ASSOCIAZIONE GRUPPI MICOLOGICI TOSCANI

Tecniche di Microscopia Micologica

Volume 4
Introduzione all'osservazione microscopica dei rivestimenti e della trama delle strutture

08/03/2008

Testo e disegni al tratto

a cura di

Marco Della Maggiora & Francesco Tolaini

Segreteria Scientifica A.G.M.T.

SOMMARIO

Questa breve dispensa ha lo scopo di introdurre all'osservazione ed allo studio dei rivestimenti, analisi spesso indispensabile per la corretta determinazione tassonomica delle specie fungine.

INDICE

1 - Introduzione **4**
2 - Le ife che compongono le strutture **5**
2.1 - Setti e giunti a fibbia *5*
2.2 - Classificazione e osservazione delle ife *11*
2.2.1 - Ife strutturali *11*
2.2.1.1 - Ife generatrici o generative *11*
2.2.1.2 - Ife scheletriche o fondamentali *12*
2.2.1.3 - Ife connettive *13*
2.2.1.4 - Ife di sostegno *13*
2.2.2 - Ife che contengono sostanze nutritive *14*
2.2.3 - Ife rigonfie (fisaloife) *14*
2.2.4 - Ife gelificate *15*
2.2.5 - Ife escretrici *16*
3 - Il sistema ifale **18**
4 - I rivestimenti **21**
4.1 - Classificazione e terminologia *21*
4.1.1 - Classificazione in base alla topografia *21*
4.1.2 - Classificazione in base alla morfologia *23*
4.2 - Pileipellis *24*
4.2.1 - Tipologie di pileipellis *24*
4.2.2 - Osservazione microscopica *30*
4.3 - Stipitipellis *31*
5 - La trama imeniale **32**
6 - I pigmenti **37**
6.1 - Tipologie di pigmenti *37*
6.1.1 - Pigmenti intracellulari *37*
6.1.2 - Pigmenti parietali *38*
6.1.3 - Pigmenti inter-ifali *38*
6.1.4 - Necropigmenti *39*
6.2 - Osservazione microscopica dei pigmenti *39*
Bibliografia **40**

1 - Introduzione

Scopo della presente dispensa è quello di fornire le nozioni fondamentali per lo studio e l'analisi microscopica dei rivestimenti e della trama delle strutture nei *Basidiomycetes*, la cui osservazione è spesso indispensabile a fini determinativi.

Trattandosi di un corso introduttivo, in linea con i precedenti volumi 1, 2 e 3 di questa collana [DELLA MAGGIORA & TOLAINI, 2005; DELLA MAGGIORA & TOLAINI, 2006; DELLA MAGGIORA & TOLAINI, 2007], l'argomento è affrontato in modo semplice e conciso, in modo da fornire i rudimenti essenziali per la corretta osservazione dei rivestimenti e delle strutture, tralasciando gli aspetti specialistici (terminologia e sua evoluzione storica, ecc.) per i quali si rimanda a testi specialistici indicati in bibliografia, in particolare BASSO (2005), BRUNORI at al. (1985) e RAMBELLI & PASQUALETTI (1996).

La presente dispensa è stata realizzata dalla Segreteria Scientifica AGMT in occasione del XIII Seminario di Microscopia Micologica AGMT tenutosi a Rosignano Solvay (LI) l'8 marzo 2008 con la partecipazione della Sezione Micologica del Museo di Storia Naturale.

La Segreteria Scientifica AGMT augura a tutti buona lettura e buon lavoro.

2 - Le ife che compongono le strutture

Il termine ***ifa***, utilizzato per la prima volta nel 1800, deriva dal greco e significa "*filamento*"; una definizione moderna di ifa è pertanto "*filamento uni o pluricellulare che concorre a costituire i tessuti di un fungo*" [BRUNORI at al., 1985].

Dalle prime osservazioni di questo carattere fino ai giorni nostri, molti Autori hanno contribuito allo studio e all'approfondimento delle varie tipologie di ifa e delle strutture in generale, secondo vari punti di vista, come quello morfologico, citologico e chimico, fino ad arrivare alla classificazione moderna che riportiamo in sintesi in questo capitolo. Tra gli Autori del passato più importanti spiccano Victor Fayod (1860 - 1900) e Edred John Henry Corner (1906 - 1997), per arrivare poi alla classificazione moderna di Heinz Clémençon con la fondamentale pubblicazione del 1997 intitolata "*Anatomie der Hymenomyceten*".

Le ife compongono ogni struttura del fungo inteso nel suo complesso, sia il carpoforo che il micelio nelle varie sue conformazioni come cordoni miceliari, sclerozi, ecc.; da qui la necessità di una classificazione basata sia sulla morfologia che sulla funzione delle ife stesse, caratteri spesso correlati l'uno all'altro.

Riguardo le incrostazioni eventualmente presenti sulle pareti delle ife si rimanda al capitolo 4 sui rivestimenti, mentre per i pigmenti in esse contenuti è possibile fare riferimento al relativo capitolo 6.

2.1 - Setti e giunti a fibbia

Le ife possono presentare setti sparsi (ife settate), cioè membrane che separano tra loro porzioni diverse della stessa ifa, definiti a volte comparti [BASSO, 2005] o elementi, e che contengono uno o più nuclei. Questi diversi elementi ifali non restano però tra loro isolati in quanto i setti permettono comunque la circolazione di liquido citoplasmatico lungo l'ifa e lo fanno con meccanismi diversi a seconda dei casi; tra questi, il più comune e semplice da capire è il poro, una sorta di piccolo orifizio nella membrana del setto che presenta un diametro di apertura compreso tra 0,05 e 0,5 µm. La conformazione del setto dotato di poro è detta ***doliporo***, ed è rappresentata in figura 2.1.

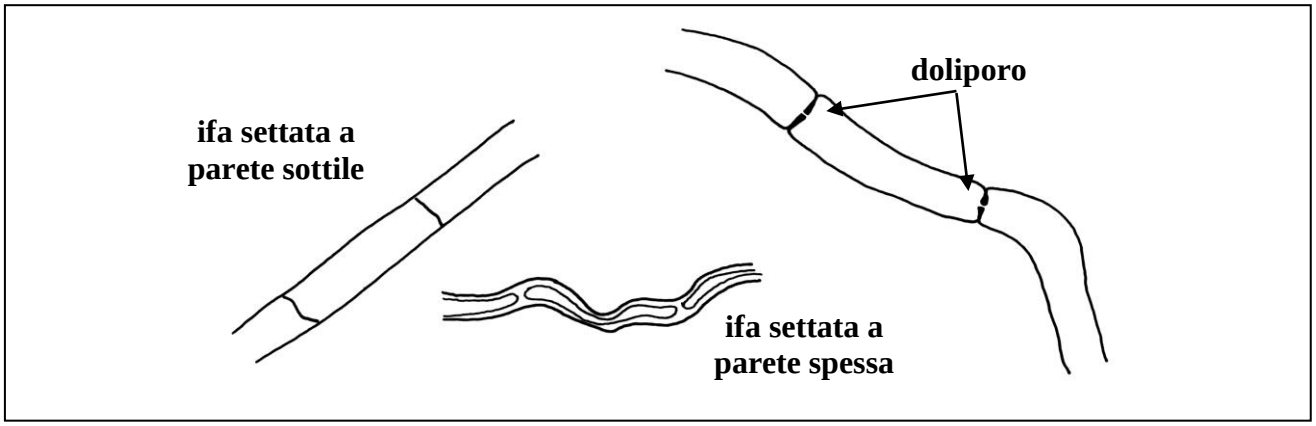

Figura 2.1 – Esempi di Ife settate e *doliporo*.

In corrispondenza dei setti, nei diversi gruppi di specie di nostro interesse, è possibile osservare i ***giunti a fibbia***, cioè particolari conformazioni, sporgenti, di solito ben visibili al microscopio ottico, alla cui presenza/assenza viene dato un discreto peso tassonomico nella micologia moderna.

Per i nostri scopi, rivolti principalmente alla tassonomia (riconoscimento delle specie), acquistano importanza la morfologia dei giunti, la loro posizione nel carpoforo e, come appena accennato, soprattutto la loro presenza o assenza. Per quanto riguarda invece la storia della loro scoperta e lo studio della loro biologia e della loro funzione, quest'ultima in parte ancora oscura, si rimanda ai testi specialistici riportati in bibliografia [BASSO, 2005; BRUNORI at al., 1985; RAMBELLI & PASQUALETTI, 1996]. I diversi tipi di giunti a fibbia sono riportati schematicamente in figura 2.2.

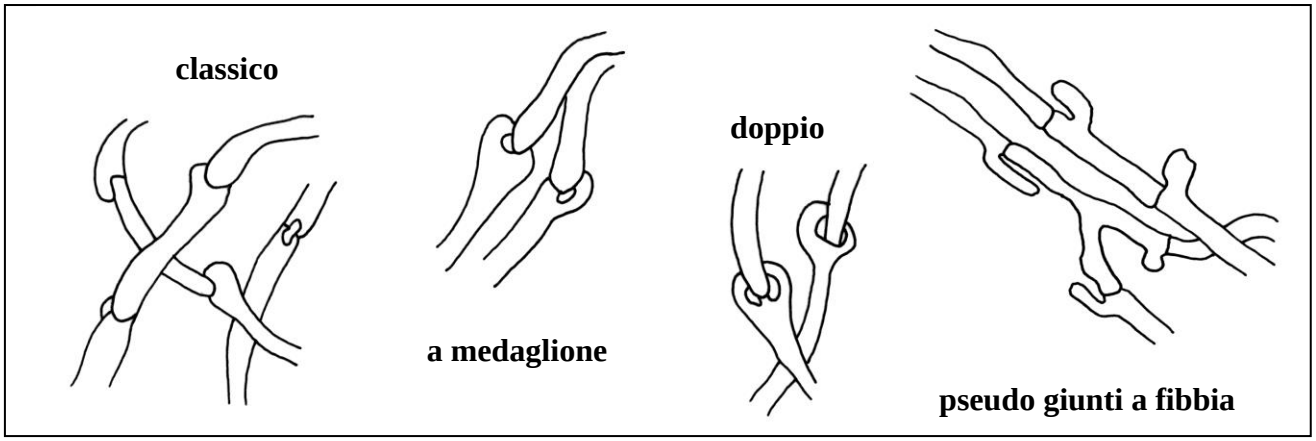

Figura 2.2 – Diverse tipologie di giunti a fibbia.

Possiamo notare che, oltre a quelle più comuni con aspetto definibile "*classico*", sono riscontrabili fibbie di tipo diverso riconducibili alle tipologie a ***medaglione***, ***doppio*** e ***pseudo giunto a fibbia***.

Per le tipologie diverse da quella classica, osservabili più raramente, possono essere fatti alcuni esempi:

- **a medaglione**: in alcune specie di *Hygrocybe* della sezione *Glutinosae*, in alcune *Clavaria* e in altre specie sparse come *Entoloma cyaneum* e *Amphinema byssoides*;
- **doppi**: in qualche specie come *Coniophora puteana* e *Coprinus verticillatus*;
- **pseudo giunti a fibbia**: in *Coprinus fimetarius* e *Hoenbuehelia longipes*.

La presenza dei giunti a fibbia deve essere interpretata e valutata nel giusto modo, a maggior ragione per il fatto di svolgere funzioni non ancora comprese a fondo, come anche accade per i cistidi già trattati nella dispensa vol. 2 [DELLA MAGGIORA & TOLAINI, 2005].
Quando osserviamo un giunto a fibbia possiamo affermare con certezza che la specie che stiamo studiando ne è dotata; è molto più difficile affermare il contrario, quando cioè non riusciamo ad osservare giunti a fibbia e non abbiamo elementi per sapere se siamo noi che non li troviamo oppure se effettivamente non sono presenti. Questo può accadere perché, in molte specie, i giunti a fibbia possono essere molto rari, in percentuale molto più bassa rispetto alla totalità dei giunti (setti) semplici, cioè senza fibbia. Inoltre, quando i giunti a fibbia sono presenti, rari o meno, non è detto che lo siano in modo uniforme in tutto il carpoforo; ci sono casi in cui essi sono presenti, e magari abbondanti, solo in alcune strutture come ad esempio alla base dei basidi, nel velo, nella cuticola, nelle ife dei tomenti, ecc. Purtroppo ci sono anche specie che possono presentare, in modo non prevedibile, parti di carpoforo ricche di giunti a fibbia e altre con fibbie rare complicandone l'osservazione. Altri casi particolari sono quelli di specie dotate di giunti a fibbia, appartenenti però a generi, anche numerosi, i cui componenti ne sono privi, oppure specie che possono presentare fibbie all'occorrenza, ma queste sono situazioni molto rare che esulano dal nostro interesse, qui citate solo come curiosità. Un po' per questi casi di incostanza, ma anche per risultare ancora ignota la loro funzione, l'importanza attribuita ai giunti a fibbia può essere molto diversa anche a seconda dei testi consultati, in funzione cioè delle diverse correnti di pensiero.
È bene quindi eseguire più osservazioni, in diverse parti del carpoforo e magari in carpofori diversi. Solo dopo una assidua ricerca e dopo aver osservato molti setti semplici senza scorgere fibbie è possibile affermare con buona certezza che la specie in questione non ne possiede.

I giunti a fibbia con la loro presenza o assenza, ma anche in funzione della loro morfologia e la posizione nel carpoforo, hanno un peso notevole nella tassonomia tanto che, a seconda del gruppo di specie considerato, vengono spesso utilizzati come caratteri a giustificazione di specie, varietà e forme, ma anche interi generi, sottogeneri e sezioni.

Riportiamo di seguito un'ampia tabella con numerosi generi, con a fianco indicata la relativa presenza o assenza di giunti a fibbia. L'elenco, ripreso da BASSO (2005) e ampliato, può risultare pratico e funzionale per coloro che vogliono esercitarsi nell'osservazione microscopica di questo carattere.

GENERE	GIUNTI A FIBBIA	GENERE	GIUNTI A FIBBIA	GENERE	GIUNTI A FIBBIA
Abortiporus	Sì	*Boletus*	No	*Clavicorona*	Sì
Agaricus	No, con qualche eccezione	*Bondarzewia*	No	*Clavulina*	Sì
Agrocybe	Sì	*Bovista*	No	*Clavulinopsis*	Sì
Albatrellus	Sì, solo in qualche specie	*Callistosporium*	No	*Clavulinopsis*	Sì
Amanita	Sì, con qualche eccezione	*Calocera*	No nelle specie Europee	*Climachocystis*	Sì
Antrodia	Sì	*Calocybe*	Sì	*Clitocybe*	Sì, tranne nella sez. *Disciformes*
Antrodiella	Sì	*Calvatia*	No	*Clitopilus*	No
Armillaria	Sì, solo specie con velo	*Camarophyllopsis*	No	*Collybia*	Sì
Astraeus	Sì	*Campanella*	Sì	*Coltricia*	No
Auriculariopsis	Sì	*Cantharellula*	Sì	*Conocybe*	Sì, con qualche eccezione
Auriscalpium	No	*Cantharellus*	Sì, con qualche eccezione	*Coprinus*	Sì, con qualche eccezione
Baeospora	Sì	*Ceriporia*	No, o molto rari	*Coriolopsis*	Sì
Bankera	No	*Ceriporiopsis*	Sì	*Cortinarius*	Sì, tranne nella sez. *Defibulati*
Bjerkandera	Sì	*Cerrena*	Sì	*Craterellus*	No
Boletinus	Sì	*Chamaemyces*	Sì	*Crinipellis*	Sì
Boletochaete	No	*Chrysomphalina*	Sì	*Cyphellostereum*	No
Boletopsis	Sì	*Clavaria*	No	*Cystoderma*	Sì

Tabella 2.1(A) – Presenza / assenza di giunti a fibbia nei vari generi o raggruppamenti di specie.

GENERE	GIUNTI A FIBBIA	GENERE	GIUNTI A FIBBIA	GENERE	GIUNTI A FIBBIA
Daedalea	Sì	*Gyrodon*	Sì	*Leccinum*	No, con qualche eccezione
Daedaleopsis	Sì	*Gyroporus*	Sì	*Lentinula*	Sì
Dermoloma	Sì, tranne nelle specie bisporiche	*Hapalopilus*	Sì	*Lentinus*	Sì
Dichomitus	Sì	*Hebeloma*	Sì	*Lenzites*	Sì
Diplomitoporus	Sì	*Hemimycena*	Sì	*Lepiota*	Sì, tranne nella sez. *Fuscovinaceae*
Echinoderma	Sì, tranne che in *E. efibule*	*Heterobasidion*	No	*Lepista*	Sì
Entoloma sottog. Entoloma	Sì	*Hexagonia*	Sì	*Leucoagaricus*	No
Entoloma sottog. Leptonia	No, tranne in qualche specie	*Hohenbuehelia*	Sì	*Leucocoprinus*	Sì, rari; no in specie di piccola taglia
Entoloma sottog. Nolanea	Sì, solo in qualche specie	*Hydnum*	Sì	*Leucocortinarius*	Sì
Faerberia	Sì	*Hygrocybe*	Sì	*Leucopaxillus*	Sì
Fayodia	Sì, con qualche eccezione	*Hygrophoropsis*	Sì	*Limacella*	Sì
Fistulina	Sì	*Hygrophorus*	Sì	*Lycoperdon*	No
Flammulaster	Sì	*Hymenochaete*	No	*Lyophyllum*	Sì
Flammulina	Sì	*Hypholoma*	Sì	*Macowanites*	No
Fomes	Sì	*Inocybe*	Sì	*Macrocystidia*	Sì
Geastrum	No	*Inonotus*	No	*Marasmiellus*	Sì
Gerronema	Sì, in qualche specie, mai nell'imenio	*Irpex*	Sì, in qualche specie	*Marasmius*	Sì, con qualche eccezione
Gamundia	Sì	*Ischnoderma*	Sì	*Megacollybia*	Sì
Ganoderma	Sì	*Junghuhnia*	Sì	*Meiorganum*	Sì
Gloeophyllum	Sì	*Kuehneromyces*	Sì	*Melanoleuca*	No
Gloeoporus	Sì	*Laccaria*	Sì	*Meripilus*	No
Gomphidius	No, con qualche eccezione	*Lactarius*	No	*Mycena*	Sì, con qualche eccezione
Grifola	Sì	*Laetiporus*	No, con una eccezione	*Mycenella*	Sì
Gymnopilus	Sì	*Langermannia*	No	*Myxarium*	Sì

Tabella 2.1(B) – Presenza / assenza di giunti a fibbia nei vari generi o raggruppamenti di specie.

GENERE	GIUNTI A FIBBIA	GENERE	GIUNTI A FIBBIA	GENERE	GIUNTI A FIBBIA
Myxomphalia	Sì	*Pleurotus*	Sì	*Schizopora*	Sì
Oligoporus	Sì	*Pluteus*	Sì, solo le specie della sez. *Pluteus*	*Scleroderma*	Sì, solo in qualche specie
Omphaliaster	No	*Polyporus*	Sì	*Sericeomyces*	No
Omphalina	Sì, in qualche specie	*Porpoloma*	Sì	*Sistotrema*	Sì
Omphalotus	Sì	*Psathyrella*	Sì	*Skeletocutis*	Sì
Ossicaulis	Sì	*Pseudoclitocybe*	Sì, solo nel micelio e alla base del gambo	*Spongipellis*	Sì
Oudemansiella	Sì	*Pseudocraterellus*	No	*Stereum*	No
Oxyporus	No	*Pseudohydnum*	Sì	*Strobilurus*	No
Panaeolus	Sì, con qualche eccezione	*Pseudoomphalina*	Sì	*Stropharia*	Sì, con qualche eccezione
Panellus	Sì	*Psiloboletinus*	Sì	*Suillus*	No, con qualche eccezione
Panus	Sì	*Psilocybe*	Sì	*Thelephora*	Sì, con qualche eccezione
Parmastomyces	Sì	*Pulveroboletus*	No	*Trametes*	Sì
Paxillus	Sì	*Pycnoporus*	Sì	*Tremella*	Sì, con qualche eccezione
Perenniporia	Sì	*Resupinatus*	Sì	*Trichaptum*	Sì
Phaeogyroporus	Sì	*Rhizopogon*	No	*Tricholoma*	Sì, tranne in qualche specie
Phaeolus	No	*Rhodocybe*	Sì, ma solo nella sez. *Rhodophana*	*Tricholomopsis*	Sì
Phellinus	No	*Rhodotus*	Sì	*Tubaria*	Sì
Phellodon	No	*Rickenella*	Sì	*Tyromyces*	Sì
Pholiota	Sì	*Rimbachia*	Sì	*Vascellum*	No
Phylloporus	No	*Ripartites*	Sì	*Volvariella*	No
Phyllotopsis	Sì	*Rozites*	Sì	*Xerocomus*	No
Phytoconis	No	*Russula*	No	*Xerula*	Sì
Piptoporus	Sì	*Schizophyllum*	Sì	*Xylobolus*	No, o molto rari

Tabella 2.1(C) – Presenza / assenza di giunti a fibbia nei vari generi o raggruppamenti di specie.

Per l'osservazione dei giunti a fibbia basta ottenere un preparato il più possibile sottile e, quando necessario, ad esempio nel caso di specie di consistenza legnosa o fibrosa (*Polyporaceae*, *Corticiaceae*, ecc.), può aiutare operare la dissociazione con aghi. Questa consiste nell'utilizzare degli aghi per disfare la porzione di tessuto che deve essere osservata separando il più possibile tra loro le ife che la compongono e facilitare così la visualizzazione dei giunti a fibbia. Per evidenziarne i contorni può essere utilizzato un colorante generico tipo Rosso Congo.

2.2 - Classificazione e osservazione delle ife

La classificazione riportata di seguito segue in parte quella proposta da Clémençon nel 1997 e dettagliata maggiormente in BASSO (2005). Per comodità e chiarezza viene usata in parte anche la classificazione classica derivante dagli studi di Fayod che, in certi casi, risulta più intuitiva e adatta all'apprendimento delle basi che a noi interessano.

2.2.1 - Ife strutturali

Come suggerisce il nome, le ife strutturali sono quelle che costituiscono la struttura del fungo cioè il "*grosso*" di quello che macroscopicamente possiamo osservare in un carpoforo, deputate sostanzialmente al sostegno meccanico delle varie parti del fungo stesso oppure alla generazione delle altre ife.
Secondo la moderna classificazione, le ife strutturali si dividono in ***generatrici***, ***scheletriche***, ***connettive*** e ***di sostegno***, come riassunto di seguito.

2.2.1.1 - Ife generatrici o generative

Sono così chiamate perché sono deputate alla generazione degli altri tipi di ife e per questo sono presenti in tutte le specie. Queste sono facilmente osservabili solo nelle specie in cui sono l'unica tipologia di ife presenti e questo accade nella maggior parte delle *Agaricales*; in molte altre specie fungine, però, come ad esempio nella maggior parte delle *Aphyllophorales*, la presenza contemporanea di altri tipi di ife, specialmente di quelle scheletriche che sono spesse e scure,

nasconde le ife generatrici. Riguardo la presenza contemporanea in una specie di più tipi di ife si rimanda al prossimo capitolo che tratta le diverse tipologie di sistema ifale.
In molte specie, un'altra difficoltà nell'osservare le ife generatrici può derivare dallo studio di esemplari negli ultimi stadi di sviluppo, quando queste tendono a collassare.

2.2.1.2 - Ife scheletriche o fondamentali

Queste hanno la funzione di conferire robustezza meccanica al carpoforo.
Secondo la definizione classica le loro principali caratteristiche sono quelle di essere prive di setti e ramificazioni e di essere dotate di pareti di notevole spessore. Secondo la classificazione moderna di Clémençon, invece, le ife scheletriche sono suddivise in tre sotto-tipologie: *fibrose*, *connettive* e *di sostegno*. In questo caso, dato lo scopo della presente dispensa di fornire delle basi il più possibile intuitive e comprensibili anche nell'approccio pratico al problema, preferiamo utilizzare la classificazione più datata di Fayod (classica).
Le ife scheletriche si trovano in grande quantità nelle *Polyporaceae* che per questo hanno consistenza tenace. La figura 2.3 riporta qualche esempio di aspetto di questa tipologia di ife.

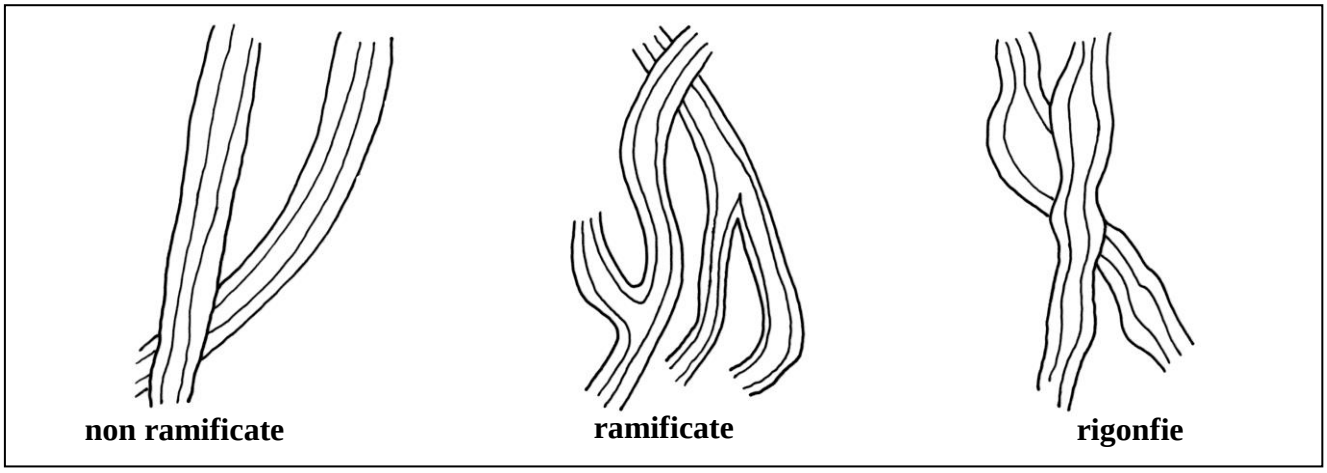

Figura 2.3 – Qualche esempio di come si presentano le ife scheletriche.

Per osservare le ife scheletriche si utilizza il reattivo di Melzer per testarne l'amiloidia, l'inamiloidia o la destrinoidia, il Blu di Cresile o il Blu Toluidina per la metacromasia oppure il Rosso Congo per colorarne semplicemente le pareti. Le reazioni appena accennate riguardo le ife sono analoghe alle

stesse già descritte a proposito delle spore nella dispensa volume 3 [DELLA MAGGIORA & TOLAINI, 2007]. In genere, grazie ai loro notevoli spessori e ai pigmenti, le ife scheletriche sono però ben visibili anche in acqua.

2.2.1.3 - Ife connettive

Queste trasportano il nutrimento e hanno origine da un setto, a partire dalle ife scheletriche. Rispetto a quest'ultime sono più tortuose, presentano setti sparsi, a volte anche con giunti a fibbia, e sono più sottili. Hanno anch'esse parete ispessita e possono essere osservate semplicemente in Rosso Congo evidenziandone i contorni. La figura 2.4 ne mostra alcuni esempi.

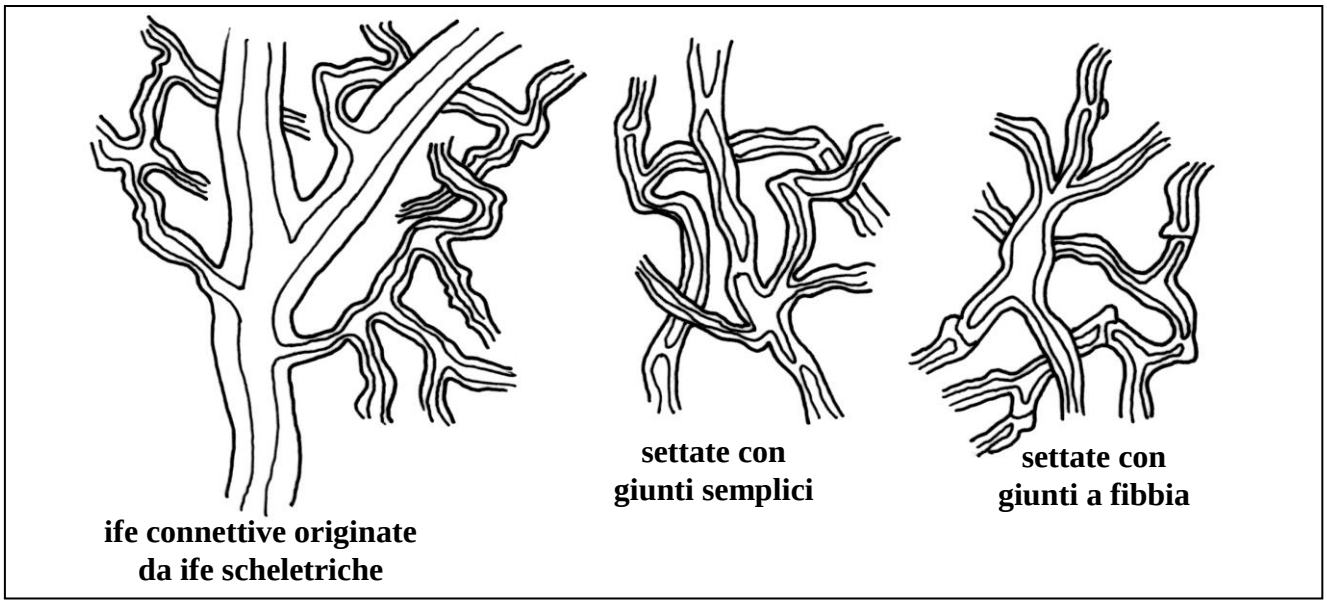

Figura 2.4 – Alcuni esempi di ife connettive.

In certi casi le ife connettive contengono cristalli che per essere rivelati è necessaria una osservazione in acqua, evitando in particolare soluzioni tipo KOH (idrossido di potassio) o ammoniaca che possono discioglierli.

2.2.1.4 - Ife di sostegno

Sono anch'esse a parete spessa e questo contribuisce a fornire sostegno e consistenza alla struttura del carpoforo nelle parti ove queste sono presenti.

Essendo di sostegno, Clémençon le inserisce tra le ife scheletriche, ma in accordo con la classificazione di Fayod preferiamo distinguerle da quest'ultime per la presenza di setti, come mostrato in figura 2.5.

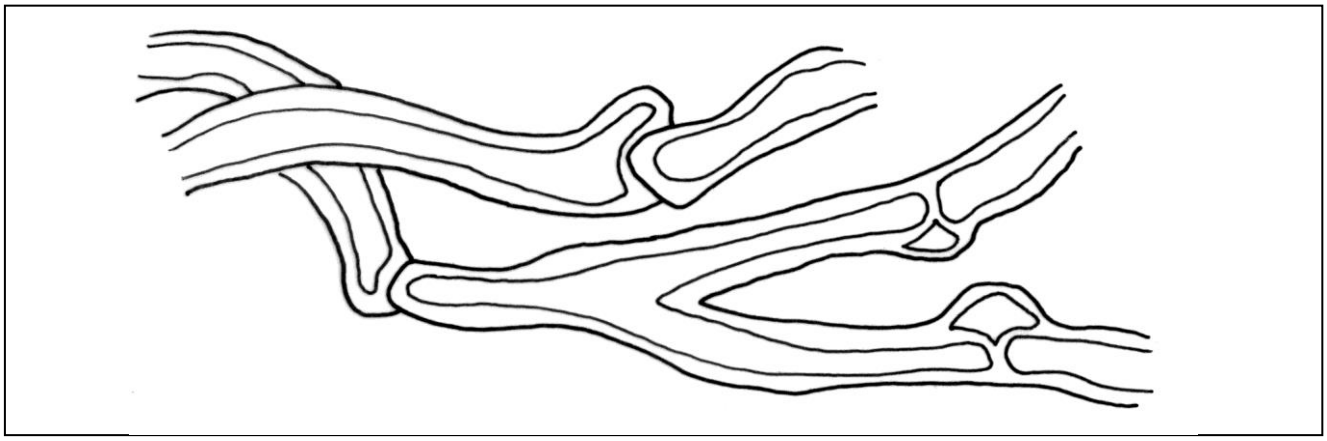

Figura 2.5 – Esempio di ife di sostegno.

Per l'osservazione delle ife di sostegno, la situazione è identica a quella per le ife scheletriche.

2.2.2 - Ife che contengono sostanze nutritive

Sono ife che hanno la funzione di contenere tutti i tipi di sostanze nutritive in forma di granulazioni o addensamenti, per questo definite anche "ife magazzino". Sono ife che necessitano ancora di molti studi e per questo non è il caso di approfondirle in questa sede dove vengono solo citate.
Sono localizzate principalmente negli sclerosi e possono avere forme svariate: più o meno ramificate, con elementi arrotondati o allungati e dimensioni assai variabili.

2.2.3 - Ife rigonfie (fisaloife)

Sono ife molto variabili nell'aspetto, con elementi da fusiformi a palloncino, salsicciotto o subcilindrici, sempre comunque rigonfi.
Conferiscono al carpoforo una consistenza poco tenace e infatti sono presenti in grande quantità nella maggior parte delle *Agaricales*. Anche le ife che costituiscono la carne delle *Russulaceae*, con elementi globosi, sono da considerare rigonfie anche se viene dato loro il nome apposito di ***sferociti***.

Le ife rigonfie sono ialine e a parete sottile, il che le rende poco visibili in acqua; per osservarle meglio conviene utilizzare il Rosso Congo se se ne vuole colorare il contorno, oppure la Floxina se si vuole colorarne il contenuto.
In figura 2.6 è possibile osservare l'aspetto delle classiche ife rigonfie e degli sferociti.

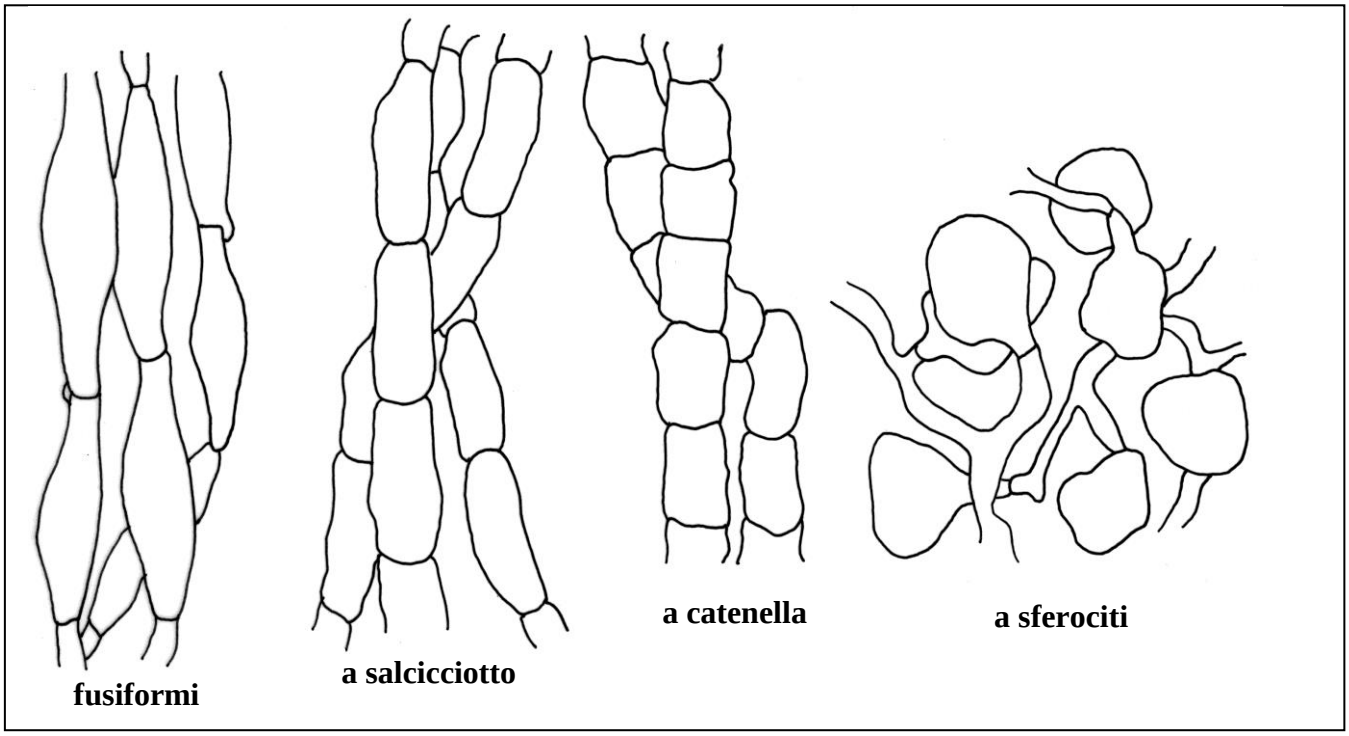

Figura 2.6 – Ife rigonfie e sferociti.

Tra le ife rigonfie si identificano le *acrofisalidi* che sono terminazioni progressivamente allargate che possono essere osservate in *Amanita*, *Pluteus* e *Volvariella*.

2.2.4 - Ife gelificate

Le ife gelificate sono quelle che si presentano con parete ispessita per effetto dello strato di glutine che le avvolge, oppure che si trovano immerse in una matrice gelatinosa. Nel primo caso il gel è in minore quantità e riempie gli spazi interifali, nel secondo il glutine è molto abbondante e occupa ampi spazi dove le ife immerse si trovano allontanate l'una dall'altra. Le due situazioni appena descritte sono rappresentate in figura 2.7.

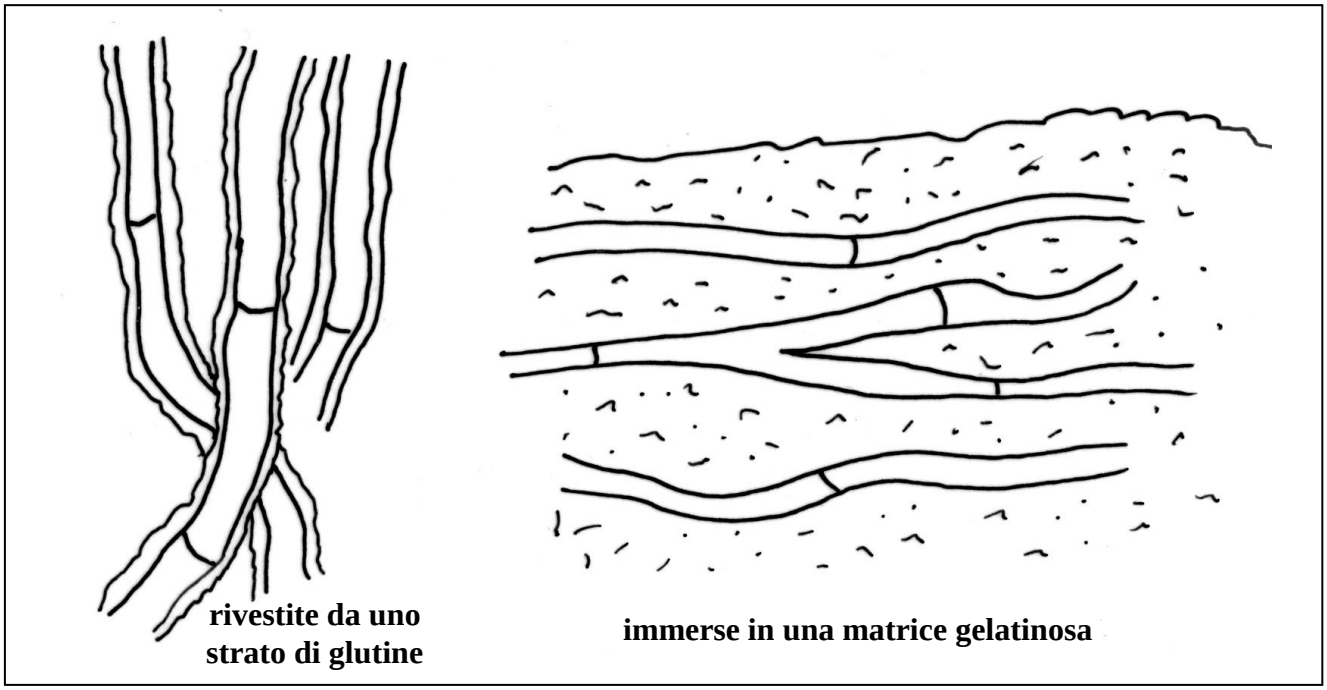

Figura 2.7 – Ife gelificate con poco gel o immerse nel glutine.

Per approfondire l'argomento riguardo l'origine del gel, che nei due casi sopra citati segue processi diversi, si rimanda a BASSO (2005).

Il glutine non assorbe Rosso Congo (cioè è *congofobo*) e non assorbe nemmeno Floxina né Blu di Cresile. L'utilizzo di questi coloranti permette tuttavia di evidenziare il glutine in quanto, di solito, colorano tutto il resto lasciando inalterato lo strato gelificato che si mantiene così ialino e brillante. Per colorare il glutine ci sono tecniche più complesse descritte in BASSO (2005).

Esempi di ife gelificate possono essere osservate nei rivestimenti delle varie parti del carpoforo cioè nella *pileipellis* e nella *caulopellis* (capitolo 4).

2.2.5 - Ife escretrici

Le ***ife escretrici***, che prima della moderna classificazione di Clémençon venivano chiamate ***vascolari***, sono tutte quelle ife che contengono sostanze oleose, saline, ossalato di calcio o latice che, per questo, si presentano rifrangenti al microscopio ottico.

L'esempio più eclatante è quello dei *Lactarius* che presentano ife contenenti il noto latice rilasciato dalla carne alla rottura, oppure di alcune *Mycena* anch'esse con latice. Ife escretrici possono però

essere osservate anche in altri generi come ad esempio *Russula*, *Tricholoma*, *Pluteus*, *Hygrophorus*, *Hygrocybe*, ecc.

Secondo la classificazione moderna di Clémençon, le ife escretrici vengono divise in funzione del loro contenuto. Senza entrare in dettagli troppo spinti per i nostri scopi, riportiamo di seguito, in forma molto sintetica, le diverse sotto-tipologie di ife escretrici:

- **idropleurogene**: poco o niente settate, contengono un fluido chiaro e acquoso come è possibile osservare alla rottura della carne di alcune specie appartenenti ad esempio ai generi *Lactocollybia* e *Hydropus*;
- **eteropleurogene**: con contenuto più opalescente e lattiginoso, talvolta sabbioso e cristallino. Queste si dividono a loro volta in:
    - **laticifere**: settate, tipiche di *Lactarius*, *Russula* e alcune *Mycena*, contengono il noto latice già sopra accennato;
    - **gloeopleurogene** (**oleifere**): settate o meno, contengono liquido resinoso e oleoso omogeneo e per questo più rifrangenti delle laticifere. Questo liquido è responsabile del sapore acre della carne di molte specie;
- **trombopleurogene**: sottili e contorte, con aspetto diverso a seconda dei casi, sono di colore giallastro pallido molto rifrangente, con contenuto gelatinoso e sodo. Possono essere osservate ad esempio in alcune specie dei generi *Cortinarius*, *Inocybe* e *Tricholoma*.

L'ideale per osservare le ife escretrici sarebbe utilizzare un microscopio con contrasto interferenziale che permette di discriminarle tra loro evidenziandone il diverso contenuto. Con i mezzi più alla portata di tutti, consigliamo di eseguire prima una osservazione in acqua per identificarne la presenza rispetto alle altre tipologie, operazione abbastanza agevole grazie alla loro rifrangenza. Successivamente è consigliabile tentare una osservazione in KOH in quanto, in certe specie, è possibile identificare velocemente le ife oleifere il cui contenuto reagisce al giallastro con l'idrossido di potassio. In altre specie le ife escretrici vengono colorate di brunastro con il reattivo di Melzer o con il Cloruro di Zinco.

Per maggiori dettagli riguardo all'osservazione delle singole tipologie di ife escretrici si rimanda ancora a BASSO (2005).

3 - Il sistema ifale

Per ***sistema ifale*** si intende la combinazione di ife di diversa tipologia che costituiscono tutte insieme la struttura microscopica di un certo tessuto. Le diverse tipologie di ife, descritte a grandi linee nel precedente paragrafo, possono infatti essere osservate contemporaneamente nello stesso preparato, accompagnate in diverse combinazioni.

Il contributo del passato ritenuto oggi più importante nello studio e nella classificazione del sistema ifale è ancora quello di E. J. H. Corner, che rivolse l'attenzione principalmente alle *Aphyllophorales*, ma i cui risultati possono essere estesi anche all'osservazione delle *Agaricales*. Da qui derivò il sistema ***mitico***, suddiviso nelle tipologie ***monomitico***, ***dimitico*** e ***trimitico*** nel caso in cui il tessuto corrispondente sia costituito rispettivamente da uno, due o tre tipologie di ife, secondo quanto riportato di seguito.:

- **monomitico**: composto da un solo tipo di ife, che sono quindi le ife generatrici visto che queste, come detto nel precedente capitolo, devono essere presenti in tutte le specie fungine. Questo sistema è osservabile nella maggior parte delle *Agaricales*, che infatti presentano carne di scarsa consistenza (senza ife scheletriche), ma anche in molti generi delle *Aphyllophorales*;
- **dimitico**: Composto da due diversi tipi di ife, in particolare generatrici e scheletriche;
- **trimitico**: composto da tre differenti tipi di ife, generatrici, scheletriche e connettive.

I tre tipi fondamentali di sistema ifale sono schematizzati in figura 3.1.

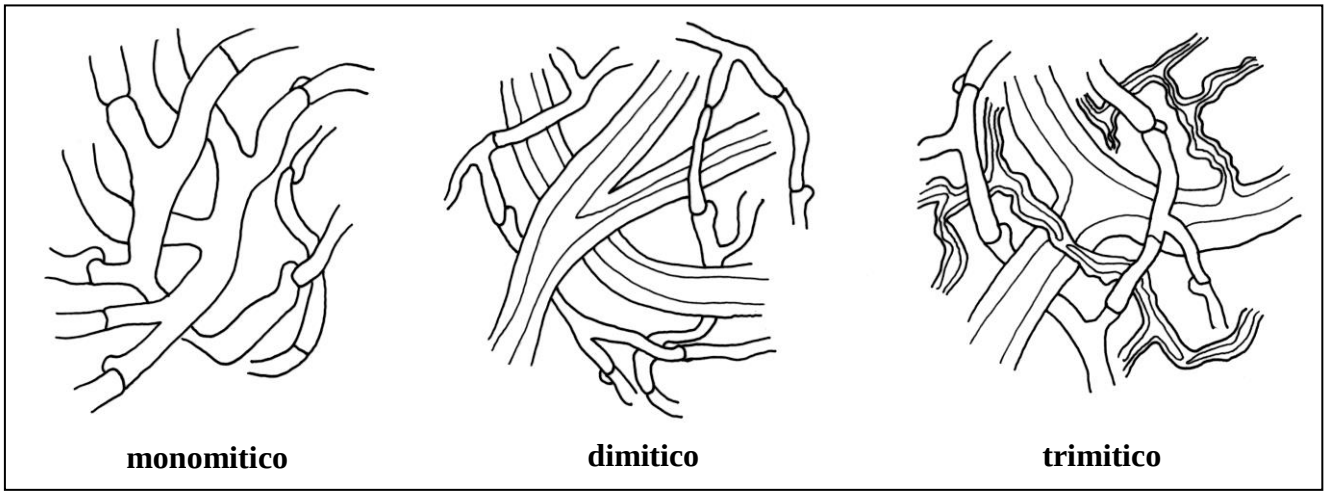

Figura 3.1 – Tipologie fondamentali di sistemi ifali.

Da questa prima suddivisione fondamentale sono poi derivate altre definizioni quali ad esempio:

- **amfimitico**: composto da due tipi di ife, quindi definibile genericamente dimitico, con la differenza che qui osserviamo la combinazione di ife generatrici con quelle connettive. Nelle *Agaricales* non monomitiche possiamo osservare frequentemente questo sistema ifale.
- **fisalomitico**: si tratta di un qualunque sistema ifale purché siano presenti ife rigonfie. Questa situazione accade nella maggior parte delle *Agaricales* che hanno sistema monomitico o amfimitico.
- **sarcodimitico**: composto da due tipi di ife come il classico dimitico, con la differenza che le ife scheletriche sono molto lunghe e rigonfie, poco o niente ramificate, mentre le ife generatrici sono sottili e aggrovigliate.
- **sarcotrimitico**: è come il sarcodimitico con in più le ife connettive che sono sottili, a parete spessa e non settate.

In seguito sono poi state proposte altre tipologie da Erast Parmasto, sempre ispirate alla suddetta logica di classificazione [BASSO, 2005], che evitiamo di riportare in questa sede rimandando l'approfondimento ai testi specializzati.
Con riferimento agli *Aphyllophorales* viene riportata di seguito una tabella dove un buon numero di generi sono affiancati dal relativo sistema ifale.

GENERE	SISTEMA IFALE	GENERE	SISTEMA IFALE	GENERE	SISTEMA IFALE
Abortiporus	monomitico	*Auriporia*	monomitico o dimitico	*Ceriporia*	monomitico
Albatrellus	monomitico	*Bjerkandera*	monomitico	*Ceriporiopsis*	monomitico
Anomoporia	monomitico	*Boletopsis*	monomitico	*Cerrena*	trimitico
Antrodia	dimitico	*Bondarzewia*	dimitico	*Clavariadelphus*	monomitico
Antrodiella	dimitico o trimitico	*Byssoporia*	monomitico	*Clavulina*	monomitico
Aphelaria	monomitico	*Cantharellus*	monomitico	*Clavulinopsis*	monomitico
Aporpium	dimitico	*Ceratellopsis*	monomitico	*Climacocystis*	monomitico

Tabella 3.1(A) – Tipologia di sistema ifale osservabile nei principali generi delle *Aphyllophorales*.

GENERE	SISTEMA IFALE	GENERE	SISTEMA IFALE	GENERE	SISTEMA IFALE
Climacodon	monomitico	*Inonotus*	monomitico o dimitico	*Phylloporia*	monomitico
Coltricia	monomitico	*Irpex*	dimitico	*Piloporia*	dimitico
Coriolopsis	trimitico	*Ischnoderma*	dimitico	*Piptoporus*	dimitico
Craterellus	monomitico	*Junghuhnia*	dimitico	*Polyporus*	dimitico
Daedalea	trimitico	*Laetiporus*	dimitico	*Pterula*	dimitico
Daedaleopsis	trimitico	*Lentaria*	monomitico	*Pycnoporellus*	dimitico
Datronia	trimitico	*Lentinus*	dimitico	*Pycnoporus*	trimitico
Dichomitus	dimitico	*Lenzites*	trimitico	*Ramaria*	monomitico
Diplomitoporus	dimitico	*Lenzitopsis*	monomitico	*Ramariopsis*	monomitico
Fistulina	monomitico	*Leptoporus*	monomitico	*Rigidoporus*	monomitico
Fomes	trimitico	*Lindtneria*	monomitico	*Sarcodon*	monomitico
Fomitopsis	dimitico o trimitico	*Meripilus*	monomitico	*Schizopora*	monomitico o dimitico
Ganoderma	trimitico	*Neolentiporus*	dimitico	*Sistotrema*	monomitico
Gloeophyllum	dimitico o trimitico	*Oligoporus*	monomitico	*Skeletocutis*	dimitico o trimitico
Gloeoporus	monomitico	*Oxyporus*	monomitico	*Spongipellis*	monomitico
Grifola	dimitico	*Panus*	dimitico	*Steccherinum*	dimitico
Hapalopilus	monomitico	*Parmastomyces*	monolmitico	*Trametes*	trimitico
Heterobasidion	dimitico	*Perenniporia*	dimitico	*Trechispora*	monomitico o dimitico
Hexagonia	trimitico	*Phaeolus*	monomitico	*Trichaptum*	dimitico o trimitico
Hydnellum	monomitico	*Phellinus*	dimitico	*Trogia*	sarcotrimitico
Hyphodontia	monomitico	*Phellodon*	monomitico	*Tyromyces*	monomitico o dimitico

Tabella 3.1(B) – Tipologia di sistema ifale osservabile nei principali generi delle *Aphyllophorales*.

4 - I rivestimenti

4.1 - Classificazione e terminologia

L'osservazione dei rivestimenti a fini tassonomici ha trovato impiego in micologia soltanto in epoca (relativamente) recente: i primi studi significativi risalgono infatti intorno alla metà del XX secolo, mentre il contributo forse più importante si deve a Bas (a partire dall'anno 1969).
Nel corso degli anni la terminologia di identificazione dei vari rivestimenti e delle relative strutture morfologiche ha subito una costante evoluzione e, di fatto, risulta strettamente legata ai singoli Autori che hanno portato avanti gli studi.
I termini ancora oggi in uso per classificare le varie tipologie di rivestimento sono molteplici e, in alcuni casi, sono strettamente specialistici: vista la finalità divulgativa della presente dispensa, di seguito viene proposta una classificazione ed una terminologia semplificata, di largo impiego in ambito micologico, rimandando ai testi specialistici citati in bibliografia per un eventuale approfondimento.

4.1.1 - Classificazione in base alla topografia

Con il termine ***rivestimento*** viene genericamente indicato lo strato superficiale della struttura dei basidiomiceti, con esclusione del velo; il rivestimento è più correttamente indicato con il termine **pellis** e, a seconda della *topografia*, si parla di:

- **pileipellis** per indicare il rivestimento pileico (nell'accezione diffusa, ma non propriamente corretta, la cosiddetta *"cuticola"*);
- **stipitipellis** o **caulipellis** per indicare il rivestimento del gambo;
- **bulbopellis** per indicare il rivestimento del bulbo basale.

In questa dispensa ci occuperemo principalmente dell'osservazione della *pileipellis*, che è di gran lunga il tipo di rivestimento più importante a fini tassonomici e, pertanto, quello più studiato; verrà dato inoltre un breve cenno anche allo studio della *stipitipellis*. I concetti generali di seguito esposti possono tuttavia essere estesi a qualsiasi tipologia di rivestimento.

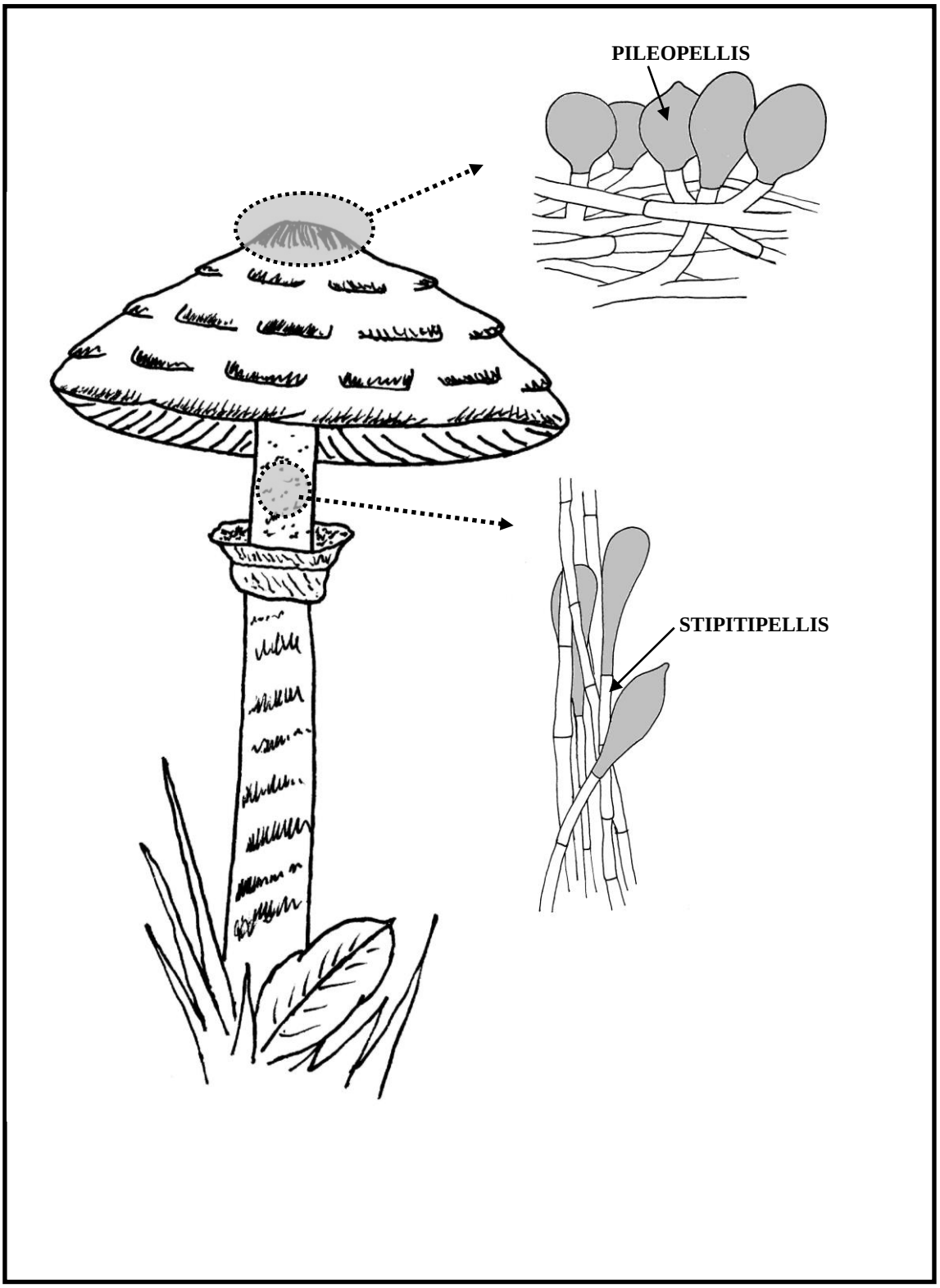

Figura 4.1 – Identificazione dei rivestimenti in funzione della topografia.

Quando il singolo rivestimento risulta composto da più strati, si parla di *suprapellis* per individuare lo steato più esterno, di *mediopellis* per individuare un eventuale strato intermedio e di *subpellis* per individuare lo strato più interno. L'osservazione della presenza o meno dei vari strati e della loro struttura risulta estremamente importante a fini determinativi, anche se tutt'altro che facile da eseguire da parte dei meno esperti.

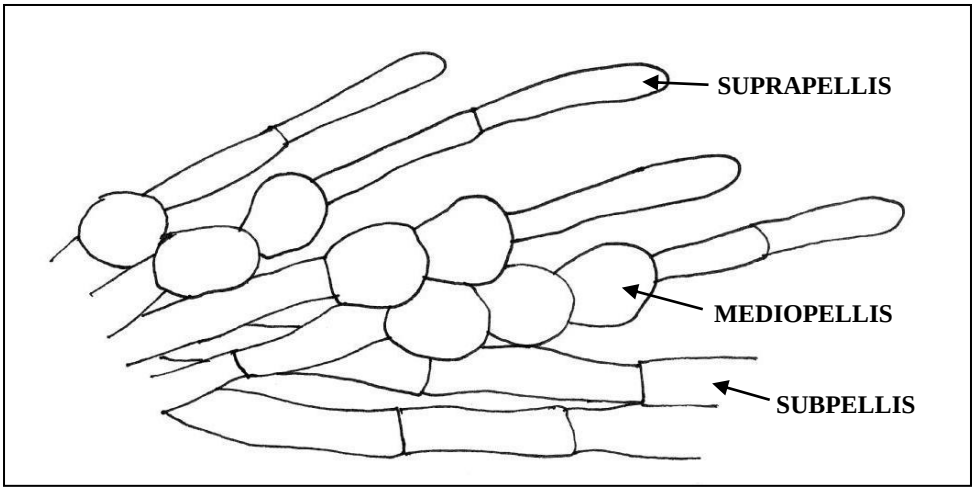

Figura 4.2 – Strati del rivestimento.

4.1.2 - Classificazione in base alla morfologia

In funzione della *morfologia* è invece possibile suddividere i rivestimenti nelle seguenti tre principali tipologie:

- **cortex**: con questo termine si individua un rivestimento costituito dal progressivo compattamento delle ife del carpoforo in prossimità della superficie esterna; in questo caso non si è quindi in presenza di un rivestimento con struttura ben differenziata, come accade invece nei due casi seguenti;
- **cutis**: questo termine viene impiegato per individuare un rivestimento differenziato, costituito da ife più o meno allungate, disposte parallelamente alla superficie del cappello (dette "*ife coricate*");

- **derma**: si impiega questo termine per individuare un rivestimento differenziato, costituito da ife di forma da subglobosa a più o meno clavata-imeniforme, disposte perpendicolarmente alla superficie pileica (dette *"ife erette"*).

La suddivisione sopra riportata è ovviamente un tentativo di schematizzazione; in realtà in natura sono riscontrabili numerose forme intermedie e numerose varianti rispetto alle morfologie sopra descritte.
Lo studio microscopico dei rivestimenti è senza dubbio molto interessante non soltanto per l'aiuto determinativo che ne può derivare, ma anche perché attraverso esso è possibile comprendere l'origine dell'aspetto macroscopico osservato in un determinato carpoforo.
Nel paragrafo successivo vengono descritte le principali morfologie di rivestimento pileico, con particolare riferimento a come queste si ripercuotono proprio sull'aspetto macroscopico del carpoforo.

4.2 - Pileipellis

4.2.1 - Tipologie di pileipellis

Di seguito si riportano le principali forme di *pileipellis* riscontrabili nei basidiomiceti:

- **cortex**: come anticipato nel precedente paragrafo, in questo caso il rivestimento risulta non differenziato, ma è costituito dal progressivo compattamento delle ife del carpoforo in prossimità della superficie esterna; questo tipo di conformazione è molto frequente nella *stipitipellis*, ma è comunque rinvenibile anche nella *pileipellis*;
- **cutis**:, in questo caso le ife che costituiscono il rivestimento hanno forma più o meno allungato-filamentosa e si trovano disposte parallelamente alla superficie del cappello ("coricate"); a seconda dei casi possono avere andamento tra loro parallelo oppure intrecciato. L'aspetto della superficie pileica è in questo caso liscio e asciutto. Quando le ife si trovano immerse in uno strato gelificato, si parla invece di ***ixocutis*** e, in questo caso, il cappello si presenta viscido, glutinoso (ad es. in alcune specie del genere *Hygrocybe*);
- **tricoderma**: anche in questo caso le ife che costituiscono il rivestimento hanno forma più o meno allungato-filamentosa, ma risultano disposte grossomodo perpendicolarmente alla

superficie del cappello, tra loro intrecciate, spesso a formare "ciuffi" di ife. Questa conformazione dona al cappello un aspetto vellutato o feltrato. Quando le ife si trovano immerse in uno strato gelificato, si parla di ***ixotricoderma*** ed il cappello si presenta viscido, glutinoso (ad es. in *Hygrocybe coccinea*);

- **palizzata**: in questo caso gli elementi terminali del rivestimento presentano tutti la medesima altezza e sono posti perpendicolarmente alla superficie del cappello, tra loro paralleli a formare una vera e propria "palizzata"; gli elementi ifali presentano forma filamentosi o un po' ingrossata. Questa conformazione conferisce al cappello un aspetto macroscopico decisamente vellutato;
- Nel caso particolare in cui gli elementi terminali hanno forma "a clava", si parla di **imeniderma**, dato che il rivestimento rassomiglia in questo caso ad una superficie imeniale tappezzata di basidi; l'aspetto macroscopico è ancora vellutato, rugoso;
- Nel caso in cui l'elemento terminale delle ife del rivestimento abbia forma tondeggiante si parla di **derma cellulare** o **cistoderma**, mentre se tutti gli elementi terminali sono tondeggianti, disposti a mo' di catena formando un multistrato di cellule tondeggianti, si parla invece di **epitelio regolare**. Si parla invece di **epitelio irregolare (o pseudo-parenchimantico)** quando le cellule terminali concatenate sono deformi, grossolanamente sugblobose.

Chiaramente la distinzione tra le varie forme morfologiche intermedie non è così netta in natura; talora si rinvengono ad esempio rivestimenti pileici con struttura morfologica prevalente di un tipo che, a tratti, presentano anche un secondo tipo di struttura (è abbastanza frequente il caso di una struttura tipo cutis, alternata da tratti a struttura tricoderma).

In altri casi invece è possibile riscontrare elementi terminali caratterizzati da una struttura del tutto particolare; si ricorda ad esempio la particolare struttura riscontrabile nel genere *Mycena*, dove le ife terminali risultano diverticolate, cioè munite di numerose ramificazioni disposte perpendicolarmente alla superficie pileica.

A livello terminologico, ricordiamo che oltre al suffisso **ixo-** usato per indicare ife avvolte in una matrice gelatinizzata, viene impiegato il suffisso **lampro-** per indicare i rivestimenti del tipo tricoderma composti da ife spesse.

In figura 4.3 sono rappresentati schematicamente tutte le tipologie di *pileipellis* sopra descritte.

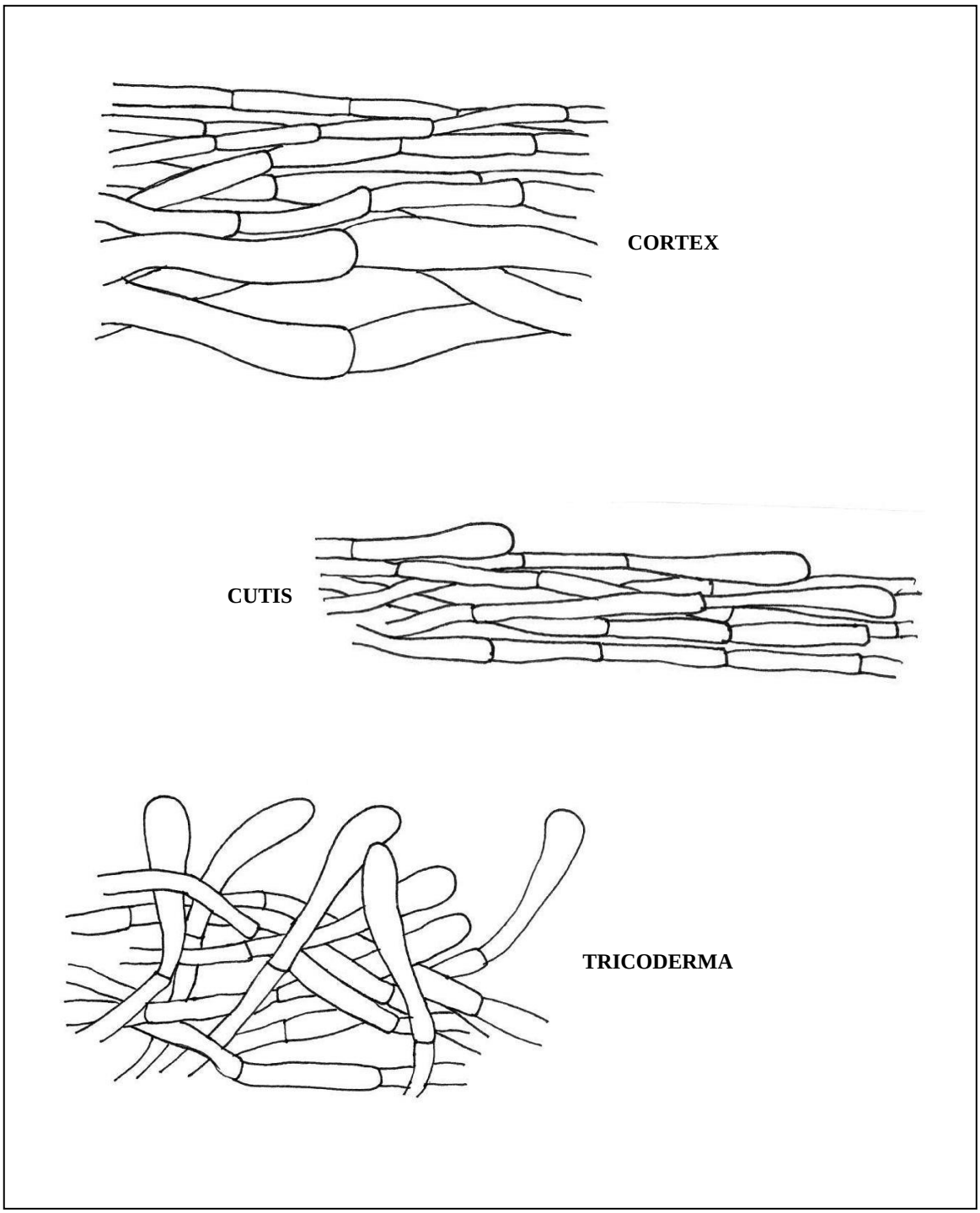

Figura 4.3(A) – Principali forme di pileipellis

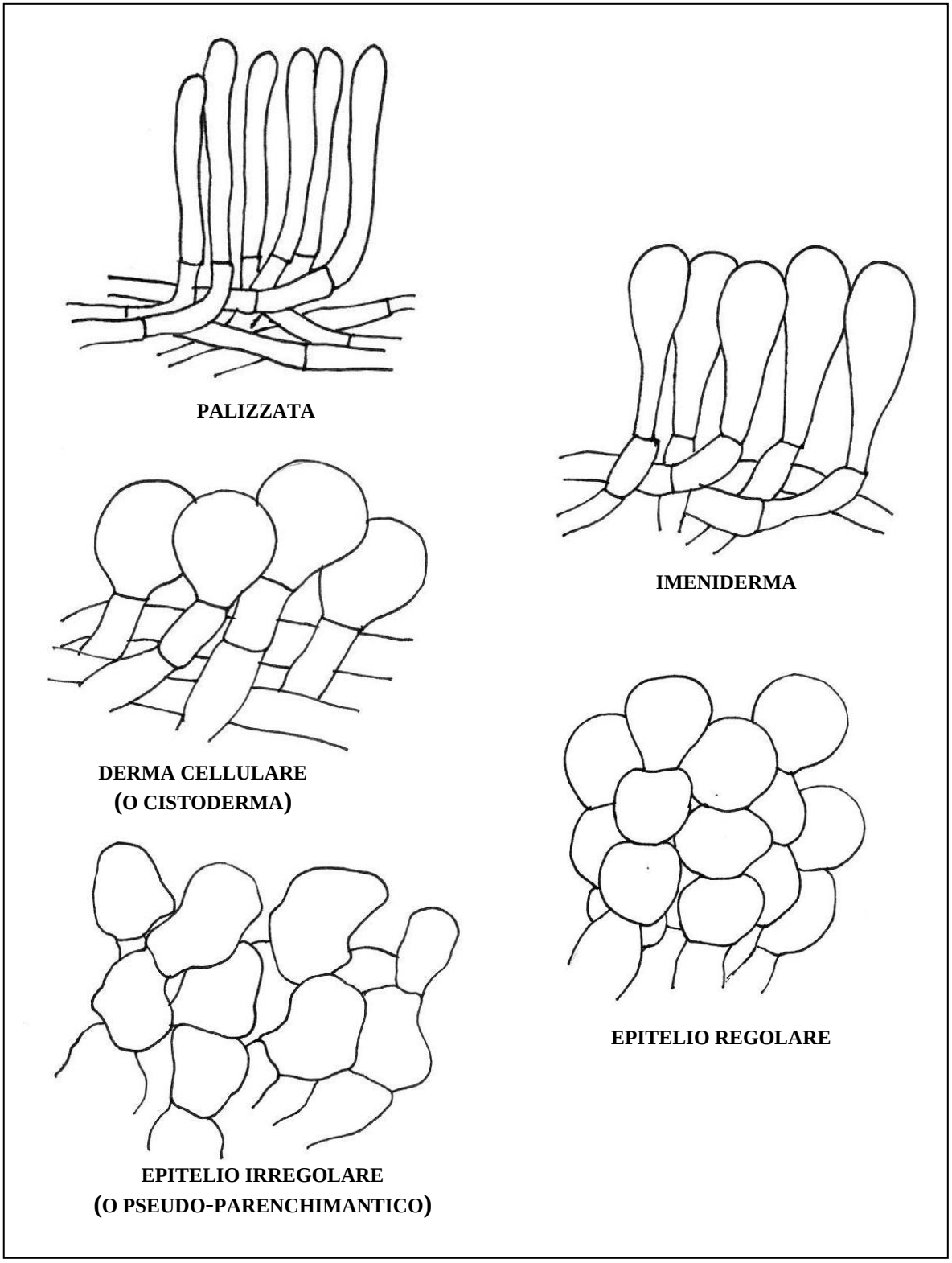

Figura 4.3(B) – Principali forme di pileipellis

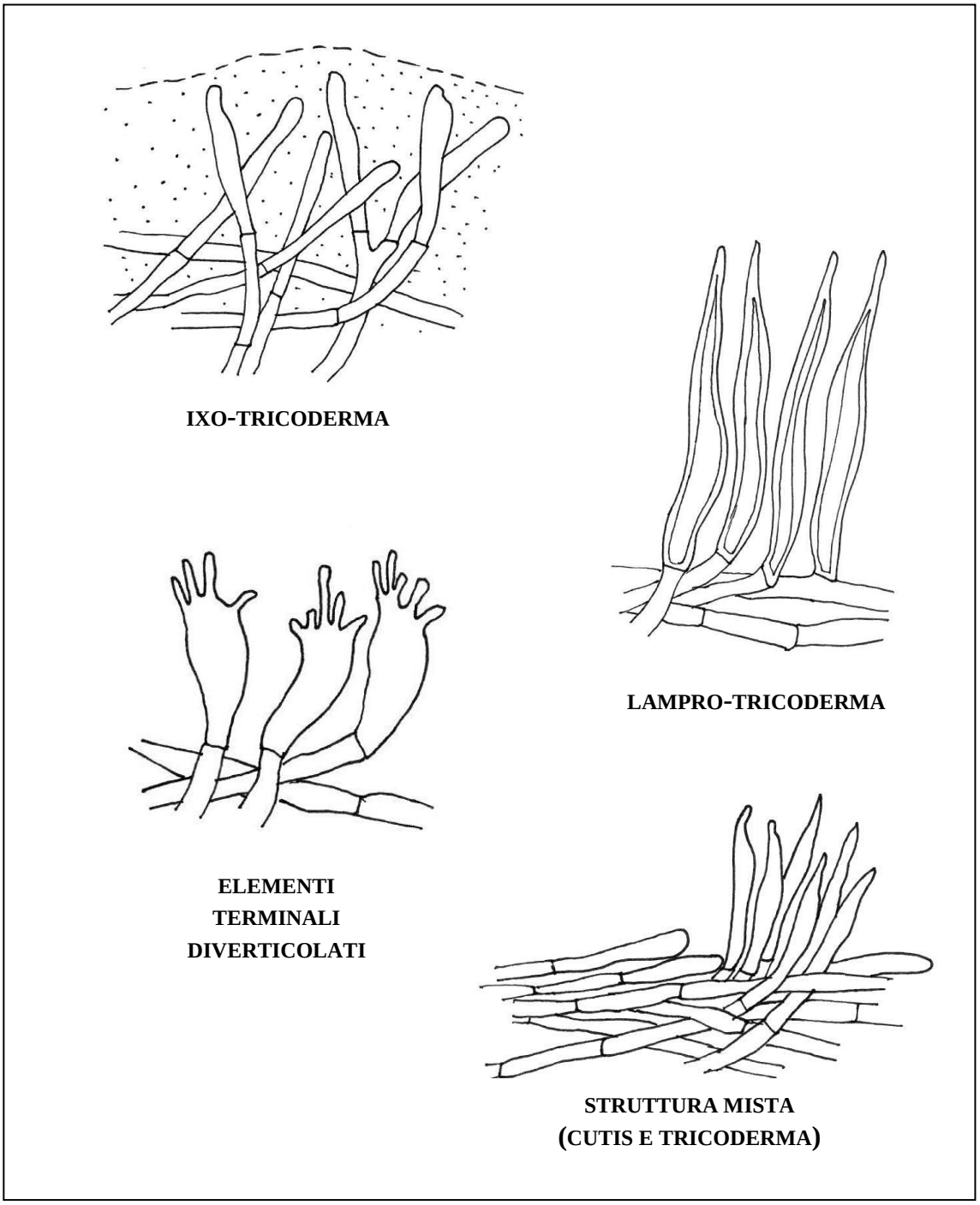

Figura 4.3(C) – Principali forme di pileipellis

Oltre alle diverse strutture morfologiche sopradescritte, in numerosi generi la *pileipellis* presenta altri tipi di cellule differenziate, quali:

- i **pileocistidi**, che è il termine con cui vengono indicati i cistidi presenti sul rivestimento pileico; al pari degli altri cistidi [DELLA MAGGIORA & TOLAINI, 2006], i pileocistidi possono essere più o meno grandi e presentarsi sotto svariate forme;
- le **ife primordiali**, caratteristiche del genere *Russula*, oltre ai pileocistidi, che sono particolari ife allungate, ricoperte da incrostazioni acido-resistenti;
- i **peli**, che sono anch'essi ife più o meno allungate, con parete sottile oppure spessa, fuoriuscenti dalla struttura pileica, spesso riuniti in ciuffi.

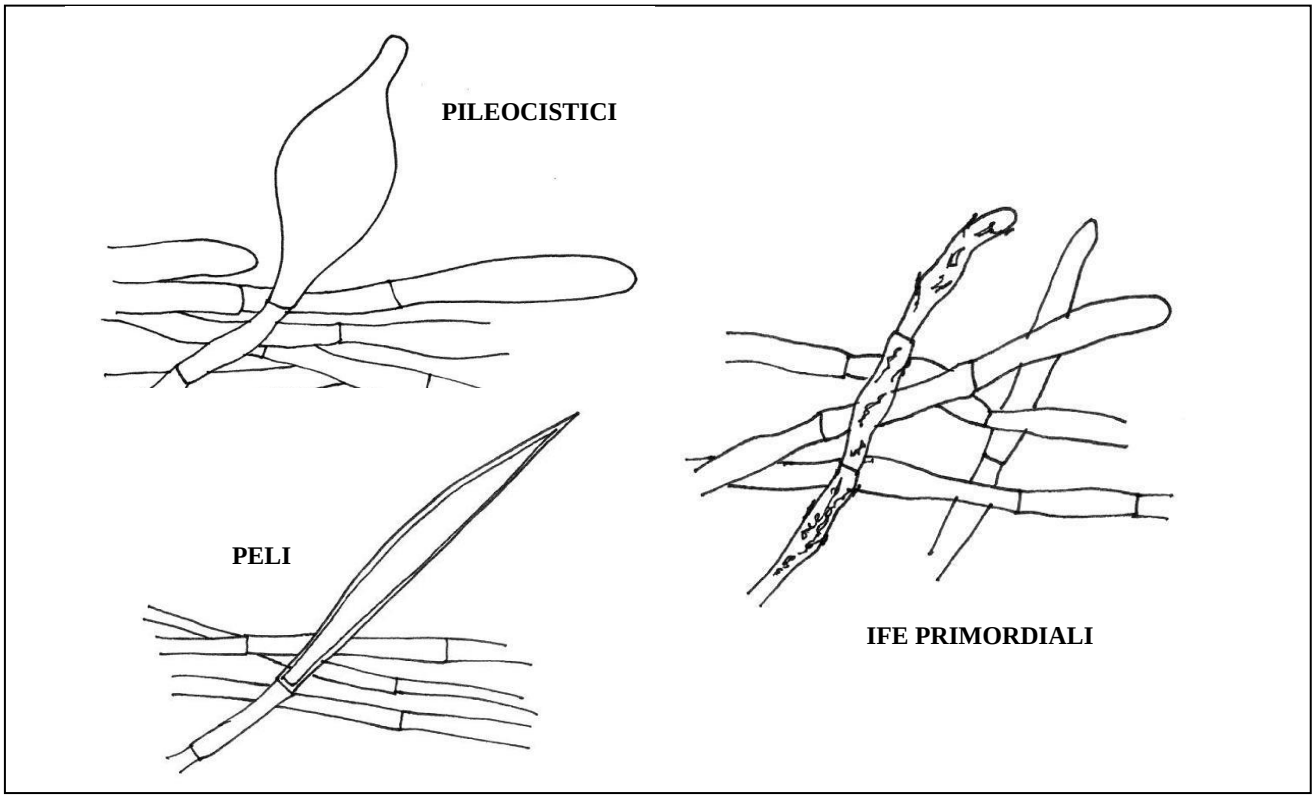

Figura 4.4 – Pileocistidi, ife primordiali e peli

Al pari degli altri elementi, anche la presenza dei *pileocisti* e dei *peli* influenza la macroscopia, conferendo al cappello un aspetto tipicamente peloso o, nel caso di elementi disposti a ciuffi, un aspetto fioccoso.

4.2.2 - Osservazione microscopica

Per l'osservazione microscopica della *pileipillis* è possibile impiegare due diverse tecniche di preparazione del vetrino, che sono la tecnica dello "*scalpo*" e quella della "*sezione trasversale*". Per le modalità tecniche di ottenimento del preparato microscopico si faccia riferimento al paragrafo 4.3.3 del volume 1 [DELLA MAGGIORA & TOLAINI, 2005].

Qui ci preme ricordare che la "*sezione trasversale*" è la tecnica più laboriosa, ma permette di ottenere una visione completa della struttura della *pileipellis*. Viceversa lo *"scalpo"* è una tecnica molto più veloce, ma può dare però informazioni solo sugli elementi costituenti la *suprapellis* e, inoltre, essendo questi visti dall'alto, non è possibile rilevare la presenza o meno di elementi eretti.

In linea di massima, il corretto studio della *pileipellis* comporta l'osservazione dei seguenti elementi:

- il numero di strati costituenti la *pileipellis*;
- la struttura morfologica di ciascuno strato, con particolare riferimento agli elementi costituenti la *pileipellis* come tipologia, forma, dimensione, disposizione, eventuale presenza di uno strato gelificato, analisi dei pigmenti.

La sezione della *pileipellis* deve essere eseguita nella zona o nelle zone che, a livello macroscopico, sembrano essere le più rappresentative per la presenza di eventuali fioccosità, fibrille innate, rugosità, ecc. In linea di massima per ottenere un quadro completo può essere necessario eseguire più sezioni, in vari punti del cappello (al disco, a metà raggio, al margine).

Per l'osservazione di questi caratteri l'*acqua* costituisce il fluido di osservazione più indicato, in quanto non altera i caratteri da osservare, come invece possono fare gli acidi e gli alcali che hanno infatti la proprietà di poter sciogliere i pigmenti. Per facilitare l'osservazione degli elementi, dopo aver fatto un primo esame in acqua, può essere conveniente ripetere l'esame con *Rosso Congo*, che ha infatti una notevole capacità colorante; il *Rosso Congo* permette inoltre di evidenziare la eventuale presenza di uno strato gelificato che, essendo congofobo, rimane ialino all'osservazione, al contrario delle ife che sono congofile e tendono quindi a colorarsi (vedere anche paragrafo 2.2.4).

Analoghe considerazioni valgono per lo studio microscopico dei *pileocistidi*, salvo il fatto che in alcuni generi (es. *Lactarius* e *Russula*) la loro osservazione può essere facilitata dall'impiego della sulfovanillina che reagisce selettivamente con i *pileocistidi* che assumono una colorazione blu-nerastra.

4.3 - Stipitipellis

Lo studio del rivestimento del gambo, detto *stipitipellis* o *caulopellis*, senza ombra di dubbio ha trovato fino ad oggi un interesse molto più contenuto in campo micologico a fini determinativi rispetto allo studio della *pileipellis*.

In linea di massima valgono le stesse considerazioni riportate nei precedenti paragrafi per la *pileipellis*, anche se nel caso della *stipitipellis* si riscontra di fatto una sola tipologia morfologica del rivestimento, che si presenta nella quasi generalità dei casi con una struttura tipo *cutis*, che dona al gambo un aspetto liscio o fibrilloso. In alcuni casi è possibile osservare la presenza di *peli* o di *caulocistidi* riuniti in ciuffi, che sono la causa delle fioccosità talvolta osservate sul gambo.

I *caulocistidi* sono piuttosto frequenti ed abbondanti in alcuni generi e, generalmente, sono maggiormente concentrati nella parte superiore del gambo. In alcuni generi il loro studio può essere importante a fini determinativi: si pensi ad esempio al genere *Inocybe*, dove la presenza o meno di caulocistidi e, addirittura, l'altezza alla quale scendono sul gambo, sono importante per l'inquadramento di una specie nei sottogeneri.

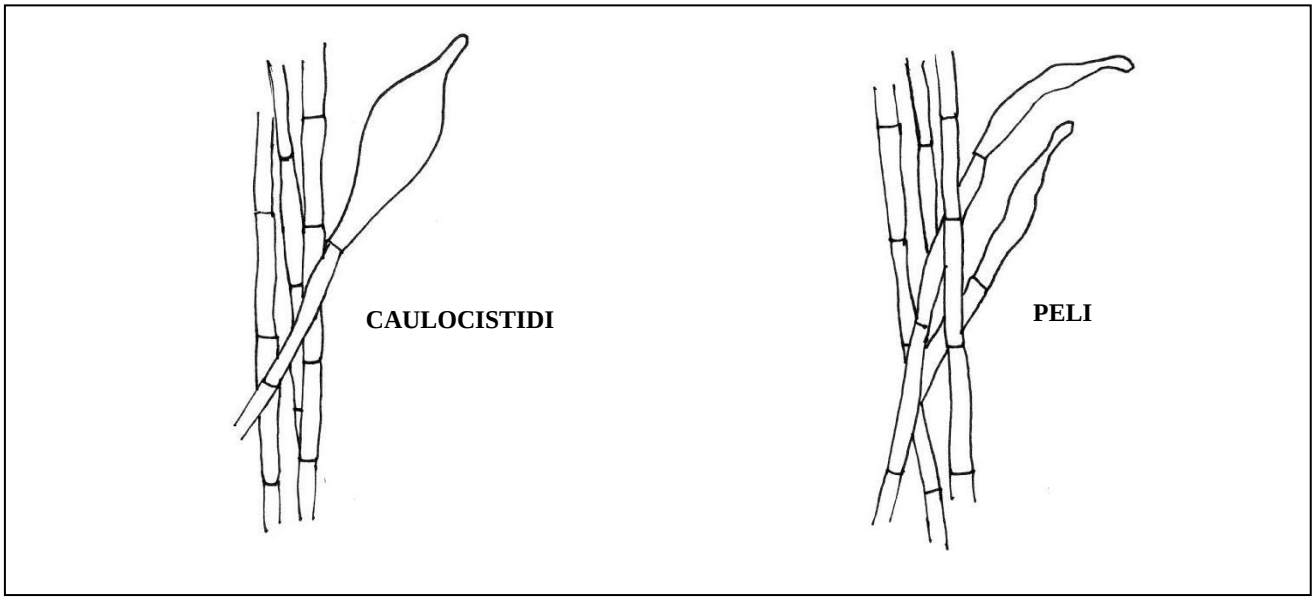

Figura 4.5 – Caulocistidi e peli sul gambo

5 - La trama imeniale

Fu ancora V. Fayod che per primo condusse attenete analisi sulla trama dell'imenio delle *Agaricales*, studiando i diversi aspetti in cui si poteva presentare la disposizione delle ife nelle sezioni lamellari. Egli divise quello che già precedentemente era stato identificato come ***subimenio***, cioè la parte da dove ha origine l'imenio, in ***mediostrato***, cioè la parte mediana della lamella e l'***imenopodio*** che congiunge il mediostrato con l'imenio.
Riguardo la disposizione delle ife nell'imenio delle *Agaricales*, Fayod distinse quattro tipologie diverse di trama lamellare così riassunte:

- **regolare**: quando le ife sono disposte con andamento regolare, cioè più o meno parallelo, su tutta la larghezza della sezione lamellare fino a lambire lateralmente l'imenio;
- **irregolare**: quando le ife della trama lamellare hanno un andamento confuso, senza ordine;
- **bilaterale**: quando le ife parallele sono ridotte ad un sottile strato mediano alla lamella, il mediostrato, mentre le altre si dirigono dal centro verso l'esterno, cioè l'imenio;
- **inversa**: con aspetto analogo alla bilaterale ma con le ife che hanno direzione opposta, cioè si dirigono dall'imenio al mediostrato interno.

Questa suddivisione classica è quella usata tutt'oggi, con l'aggiunta di altre tipologie da queste sempre derivate. Limitandoci a quelle più facilmente distinguibili, a quelle sopra elencate possono essere aggiunte:

- **subregolare**: quando le ife non hanno un andamento parallelo ma nemmeno confuso. Nel complesso queste si dirigono parallelamente ma nel dettaglio hanno un andamento che potremmo definire "serpeggiante";
- **mista**: con le ife che possono avere lo stesso andamento della tipologia subregolare (definita ***mista-subregolare***) o irregolare (definita ***mista-irregolare***), con in più la presenza di ife con elementi subglobosi;
- **divergente**: con andamento delle ife analogo alla bilaterale, cioè dal mediostrato verso l'imenio, ma aventi singoli elementi cilindrici;

- **subcellulare**: con ife aventi andamento irregolare, composte da elementi subglobosi. Quando i singoli elementi sono aderenti l'uno all'altro, caso più frequente, la struttura viene definita ***pseudoparenchimatica***, cioè simile ad un puzzle, mentre in qualche specie questi sono distanziati con gli spazi interifali occupati da gelificazione come accade ad esempio in *Mycena haematopus* e in *Mycena galopus*.

Per una migliore comprensione, le otto tipologie sopra elencate sono riportate in figura 5.1; buoni disegni a tratto possono essere consultati anche in AA.VV. (1988) nel glossario ad opera di Else C. Vellinga.

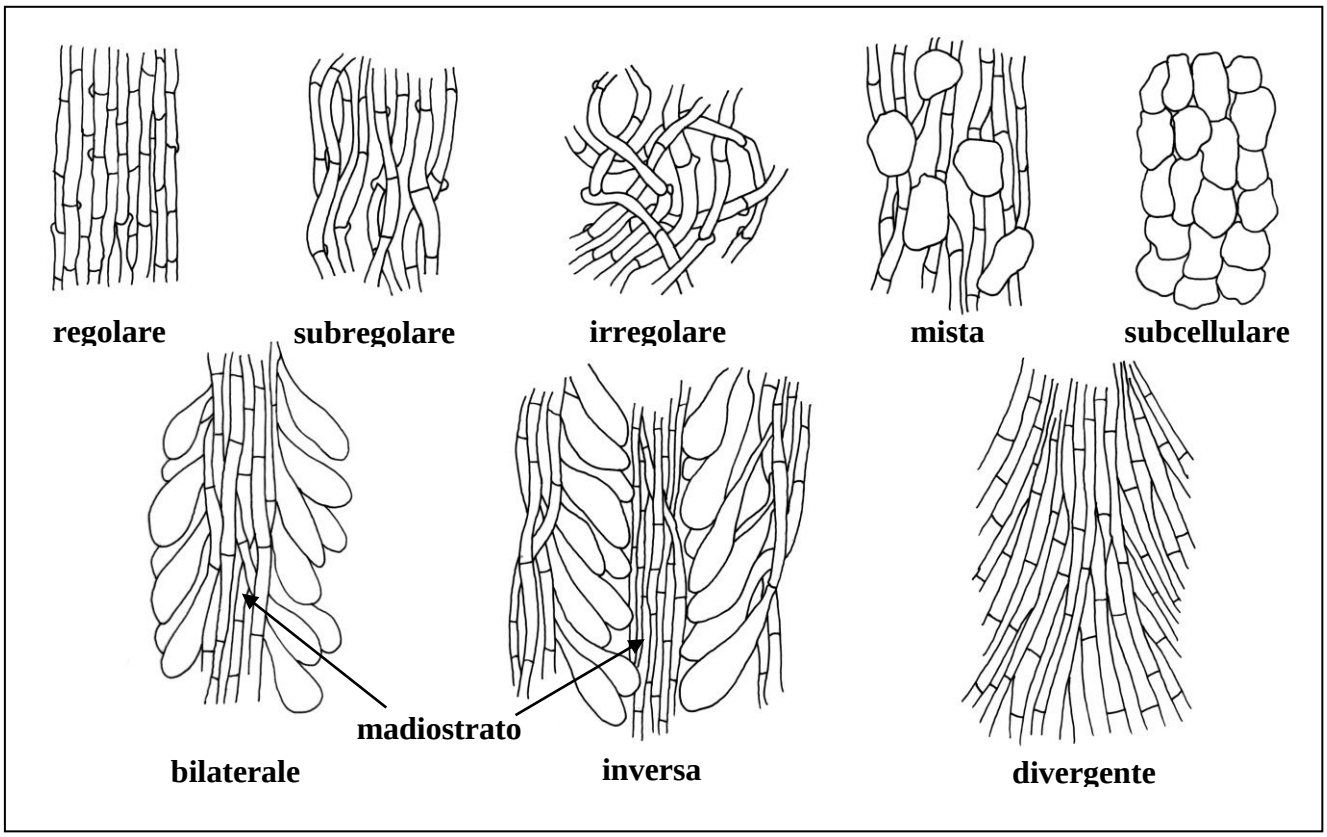

Figura 5.1 – Aspetti diversi della trama imeniale.

La struttura della trama lamellare, in certi gruppi di specie, ha acquistato un elevato valore tassonomico ed è servita in passato per individuare e delimitare interi generi e sottogeneri. In tabella 5.1 sono riportati alcuni esempi:

GENERE	TRAMA IMENIALE	GENERE	TRAMA IMENIALE
Agaricus	da regolare a subregolare	*Lepista*	regolare
Amanita	bilaterale	*Leucopaxillus*	da regolare a subregolare
Boletus	divergente	*Limacella*	bilaterale
Cantharellula	irregolare	*Lyophyllum*	da regolare a subregolare
Chroogomphus	bilaterale	*Marasmius*	irregolare
Chrysomphalina	da regolare a subregolare	*Melanoleuca*	da regolare a subregolare
Clitocybe	regolare	*Omphalina*	irregolare
Collybia	da regolare a subregolare	*Omphalotus*	irregolare
Cortinarius	da regolare a subregolare	*Oudemansiella*	irregolare
Crepidotus	irregolare	*Panellus*	bidirezionale
Entoloma	da regolare a subregolare	*Panus*	irregolare
Faerberia	irregolare	*Pleurotus*	irregolare
Gerronema	bilaterale o bidirezionale	*Pluteus*	inversa
Gomphidius	bilaterale	*Porpoloma*	da regolare a subregolare
Haasiella	bidirezionale	*Rhodotus*	irregolare
Hygrocybe sottog. Cuphophyllus	irregolare	*Russula*	mista
Hygrocybe sottog. Hygrocybe	regolare a elementi lunghi	*Tricholoma*	da regolare a subregolare
Hygrocybe sottog. Pseudohygrocybe	regolare a elementi corti	*Tricholomopsis*	da regolare a subregolare
Hygrophorus	divergente	*Volvariella*	inversa
Inocybe	regolare	*Xeromphalina*	bidirezionale
Laccaria	da regolare a subregolare	*Xerula*	irregolare

Tabella 5.1 – Tipologia di trama imeniale osservabile in alcuni generi.

Rispetto alle tipologie sopra descritte, in tabella 5.1 è citata anche quella ***bidirezionale***; questa è caratterizzata da ife disposte in modo subregolare frammiste a ife disposte in direzione parallela al filo lamellare, quindi le ife nelle due direzioni sono tra loro perpendocolari. In questo modo, eseguendo

una sezione trasversale della lamella, la trama ci appare subregolare con sparse sezioni circolari appartenenti proprio alle ife che si trovano perpendicolari al vetrino.

Interessante, ma non importante per i nostri scopi di riconoscimento delle specie, è anche lo sviluppo della trama imeniale, che ovviamente segue diversi processi di crescita a seconda della risultante tipologia, per il quale si rimanda ai testi specializzati.

Nella maggior parte dei casi, le ife che compongono la trama imeniale sono ialine e a parete sottile. Fa eccezione qualche genere che presenta frammiste nell'imenio anche ife rigide e a parete spessa come ad esempio *Pleurotus*, *Marasmius*, *Lentinus* e *Xeromphalina*.

Un altro strato che a volte può essere importante nella determinazione delle specie fungine è il ***sottoimenio***. Questo sottile strato fa da sostegno agli elementi dell'imenio (basidi o aschi) e si trova più esterno all'imenopodio, ove quest'ultimo è presente [BRUNORI et al., 1985], come mostrato in figura 5.2.

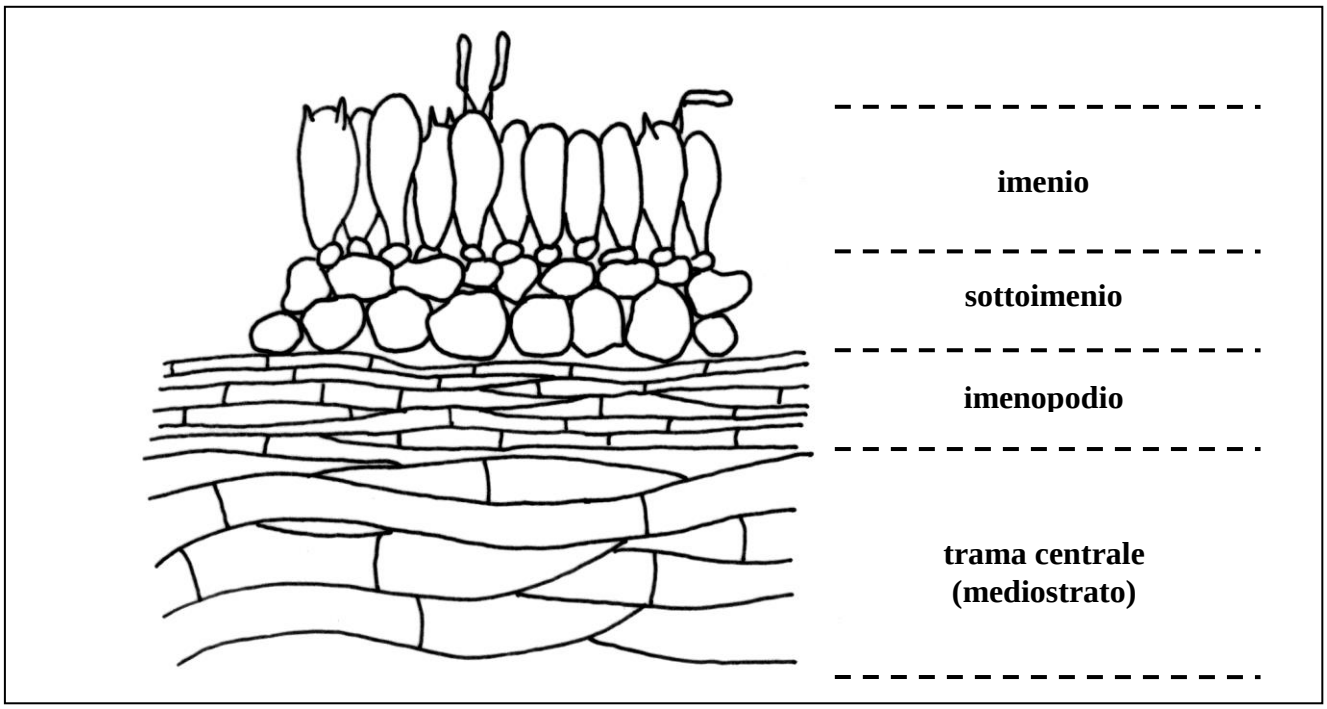

Figura 5.2 – Posizione del sottoimenio rispetto alla trama imeniale.

Come riportato in figura 5.3, il sottoimenio può presentare struttura ***ramificata***, ***globulosa*** o ***intrecciata***, oppure una combinazione di queste tipologie.

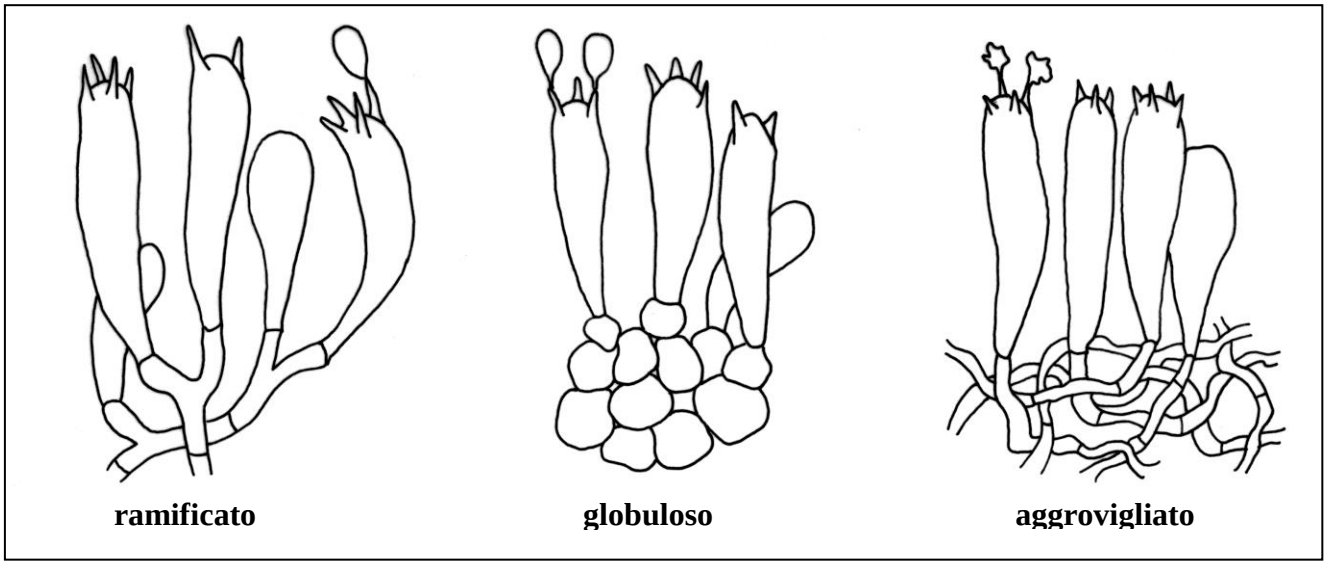

Figura 5.3 – Tipologie di sottoimenio.

Per evidenziare i contorni delle ife imeniali può essere utilizzato un colorante generico come il Rosso Congo, mentre per una corretta valutazione del tipo di trama dobbiamo fare attenzione a come preparare il vetrino. In particolare è necessario eseguire una sezione trasversale della lamella per la quale si rimanda alle figure 4.4 e 4.5 della dispensa volume 1 [DELLA MAGGIORA & TOLAINI, 2005]. La sezione deve essere al solito il più sottile possibile per avere più luminosità e distinguere meglio gli elementi, ma lo spessore non deve essere ridotto con eccessivo schiacciamento in quanto le ife potrebbero spargersi perdendo il loro originale andamento e condizionando la nostra valutazione. È inoltre consigliabile eliminare dal preparato sia la parte della lamella vicina al filo che quella vicino all'attaccatura col resto del carpoforo; infatti, in questi tratti periferici rispetto all'imenio, la trama lamellare può presentarsi non ben definita. Un altro consiglio utile nella valutazione della trama imeniale è quello di eseguire più osservazioni su carpofori in vari stadi di sviluppo essendo questa variabile anche in funzione della crescita.

6 - I pigmenti

Con il termine ***pigmenti*** si indicano le sostanze colorate presenti all'interno o all'esterno delle ife e che sono responsabili della colorazione osservata microscopicamente.
Generalmente, quando si parla di studio dei pigmenti ci si riferisce implicitamente alla *pileipellis*, anche se in realtà i pigmenti possono essere rinvenuti nelle ife di tutte le strutture del carpoforo (si pensi ad esempio alla colorazione viola uniforme della carne dei carpofori di *Cortinarius violaceus*).
A causa della loro concentrazione in massa veramente bassa, l'osservazione microscopica dei pigmenti risulta particolarmente difficile e, spesso, è necessario preparare il materiale con specifiche tecniche.
L'esperienza ci insegna che l'intensità della colorazione del carpoforo osservata può essere influenzata dall'azione esercitata della luce solare e, in certi casi, dal substrato di crescita.
Oggi lo studio dei pigmenti riveste in molti generi un carattere molto importante a fini determinativi e frequentemente risulta impiegato nelle chiavi di determinazione. Oltre a verificare la colorazione del pigmento, risulta inoltre determinante individuare la tipologia (o le tipologie) di pigmento presenti nel carpoforo sotto studio.

6.1 - Tipologie di pigmenti

In funzione della localizzazione dei pigmenti rispetto alle ife, i pigmenti si distinguono in **pigmenti intracellulari**, **pigmenti parietali** (o **membranari**) e **pigmenti interifali**. All'interno di una medesima specie possono essere osservate contemporaneamente più tipologie di pigmenti e la loro distribuzione relativa può essere influenzata dalle condizioni di crescita.

6.1.1 - Pigmenti intracellulari

I **pigmenti intracelluri** sono quei pigmenti che risultano localizzati all'interno della cellula. Essi possono essere contenuti all'interno dei vacuoli, e in questo caso sono detti **pigmenti vacuolari**, oppure possono essere diffusi nel citoplasma interno alla cellula, ad eccezione dei vacuoli, ed allora sono chiamati **pigmenti citosplasmatici**. In entrambi i casi il pigmento può risultare diluito ed uniforme, oppure addensato in piccoli granuli.

6.1.2 - Pigmenti parietali

I **pigmenti parietali (o membranari)** sono quei pigmenti che interessano la parete della cellula. Essi si suddividono a loro volta in:

- **pigmenti intraparietali**, quando si trovano localizzati all'interno della parete dell'ifa stessa;
- **pigmenti epiparietali** o **incrostanti** quando si trovano localizzati sulla parete esterna dell'ifa sotto forma di placche, scaglie, granuli, zebrature.

6.1.3 - Pigmenti inter-ifali

I **pigmenti inter-ifali** sono quei pigmenti che si trovano localizzati tra le ife e, a seconda della disposizione, sono anche detti **pigmenti extracellulari** o **pigmenti intercellulari**. Questi pigmenti si presentano come ammassi (granuli) localizzati tra le ife e, generalmente, hanno origine dal distacco dei pigmenti incrostanti.

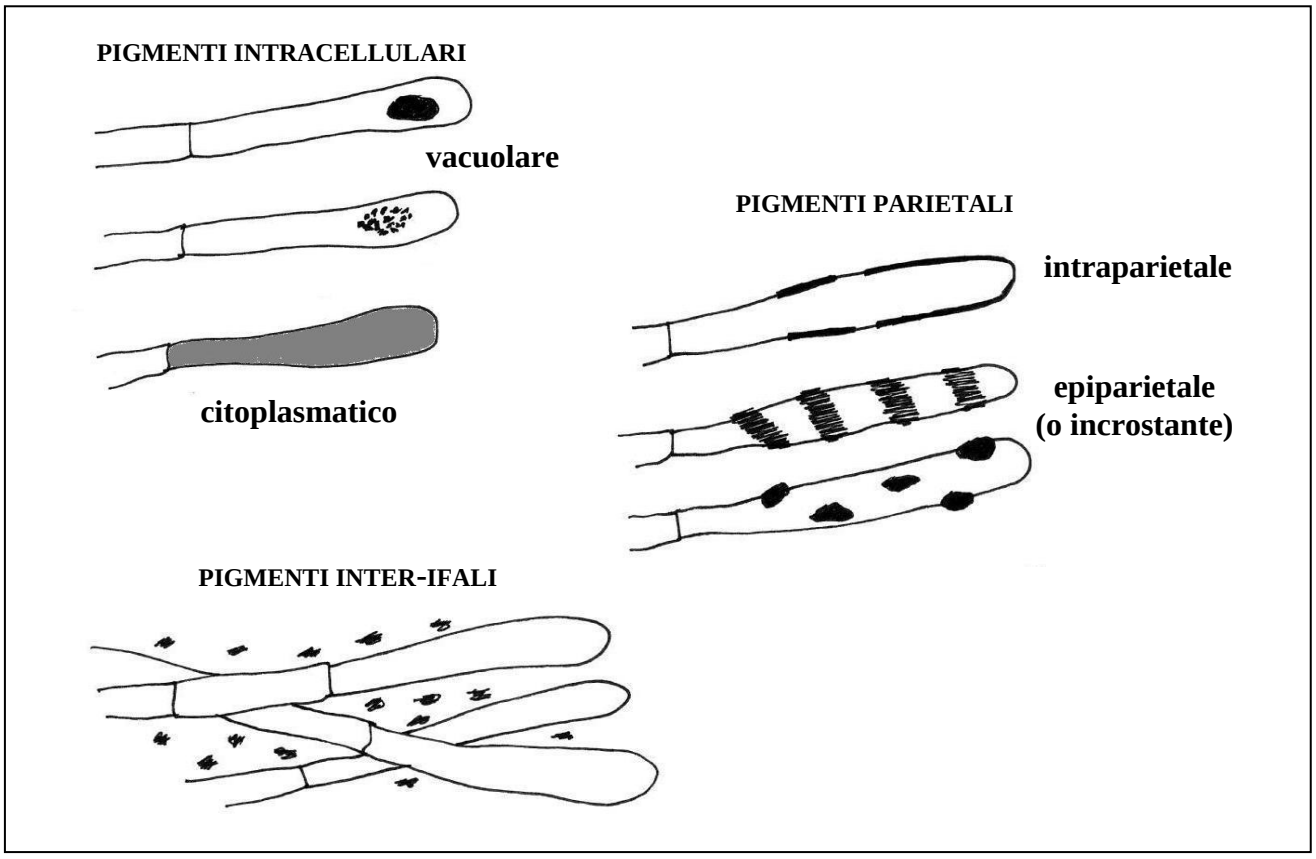

Figura 6.1 – Tipologia di pigmenti.

6.1.4 - Necropigmenti

Esiste infine una quarta tipologia di pigmenti che si sviluppano in seguito alla morte delle cellule e, per questo, sono detti **necropigmenti**; essi possono essere di tipo sia intracellulare che intercellulare e sono frequenti nel caso di specie annerenti o che presentano variazioni di colore allo sfregamento.

6.2 - Osservazione microscopica dei pigmenti

Le tecniche di preparazione del vetrino per l'osservazione microscopica dei pigmenti sono le medesime citate al Paragrafo 4.2.2. Ci preme soltanto sottolineare che non deve essere esercitato un eccessivo schiacciamento del preparato, perché viceversa si rischia di perdere le informazioni sulla localizzazione e distribuzione dei pigmenti.

Anche in questo caso il fluido di osservazione più indicato è l'acqua, perché non altera il colore dei pigmenti stessi, né li attacca chimicamente; al contrario è da evitare l'impiego di acidi o alcali, che tendono a sciogliere i pigmenti.

Nel caso di pigmenti incrostanti, può essere di aiuto l'impiego di coloranti (quali il Rosso Congo) che tendono a far risaltare le incrostazioni.

Per lo studio dei pigmenti vacuolari conviene invece impiegare una soluzione concentrata di acqua e zucchero all'8-15% (in subordine è possibile impiegare una soluzione salina) che, per il principio dell'osmosi, provoca l'espulsione dell'acqua contenuta all'interno delle cellule e, conseguentemente, fa aumentare la concentrazione del pigmento all'interno della cellula rendendo il pigmento più facilmente osservabile.

Bibliografia

[1] AA.VV., 1988: **Flora Agaricina Neerlandica vol 1 – Entolomataceae**. Edit. A.A. Balkema, Rotterdam – NL.

[2] BASSO M.T., 2005: **Manuale di microscopia dei funghi**. Edit. Mykoflora – I.

[3] BRUNORI A., A. BUISCHIO & A. CASSINIS, 1985: **Introduzione allo studio dei funghi**. Edit. Il Libro, Roma – I.

[4] DELLA MAGGIORA M. & F. TOLAINI, 2005: **Tecniche base di preparazione del vetrino per osservazione microscopica in ambito micologico**. Tecniche di Microscopia Micologica vol 1 – AGMT.

[5] DELLA MAGGIORA M. & F. TOLAINI, 2006: **Introduzione all'osservazione microscopica dei cistidi**. Tecniche di Microscopia Micologica vol 2 – AGMT.

[6] DELLA MAGGIORA M. & F. TOLAINI, 2007: **L'osservazione delle spore**. Tecniche di Microscopia Micologica vol 3 – AGMT.

[7] RAMBELLI A. & M. PASQUALETTI, 1996: **Nuovi fondamenti di micologia**. Edit. Jaca Book, Ascoli Piceno – I.