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

Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali

**Band:** 100 (2012)

**Artikel:** Muffe e funghi patogeni

Autor: Petrini, Orlando / Petrini, Liliane E.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-1003030

## Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

## **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF: 20.11.2025** 

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

## Muffe e funghi patogeni

## Orlando Petrini<sup>1</sup> e Liliane E. Petrini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto cantonale di microbiologia, Via Mirasole 22A, Bellinzona <sup>2</sup>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 chiavi: 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 attrassero 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 olomorfo (ingl. "holomorph"), ed è la "somma" dell'anamorfo ("anamorph", da "anatomic morphology"), o forma asessuata, e del teleomorfo ("teleomorph"). Un olomorfo è formato normalmente da un teleomorfo e dalla sua forma anamorfa, ma in alcuni casi una delle due forme non è conosciuta, quindi l'olomorfo corrisponde al teleomorfo o all'anamorfo. Non poche volte, comunque, per un olomorfo sono conosciute diverse forme anamorfe. Un tipico esempio di olomorfo 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 (micorriza 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, Archaebacteria, Archaezoa, 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 Hibbet *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 particola-

re 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 guide 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.

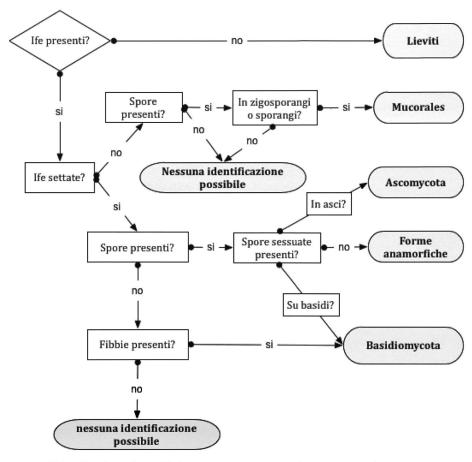


Fig. 1 - Albero decisionale per l'identificazione di funghi che crescono e sporulano in coltura pura (da Petrini & Petrini, 2010).

## CHIAVE PRINCIPALE

1.	Formazione di zoospore (spore con flagelli)	<b>Protisti</b> ("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	<b>Zygomycota</b> , in particolare <i>Mucorales</i>

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 Ascomycota e Basidiomycota
6.	Presenza di basidi	Basidiomycota (letteratura specialistica necessaria)
6.*	Presenza di aschi	Ascomycota
ZY	GOMYCOTA (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	Zygorhynchus
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	Rhizopus (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	Actinomucor
6.*	Sporangiofori e sporangi marroncini, termofili, sovente presenza di zigosporangi	Rhizomucor
7.	Sporangiofori molto lunghi (solitamente più di 8 cm) e spessi, con luccichìo metallico, senza diramazioni	Phycomyces
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	<b>Mucor</b> (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	Absidia (fig. 2)
9.*	Crescita a temperature superiori a 37 °C, zigofori senza ife inguainanti, patogeno umano	Lichtheimia
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	Thamnidium (fig. 2)
10.*	Sporangiolo con fino a 40 spore, in terminazioni di sporangiofori semplici o ramificati, columella molto ridotta o assente	Mortierella
11.	Merosporangi sferici, con una sola sporangiospora, normalmente spinosi, raggruppati tutt'intorno all'ingrossamento (vescicola) dello sporangioforo -	Cunninghamella (fig. 2)
11.*	Sporangi (merosporangi) cilindrici	12
12.	Parecchi merosporangi presenti sull'ingrossamento (vescicola) di uno sporangioforo ramificato	Syncephalastrum
12.*	Pochi merosporangi per vescicola, sporangioforo a ramificazione dicotoma, normalmente iperparassita di altri Mucorales	Piptocephalis (fig. 2)

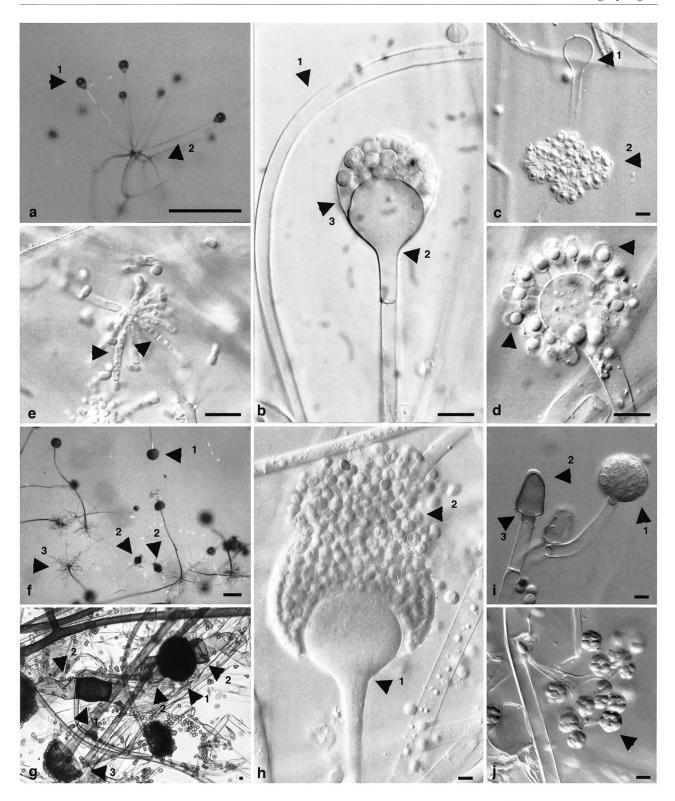


Fig 2. - **a**, **b**. Absidia glauca. **a**. Sporangio (1), sporangioforo (2). **b**. Ifa cenocitica, senza setti trasversali (1); columella con apofisi (2); peridio (parete sporangiale, 3). **c**, **d**. Cuminghamella elegans. **c**. ingrossamento (vescicola) dello sporangioforo (1); sporangi (2);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

## 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 (asci unitunicati o bitunicati), corpi fruttiferi (ascomi) periteci, apoteci o pseudoteci	19
Asc	ni prototunicati [1]	
2.	Ascomi piccoli (quasi non visibili allo stereomicroscopio), chiaramente peduncolati, contententi pochi aschi; colture spesso rossastre o grigiastre, forma anamorfa <i>Basipetospora</i>	Monascus
2.*	Ascomi più grandi, non peduncolati, 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
Con	idi in catenule basipetale [3]	
4.	Ascomi composti da ife intricate o al massimo da un tessuto ifale poco cospicuo, forma anamorfa <i>Paecilomyces</i>	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 concrescenti e formanti una crosta marrone ("stroma"). Termofilo, forma anamorfa <i>Paecilomyces</i>	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	Emericella (fig. 3)
10.*	Ascomi circondati da Hüllecells" a forma allungata o a spirale, ascospore ialine o giallastre	Fennellia
11.	Forma anamorfa Aspergillus a capitelli globosi. Specie osmofile	Eurotium
11.*	Forma anamorfa Aspergillus a capitelli a colonna. Specie non osmofile	12
12.	Ascomi bianchi	Neosartorya
12.*	Ascomi da giallo a marrone	Neocarpenteles
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>	Eupenicillium
13.*	Ascomi non duri, carbonacei, con ostiolo, ascospore incolori, spesso marcatamente asimmetriche (a forma di fagiolo, triangolari, ecc.); forma anamorfa <i>Scopulariopsis</i>	Microascus
Cor	idi non in catenule basipetale [3*]	
	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio)	15
14.	- " "	15 16
14. 14.*	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio)	
14. 14.* 15.	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio)	16
<ul><li>14.</li><li>14.*</li><li>15.</li><li>15.*</li></ul>	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio)	16  Pseudogymnoascus
<ul><li>14.</li><li>14.*</li><li>15.</li><li>15.*</li><li>16.</li></ul>	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio)	16  Pseudogymnoascus  Gymnoascus
14. 14.* 15. 15.* 16. 16.*	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio)	Pseudogymnoascus  Gymnoascus  17
14. * 15. * 16. * 16. * 17.	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio)	Pseudogymnoascus  Gymnoascus  17
14. 14.* 15. 15.* 16. 16.* 17.	Ascomi con peridio composto da ife (gimnotecio)	Pseudogymnoascus  Gymnoascus  17  18  Thielavia

## Aschi unitunicati o bitunicati [1\*]

19.* Aschi a parete sottile (membrana formata da un solo strato: unitunicati, solitamente cilindrici allo stadio non maturo), corpo	1
fruttifero solitamente con apertura 21	
Aschi bitunicati [19]	
20. Ascospore da incolori a brunastre, con setti trasversali e longitudinali Lo	Leptosphaerulina
20*. Ascospore incolori, con un solo setto trasversale D	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 <i>Trichoderma</i> H	<b>Ј</b> уросгеа
21.* Corpi fruttiferi liberi, non in uno stroma 22	2
22. Corpi fruttiferi pigmentati, da marrone a nero, ascospore scure, unicellulari, con poro germinativo o fessura germinativa 23	3
22.* Corpi fruttiferi di colore chiaro (gialli, rossi, bluastri), ascospore chiare, pluricellulari, senza poro germinativo o fessura germinativa 26	6
23. Ascospore lisce 24	4
23.* Ascospore ornamentate 25	5
24. Corpi fruttiferi con setule, ascospore con fessura germinativa Co	Coniochaeta
24.* Corpi fruttiferi glabri, ascospore con poro germinativo Se	<b>Sordaria</b> (fig. 3)
25. Ascospore striate longitudinalmente	Neurospora
25.* Ascospore con superficie reticolata	Gelasinospora
26. Ascospore unicellulari G	Glomerella
26.* Ascospore pluricellulari 27	7
27. Ascospore bicellulari, forma anamorfa Gyrostroma, Tubercularia o Zythiostroma - gr	ruppo <i>Nectria</i>
27.* Ascospore con più di 2 cellule, forma anamorfa Fusarium G	Gibberella

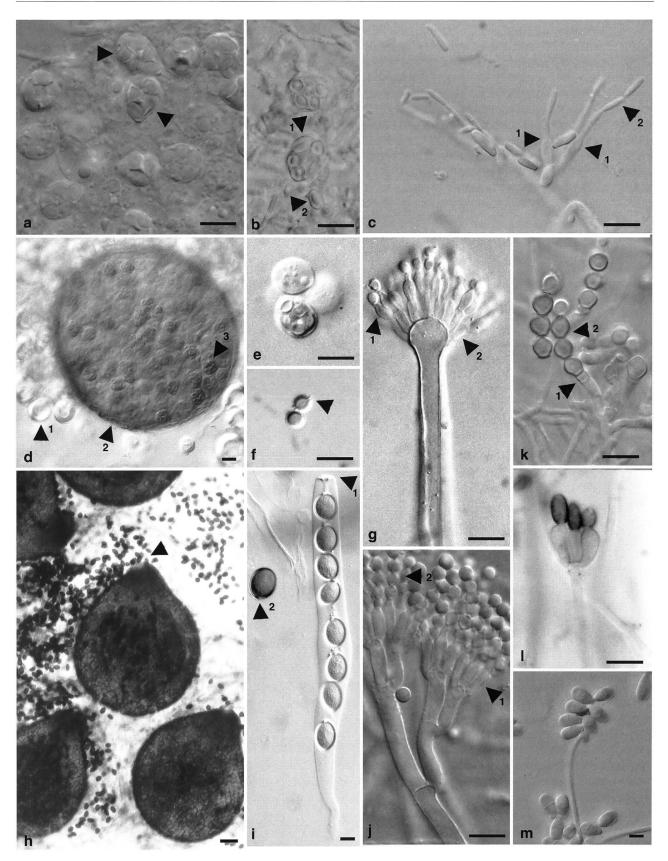


Fig. 3 - a - c. Byssochlamys fulva. a. Aschi prototunicati con ascospore. b. Asco con ascospore (1); ascospora con parete spessa (2). c. Forma anamorfa Paecilomyces: cellule conidiogene (fialidi) allungate a punta (1); conidi in catenula basipetala (2). d - g. Emericella nidulans. d. Cellule sterili (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: filiade (1) metula posta su un rigonfiamento (2). h, i. Sordaria fimicola. h. Ascoma con apertura (ostiolo); i. Asco unitunicato con struttura apicale (1); ascospora 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 μm, h: 50 μm.

## 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"
В.	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 $\mu m$ )	Diplodia (vedi anche Bo- tryodiplodia e Lasiodiplodia)
2.*	Conidi incolori, unicellulari o pluricellulari	3
3.	Conidi ellissoidi o appiattiti su un lato, solitamente piccoli (< 10 $\mu$ m), senza appendici o guaina mucosa	4
3.*	Conidi sferici, vermiformi, filiformi o cilindrici, unicellulari o pluricellulari, di solito più grandi (> $10~\mu m$ ), talvolta con appendici e/o guaina mucosa	5
4.	Cellule conidiogene ampolliformi, difficilmente visibili, conidi incolori (se brunastri, considerare <i>Microsphaeropsis</i> ), clamidospore spesso presenti, colture spesso di colore scuro	<b>Phoma</b> (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	Phyllosticta
9.	Conidi bicellulari, di lunghezza abbastanza uniforme-	Ascochyta
9.*	Conidi pluricellulari, di lunghezza variabile	Stagonospora
10.	Conidi incolori e unicellulari	11
10.*	Conidi marroni, unicellulari o pluricellulari	13
11.	Conidioma rudimentale, conidi ellissoidi/cilindrici, più corti di 12 $\mu m$	Discula
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	Colletotrichum
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	Cryptosporiopsis
13.	Conidi non settati	Melanconium
13.*	Conidi settati	14
14.	Conidi settati a muro (setti trasversali, longitudinali e obliqui), esternamente ruvidi, senza appendici	Epicoccum
14.*	Conidi con soli setti trasversali, portanti all'apice superiore appendici ramificate, incolori, cellule terminali più chiare	gruppo <i>Pestalotiopsis</i>
В. Д	fomiceti	
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	Graphium
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	Cephalotrichum (Doratomyces) (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.	<b>Penicillium</b> pr. p. (fig. 4) (ad es. gruppo di <i>P. vullpinum</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
Cat	enule 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 (≥ 10 µm), 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 ( $\geq 15~\mu m$ di diam.; se $< 6~\mu m$ , vedi <i>Penicillium</i> ) 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, $<\!6\mu m)$	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 (monoverticillati) 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	Trichothecium (fig. 3)
12.*	Conidi unicellulari	13
13.	Coltura giallo-arancione	Basipetospora
13.*	Coltura bianca, crescita lenta	Fraseriella
Cate	enule 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)	Wallemia
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)	Geotrichum (fig. 4)
16.*	Colonie arancioni, asciutte, crescita delle colonie molto rapida, nella capsula di Petri sovente fino al bordo in 24 ore o meno	Chrysonilia
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 ur rostro), con setti trasversali e spesso anche longitudinali o obliqui (setti a muro)	Alternaria (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	Cladosporium (fig. 4)
19.*	Conidiofori assenti, cellule conidiogene spesso poco evidenti, conidi cilindrici, pluricellulari, scuri, ruvidi	Torula
Con	iidi 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 olotallica, 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)	Stachybotrys (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  Phialophora (vedi anche  Exophiala, Wangiella,  Cladophialophora)
24.* Fialidi ialine, collaretto spesso non evidente o addirittura assente, colture e micelio di colore chiaro (bianco, rosa, giallo)	25
25. Fialidi panciute (rigonfiate)	Tolypocladium
25.* Fialidi non rigonfiate	26
26. Fialidi e anche micelio incolori (a volte micelio giallognolo, rossiccio, verdastro), collaretto piccolo ed indistinto	Acremonium
26.* Fialidi in parte ridotte ad adelofialidi (strutture a forma di ago, simili a sterigmi)	Aphanocladium
27. Diramazioni di due tipi: obbligatamente verticillate e inoltre fialidi ordinate a pennello	Clonostachys
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	Verticillium
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)	Gliocladium
29.* Conidiofori solitamente con ramificazioni staccantisi più meno ad angolo retto e spesso riuniti in ammassi densi, lanosi, fialidi corte, rigonfie, a volte ricurve	Trichoderma (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 <i>Monographella</i>
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
Con	idiogenesi tallica, oloblastica o anellidica [20*]	
34.	Conidi chiari o incolori, da ialini a marrone molto chiaro	35
34.*	Conidi scuri	44
Con	idi 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 $\mu m)$	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	Scedosporium (se conidi in catene, vedi Scopulariopsis)
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)	Chrysosporium
41.*	Conidi a forma ovata, ellissoide o a capocchia di fiammifero, prodotti direttamente sul micelio, fungo dermatofito, patogeno umano o animale	Trichophyton (fig. 4)
42.	Conidi pluricellulari (macroconidi) con parete ruvida spesso fusiformi, talvolta piriformi, microconidi unicellulari talvolta presenti	Microsporum (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	Epidermophyton
43.*	Conidi pluricellulari (macroconidi) con parete liscia e più spessa,	
	microconidi unicellulari presenti	Trichophyton (fig. 4)
Сол	microconidi unicellulari presenti	Trichophyton (fig. 4)
		Trichophyton (fig. 4)
44.	nidi di colore scuro [34*]  Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco	
44.	nidi di colore scuro [34*]  Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti)	45
44. 44. 44. 45.	nidi di colore scuro [34*]  Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti) Conidi pluricellulari, marroni	45 47
44. 44. 44. 45.	Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti)  Conidi pluricellulari, marroni	45 47 Thermomyces
44. *45. *45. *46.	Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti)  Conidi pluricellulari, marroni	45 47 <i>Thermomyces</i> 46
44. *45. *45. *46.	Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti) Conidi pluricellulari, marroni	45 47 Thermomyces 46 Humicola
44. 44. 45. 45. 46. 46. 47.	Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti) Conidi pluricellulari, marroni	45 47 Thermomyces 46 Humicola Mammaria
44. 44. 45. 45. 46. 46. 47.	Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti)	45 47 Thermomyces 46 Humicola Mammaria 48
44.* 44.* 45. 45.* 46. 47. 47.* 48.	Conidi unicellulari, marroni, posti singolarmente su cellule portanti poco differenziate (piccoli fialoconidi unicellulari occasionalmente presenti)	45 47 Thermomyces 46 Humicola Mammaria 48 50

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

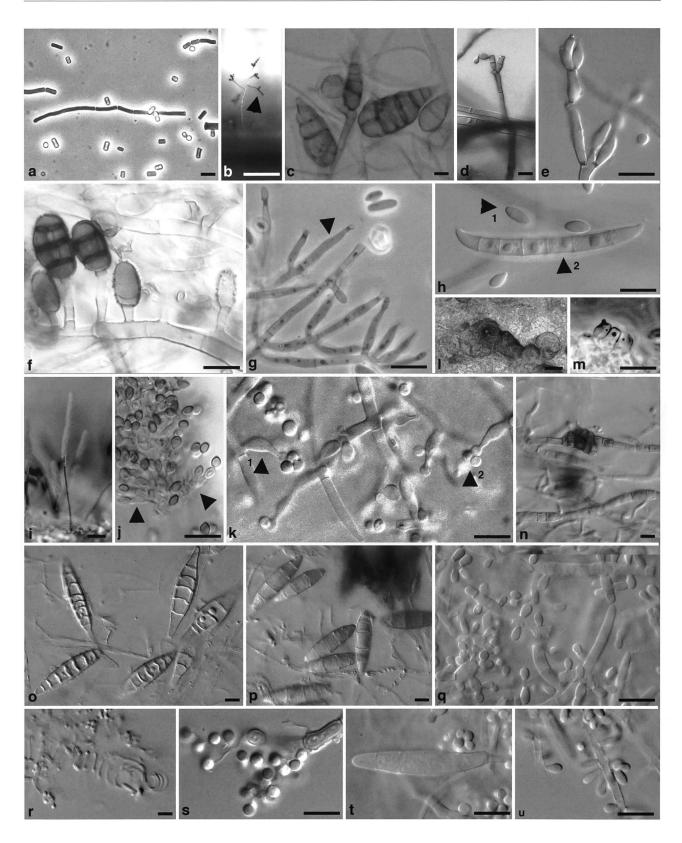


Fig. 4 - a. Geotrichum candidum. Conidi in catenule formate da ife fragmentate. b, c. Alternaria alternata. b. Conidioforo con conidi in catenule acropetale. c. Conidi claviformi con setti muriformi. d, e. Cladosporium cladosporioides. d. Conidioforo con conidi in catenule acropetale. e. Catenule acropetale. 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. Sinnema. j. Anellidi portanti conidi con base piatta in catenule basipetale. k. Trichoderma aggressivum: fialide (1); conidi formanti una goccia (2). 1 - n. Phoma sp. 1. Conidiomi. m. Fialidi ampolliformi. n. Clamidospora. o - u. Dermatofiti. o. Microsporum canis. Spore a parete ispessita. p. M. gypseum. q. Trichophyton erinaceum: microspore. r - t. Trichophyton mentagrophytes. r. Ife 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**

Acervulo	Corpo fruttifero (v. <i>conidioma</i> ) delle forme anamorfe, di forma appiattita e portante cellule conidiogene o conidiofori sulla sua superficie.	Bitunicato	Asco con una parete che, al microscopio, appare come doppia (due strati).	
4-1-1	-	Blastica, conidiogenesi	Formazione di conidi per gemmazione.	
Acropetala, catenula	Catenula spesso ramificata, forma- ta da conidi con genesi olotallica, in cui il conidio più giovane è situa- to in cima alla catenula.	Cenocitico (micelio)	Ife senza setti trasversali; le cellule, molto lunghe, contengono quindi diversi nuclei.	
Adelofialidi	Fialidi a forma di ago, visibili al mi- croscopio come piccole escrescen- ze dell'ifa o del conidioforo.	Clamidospora	Organo uni- o pluricellulare con parete cellulare molto spessa, di forme diverse, che ricopre la fun- zione di organo duraturo.	
Aleuroconidio	Spora con parete cellulare spessa, formata dalla differenziazione della parte apicale di un'ifa.	Cleistotecio	Ascoma a forma più o meno sferica, senza aperture.	
Anellide	Cellula conidiogena di tipo entero- blastico, che si allunga dopo la for- mazione di ogni conidio. Ricono- scibile da cicatrici ricordanti degli appelli sulla qua parte appirale.	Collaretto	Formazione a forma di collare, tal- volta molto cospicuo e ricordante un piccolo imbuto, tipica di alcuni gene- ri a conidiogenesi enteroblastica.	
Apofisi	anelli sulla sua parte apicale.  Rigonfiamento a forma d'imbuto sulla parte apicale degli sporangio-	Columella	Struttura sterile, a forma di vescica, formata da un rigonfiamento dello sporangioforo (Zygomycota).	
Apotecio	fori negli Zygomycota.  Ascoma a forma di piatto o coppa, contenente gli aschi.	Conidio	Spora sessile, non mobile, formata in modo asessuato (per mitosi).	
Autoina midinami		Conidiogena, cellula	Cellula che produce i conidi.	
Artrica, conidiogenesi	conidiogenesi Formazione di conidi tramite fram- mentazione delle ife.	Conidiogenesi	Il processo di formazione di conidi.	
Artroconidio	Conidio formato per conidiogenesi artrica.	Conidioforo	Struttura più o meno differenziata su cui si trovano le cellule conidio- gene.	
Aschi	Organi della riproduzione sessuata negli ascomiceti (normalmente a forma sferica o di sacco) in cui le ascospore sono formate per meiosi e susseguente mitosi.	Conidioma	Corpo fruttifero delle forme anamorfe. Può essere un acervulo o un picnidio.	
Ascoma	Corpo fruttifero degli Ascomycota. Fondamentalmente si distinguono apoteci, cleistoteci, gimno-	Coremio	Struttura formata da diversi coni- diofori cementati a formare una struttura ad alberello.	
	teci, periteci e pseudoteci.	Enteroblastica, conidiog	enesi Formazione di conidi in cui solo la parte interiore della parete	
Basidi	Organi della riproduzione sessuata nei basidiomiceti, su cui sono pro- dotte le basidiospore.		della cellula conidiogena partecipa alla formazione della parete cellu- lare del conidio.	
Basipetala, catenula	Una catenula mai ramificata, tipica della conidiogenesi enteroblastica, in cui il conidio più giovane si tro- va alla base della catenula.	Enterotallica, conidiogen	frammentazione di conidi tramite frammentazione delle ife, in cui però solo lo strato interno della parete cellulare contribuisce alla formazione della parete cellulare del conidio.	

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

#### **LETTERATURA**

- ARX J. A. Von. 1981. The genera of fungi sporulating in pure colture. 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 Schimmelcoltures, 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.). Ecomed, 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 Schimmel-cultures, 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 ininfluente 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 Pettirosso, Luì 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