird populations, measurements of noise disturbance levels were recorded using a phonometer. The determined effect, based on acquired aircraft movements and their typology (essentially single-engined aircraft) at the Locarno-Magadino airport, can be defined as acceptable on wintering avifauna (waterfowl), basically non influential on breeding avifauna today mainly in agricultural areas, while it could have a deterrent effect on delicate species that are then unable to breed, such as the Marsh Harrier or the Purple Heron, despite availability of a potentially suitable habitat. On the other hand, it was found that the impact on migratory Passeriformes was incisive, both in spring and in autumn. Observations made on Passeriformes during migratory stopovers indicate that the most common migratory species interrupt their activities in a significantly superior manner in the presence as opposed to absence of disturbances, with evident influence on the *time-budget*. In post-reproductive periods behavioral alterations are observed starting from sound pressure peaks as low as 60 dB. Weight and adiposity measurements indicated that disturbance factors (such as number of flights and noise intensity) have cumulative effects on the physiological state of migratory birds, negatively affecting corporal conditions of the Robin, the Common Chiffchaff and Reed Bunting, particularly when considering early morning flights, when the birds are most active. For passing migratories, the present situation appears to be beyond negligible level.

Keywords: Conflicts aviation-birds, bird conservation, bird migration, stop-over ecology

INTRODUZIONE

L'importanza delle Bolle di Magadino per la protezione degli uccelli, è conosciuta da molto tempo ed aveva portato a una prima forma di tutela già nel 1949 (ANTONIETTI 1964, FOSSATI 2003), consolidata definitivamente nel 1975 con l'istituzione della riserva naturale. I dati raccolti finora – in particolare sull'avifauna migratrice – dimostrano che la riserva naturale delle Bolle di Maga-

dino svolge un ruolo di estrema rilevanza nel ciclo biologico di molte specie di uccelli (SUTER 1975, RAMPAZZI 1991, LARDELLI 2001). Le specie di uccelli nidificanti e gli ospiti invernali che provengono dall'Europa orientale e settentrionale testimoniano del valore a livello nazionale dell'area, che è attraversata da flussi migratori intensi, principalmente in senso Est-Ovest, nel periodo autunnale, e in senso inverso nel periodo primaverile. Le campagne di inanellamento portate avanti negli ultimi