

Elementi chimici nei funghi superiori

I funghi di riferimento come strumento di lavoro per la bioindicazione e la biodiversità

Roberto M. Cenci, Luigi Cocchi, Orlando Petrini,
Fabrizio Sena, Carmine Siniscalco, Luciano Vescovi

R. M. Cenci e F. Sena (Editori)



EUR 24415 IT 2010

The mission of the JRC-IES is to provide scientific-technical support to the European Union's policies for the protection and sustainable development of the European and global environment.

European Commission
Joint Research Centre
Institute for Environment and Sustainability
Via E. Fermi, 2749 I-21027 Ispra (VA) - Italy

Legal Notice

Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.

***Europe Direct is a service to help you find answers
to your questions about the European Union***

Freephone number (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Certain mobile telephone operators do not allow access to 00 800 numbers or these calls may be billed.

A great deal of additional information on the European Union is available on the Internet. It can be accessed through the Europa server <http://europa.eu/>

Editors: R. M. Cenci and F. Sena

JRC58852

EUR 24415 IT
ISBN 978-92-79-16023-3
ISSN 1018-5593
doi:10.2788/11507

Luxembourg: Publications Office of the European Union

© European Union, 2010

Reproduction is authorised provided the source is acknowledged

Printed in Italy

Il presente volume comprende in allegato un CD contenente:

- Copia in formato PDF del volume stesso
- Indicazione delle località di campionamento dei funghi e dei suoli
- I dati analitici (ca 300.000) riguardanti la totalità dei campioni (ca 10.000) di funghi e di suoli analizzati
- La statistica descrittiva per tutti i generi e le specie analizzati
- Le mappe che illustrano la distribuzione delle concentrazioni degli elementi inorganici nei funghi
- Le mappe che illustrano la distribuzione delle concentrazioni degli elementi inorganici nei suoli

Contact information:

Address: **Roberto M. Cenci** - European Commission - JRC Institute for Environment and Sustainability, Land Management and Natural Hazards Unit, T.P. 280, Via E. Fermi, 2749I-21027 Ispra (VA), Italy

E-mail: roberto.cenci@jrc.ec.europa.eu

Tel: +39 0332 789771

Fax: +39 0332 786394

Address: **Luigi Cocchi** - Membro del Direttivo Nazionale, della Segreteria Organizzativa dei Comitati Scientifici Nazionali e della Commissione di Micotossicologia dell'Associazione Micologica Bresadola.

Vice Presidente del Gruppo Micologico e Naturalistico "Renzo Franchi" di Reggio Emilia (RE), Italy

E-mail: luigi.cocchi@libero.it

Address: **Orlando Petrini** - Repubblica e Cantone Ticino, Istituto Cantonale di Microbiologia, via Mirasole, 22A, CH-6500 Bellinzona, Switzerland

E-mail: orlando.petrini@ti.ch

Tel: +41 91 814 6031

Fax: +41 91 814 6019

<http://www.ti.ch/dss/DSP/ISTCM/>

Address: **Fabrizio Sena** - European Commission - JRC Institute for Environment and Sustainability, Rural, Water and Ecosystem Resources Unit, T.P. 270, Via E. Fermi, 2749, I-21027 Ispra (VA), Italy

E-mail: fabrizio.sena@jrc.ec.europa.eu

Tel: +39 0332 785399

Fax: +39 0332 786645

<http://ies.jrc.ec.europa.eu/rural-water-and-ecosystem-resources-unit>

<http://www.jrc.ec.europa.eu/>

<http://ies.jrc.ec.europa.eu/>

Address: **Carmine Siniscalco** - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Dipartimento Difesa della Natura, "Progetto Speciale Funghi", via Curtatone, 3, I-00185 Roma, Italy

E-mail: carmine.siniscalco@isprambiente.it

Tel: +39 06 5007 4302

Fax: +39 06 5007 4013

<http://www.isprambiente.it>

Address: **Luciano Vescovi** - Tecnico presso il Laboratorio chimico di Enìa s.p.a. Reggio Emilia (RE), Italy

E-mail: luciano.vescovi@eniaspa.it



Elementi chimici nei funghi superiori

I funghi di riferimento come strumento di lavoro per la bioindicazione e la biodiversità

R. M. Cenci, L. Cocchi, O. Petrini, F. Sena, C. Siniscalco e L. Vescovi

I funghi in natura sono tra i principali agenti dei cicli biogeochimici, i cicli di materia ed energia alla base del funzionamento degli ecosistemi.

Le informazioni relative alla biodiversità delle specie fungine italiane e l'utilizzo dei valori di concentrazione di elementi chimici nei medesimi potrebbero permettere di usare i funghi quali indicatori biologici della qualità di ambienti forestali, boschivi e semi naturali. L'archivio dati dell'EUR Report raccoglie le concentrazioni, su materiale secco, di 35 elementi chimici, metalli pesanti compresi, per oltre 9.000 campioni di funghi superiori che rappresentano circa 200 generi e un migliaio di specie. Il raggiungimento della stabilità statistica dell'archivio ha consentito di definire il concetto di "fungo di riferimento". L'uso del "fungo di riferimento" potrebbe essere importante, anche solo come approccio metodologico, in vari campi della ricerca micologica e ambientale; dalla biodiversità e

bioindicazione, alla tassonomia fino all'impatto igienico sanitario.

La vastità di dati riportata potrà essere utilizzata per un raffronto con informazioni che saranno raccolte in studi futuri. Questi risultati dovrebbero inoltre permettere una migliore e più esaustiva interpretazione della bontà delle norme per la protezione e salvaguardia dell'ambiente messe in atto per minimizzare o annullare gli effetti dei cambiamenti climatici in corso e i danni ambientali dovuti all'attività antropica.

Gli studi riguardanti la frequenza e l'ecologia delle varie specie fungine rinvenute sul territorio nazionale hanno favorito l'abbinamento agli *habitat* di riferimento in uso presso i sistemi europei di classificazione (Natura 2000, CORINE Land Cover, *CORINE Biotopes* ed. EUNIS). Sono stati così creati i presupposti per l'utilizzo dei funghi come indicatori biologici per la valutazione della qualità del suolo e degli ecosistemi.

Ringraziamenti

Hanno contribuito alla redazione del presente volume:

DR.SSA ANNA BENEDETTI (Paragrafo 2.4)

Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura - Centro per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo (anna.benedetti@entecra.it)

DR. PIETRO MASSIMILIANO BIANCO (Paragrafo 2.3)

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - Dipartimento Difesa della Natura (pietro.bianco@isprambiente.it)

PROF.SSA MANUELA GIOVANNETTI (Paragrafo 2.2)

Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie - Università di Pisa (mgiova@agr.unipi.it)

DR. CARLO JACOMINI (Paragrafi 2.3 e 2.4)

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - Dipartimento Difesa della Natura (carlo.jacomini@isprambiente.it)

DR. STEFANO MOCALI (Paragrafo 2.4)

Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura - Centro per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo (stefano.mocali@entecra.it)

DR.SSA LILIANE PETRINI (Paragrafi 2.1, 2.5 e 3.1)

Lugano (CH)

La realizzazione di un libro ampio e complesso necessita sempre di informazioni specifiche, dettagliate, approfondite che sono a conoscenza di pochi esperti. Noi vorremmo ringraziare tutti coloro che ci hanno aiutato con il loro prezioso contributo, senza il quale il presente lavoro non sarebbe potuto essere realizzato, ed in particolare:

DR. FAYÇAL BOURAOUI

Comunità Europea - Centro Comune di Ricerca di Ispra - Istituto dell'Ambiente e Sostenibilità (faycal.bouraoui@jrc.ec.europa.eu).

DR.SSA NAZARIA MACCHI

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna (nmarchi@regione.emilia-romagna.it).

PROF. GIUSEPPE RASPA

Dipartimento di Ingegneria Chimica e dei Materiali e Ambiente - Università "Sapienza" di Roma (giuseppe.raspa@uniroma1.it).

Ringraziamo inoltre:

Franco BERSAN, Enrico BIZIO, Giorgio BUIZZA, Luca CAMPANA, Emanuele CAMPO, Maurella CASTOLDI, Maurizio CHIARI, Paolo FRANCHI, Luca GORRERI, Pier Giovanni JAMONI, Angela

LANTIERI, Giorgio MARASCA, Mauro MARCHETTI, Giovanni MONTI, Carlo PAPETTI, Giovanni ROBICH, Mauro SARNARI, Cesare TUGLIOZZI, Gianfranco VISENTIN, il *Gruppo Micologico dell'Etruria meridionale* – AMB, Archivio AMB – CSM, la *Società Veneziana di Micologia* – AMB, tutti i micologi ed i partecipanti ai gruppi micologici AMB che hanno depositato i propri reperti di erbario presso il *Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*.

Un sentito ringraziamento va ai Soci e agli amici che nell'arco di oltre vent'anni hanno collaborato, in vari modi e secondo competenze diverse, al lavoro qui presentato sono veramente molto numerosi e, sarà banale dirlo ma in questo caso è particolarmente vero, il rischio di dimenticare qualcuno è veramente molto elevato. E' perciò giusto che i ringraziamenti siano collettivi anche perché si da così il vero riconoscimento al contributo di tutta l'*Associazione Micologica Bresadola*. Una citazione particolare va tuttavia ai componenti del *Comitato Scientifico Nazionale* e al *Gruppo Micologico e Naturalistico "R. Franchi"* di Reggio Emilia.

Si ringrazia la Provincia di Reggio Emilia per il patrocinio ed il contributo elargito nel 2004 alla ricerca "*Presenza di elementi chimici nei funghi superiori*".

Si ringraziano altresì per la collaborazione data nel reperimento di campioni fungini:

Maria Luisa BORRETTINI, Presidente del Raggruppamento GGEV della Provincia di Reggio Emilia; Gioacchino PEDRAZZOLI, già Presidente WWF Emilia-Romagna e membro del Consiglio Direttivo del Parco nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano; Fabio SIMONAZZI, Centro di Informazione ed Educazione Ambientale dei Territori Canossani della Val d'Enza; Roberto BARBANTINI, Davide BOTTAZZI, Tito FABBIANI, Willy REGGIONI e Stefania ZANNINI, operatori del Parco Regionale dell'Alto Appennino Reggiano - Parco del Gigante, ente soppresso nel 2005 a seguito dell'istituzione del Parco nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano.

Si ringraziano il Dr. Bruno CAVALCHI, già Direttore dell'ARPA (ex PMP) di Reggio Emilia e il Dr. Roberto SOGNI dell'ARPA (ex PMP) di Piacenza.

Un ringraziamento particolare va a Tjakko STIJVE (St. Légier La Chiesàz, CH) per i frequenti scambi di opinioni, valutazioni e dati.

Si ringrazia inoltre il Sig. Pietro SPAGNI.

Sommario

SOMMARIO.....	9
1 PRESENTAZIONI.....	11
1.1 ICM	11
1.2 AMB.....	12
1.3 ISPRA.....	13
1.4 EU - CCR - IES	14
1.5 ENIA	15
2 INTRODUZIONE.....	17
2.1 TASSONOMIA DEI FUNGHI.....	17
2.2 NOTE BIOLOGICHE SUI FUNGHI	21
2.3 I FUNGHI E GLI AMBIENTI DI CRESCITA	25
2.4 I FUNGHI COME BIOINDICATORI PER LA QUALITÀ DEL SUOLO	35
2.5 IL FUNGO DI RIFERIMENTO.....	46
2.6 BIODIVERSITÀ E BIOINDICAZIONE: NORMATIVE COMUNITARIE E INTERNAZIONALI	52
3 SINTESI DEI DATI.....	55
3.1 CONSIDERAZIONI STATISTICHE E METODI STATISTICI USATI.....	55
3.2 ANALISI GEOSTATISTICA APPLICATA.....	59
4 MATERIALE E METODI.....	63
4.1 METODI CHIMICI DI ANALISI DEI MACROMICETI E DEI SUOLI.....	63
4.2 MAPPE DI DISTRIBUZIONE DEGLI ELEMENTI NEI SUOLI	64
4.3 MAPPE DI DISTRIBUZIONE DEGLI ELEMENTI NEI FUNGHI.....	70
4.4 IL CAMPIONAMENTO: ESEMPIO DI SCHEDA DESCRITTIVA	107
5 CONCLUSIONI.....	111
6 BIBLIOGRAFIA.....	113
7 ALLEGATI.....	121

Capitolo I

Presentazioni



1.1 ICM

Benché poco appariscenti, i funghi ricoprono un ruolo fondamentale nella vita quotidiana. Sono indispensabili nella produzione alimentare; non pochi di loro, patogeni vegetali, causano perdite ingenti in agricoltura. Altri, fortunatamente pochi, ma in numero crescente, sono agenti patogeni di animali, ivi compreso l'uomo. Le micorrize sono simbiosi tra funghi e piante di notevole importanza in agricoltura, e non da ultimo, molte specie di basidiomiceti sono pregiate specie commestibili. È quindi importantissimo conoscerli, e ancora più importante classificarli in modo accurato.

Per anni la tassonomia dei basidiomiceti e degli ascomiceti si è basata quasi esclusivamente su caratteri morfologici, come testimoniano le chiavi d'identificazione usate ancora oggi sia da micologi amatori che professionisti. Ben presto, tuttavia, i micologi si sono accorti che la sola morfologia non permetteva di costruire delle classificazioni esaustive ed affidabili. Durante gli anni, metodi biochimici, quali ad esempio l'elettroforesi di proteine ed enzimi e più recentemente l'analisi genetica, sono stati usati per caratterizzare in maggior dettaglio le specie fungine.

Ben presto, però, ci si è accorti che una classificazione basata solo sulla morfologia aveva molti limiti, specialmente se gli organismi da classificare avevano forme molto semplici e i caratteri morfologici erano estremamente pochi e poco variabili. Ci si è quindi orientati ad esaminare negli organismi studiati non solo la morfologia ma anche le caratteristiche fisiologiche e biochimiche. Già all'inizio del ventesimo secolo, ad

esempio, colorazioni e reazioni biochimiche erano usate in batteriologia. Colorazioni ed altri metodi biochimici sono ora adottati anche in micologia.

È sorto dunque il problema di conciliare la classificazione morfologica con quella originata da metodi biochimici e genetici. Infatti, molte volte l'analisi genetica conduce a proporre degli schemi tassonomici che, almeno a prima vista, non sono del tutto sovrapponibili con le classificazioni esistenti. Una classificazione affidabile deve tener conto contemporaneamente degli aspetti filogenetici (cioè legati all'evoluzione genetica degli organismi nel tempo) e fenotipici (che descrivono la morfologia e la fisiologia dei taxa esaminati), senza dimenticare, nel contempo, le loro peculiarità ecologiche. Questo approccio è comunemente definito "tassonomia polifasica".

Il lavoro riassunto in questo libro fornisce un nuovo, importante tassello da inserire nel rompicapo della tassonomia dei funghi. Mi auguro che questi dati servano ai tassonomi per completare le loro ricerche e possano essere inseriti in uno schema di tassonomia polifasica che contribuisca a risolvere il non facile dilemma della definizione di taxa. Per loro natura, questi dati sono pure importanti da un punto di vista fisiologico ed ecologico. Spero dunque che questo libro possa servire anche a fisiologi che desiderano capire meglio gli aspetti biochimici legati all'assorbimento e accumulazione di elementi chimici nei funghi ed agli ecologi che desiderano ottenere un quadro completo della biodiversità di questi affascinanti organismi.

Orlando Petrini

Direttore Istituto Cantonale di Microbiologia, Bellinzona, Svizzera

1.2 AMB

Il fatto che la ricerca sulla presenza di elementi chimici, compresi metalli pesanti ed isotopi radioattivi, nei funghi superiori, sia nata, nel 1986, nell'ambito delle attività del Gruppo Micologico e Naturalistico "Renzo Franchi" di Reggio Emilia e poi sia cresciuta in particolare nell'ambito dei Comitati scientifici nazionali dell'Associazione Micologica Bresadola non è solo un dato "storico", ma, semplicemente, documenta un aspetto essenziale: per le dimensioni raggiunte, per le competenze necessarie coinvolte tale ricerca non sarebbe stata possibile fuori dall'AMB e dalla rete dei rapporti fra i Gruppi aderenti.

Uno degli aspetti più delicati, in questa come in tutte le ricerche analoghe riguardanti i funghi superiori, è quello della "sicura" determinazione degli esemplari fungini che si studiano e che vengono analizzati: qui sta la competenza, il know-how, che l'AMB è in grado di esprimere con un livello di rigore scientifico largamente riconosciuto e formatosi, questa riteniamo sia una caratteristica della quale dobbiamo essere gelosi, in un ambito di volontariato "militante" mosso da passione, rispetto ed amore per la Natura e per i suoi equilibri.

Tali equilibri si mostrano sempre più necessari per il futuro stesso dell'umanità e la loro conoscenza, frutto del coinvolgimento e della comunicazione fra varie discipline scientifiche, così come un mosaico è il risultato dei tanti suoi tasselli, diventa uno strumento essenziale per tutti coloro che hanno a cuore il futuro del pianeta.

Il tassello che noi portiamo alla formazione del mosaico è la nostra conoscenza della sistematica e della tassonomia micologica, scienza che nasce con i grandi naturalisti, da Linneo, e che in Italia ha raggiunto le vette eccelse di Giacomo Bresadola.

Tale conoscenza è il frutto dell'intenso lavoro del complesso della nostra Associazione che consta di 130 Gruppi distribuiti su tutto il territorio nazionale con oltre dodicimila soci che svolgono una capillare attività di ricerca, di informazione ed educazione micologica ed ambientale attraverso numerosissime iniziative in ambito locale che vanno dai Corsi di Micologia, alle Mostre Micologiche, ad iniziative di studio ed approfondimento micologico.

L'AMB svolge altresì un'intensa attività editoriale in campo micologico di rilievo sia nazionale che internazionale: sono pubblicate due riviste periodiche, Rivista di Micologia e Pagine di Micologia, e libri che spaziano dalla micologia divulgativa e di base alla micologia altamente specialistica. Vengono organizzati annualmente due Comitati scientifici nazionali (uno primaverile ed uno autunnale) che coinvolgono centinaia di micologi. L'attività dei Comitati scientifici nazionali è il principale alimento dell'Erbario nazionale che ha ormai superato i 10.000 essiccata ed ha recentemente ottenuto l'iscrizione all'Index Herbariorum.

Il riconoscimento che la pubblicazione di questo Eureport costituisce per un lavoro di ricerca che dura ormai da più di vent'anni non è solo a merito degli autori, della loro pazienza e della loro dedizione, ma va ascritto anche alla AMB tutta. Il fatto che da tale ricerca sia nata una fattiva collaborazione con istituzioni della Comunità Europea, dello Stato italiano, con Aziende private e, mi sia permesso, con Istituti di Ricerca "extracomunitari" come l'Istituto cantonale di Microbiologia di Bellinzona porta ai massimi livelli le finalità statutarie dell'AMB.

Luigi Villa

Presidente Associazione Micologica Bresadola

1.3 ISPRA

Il “Progetto Speciale Funghi” del Dipartimento “Difesa della Natura” di ISPRA promuove e svolge studi sulle specie fungine e si inserisce nel quadro ben preciso del loro utilizzo come indicatori biologici nella valutazione della qualità ambientale. I funghi rivestono il ruolo molto importante di indicatori di diversità in termini di ricchezza e abbondanza di popolazione a livello genetico e quindi possono essere utilizzati nello studio e nel monitoraggio della biodiversità di un ecosistema o di un ambiente

Uno dei sedici temi di ricerca del “Progetto Speciale Funghi” è finalizzato allo sviluppo di un sistema informativo per gli aspetti micotossicologici comprensivi anche dei fenomeni di bioaccumulazione e bioconcentrazione di metalli pesanti e sostanze xenobiotiche nei funghi, sia per facilitare piani di biorisanamento degli ambienti degradati, sia per gli studi riguardanti gli aspetti igienico-sanitari legati al consumo alimentare dei funghi.

I lavori illustrati nel presente volume, edito dal JRC-IES, sono il frutto della collaborazione di cinque diverse istituzioni che hanno saputo realizzare una delle prime applicazioni sulla bioindicazione con l’utilizzo dei funghi e che

scaturisce dai risultati dell’intensa campagna di campionamento condotta in Italia dall’Associazione Micologica Bresadola e iniziata da oltre venti anni, dell’analisi chimica di oltre nove mila campioni fungini e di un’inferenza statistica che ha portato alla definizione dei “funghi di riferimento”. Questi ultimi rivestiranno un ruolo molto importante allor quando si definiranno le specie fungine indicatrici di diversità in termini di ricchezza e abbondanza di popolazione a livello genetico. Con l’abbinamento delle specie fungine agli *habitat*, sarà infatti possibile utilizzare i funghi nello studio e nel monitoraggio della biodiversità di un ecosistema o di un ambiente con maggiori elementi di valutazione e le specie frequenti, con elevato numero di segnalazioni, rappresenteranno un primo campionario di elementi di pregio ecologico e di indicatori di qualità ambientale. Sarà pertanto possibile, in un prossimo futuro, sia una maggiore comprensione dei meccanismi che regolano il mantenimento e l’evoluzione degli ecosistemi, sia una nuova conoscenza degli aspetti micotossicologici correlata ad una maggiore tutela legislativa per la nutrizione umana con i funghi.

Andrea Todisco

Direttore Dipartimento Difesa della Natura di ISPRA, Roma, Italia

1.4 CCR - IES

Ho accolto con piacere l'invito a scrivere una breve prefazione al volume redatto da Roberto Cenci, Fabrizio Sena e Collegli dove traspare un particolare amore per l'Ambiente e contestualmente un motivato interesse scientifico in un campo, quello dei funghi, ancora poco conosciuto e studiato.

Lo studio dell'ecologia dei suoli e, più specificatamente, l'utilizzo dei funghi per trarre valutazioni circa il livello di salute dei suoli stessi, appare non semplice sia per le scarse conoscenze che oggi si hanno in tale campo, sia per le difficoltà oggettive alla formulazione di un modello che permetta di "leggere" il suolo.

Il volume illustra in modo completo ed esaustivo le caratteristiche dei funghi e il loro ruolo nel comparto suolo. Nello stesso tempo pone basi solide che riguardano la biodiversità e la bioindicazione quali mezzi diagnostici per meglio comprendere il suolo, la sua qualità e salute.

La imponente quantità di dati analitici di elementi in tracce negli oltre 9000 campioni di funghi analizzati, pone altresì questo volume quale guida per un utilizzo che copre molteplici aspetti quali ad esempio il campo alimentare. Occorre ricordare che i funghi entrano a far parte di molti alimenti: la conoscenza dei livelli di concentrazioni di metalli

pesanti potrebbe aiutare ad avere prodotti più salutari per il consumatore. I dati qui riassunti potrebbero in un futuro servire per formulare linee guida comunitarie legate al campo dell'alimentazione. L'archivio dati, in effetti, è già stato ufficialmente acquisito nell'anno 2008 dal Ministero della Salute italiano per la discussione e la definizione del Regolamento CE 628/2008. Un altro aspetto peculiare riguarda la vastità delle aree di raccolta e l'elevato numero di specie dei funghi identificati. Tali informazioni sono oggi basilari ma lo saranno ancora di più in futuro quando nuove campagne di raccolta dei funghi verranno effettuate. Si potrà allora meglio comprendere se e con quale peso le attività dell'uomo e i cambiamenti climatici in corso siano in grado di agire sulla biodiversità dei funghi.

Ultimo aspetto, non meno importate, riguarda l'utilizzo dei valori, riportati in questo volume, come banca dati per numerosi esperti del campo che potranno così raffrontare e meglio descrivere e valorizzare le loro indagini.

Sono certo che questo libro avrà un giusto riconoscimento e potrà aiutare i numerosi addetti ai lavori e ricercatori italiani e internazionali a fare un passo in avanti nel campo della micologia.

Leen Hardijk

Direttore dell'Istituto dell'Ambiente e della Sostenibilità, Ispra, Italia



1.5 ENIA

La presenza di Enia tra gli autori del Rapporto Europeo “EUR Report-Elementi chimici nei funghi superiori” è un fatto che ci onora.

Nasce da un antico legame, tramite il Gruppo Micologico e Naturalistico “Renzo Franchi” di Reggio Emilia, con l’Associazione Micologica Bresadola-Centro Studi Micologici che già in passato aveva permesso di sviluppare altre importanti collaborazioni.

Può, in effetti, apparire bizzarro che una “multi utility” abbia rapporti con soggetti così lontani dal proprio lavoro quotidiano.

In realtà la logica che ci mosse e che ci muove è sempre quella di allargare il nostro sguardo e cercare di tessere rapporti con i soggetti più interessanti che un territorio offre e con loro creare occasioni di scambio di conoscenze e di valorizzazione reciproca.

Queste scelte hanno permesso ad Enia di declinare in modo nuovo il concetto di “vicinanza territoriale”, trovando a volte come compagni di viaggio e di scoperta soggetti diversi da quelli più consueti per una società che si occupa di servizi energetici ed ambientali.

Come sempre noi abbiamo messo a disposizione soprattutto le nostre professionalità e i nostri saperi, in questo caso quelle dei Laboratori della sede di Reggio Emilia. Si è trattato di uno scambio

fortunato e di un modo concreto per sostenere la ricerca in Italia che pone oggi Enia tra gli autori di uno strumento unico non solo nel nostro Paese.

Permettetemi, poi, un ultimo pensiero non solo come Presidente di una Azienda, ma anche come micologo, una passione che mi ha fatto apprezzare ancora di più i risultati presentati in questo libro.

Spesso, quando si pensa agli strumenti per l’innovazione e per la ricerca, l’abitudine ci porta a pensare a marchingegni modernissimi, complicatissimi, lucenti, a volte freddi, come solo la tecnica può essere.

Eppure a volte basta davvero guardarci intorno per scoprire come la stessa Natura ci può venire in aiuto. In questo caso dobbiamo ringraziare i funghi, i “semplici” funghi - i micologi mi perdonino per questa definizione.

Questi funghi ci porgono un aiuto che ci deve fare riflettere e ripensare al nostro rapporto con il mondo che ci circonda e di cui facciamo parte. Un mondo che sempre più spesso non conosciamo o non rispettiamo, sprecando, sporcando, dilapidando una ricchezza che è di tutti.

Se la ricerca presentata in questo volume può portarci a riflettere anche su questo, avremo raggiunto un ulteriore obiettivo e fornito un risultato non banale che va aggiungersi allo straordinario valore di questo Rapporto.

Andrea Allodi

Presidente Enia Spa, Parma, Italia

Capitolo II

Introduzione

2.1 Tassonomia dei funghi

2.1.1 Introduzione

I funghi, come tutti gli esseri viventi, sono scientificamente denominati secondo la “nomenclatura binomia” che indica un nome di “genere” (sempre con iniziale maiuscola) ed un nome di “specie” (sempre con iniziale minuscola) generalmente scritti in corsivo. A tale denominazione binomiale degli esseri viventi, in passato già parzialmente utilizzata da Teofrasto e Plinio, fu data veste scientifica da Linneo che fondò la “tassonomia” (basata sulla denominazione binomiale che utilizza nomi latini) come vera e propria disciplina scientifica. Linneo (*Linnaeus, 1753*) descrisse per la prima volta i funghi, che raggruppò in soli 10 generi e, da allora, la tassonomia dei funghi ha compiuto passi da gigante.

Nees, più tardi, (*1816 - 1817*), ampliò e perfezionò il lavoro di Linneo, affinandone la tassonomia. Dapprima considerati dei vegetali e quindi appartenenti al regno delle piante, i funghi furono ben presto considerati degli organismi “anomali”, la cui posizione tassonomica rimaneva 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 praticamente 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. Ovviamente i miceti più studiati erano i Basidiomiceti, visibili ad occhio nudo ed inoltre di un certo interesse gastronomico ed economico.

2.1.2 Classificazione dei funghi a livello di regno e phylum

I funghi sono organismi complessi, appartenenti agli eucarioti (quindi con un nucleo racchiuso da una membrana nucleare). 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 di loro simbiotici, saprobi, parassiti, iperparassiti e commensali. I funghi sono cosmopoliti: finora ca. 70.000 specie sono state descritte, ma Hawksworth (*1991*) stima che ne esistano almeno 1,5 milioni. Solo circa 300 sono patogeni umani conosciuti, mentre moltissimi causano malattie dei vegetali ed un numero considerevole ha un ruolo fondamentale nell’ecosistema, sia come distruttori di detriti vegetali che come simbiotici (micorrizza e licheni).

Fino al 1980 i tassonomi consideravano i funghi un gruppo compatto, anche se non necessariamente omogeneo. Müller and Löffler (*1976*), nel loro trattato di micologia, tradotto in diverse lingue e ancor oggi un classico per ogni studioso di funghi, vi includevano non solo gli ascomiceti, i basidiomiceti, i deuteromiceti e gli zigomiceti, ma anche alcuni gruppi di organismi che nel frattempo sono stati trasferiti nei regni dei Protista e dei Chromista. Nel 1981 Cavalier-Smith (*1981*) propone un regno a parte per i funghi “superiori” (Ascomiceti, Basidiomiceti, Zigomiceti e le loro forme aessuate, raggruppate come Deuteromiceti) e trasferisce la maggior parte dei funghi “inferiori” (organismi monocellulari o ad 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 (figura 1) 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.



Figura 1. “Tree of Life”, la posizione dei funghi nell’albero filogenetico. Fonte: “Tree of Life Project” (Maddison and Schulz, 2007)

È poi lo stesso Cavalier-Smith che propone, durante gli anni seguenti, modelli molto più complessi e dettagliati (Cavalier-Smith, 1993; 1998; 2004; 2006), ripresi e formalizzati, per quel che riguarda il regno dei funghi, da Hibbett e Binder (2007) (figura 2).

Attualmente, gli organismi viventi sono divisi in 7 regni (Eubacteria, Archaeobacteria, Archaezoa, Protozoa, Plantae, Animalia, Fungi). A questi bisogna aggiungere il regno dei Chromista, tuttora oggetto di discussioni controverse.

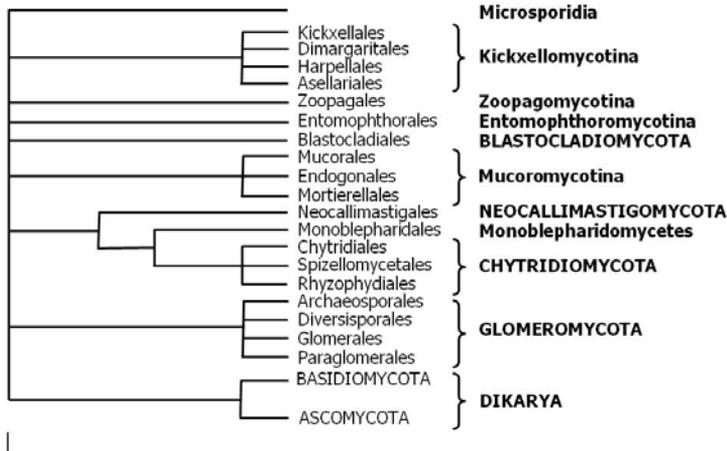


Figura 2. Filogenia e classificazione dei funghi. Fonte: Hibbett (Hibbett and Binder, 2007), modificato. La lunghezza dei rami del cladogramma non è proporzionale alla distanza genetica tra i taxa.

Sulla base del lavoro di Cavalier-Smith (1993) e Hibbett e Binder (2007) i funghi, che fino al 1980 erano raggruppati in un unico regno, sono ora così suddivisi:

- Il regno dei Funghi comprende gli Ascomycota e Basidiomycota (Dikarya), i Glomeromycota (di cui fanno parte le micorrize endotrofe), i Chytridiomycota, i Neocallimastigomycota, i “Mucoromycotina” (tradizionalmente Zygomycota)

ta), i Blastocladiomycota, gli Entomophthoromycotina, gli Zoopagomycotina, i 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 anteriormente sulla base di osservazioni di morfologia e fisiologia (Müller *et al.*, 1976).

2.1.3 Problemi di tassonomia in micologia: variabilità dei funghi

All'interno di ogni grosso taxon non solo la genetica molecolare, ma anche la morfologia e la fisiologia sono utili per giungere a conclusioni tassonomiche fondate.

Morfologicamente i funghi sono incredibilmente variabili. Oltre alla variazione morfologica facilmente riscontrabile sia macroscopicamente (pensiamo alle differenze tra un porcino ed un'amanita, ad esempio) che microscopicamente, i funghi presentano un'ulteriore difficoltà, rappresentata dalla loro possibilità di esprimere due fenotipi distinti per le forme sessuate e vegetative. Spesso, inoltre, un fungo produce una sola forma (sessuata o vegetativa), avendo perso o ridotto la capacità di riprodursi sia sessualmente che vegetativamente (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, presente o nella sua forma sessuata o in quella asessuata. 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.

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.

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 vegetative**. 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'anomorfo ("**Anamorph**", da "**Anatomic morphology**"), o forma asessuata, e del teleomorfo ("Teleomorph"). Un olomorfo è formato normalmente da un teleomorfo e dalla sua forma anamorfica, ma in alcuni casi una delle due forme non è conosciuta, quindi l'olomorfo corrisponde al teleomorfo o all'anomorfo. Non poche volte, comunque, per un olomorfo sono conosciute diverse forme anamorfiche. Un tipico esempio di olomorfo è *Aspergillus* (forma anamorfica) e la sua forma teleomorfica *Eurotium* (figura 3).

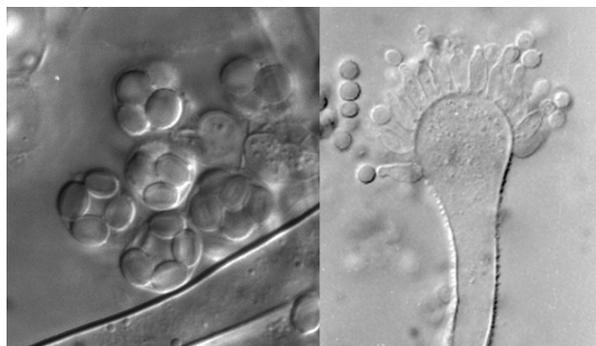


Figura 3. Esempio di un olomorfo: *Eurotium* e il suo anamorfo *Aspergillus*.

2.1.4 I gruppi di funghi rilevanti per questo lavoro: Ascomyceti e Basidiomiceti

Durante il nostro lavoro siamo stati in grado di esaminare un grosso numero di campioni appartenenti al Phylum Basidiomycota, come pure diversi esemplari di Ascomycota, anche se in numero nettamente inferiore ai primi.

Ci siamo basati sulla classificazione proposta da Hibbett e Binder (2007) per quel che riguarda la tassonomia a livelli superiori, mentre all'interno delle famiglie abbiamo seguito la classificazione proposta da CAB International (www.indexfungorum.org). Non si tratta di una scelta "ideologica" (in questa fase di continui sommovimenti sistematici e tassonomici che solo in parte il Codice Internazionale di Nomenclatura Botanica attutisce, "sposare" una sistematica ed una tassonomia è infatti molte volte arbitrario), ma essenzialmente operativa, per la facilità di accesso da parte di tutti. La sistematica e la tassonomia di "Index Fungorum" tuttavia sono proposte tenendo conto dei risultati che continuamente provengono dalle analisi filogenetiche.

Dal nostro punto di vista il fatto che in Micologia non esista ancora una definizione di "specie" universalmente accettata e quindi ci si ritrovi in una situazione difficile quando si tratta di dare un nome ad una specie, crea problemi non secondari in

quanto non è sempre facile essere sicuri che carpori determinati da micologi diversi, o addirittura dallo stesso micologo ma in tempi diversi, appartengano alla stessa specie. Il problema si pone ovviamente anche quando si vogliono confrontare i nostri dati con quelli di altri ricercatori. Questo tipo di questione si pone, fortunatamente per noi, per un numero ridotto di campioni analizzati: questo non sconvolge dunque l'elaborazione statistica dei dati fino al livello del genere. Più delicato (e certamente bisognoso di ulteriori analisi) è il tentativo di addentrarsi dentro il taxon specie: per specie consolidate i problemi sono sicuramente solo quantitativi (cioè di avere dati per un numero significativo di campioni), per le specie ancora in discussione il lavoro è molto più complesso e, oltre a problemi quantitativi, si pongono questioni sistematico-tassonomiche alla cui risoluzione anche le nostre analisi potrebbero contribuire.

2.1.5 Glossario

Molti termini tecnici usati in micologia sono spesso interpretati da ricercatori in modo diverso. Per la definizione di alcuni di loro e segnatamente per concetti quali classificazione, filogenia, sistematica e tassonomia esistono diverse scuole di pensiero. Noi riportiamo qui definizioni semplificate.

Aploide	Cellule che possiedono un solo assetto cromosomico (un cromosoma di ogni tipo).	Ascomyceti	Funghi che sviluppano le loro spore sessuate (cioè formatesi dopo meiosi) in modo endogeno in sacche chiamate aschi.
Basidiomiceti	Funghi che sviluppano le loro spore sessuate (cioè formatesi dopo meiosi) in modo esogeno su basidi.	Chromista	Il regno che comprende esseri viventi eucarioti, unicellulari o pluricellulari, per la maggior parte fotosintetici, ma anche organismi precedentemente classificati fra i "funghi inferiori".
Classificazione	Termine molto ampio che denota uno schema organizzativo. Spesso è il risultato di uno schema tassonomico, malgrado una classificazione non debba necessariamente dare dei nomi agli organismi classificati.	Commensale	Che vive su o in un altro organismo, traendone di norma profitto (cibo, protezione) ma senza danneggiare il proprio ospite.
Deuteromiceti	(termine non tassonomico) Funghi che sviluppano spore asexuate (cioè formatesi dopo mitosi).	Dicariote	Ifa o cellula con due nuclei.
Diploide	Cellule con due copie di ogni cromosoma.	Eterocariote	Cellula contenente più nuclei geneticamente differenti; è generata artificialmente dalla fusione di due o più cellule e in natura trovata solo nei funghi.
Filogenia	La struttura gerarchica che mette in relazione organismi viventi in base alla loro evoluzione reciproca.	Iperparassita	Un parassita che si sviluppa su di un altro parassita.
Licheni	Forme viventi derivanti dalla associazione di un organismo autotrofo (alga o cianobatterio, per lo più una clorofita), e un fungo, in genere un ascomicete o un basidiomicete. Sono classificati in base alla posizione tassonomica del fungo.	Micorrizza	Associazione simbiotica tra un fungo ed una pianta superiore, localizzata nell'ambito dell'apparato radicale del simbionte vegetale.
Omocariote	Cellula contenente più nuclei perfettamente identici, di solito generata dalla fusione di due o più cellule della medesima specie.	Parassita	Un organismo che ottiene nutrimento e/o riparo da un altro organismo senza dare nulla in cambio.
Pleomorfismo	Un fungo avente differenti forme in momenti diversi del proprio ciclo vitale.	Protista	Il regno che comprende organismi eucarioti unicellulari, tra cui protozoi, alghe ed alcuni funghi.
Saprobico	Di un organismo che si nutre di materiale organico non vivente.	Simbionte	Stretta relazione fra organismi diversi, che ne traggono un beneficio reciproco. Licheni e micorrizze ne sono degli esempi.
Sistematica	Il processo di classificazione di esseri viventi in base alla loro posizione filogenetica.	Tassonomia	L'assegnare dei nomi a degli organismi. Un termine molte volte considerato sinonimo di sistematica.

2.2 Note biologiche sui funghi

La parola fungo evoca immediatamente l'immagine del fungo commestibile, che raccogliamo nei boschi o compriamo direttamente al mercato. Sono funghi però anche le muffe che spesso attaccano le piante coltivate, crescono sui muri delle nostre case, contaminano i nostri alimenti, producendo talvolta dannose tossine, o sono utilizzate dall'industria per la produzione di cibi, bevande e sostanze farmaceutiche. Le loro attività biochimiche sono sfruttate commercialmente per la produzione di antibiotici, steroidi, ciclosporina ed enzimi per uso alimentare. I funghi sono anche utilizzati per la produzione di cibi e bevande. Proviamo ad immaginare la nostra vita senza funghi: dovremmo rinunciare a vino, birra, pane, ad alcuni prelibati formaggi, ad antibiotici ed altri composti chimici ad azione terapeutica.

I funghi, come tutti gli organismi eucarioti, possiedono cellule fornite di un nucleo racchiuso in una membrana, hanno più di un cromosoma e contengono organelli come ad esempio i mitocondri. Essi hanno molti caratteri unici in termini di struttura, componenti cellulari e organizzazione. Sono infatti organismi filamentosi, pluricellulari, costituiti da cellule tubulari molto allungate e ramificate, chiamate ife, che hanno lunghezza indeterminata ma un diametro costante, di 2-30 μm e il cui insieme prende il nome di micelio. Le pareti delle ife sono costituite da polisaccaridi (80-90%), proteine, lipidi, polifosfati

e ioni organici, ma il loro principale costituente è rappresentato dalla chitina, un polimero di un derivato del glucosio, la N-acetilglucosammina (Carlile et al., 2001).

Le ife fungine crescono all'apice, in una zona chiamata zona di estensione, lunga da 30 a 400 micrometri e le pareti ifali si irrigidiscono rapidamente al di sotto dell'apice. La parte dell'ifa sottostante all'apice invecchia progressivamente e la parte più vecchia può essere lisata sia da enzimi propri (autolisi) o di altri organismi (eterolisi). Il protoplasma si muove continuamente dalla parte vecchia dell'ifa verso l'apice: così le ife crescono continuamente da una parte ed invecchiano continuamente dall'altra, mentre il protoplasma si spinge avanti man mano che l'ifa invecchia. Le ife della maggior parte dei funghi hanno setti trasversali ad intervalli regolari, ma i setti non sono presenti, per esempio, nelle ife dei Glomeromiceti, ad eccezione dei casi in cui i setti servono a isolare le regioni vecchie o morte. Comunque, la suddivisione funzionale in funghi settati e non settati non è così netta, poiché nei funghi settati i setti hanno pori attraverso cui passa il citoplasma e in taluni casi anche i nuclei. Dunque le ife settate sono composte di compartimenti interconnessi e funzionano come unità integrate. All'interno delle ife si muovono il citoplasma ed i nuclei, che possono essere in numero variabile nei vari compartimenti separati dai setti, da uno a decine, fino ad arrivare a decine di migliaia nei funghi cenocitici (privi di setti) (Gregory, 1984) (figura 4).



Figura 4. Foto in epifluorescenza dei numerosi nuclei presenti nelle ife fungine di un fungo cenocitico, evidenziati mediante colorazione con DAPI.

Un aspetto distintivo della biologia dei funghi è rappresentato dalla capacità che hanno le loro ife di fondere, per formare un micelio strettamente inter-

connesso dove si perde l'individualità delle singole ife a vantaggio della condivisione dei nutrienti e del patrimonio genetico, carattere fondamentale che

conferisce resilienza alle colonie fungine nei confronti degli stress ambientali (Brasier, 1992;

Glass et al., 2004) (figura 5). I funghi possono riprodursi sia sessualmente che asessualmente.

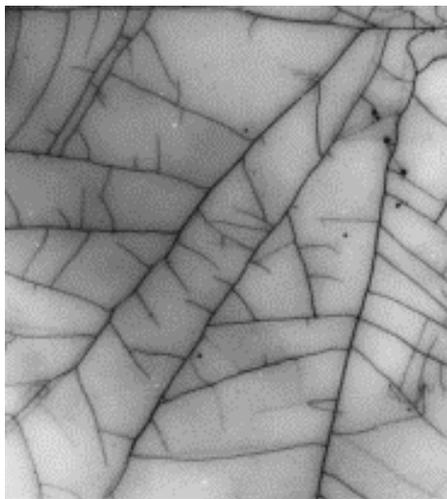


Figura 5. Visualizzazione delle fusioni ifali che danno luogo ad un micelio fungino strettamente interconnesso.

La moltiplicazione asessuale avviene per mitosi, con la produzione di spore che poi, disperse nell'aria, possono cadere su un substrato adatto e germinare dando luogo ad un altro ciclo. La riproduzione sessuale avviene invece in seguito alla fusione di due cellule aploidi per formare una cellula diploide che, dopo meiosi e successiva mitosi, dà origine a singole spore. Tali spore sono formate negli Ascomyceti all'interno di sacchi chiusi, gli aschi, e prendono il nome di ascospore, mentre nei Basidiomiceti si trovano all'esterno su strutture chiamate basidi e prendono il nome di basidiospore (Carlile et al., 2001).

I funghi sono organismi chemioeterotrofi, hanno cioè bisogno di una fonte di nutrienti organici da cui trarre energia per il metabolismo cellulare. Riforniti di una fonte di energia semplice come il glucosio, molti funghi possono assorbire tutti gli altri componenti cellulari da fonti inorganiche (ammonio o nitrato, fosfato e altri minerali come calcio, potassio, magnesio e ferro). La loro parete cellulare è costituita da polisaccaridi complessi, tra cui la chitina, e i funghi assorbono nutrienti solubili semplici attraverso la loro parete e la membrana cellulare. Grazie alla produzione di enzimi extracellulari possono degradare polimeri complessi quali la cellulosa e la lignina, per poi assorbire gli zuccheri semplici rilasciati. I funghi producono un'ampia gamma di enzimi che possono

degradare i più diversi e recalcitranti polimeri quali la lignina (Carlile et al., 2001).

Al regno dei funghi appartengono anche i lieviti, organismi perlopiù unicellulari le cui cellule, globose od ovali, misurano circa 6-12 micrometri in diametro. I lieviti si moltiplicano per gemmazione o sessualmente con aschi o basidi, e vivono in ambienti ricchi di zuccheri. La specie di gran lunga più utilizzata nelle fermentazioni industriali è *Saccharomyces cerevisiae*, il famoso "lievito di birra". Ogni industria possiede i propri ceppi selezionati, che sono custoditi come veri e propri segreti industriali, per la produzione di vino, birra, sidro, e pane. Quando i lieviti si moltiplicano asessualmente mediante formazione di gemme sulla superficie cellulare, le gemme si accrescono fino a raggiungere la dimensione della cellula madre, dopodiché si staccano, lasciando una cicatrice che viene ricoperta da chitina. Poiché la chitina è un polisaccaride dalla consistenza rigida (è il costituente principale dell'esoscheletro degli insetti e dei crostacei) non si possono sviluppare nuove gemme dalla cicatrice e, di conseguenza, la cellula madre, dopo avere originato gemme figlie fino a ricoprire per intero la sua superficie, muore. I lieviti hanno un metabolismo particolare, che permette loro di vivere sia in presenza di ossigeno, respirando, sia in assenza di esso, fermentando (Carlile et al., 2001).

I funghi sono importanti componenti dell'ecosistema, fondamentali per la continuazione dei cicli biogeochimici e rappresentano i principali agenti della decomposizione della materia organica capaci di trasformare i composti a base di carbonio, azoto, zolfo e fosforo in composti minerali nuovamente utilizzabili da parte delle piante. Per quanto riguarda il ciclo del carbonio, i principali componenti della materia organica decomposti sono rappresentati da cellulosa, emicellulose e lignina, che rappresentano circa il 70% di tutto il materiale della parete delle cellule vegetali. I funghi possono degradare completamente la cellulosa attraverso la produzione di tre principali enzimi: una endoglucanasi, che agisce a caso all'interno della catena di cellulosa, rompendo le molecole in frammenti più piccoli; una esoglucanasi che agisce solo alle estremità della catena, rilasciando unità di cellobiosio e una cellobiasi, che rompe il disaccaride cellobiosio in due molecole di glucosio che possono essere assorbite dal fungo. I tre enzimi agiscono sinergicamente e sono strettamente regolati per assicurare che un fungo che degrada la cellulosa non rilasci zuccheri ad un tasso più veloce di quello di assorbimento. La regolazione della degradazione della cellulosa è ottenuta attraverso il sistema "a feedback", chiamato repressione da cataboliti, in cui i geni che codificano gli enzimi sono repressi quando substrati più prontamente utilizzabili (come il glucosio) sono disponibili nell'ambiente. Le specie più note di funghi cellulolitici sono *Chaetomium cellulolyticum*, *Humicola grisea* e *Trichoderma reesei*. I funghi sono anche gli unici organismi capaci di degradare completamente la lignina, un composto recalcitrante, costituito da diverse unità di fenilpropano legate tra loro con legami chimici di tipo diverso. Tra questi, il più studiato è il basidiomicete *Phanerochaete chrysosporium*, che è anche capace di degradare diverse molecole con strutture simili a quelle della lignina (Bosco et al., 2008a).

I carpori che raccogliamo nei boschi ed i tartufi non sono altro che la fruttificazione sessuale dei funghi filamentosi che crescono nel suolo, la maggior parte dei quali vive in simbiosi strettissima con le radici di molte piante forestali come castagno, quercia, faggio, abete, larice, pino, nocciolo, tiglio. Finora non possiamo coltivare porcini, amanite, galletti, lattari, russule, ovoli, tartufi bianchi e neri: dobbiamo attendere che si completi il loro ciclo vitale all'interno delle radici della pianta, che termina con la produzione dei corpi fruttiferi e che dipende spesso dalla stagione e

dalle condizioni ambientali. Una serie di studi ha messo a punto le tecniche per inoculare piantine sterili con spore di tartufi, ottenere la simbiosi in laboratorio e trapiantare le piantine micorrizzate in campo (Bosco et al., 2008b).

Ci sono altri funghi, invece, che non vivono in simbiosi con le piante e che quindi possono essere coltivati su scala industriale e sono disponibili tutto l'anno, come l'*Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach. Questi funghi vengono coltivati su materiali poco costosi, residui di paglia e legno, in passato addizionati di letame, in condizioni di luce, temperatura ed umidità controllate. Dopo l'inoculazione del micelio del fungo ottenuto in coltura pura le ife iniziano a crescere invadendo tutto il substrato e dopo 3 settimane dalla semina iniziano a produrre i corpi fruttiferi che possono essere raccolti, confezionati e distribuiti ai rivenditori. Un altro fungo prodotto su larga scala e particolarmente apprezzato in Giappone ed in tutto l'Est asiatico, è il *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler ("Shetake"), capace di degradare la cellulosa contenuta nel legno degli alberi. Piccoli ceppi di legno vengono idratati immergendoli in acqua e il micelio fungino è inoculato in fori appositi praticati nel ceppo. Dopo circa un anno si ha la prima produzione di corpi fruttiferi (Carlile et al., 2001).

I funghi che vivono in simbiosi con le radici delle piante formano associazioni chiamate micorrize (tabella 1), che interessano circa il 90% delle piante terrestri: queste simbiosi coinvolgono 6.000 specie di funghi e 240.000 specie vegetali. I due organismi simbiotici, il fungo e la pianta, instaurano uno stretto rapporto fisiologico, ecologico e riproduttivo che si risolve in termini di mutuo vantaggio: i funghi colonizzano la radice senza causare danni ed ottengono zuccheri, che non sono in grado di sintetizzare, mentre le piante ricevono nutrienti minerali ed acqua assorbiti e traslocati attraverso la grande rete ifale (definita *Wood Wide Web*) che si estende dalle radici micorrizzate al suolo circostante e che costituisce un vero e proprio apparato assorbente ausiliario. In relazione alle specie di funghi e piante coinvolte nella simbiosi si possono osservare molti tipi diversi di micorrize che si differenziano dal punto di vista morfologico e fisiologico e che hanno colonizzato i più diversi ambienti terrestri (Bosco et al., 2008b).

Nei nostri boschi sono diffuse le ectomicorrize, presenti in molte piante forestali come abete, larice, pino, betulla, castagno, faggio, nocciolo, quercia, e, spesso, i loro corpi fruttiferi sono ben visibili ad occhio nudo nella forma dei ben conosciuti porcini,

amanite, pinaroli, russule, tartufi. In totale, i simbionti ectomicorrizici appartengono ad almeno 5000 specie fungine, tra cui troviamo i generi *Boletus*, *Lactarius*, *Russula*, *Suillus*, *Amanita*, *Paxillus*, *Morchella* e *Tuber*. Il numero di corpi fruttiferi rilevati in associazione con le diverse

specie vegetali era considerato indicativo delle specie fungine presenti in un ecosistema: in realtà gli studi molecolari hanno dimostrato che alcune specie ritrovate nelle radici producono pochi corpi fruttiferi, mentre specie presenti nel bosco con carpofori erano raramente ritrovate nelle radici.

Tabella 1. Tipi di micorrizze, piante ospiti e funghi simbionti.

Tipo di micorrizza	Pianta ospite	Fungo simbionte
Ectomicorrizze	Piante forestali perenni e ad alto fusto, quali abete, pino, faggio, castagno, quercia	Circa 5000 specie di funghi appartenenti a Basidiomiceti (<i>Amanita</i> , <i>Boletus</i> , <i>Laccaria</i> , <i>Ascomiceti</i> (<i>Tuber</i>) e Zigomiceti (<i>Endogone</i>)
Ecto-endomicorrizze	Piante ectomicorriziche (pino e larice), Ericales (<i>Arbutus</i> , <i>Arctostaphylos</i>), generi <i>Monotropia</i> e <i>Pyrola</i>	Ascomiceti, Basidiomiceti, alcuni formanti ectomicorrizze (<i>Boletus</i> , <i>Laccaria</i>)
Endomicorrizze Ericoidi	Specie di Ericales come mirtillo, erica, calluna, rododendro	Due specie di Ascomiceti, <i>Hymenoscyphus ericae</i> e <i>Otodendron maius</i>
Endomicorrizze delle Orchidee	Tutte le specie di orchidee	8 generi di Basidiomiceti, riferiti a <i>Rhizoctonia</i>
Micorrizze arbuscolari	Briofite, Pteridofite, Gimnosperme e la maggior parte delle Angiosperme (80% delle specie vegetali)	Circa 150 specie del phylum <i>Glomeromycota</i>

Sembra quindi che poche specie fungine (5-10) siano da sole capaci di colonizzare dal 50% al 70% delle radici di piante in natura. Inoltre, alcune specie formano simbiosi con molte specie di piante forestali (per esempio *Cenococcum geophyllum* si associa a circa 150 specie di piante ospiti), mentre altre vivono prevalentemente associate a una sola o a poche piante ospiti (per es. *Suillus luteus* si trova solo associato al pino nero e *Suillus grevillei* al larice) (*Bosco et al., 2008b*).

Negli stessi boschi e nelle brughiere si possono trovare le micorrizze ericoidi, presenti nelle piante di mirtillo, rododendro, erica e calluna. Tuttavia, il tipo di simbiosi micorrizica più diffuso in natura è la micorrizza arbuscolare, che interessa l'80% delle specie vegetali e la maggior parte delle piante coltivate: la troviamo infatti in grano, mais, orzo, patata, pomodoro, legumi, agrumi, vite, olivo, piante da frutto, cotone, canna da zucchero, albero della gomma, erbe spontanee dei prati. In questo tipo di rapporto mutualistico il fungo simbionte forma all'interno delle cellule radicali delle piante ospiti caratteristiche strutture ramificate chiamate "arbuscoli" che rappresentano il sito in cui avvengono gli scambi di nutrienti tra fungo e pianta. Independentemente dal tipo di micorrizza, le piante che ospitano nelle loro radici funghi simbionti mostrano non solo una maggiore crescita, dovuta al migliore assorbimento minerale operato dalle ife fungine che si estendono dalla radice al terreno, ma anche una maggiore tolleranza agli

stress biotici ed abiotici, e quindi, in ultima analisi, un benessere generale più elevato rispetto alle piante prive di simbionti fungini (*Giovannetti e Avio, 2002*).

Recentemente alcuni scienziati hanno dimostrato che gli zuccheri sintetizzati da una pianta possono essere trasportati ad altre piante, anche appartenenti a specie diverse, quando queste condividono lo stesso fungo simbionte e siano perciò collegate tra loro da una rete di ife fungine micorriziche, la citata *Wood Wide Web*. Questa scoperta dimostra che i funghi simbionti micorrizici, oltre ad assorbire e traslocare nutrienti minerali alla pianta ospite, hanno anche l'importante funzione di redistribuzione delle risorse energetiche all'interno delle comunità vegetali: infatti le piante adulte, attraverso la rete fungina, possono immediatamente fornire nutrimento alle giovani piantine, aumentando la loro possibilità di sopravvivenza (*Simard et al., 1997*).

L'esistenza della rete di ife che esplora l'ambiente circostante e funziona da veicolo di nutrienti appare di fondamentale importanza per le piante che crescono, si sviluppano e si riproducono rimanendo ancorate in un unico luogo. L'importanza della rete sotterranea fungina che collega tra loro piante diverse può essere valutata appieno se si tiene conto della caratteristica di crescita indefinita dei funghi, che può estendersi per centinaia di metri, in ogni direzione. Il caso più straordinario di questa caratteristica dei funghi è stato descritto nel 1992

da alcuni ricercatori nord americani: essi hanno dimostrato che un unico individuo fungino era stato in grado di colonizzare 15 ettari all'interno di una foresta (Smith et al., 1992). I meccanismi che stanno alla base della formazione di reti fungine sono ancora poco conosciuti, anche se dati recenti indicano che le ife originate da un individuo sono in grado di riconoscere e formare anastomosi con le ife originate da un altro individuo compatibile, formando così reti di lunghezza indefinita

(Giovannetti et al. 1999; 2001; 2004; 2006) (figura 6).

In conclusione, possiamo affermare che gli studi sui funghi hanno contribuito a farci capire la loro importanza negli ecosistemi naturali e negli agroecosistemi: essi sono capaci di modificare la disponibilità, la cattura e l'uso delle risorse del suolo come acqua e nutrienti minerali e di intervenire direttamente nelle relazioni trofiche delle comunità vegetali e nella rigenerazione della fertilità dei suoli.

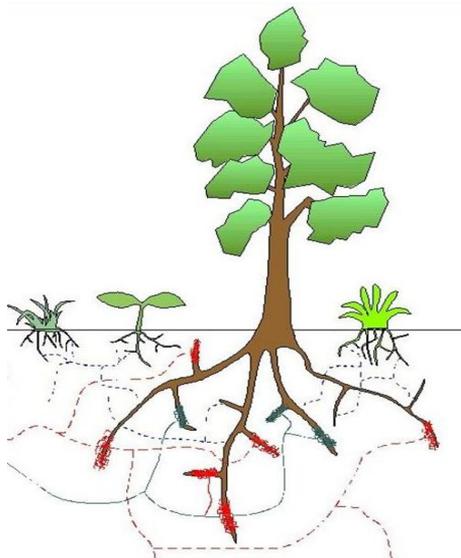


Figura 6. Rappresentazione grafica della rete fungina micorrizica che collega tra loro piante diverse.

2.3 I funghi e gli ambienti di crescita

2.3.1 Introduzione

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha ereditato i compiti e le funzioni dell'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici), dell'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca Applicata al Mare) e dell'INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica).

Nell'ambito delle attività istituzionali del Dipartimento Difesa della Natura dell'ISPRA, è stato istituito un "Progetto Speciale Funghi", per

valorizzare tutti gli aspetti ambientali di questa componente ecosistemica su cui sono disponibili pochi studi a livello nazionale.

Ad oggi, uno dei principali studi condotti da ISPRA, in collaborazione soprattutto con l'Associazione Micologica Bresadola – Centro Studi Micologici (AMB-CSM) e altri partner, riguarda il censimento dei macromiceti e mixomiceti italiani, per la compilazione di una checklist finalizzata alla stesura di una flora micologica nazionale corredata di relativa cartografia micologica.

Una fase fondamentale per l'acquisizione di dati di campo confrontabili e condivisibili sulla micoflora nazionale prevede la classificazione degli *habitat* di

rilevamento secondo sistemi standardizzati e riconosciuti in ambito europeo.

Grazie alla loro diffusione, alle diverse forme trofiche e alle specifiche caratteristiche ecologiche, i funghi possono essere utilizzati come indicatori di biodiversità e di qualità ambientale (un ciclo di seminari su questo argomento, a cadenza mensile, è in svolgimento dal 2007 in ISPRA). Pertanto, è auspicabile che anche i funghi siano inseriti al più presto nelle normative finalizzate alla conservazione della natura.

Nessuna specie fungina, infatti, è contenuta negli allegati della Convenzione di Berna (*Commissione Europea, 1982*) e della Direttiva *Habitat* (*Commissione Europea, 1992*), che dettano le principali disposizioni della normativa europea finalizzata alla protezione delle specie selvatiche e dei loro *habitat*.

In Italia, inoltre, a differenza di quanto avviene per la flora vascolare, le informazioni sul legame tra specie fungine e *habitat* sono scarse e localizzate.

Nell'abbinamento della micoflora agli *habitat* italiani emergono tuttavia altre criticità:

- Elevato numero di specie.
- Difficoltà di determinazione tassonomica per molti taxa.
- Fenologia dei carpofori, la cui ciclicità di comparsa (da stagionale a pluriennale) determina un'apparente assenza delle specie per anni.

Tali problematiche, considerata l'importanza non secondaria che questo regno assume all'interno degli ecosistemi, possono essere agevolmente superate incrementando la comprensione del ruolo della micoflora nell'ecosistema. L'acquisizione di tali conoscenze, vista la carenza di studi specifici a livello istituzionale, deve essere quindi considerata una priorità nazionale e, conseguentemente, supportata con adeguate risorse finanziarie finalizzate a questo specifico campo di ricerca.

A livello europeo, negli ultimi anni è stato riconosciuto il ruolo dei funghi come regolatori naturali degli ecosistemi ed una sempre maggiore attenzione viene posta sulla conservazione della micoflora. Vi è infatti una progressiva diffusione di liste rosse di funghi che compaiono ormai in almeno 35 Paesi europei.

Nell'agosto del 2003, ad esempio, è stato presentato un rapporto dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente svedese (*Natur-vårdsverket*) e del Consiglio Europeo per la Conservazione dei Funghi

(ECCF) indirizzato alla Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea (*Dahlberg et al., 2003*). In tale documento si propone l'inserimento, nell'appendice 1 della Convenzione di Berna e nella Direttiva *Habitat*, di 33 specie fungine europee. Si tratta di taxa rari a livello europeo e già presenti nelle liste rosse di alcuni Paesi. Queste 33 specie rappresentano una piccola frazione dei funghi minacciati in Europa, ma il documento è stato un primo passo verso un riconoscimento ufficiale da parte della Commissione Europea dell'importanza della micoflora e della sua conservazione.

Nei territori dove più avanzate sono le ricerche è stato evidenziato come i macromiceti sono minacciati assai più della flora vascolare: in Svizzera il 32% di tutti i macromiceti presenti è iscritto nella Lista Rossa (*Senn-Irlet et al., 2007*). Le specie minacciate si concentrano soprattutto nei prati e pascoli secchi e nelle paludi.

Questi dati, proiettati nella realtà ecologica italiana, rendono conto della necessità di rapide azioni per aumentare la conoscenza della micoflora e provvedere a interventi mirati per la sua protezione. Al fine di estendere le conoscenze ed inserire i monitoraggi sul territorio nazionale nell'ambito di reti di rilievo internazionale, il Progetto Speciale Funghi ha avviato un'attività sistematica di raccolta dati al fine di associare gli ambienti di rilevamento della micoflora italiana ai sistemi europei di classificazione delle unità territoriali, relativamente all'uso del suolo [CORINE Land Cover (*APAT, 2005*)] e ai biotopi [CORINE Biotopes (*AAVV, 1991*), EUNIS (*Davies et al., 2004*), NATURA 2000 (*European Commission, 2007*)].

Oltre ad approfondire la conoscenza ecologica nei diversi ambienti di interesse nazionale e comunitario, quest'attività ha posto le premesse per l'utilizzo delle specie fungine come possibili indicatori ecologici in diversi progetti di cartografia tematica, per la valutazione globale della biodiversità e di altre iniziative per la conservazione della natura.

2.3.2 *Materiali e metodi*

Sulla base delle liste micologiche attualmente disponibili presso il Progetto Speciale Funghi e dei records per i quali è risultato possibile l'abbinamento ai sistemi di classificazione, è stato possibile costruire una banca dati di correlazione tra specie fungine e *habitat*.

Le liste utilizzate in questa fase sono:

- Banca Dati sui metalli pesanti nei macromiceti, a cura di L. Cocchi e L. Vescovi, del Gruppo Micologico e Naturalistico “R. Franchi” di Reggio Emilia - AMB (4.956 records).
- Banca Dati delle specie depositate nell’*Herbarium mycologicum* del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia, a cura di G. Robich e M. Castoldi, Società Veneziana di Micologia - AMB, 21.823 records).
- Banca Dati ISPRA (a cura di C. Siniscalco, ISPRA - Gruppo Micologico dell’Etruria Meridionale - AMB, 5.334 records).
- Per il genere *Russula* è stata utilizzata la monografia di Sarnari (2000).
- Per i funghi alpini sono stati utilizzati i lavori di Bizio e Campo, (1999) e Jamoni (2008) sulla flora alpina e subalpina.
- Per gli ambienti dunali sono stati utilizzati i lavori di Monti *et al.* (2000) (Toscana) e Lantieri (2003) (Sicilia).

I campi attualmente presenti nel database, suscettibile di ampliamento, possono essere distinti in:

- Dati nomenclaturali: Genere, Specie, Varietà.
- Dati ecologici: Funzionalità trofica, Pianta ospite, *Habitat*.
- Dati geografici: Località, Comune, Provincia, Quota, Latitudine, Longitudine.
- Dati *habitat*: CORINE Land Cover III e IV livello, CORINE Biotopes III livello, IV livello e V livello, Natura 2000.
- Dati di raccolta: Raccoglitore, Determinatore, Data.

Sulla base dei dati immessi sono state effettuate analisi statistiche di presenza percentuale nei records relativi a ciascun *habitat* identificato.

Sono stati poi valutati i dati relativi alla presenza di una specie in diversi *habitat* di una stessa località, mentre sono state escluse le registrazioni della stessa specie in un *habitat* uguale della medesima località.

È stata utilizzata l’analisi di cluster per ordinare le categorie CORINE Biotopes - IV livello – relativamente alla distribuzione e alla frequenza delle specie micologiche. A tal fine, è stato utilizzato

l’applicativo Minitab ed applicati i metodi del legame singolo, del legame completo e di Ward sulle matrici delle distanze euclidee e delle distanze di Manhattan calcolate su valori standardizzati. Sono stati quindi individuati, utilizzando algoritmi differenti, i legami che si ripetono significativamente nel corso delle analisi. Infine, dalle tabelle ordinate sono state desunte le “specie caratteristiche” e quelle “differenziali” per ciascuna categoria di *habitat*.

2.3.3 Risultati

Seguendo una logica *upscaling*, che meglio permette l’inquadramento della componente micologica ai vari livelli in cui può essere suddivisa la realtà ambientale italiana, le analisi comparative e statistiche vengono presentate di seguito seguendo il livello gerarchico delle classificazioni. Le specie sono state ordinate secondo la frequenza nei records relativi ai diversi *habitat* analizzati.

2.3.3.1 CORINE Land Cover III livello

Utilizzando le categorie CORINE Land Cover (III livello), l’associazione specie-*habitat* fornisce informazioni a livello di macroscala.

L’utilizzo di questa tipologia di classificazione ha consentito di ricavare utili informazioni sulla distribuzione dei macromiceti anche in contesti fortemente antropizzati, permettendo inoltre un’analisi a largo spettro delle specie frequenti nei boschi di conifere e latifoglie. Le specie sono state ordinate secondo la frequenza nei records relativi ai diversi *habitat* analizzati.

Cod. Land Cover III: 1.4.1. Aree verdi urbane (508 records, 158 specie)

Agaricus bitorquis (Quél.) Sacc.; *Agaricus campestris* L.; *Agaricus bresadolanus* Bohus; *Agaricus xanthodermus* Genev.; *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers.; *Inocybe rimosa* (Bull.) P. Kumm.; *Lepista sordida* (Schumach.) Singer; *Lepiota subincarnata* J. E. Lange; *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser; *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer; *Mitrophora semilibera* (DC.) Lév.; *Morchella hortensis* Boud.; *Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire; *Russula ochrospora* (Nicolaj ex Quadr. & W. Rossi) Quadr.; *Boletus rubellus* Kromb.

Specie lignicole:

Agrocybe cylindracea (DC.) Gillet; *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.; *Flammulina velutipes*

(Curtis) Singer; *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.; *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr.

Cod. Land Cover III: 3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie

(907 records, 281 specie)

Marasmius oreades (Bolton) Fr.; *Lycoperdon utriforme* Bull.; *Agaricus macrocarpus* (F. H. Møller) F. H. Møller; *Agaricus campestris* L.; *Amanita vittadini* (Moretti) Sacc.; *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser; *Volvarellia gloiocephala* (DC.) Boekhout & Enderle; *Agaricus arvensis* Schaeff.; *Helvella crispa* (Scop.) Fr.; *Agaricus xanthodermus* Genev.; *Hygrocybe ingrata* J. P. Jensen & F. H. Møller; *Hygrocybe conica* (Schaeff.) P. Kumm.; *Hygrocybe quieta* (Kühner) Singer; *Hygrocybe calyptriformis* (Berk.) Fayod; *Hygrocybe pratensis* (Fr.) Murrill; *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer; *Hygrocybe nitrata* (Pers.) Wünsche; *Hygrocybe psittacina* (Schaeff.) P. Kumm.; *Panaeolina foenicicii* (Pers.) Maire; *Hygrocybe ceracea* (Wulfen) P. Kumm.; *Hygrocybe punicea* (Fr.) P. Kumm.; *Hygrocybe irrigata* (Pers.) Bon; *Inocybe fraudans* (Britzelm.) Sacc.; *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd; *Laccaria laccata* (Scop.) Cooke; *Coprinus comatus* (O. F. Müll.) Pers.; *Entoloma mougeotii* (Fr.) Hesler; *Hygrocybe citrinovirens* (J. E. Lange) Jul. Schäff.; *Hygrocybe coccinea* (Schaeff.) P. Kumm.; *Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga; *Lycoperdon pratense* Pers.

Cod. Land Cover III: 3.1.1. Boschi a latifoglie

(2.653 records, 590 specie)

Boletus subtomentosus L.; *Cantharellus cibarius* Fr.; *Russula vesca* Fr.; *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.; *Boletus rhodopurpureus* Smotl.; *Amanita caesarea* (Scop.) Pers.; *Boletus reticulatus* Schaeff.; *Boletus calopus* Pers.; *Boletus luridus* Schaeff.; *Boletus edulis* Bull.; *Boletus pinophilus* Pilát & Dermek; *Amanita rubescens* Pers.; *Cortinarius caperatus* (Pers.) Fr.; *Amanita muscaria* (L.) Lam; *Mitrophora semilibera* (DC.) Lév.; *Verpa bohemica* (Krombh.) J. Schröt.; *Russula nigricans* (Bull.) Fr.; *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link; *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja; *Clitocybe nebularis* (Batsch) P. Kumm.; *Lactarius piperatus* (L.) Pers.; *Boletus appendiculatus* Schaeff.; *Russula delica* Fr.; *Morchella esculenta* (L.) Pers.; *Russula acrifolia* Romagn.; *Amanita vaginata* (Bull.) Lam.; *Calocybe gambosa* (Fr.) Donk; *Russula chloroides*

(Krombh.) Bres.; *Amanita pantherina* (DC.) Krombh.; *Boletus aereus* Bull.; *Boletus pulchrotinctus* Alessio; *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With.; *Russula albonigra* (Krombh.) Fr.; *Agaricus silvicola* var. *silvicola* (Vittad.) Peck; *Armillaria tabescens* (Scop.) Emel; *Boletus queletii* Schulzer; *Boletus satanas* Lenz; *Gymnopus fusipes* (Bull.) Gray; *Entoloma sinuatum* (Bull.) P. Kumm.; *Boletus rubellus* Krombh.

Cod. Land Cover III: 3.1.2. Boschi di conifere (compresi i rimboschimenti)

(1.040 records, 417 specie)

Agaricus silvicola var. *silvicola* (Vittad.) Peck; *Amanita muscaria* (L.) Lam; *Amanita rubescens* Pers.; *Boletus calopus* Pers.; *Boletus edulis* Bull.; *Boletus erythropus* Pers.; *Boletus pinophilus* Pilát & Dermek; *Craterellus lutescens* (Fr.) Fr.; *Chalciporus piperatus* (Bull.) Bataille; *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O. K. Mill.; *Clitocybe gibba* (Pers.) P. Kumm.; *Clitocybe nebularis* (Batsch) P. Kumm.; *Clitopilus prunulus* (Scop.) P. Kumm.; *Rhodocollybia butyracea* (Bull.) Lennox; *Entoloma hirtipes* (Schumach.) M. M. Moser; *Geopora arenosa* (Fuckel) S. Ahmad; *Hebeloma laterinum* (Batsch) Vesterh.; *Hygrophorus agathosmus* (Fr.) Fr.; *Hygrophorus latitabundus* Britzelm.; *Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres.; *Inocybe arenicola* (R. Heim) Bon; *Inocybe bongardii* (Weinm.) Quéf.; *Inocybe dunensis* P. D. Orton; *Catathelasma imperiale* (Fr.) Singer; *Inocybe geophylla* (Fr.) P. Kumm.; *Inocybe mixtilis* (Britzelm.) Sacc.; *Inocybe nitidiuscula* (Britzelm.) Lapl.; *Inocybe cincinnata* var. *major* (S. Petersen) Kuyper; *Inocybe piceae* Stangl & Schwöbel; *Inocybe fraudans* (Britzelm.) Sacc.; *Inocybe rimosa* (Bull.) P. Kumm.; *Inocybe splendens* R. Heim; *Lactarius chrysorrheus* Fr.; *Lactarius deliciosus* (L.) Gray; *Lactarius deterrimus* Gröger; *Lactarius salmonicolor* R. Heim & Leclair; *Lactarius sanguifluus* (Paulet) Fr.; *Lactarius scrobiculatus* (Scop.) Fr.; *Lycoperdon perlatum* Pers.; *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm.; *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr.; *Cortinarius caperatus* (Pers.) Fr.; *Russula torulosa* Bres.; *Sarcosphaera coronaria* (Jacq.) J. Schröt.; *Suillus bellinii* (Inzenga) Watling; *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze; *Suillus granulatus* (L.) Roussel; *Suillus luteus* (L.) Roussel; *Suillus mediterraneensis* (Jacquet. & J. Blum) Redeuilh; *Suillus variegatus* (Sw.) Kuntze; *Tricholoma myomyces* (Pers.) J. E. Lange; *Tricholoma scalpturatum* (Fr.) Quéf.;

Tricholomopsis rutilans (Schaeff.) Singer; *Boletus badius* (Fr.) Fr.

Il confronto tra le liste a questo livello ha permesso di estrapolare un buon contingente di specie ubiquitarie, di seguito elencate. La conoscenza di tali specie ha consentito di facilitare l'interpretazione degli elenchi derivati dall'applicazione dei sistemi di classificazione Natura 2000, CORINE Biotopes ed EUNIS, permettendo la "ripulitura" delle tabelle ai fini dell'identificazione delle specie caratteristiche e differenziali.

Specie ubiquitarie in senso stretto (presenti in boschi e praterie)

(3.693 records, 950 specie)

Lycoperdon utriforme Bull.; *Inocybe fraudans* (Britzelm.) Sacc.; *Agaricus arvensis* Schaeff.; *Helvella crispa* (Scop.) Fr.; *Cantharellus cibarius* Fr.; *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer; *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.; *Hygrocybe conica* (Schaeff.) P. Kumm.; *Calocybe gambosa* (Fr.) Donk; *Hygrocybe quieta* (Kühner) Singer; *Clitocybe nebularis* (Batsch) P. Kumm.; *Boletus luridus* Schaeff.; *Lactarius deliciosus* (L.) Gray; *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja; *Boletus reticulatus* Schaeff.; *Agaricus silvicola* var. *silvicola* (Vittad.) Peck; *Lepista nuda* (Bull.) Cooke; *Laccaria laccata* (Scop.) Cooke; *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm.; *Clitocybe gibba* (Pers.) P. Kumm.; *Lycoperdon perlatum* Pers.; *Amanita vaginata* (Bull.) Lam.; *Lepista flaccida* (Sowerby) Pat.; *Lepista sordida* (Schumach.) Singer; *Boletus ferrugineus* Schaeff.; *Inocybe splendens* R. Heim; *Phallus impudicus* L.; *Russula virescens* (Schaeff.) Fr.; *Bovista aestivalis* (Bonord.) Demoulin; *Paxillus involutus* (Batsch) Fr.; *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer; *Amanita crocea* (Quél.) Singe; *Morchella elata* Fr.; *Clitocybe phyllophila* (Pers.) P. Kumm.; *Clavulina coralloides* (L.) J. Schröt.; *Inocybe inodora* Velen.; *Schizophyllum commune* Fr.; *Hygrocybe persisitens* (Britzelm.) Singer; *Marasmius oreades* (Bolton) Fr.; *Agaricus macrocarpus* (F. H. Møller) F. H. Møller; *Agaricus campestris*; *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze; *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser; *Lactarius deterrimus* Gröger; *Agaricus xanthodermis* Genev.; *Inocybe mixtilis* (Britzelm.) Sacc.; *Cortinarius praestans* Cordier; *Hygrocybe nitrata* (Pers.) Wünsche; *Boletus rubellus* Krombh.; *Morchella esculenta* (L.) Pers.; *Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga; *Coprinus comatus* (O. F. Müll.) Pers.; *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd;

Inocybe piceae Stangl & Schwöbel; *Clavulina rugosa* (Bull.) J. Schröt.; *Russula delica* Fr.; *Entoloma mougeotii* (Fr.) Hesler; *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O. K. Mill.; *Russula torulosa* Bres.; *Clitocybe rivulosa* (Pers.) P. Kumm.; *Leccinum duriusculum* (Schulzer ex Kalchbr.) Singer; *Leucoagaricus barsii* (Zeller) Vellinga; *Agaricus osecanus* Pilát; *Gymnopus fusipes* (Bull.) Gray; *Lycoperdon excipuliforme* (Scop.) Pers.; *Boletus dryophilus* Thiers; *Entoloma incanum* (Fr.) Hesler; *Agaricus augustus* Fr.; *Hygrophorus hypothejus* (Fr.) Fr.

Specie ubiquitarie dei boschi

(3.693 records, 949 specie)

Amanita muscaria (L.) Lam; *Boletus pinophilus* Pilát & Dermek; *Boletus calopus* Pers.; *Amanita rubescens* Pers.; *Cortinarius caperatus* (Pers.) Fr.; *Russula vesca* Fr.; *Boletus erythropus*; *Chalciporus piperatus* (Bull.) Bataille; *Inocybe rimosa* (Bull.) P. Kumm.; *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link.; *Clitopilus prunulus* (Scop.) P. Kumm.; *Tricholoma scalpturatum* (Fr.) Quél.; *Russula foetens* (Pers.) Pers.; *Gyromitra gigas* (Krombh.) Cooke; *Lactarius piperatus* (L.) Pers.; *Inocybe geophylla* (Fr.) P. Kumm.; *Sarcosphaera coronaria* (Jacq.) J. Schröt.; *Tricholoma myomyces* (Pers.) J.E. Lange; *Pluteus cervinus* (Schaeff.) P. Kumm.; *Lactarius chrysorrheus* Fr.; *Amanita pantherina* (DC.) Krombh.; *Russula albonigra* (Krombh.) Fr.; *Hydnum repandum* L.; *Russula acrifolia* Romagn.; *Rhodocollybia butyracea* (Bull.) Lennox; *Tricholoma saponaceum* (Fr.) P. Kumm.; *Xerula radicata* (Relhan) Dörfelt; *Gyroporus castaneus* (Bull.) Quél.; *Rhodocybe gemina* (Fr.) Kuyper & Noordel.; *Amanita citrina* (Pers.) Pers.; *Amanita excelsa* (Fr.) P. Kumm.; *Clitocybe odora* (Bull.) P. Kumm.; *Hebeloma laterinum* (Batsch) Vesterh.; *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr.; *Russula fragilis* Fr.; *Russula romellii* Maire; *Gymnopus dryophilus* (Bull.) Murrill; *Lactarius volemus* (Fr.) Fr.; *Tricholoma columbetta* (Fr.) P. Kumm.; *Boletus chrysenteron* Bull.; *Boletus pruinatus* Fr. & Hök; *Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer & A. H. Sm.; *Tricholoma sulphureum* (Bull.) P. Kumm.; *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm.; *Trametes versicolor* (L.) Lloyd; *Inocybe leucoblema* Kühner; *Suillus lakei* (Murrill) A. H. Sm. & Thiers; *Tricholoma imbricatum* (Fr.) P. Kumm.; *Ramaria pallida* (Schaeff.) Ricken; *Boletus armeniacus* Quél.; *Tapinella atrotomentosa* (Batsch) Šutara; *Auricularia auricula-judae* (Bull.)

Berk.; *Hebeloma sinapizans* (Fr.) Sacc.; *Russula risigallina* (Batsch) Sacc.; *Craterellus tubaeformis* (Schaeff.) Quél.; *Helvella acetabulum* (L.) Quél.; *Amanita submembranacea* (Bon) Gröger; *Cortinarius laniger* Fr.; *Lactarius pallidus* Pers.; *Lepiota ignivolvata* Bousset & Joss. ex Joss.; *Stropharia aeruginosa* (Curtis) Quél.; *Trametes pubescens* (Schumach.) Pilát; *Tricholoma orirubens* Quél.; *Hydnum rufescens* Pers.; *Lactarius vellereus* (Fr.) Fr.; *Russula heterophylla* (Fr.) Fr.; *Hydnum albidum* Peck; *Inocybe oblectabilis* (Britzelm.) Sacc.; *Lepiota clypeolaria* (Bull.) P. Kumm.; *Tricholoma portentosum* (Fr.) Quél.; *Amanita gemmata* (Fr.) Bertill.; *Coprinopsis picacea* (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo; *Lyophyllum rhopalopodium* Cléménçon; *Gymnopilus penetrans* (Fr.) Murrill; *Inocybe erubescens* A. Blitt; *Lactarius uvidus* (Fr.) Fr.; *Ramaria botrytis* (Pers.) Ricken; *Ramaria gracilis* (Pers.) Quél.; *Russula amoena* Quél.; *Russula parazurea* Jul. Schäff.; *Tricholoma batschii* Gulden; *Agaricus urinascens* (Jul. Schäff. & F. H. Möller) Singer; *Russula luteotacta* Rea; *Auriscalpium vulgare* Gray; *Hypholoma capnoides* (Fr.) P. Kumm.; *Limacella guttata* (Pers.) Konrad & Maubl.; *Paxillus filamentosus* Fr.; *Pholiota squarrosa* (Bull.) P. Kumm.; *Polyporus lepideus* Fr.; *Ramaria stricta* (Pers.) Quél.; *Russula persicina* Krombh.

2.3.3.2 CORINE Biotopes III livello

Utilizzando la codifica al terzo livello del CORINE Biotopes, emergono alcuni *habitat* di interesse comunitario di particolare importanza.

45.2 Sugherete (*Habitat Natura 2000: 9330 Foreste di Quercus suber*) (221 records, 100 specie)

Specie caratteristiche e differenziali:

Amanita ponderosa Malençon & R. Heim; *Boletus pseudoregius* (Heinr. Huber) Estadès; *Gymnopilus suberis* (Maire) Singer; *Plectania platensis* (Speg.) Rifai; *Russula albonigra* (Krombh.) Fr.; *Trichaptum bifforme* (Fr.) Ryvarden.

45.3 Leccete (*Habitat Natura 2000: 9340 Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia*) (198 records, 75 specie)

Specie caratteristiche e differenziali:

Boletus aemilii Barbier; *Boletus pulchrotinctus* Alessio; *Boletus rhodoxanthus* (Krombh.) Kallenb.; *Russula ilicis* Romagn., Chevassut & Privat (figura 7 (Chiari et al., 2008)) (anche sotto lecci nei parchi urbani); *Leccinellum lepidum* (Bouchet ex Essette) Bresinsky & Manfr. Binder.



Figura 7. *Russula ilicis* Romagnesi, Chevassut & Privat (Foto: Maurizio Chiari).

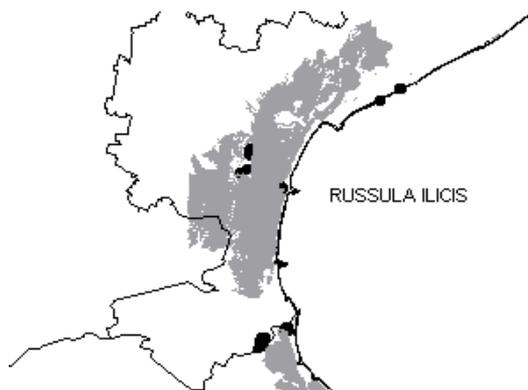


Figura 8. Distribuzione reale di *Russula ilicis* Romagnesi, Chevassut & Privat nella provincia di Venezia ottenuta associando i dati stagionali dei records micologici e i poligoni di Carta della Natura (ISPRA; 2008) degli *habitat* relativi (Lecce: CORINE Biotopes 45.3; Natura 2000).

41.9 Castagneti (*Habitat Natura 2000: 9260* **Foreste di *Castanea sativa***)

Specie frequenti: *Cantharellus cibarius* Fr.; *Russula vesca* Fr.; *Amanita caesarea* (Scop.) Pers.; *Boletus reticulatus* Schaeff.; *Boletus subtomentosus* L.; *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With.; *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.; *Lactarius piperatus* (L.) Pers.; *Gymnopus fusite* (Bull.) Gray; *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link; *Amanita rubescens* Pers.; *Boletus edulis* Bull.; *Lactarius volemus* (Fr.) Fr.; *Ramaria formosa* (Pers.) Quél.

42.8 Pinete mediterranee (*Habitat Natura 2000: 9540* **Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici**) (143 records, 75 specie)

Specie caratteristiche e differenziali: *Buchwaldoboletus lignicola* (Kallenb.) Pilát; *Suillus mediterraneensis* (Jacquet. & J. Blum) Redeuilh; *Mycena seynesii* Quél.; *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr.; *Boletus obscuratus* (Singer) J. Blum.

Specie frequenti: *Lactarius sanguifluus* (Paulet) Fr.; *Cantharellus cibarius* Fr.; *Lactarius deliciosus* (L.) Gray; *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze; *Tricholoma saponaceum* (Fr.) P. Kumm.

A questo livello è possibile, sovrapponendo le Carte degli *Habitat* di Carta della Natura (AAVV, 2004; AAVV, 2009a; AAVV, 2009b) con le carte delle stazioni dove sono state registrate le segna-

lazioni micologiche, ottenere delle carte di distribuzione reale e potenziale (figure 8 e 10).

2.3.3.3 CORINE Biotopes IV livello

Al quarto livello del sistema CORINE Biotopes è possibile estrapolare altre specie guida, in particolare degli ambienti considerati a livello europeo di particolare importanza ecologica (Dir. 92/43 CEE).

16.27 Ginepreti costieri (*Habitat Natura 2000: 2250* **Dune costiere con *Juniperus* spp. – Prioritario**) (214 records, 94 specie)

Specie caratteristiche e differenziali: *Geastrum minimum* Schwein.; *Geastrum schmidelii* Vittad.; *Helvella juniperi* M. Filippa & Baiano; *Marcellina atroviolacea* (Delile ex De Seynes) Brumm.; *Melanoleuca rasilis* (Fr.) Singer; *Pithya cupressi* (Batsch) Fuckel.

Specie frequenti: *Geopora arenicola* (Lév.) Kers; *Greletia planchonis* (Dunal ex Boud.) Donadini; *Inocybe dulcamara* (Alb. & Schwein.) P. Kumm.; *Pustularia patavina* (Cooke & Sacc.) Boud.; *Octospora convexula* (Pers.) L. R. Batra; *Xerula mediterranea* (Pacioni & Lalli) Quadr. & Lunghini.

16.29 Dune alberate (*Habitat Natura 2000: 2270* **Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster* – Prioritario**) (126 records, 73 specie)

Specie caratteristiche e differenziali:

Inocybe pseudodestructa Stangl & J. Veselský;
Inocybe psammobrunnea Bon (figura 9); *Melano-*

leuca microcephala (P. Karst.) Singer; *Rhizopogon*
luteolus Fr. & Nordholm.



Figura 9. *Inocybe psammobrunnea* Bon (foto M. Marchetti).

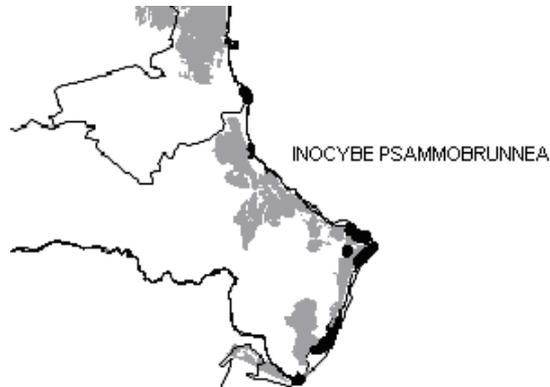


Figura 10: Distribuzione reale di *Inocybe psammobrunnea* Bon nella Provincia di Rovigo ottenuta associando i dati stazionali dei records micologici e i poligoni di Carta della Natura degli *habitat* relativi (Dune alberate: CORINE Biotopes 16.29, *Habitat* Natura 2000: 2270 - Prioritario)

Altre specie frequenti:

Geopora arenosa (Fuckel) S. Ahmad; *Inocybe arenicola* (R. Heim) Bon; *Inocybe dunensis* P. D. Orton; *Inocybe heimii* Bon; *Inocybe inodora* Velen.; *Inocybe dulcamara* (Alb. & Schwein.) P. Kumm.; *Melanoleuca rasilis* (Fr.) Singer; *Inocybe rufuloides* Bon.

36.11 Vallette nivali su substrato acido (*Habitat* Natura 2000: 6150 Formazioni erbose boreo-alpine silicicole)

(90 records, 88 specie)

Specie caratteristiche e differenziali:

Hebeloma bruchetii Bon; *Octospora humosa* (Fr.) Dennis; *Naucoria tantilla* J. Favre; *Cortinarius*

cinnamomeoluteus P. D. Orton; *Cortinarius anomalus* (Pers.) Fr.; *Entoloma papillatum* (Bres.) Dennis; *Galerina pseudotundrae* Kühner; *Helvella queletii* Schulzer; *Inocybe bulbosissima* (Kühner) Bon; *Inocybe giacomii* O. K. Mill.; *Laccaria montana* Singer; *Lactarius dryadophilus* Kühner; *Peziza alaskana* E. K. Cash; *Russula laccata* Huijsman; *Russula saliceti cola* (Singer) Kühner ex Knudsen & T. Borgen; *Scutellinia kerguelensis* (Berk.) Kuntze; *Scutellinia superba* (Velen.) Le Gal.

Specie frequenti:

Cortinarius favrei D. M. Hend.; *Helvella corium* (O. Weberb.) Masse; *Inocybe salicis-herbaceae* Kühner; *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm.; *Helvella lacunosa* Afzel.

36.12 Vallette nivali su substrato basico (*Habitat Natura 2000: 6170 Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine*)

Specie caratteristiche e differenziali:

Helvella alpestris Boud.; *Cortinarius chamaesalicis* Bon; *Cortinarius phaeochrous* J. Favre; *Hebeloma alpinum* (J. Favre) Bruchet; *Helvella capucina* Quél.; *Helvella solitaria* (P. Karst.) P. Karst.; *Inocybe albovelutipes* Stangl; *Inocybe canescens* J. Favre; *Inocybe favrei* Bon; *Inocybe geranioidora* J. Favre; *Inocybe lacera* (Fr.) P. Kumm.; *Inocybe splendens* var. *phaeoleuca* (Kühner) Kuyper; *Inocybe subbrunnea* Kühner;

Inocybe taxocystis (J. Favre & E. Horak) Senn-Irlet; *Inocybe umbrinodisca* Kühner; *Lactarius salicis-reticulatae* Kühner; *Peziza saniosa* Schrad.; *Russula subrubens* (J. E. Lange) Bon; *Russula nana* Killerm.

Altre specie frequenti:

Inocybe fraudans (Britzelm.) Sacc.; *Inocybe godfrinioides* Kühner; *Inocybe calamistrata* (Fr.) Gillet; *Inocybe nitidiuscula* (Britzelm.) Lapl.; *Tricholoma scalpturatum* (Fr.) Quél.

44.61 Foreste mediterranee ripariali a pioppo (*Habitat Natura 2000: 9240 Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba*)

Specie caratteristiche e differenziali:

Helvella spadicea Schaeff.; *Inocybe leucoblema* Kühner; *Lactarius controversus* (Pers.) Pers.; *Leccinum nigellum* Redeuilh; *Pholiota populnea* (Pers.) Kuyper & Tjall.-Beuk.; *Tricholoma populinum* J. E. Lange.

Specie frequenti:

Leccinum duriusculum (Schulzer ex Kalchbr.) Singer; *Morchella esculenta* (L.) Pers.; *Pluteus cervinus*; *Mitrophora semilibera* (DC.) Lév.

Anche a questo livello è possibile un incrocio dei dati micologici con la Carta della Natura (AAVV, 2004; AAVV, 2009a; AAVV, 2009b) per ottenere la distribuzione delle specie negli habitat relativi.

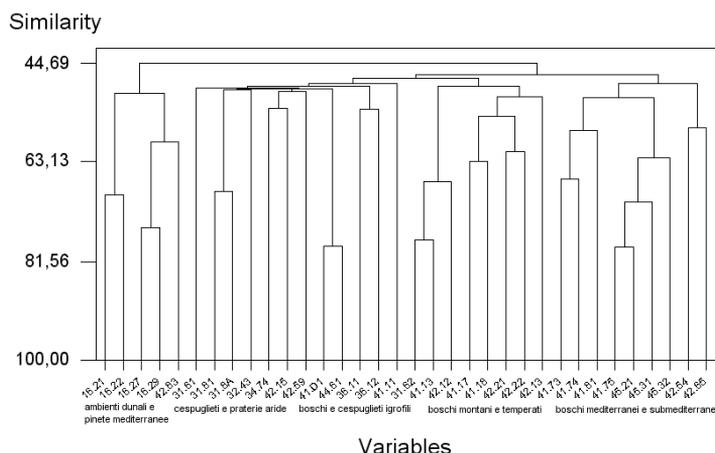


Figura 11: Analisi di cluster su 33 categorie CORINE Biotopes IV livello e 975 specie di macromiceti.

2.3.3.4 CORINE Biotopes V livello

Utilizzando ove possibile anche il quinto livello, relativo in particolare a serie ecologiche di tipo catenale, è stato possibile raggiungere un maggior livello di dettaglio, in particolare per quanto riguarda l'interpretazione degli ambienti dunali che, come anche evidenziato in figura 11, risultano distinti significativamente dagli altri *habitat* per quanto riguarda i popolamenti a macromiceti:

16.211 Dune mobili (*Habitat* Natura 2000: 2110 Dune mobili embrionali)

Specie frequenti:

Cyathus stercoreus (Schwein.) De Toni; *Diderma spumarioides* (Fr.) Fr.; *Geopora arenosa* (Fuckel) S. Ahmad; *Pustularia patavina* (Cooke & Sacc.) Boud.; *Psathyrella ammophila* (Durieu & Lév.) P. D. Orton; *Rhodocybe malençonii* Pacioni & Lalli.

16.212 Dune bianche (*Habitat* Natura 2000: 2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* – “dune bianche”)

Specie caratteristiche e differenziali:

Agaricus menieri Bon; *Agrocybe pediades* (Fr.) Fayod; *Gyrodon lividus* (Bull.) Fr.; *Agaricus aridicola* Geml, Geiser & Royse; *Gyrophragmium delilei* Mont.; *Hygrocybe persistens* (Britzelm.) Singer; *Lepiota brunneolilacea* Bon & Boiffard; *Marasmius oreades* (Bolton) Fr.; *Melanoleuca cinereifolia* (Bon) Bon; *Montagnea arenaria* (DC.) Zeller; *Panaeolus cinctulus* (Bolton) Sacc.

Altre specie frequenti:

Agrocybe pediades (Fr.) Fayod; *Psathyrella ammophila* (Durieu & Lév.) P. D. Orton; *Peziza pseudoammophila* Bon & Donadini.

16.221 Dune grigie settentrionali (*Habitat* Natura 2000: 2130 Dune costiere fisse a vegetazione erbacea – “dune grigie”, Prioritario)

Specie caratteristiche e differenziali:

Arrhenia spathulata (Fr.) Redhead; *Xerula mediterranea* (Pacioni & Lalli) Quadr. & Lunghini; *Clitocybe barbularum* (Romagn.) P. D. Orton; *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th. Fr.; *Tulostoma brumale* Pers.

Specie frequenti:

Geopora arenosa (Fuckel) S. Ahmad; *Hebeloma ammophilum* Bohus.

16.223 Dune grigie mediterranee (*Habitat* Natura 2000: 2210 Dune fisse del litorale del *Crucianellion maritimae*)

Specie caratteristiche e differenziali:

Marasmius anomalus Peck; *Peziza boltonii* Quél.; *Galerina laevis* (Pers.) Singer; *Arrhenia retiruga* (Bull.) Redhead; *Clitocybe barbularum* (Romagn.) P. D. Orton; *Gymnopus aquosus* (Bull.) Antonin & Noordel.; *Conocybe blattaria* (Fr.) Kühner; *Conocybe leucopus* Kühner ex Kühner & Watling; *Conocybe rickeniana* P. D. Orton; *Coprinus xanthothrix* Romagn.; *Crinipellis scabella* (Alb. & Schwein.) Murrill; *Hydnocystis piligera* Tul.; *Hygrocybe conica* (Schaeff.) P. Kumm.; *Mucilago crustacea* P. Micheli ex F. H. Wigg.; *Octospora leucoloma* Hedw.; *Pachyella celtica* (Boud.) Häffner; *Peziza varia* (Hedw.) Fr.

Specie frequenti:

Agrocybe pediades (Fr.) Fayod; *Cyathus olla* (Batsch) Pers.; *Peziza pseudoammophila* Bon & Donadini; *Volvariella gloiocephala* (DC.) Boekhout & Enderle.

2.3.4 Discussione

Le comunità micologiche, come evidenziato in figura 11, sono ben differenziate rispetto alla diversità degli *habitat* naturali, come atteso dalla specificità delle relazioni tra piante e funghi.

Il sistema CORINE Land Cover, utilizzando unità più ampie per classificare la vegetazione, permette un'attribuzione più semplice delle specie agli *habitat* e l'uso di una maggior mole di dati, ma rende possibili analisi ecologiche e biogeografiche di minor dettaglio. Offre però il vantaggio di disporre di una cartografia alla scala 1:100.000 per tutto il territorio italiano, condivisibile con analoghe analisi territoriali a livello europeo.

La classificazione CORINE Biotopes offre, a sua volta, la possibilità di un collegamento con il progetto nazionale Carta della Natura (AAVV, 2004; AAVV, 2009a; AAVV, 2009b), utile per la determinazione della distribuzione reale dei macromiceti ma che si potrebbe utilizzare anche per elaborare una distribuzione potenziale delle specie micotiche.

La disponibilità di dati sulla diversità micologica nelle categorie CORINE Biotopes ed EUNIS permette inoltre di aumentare la disponibilità di informazioni utili per la valutazione della diversità degli *habitat* e della loro vulnerabilità.

Durante la fase di elaborazione delle schede micologiche disponibili presso ISPRA sono stati stabiliti alcuni punti fondamentali per l'utilizzo delle stesse per un corretto inquadramento ai livelli superiori dei sistemi CORINE ed EUNIS. Oltre ai dati normalmente contenuti nelle schede micologiche, infatti, è risultato essenziale:

- Per i consorzi misti, indicare oltre alla specie vegetale dominante, anche quelle codominanti, sia dello strato arboreo, che arbustivo ed erbaceo. Solitamente, sono sufficienti 3 o 4 specie per individuare l'*habitat*.
- Incrementare per quanto possibile le informazioni stazionali con dati relativi al substrato geologico, l'altitudine, la localizzazione geografica (WGS 84 per Carta della Natura e *CORINE Land Cover*).
- Per le formazioni di macchia e gariga mediterranee, indicarne l'altezza sul piano di campagna, dato che le categorie CORINE Biotopes ed. EUNIS sono basate sulla caratterizzazione di macchia alta (> 3 m), macchia bassa (1-3 m) e gariga (< 1 m).
- Per quanto riguarda le conifere, è fondamentale stabilire se si è in presenza di un bosco naturale o di un rimboschimento (in quest'ultimo caso, occorre verificare se l'impianto è stato effettuato con specie autoctone o alloctone). Per questo tipo di analisi è necessaria la conoscenza preliminare delle formazioni naturali presenti nel comprensorio analizzato.

2.4 I funghi come bioindicatori per la qualità del suolo

2.4.1 Introduzione

2.4.1.1 La qualità del sistema suolo

La qualità ambientale di un'area o di un territorio può essere stimata con l'uso di idonei indicatori che possono essere definiti come strumenti in grado di rappresentare particolari condizioni dell'ambiente. Tuttavia, la qualità di un determinato sistema ambientale non può essere descritta da un unico

indicatore, ma di regola deve combinare informazioni relative a un insieme di indicatori che possono presentare scale di misura diverse e richiedere un diverso peso nella valutazione (*Benedetti et al., 2006*). Un buon indicatore deve avere caratteristiche in grado di garantire rappresentatività, accessibilità, affidabilità ed operatività. Ciascun indicatore, inoltre, deve garantire rilevanza politica ed utilità, validità analitica e misurabilità (*OECD, 1999*).

L'esigenza di disporre di indicatori sintetici per la valutazione della qualità del suolo nasce dal fatto che essendo il suolo un sistema complesso, spesso si tende per oggettive difficoltà d'analisi a sottovalutarne l'importanza. Ciò ha portato ad un decremento di oltre il 10% della capacità produttiva delle terre coltivate, registrato nel mondo dall'inizio degli anni '80, come risultato dell'erosione, dell'inquinamento, dell'aggressività dell'agricoltura moderna, del pascolamento, della salificazione e soprattutto della desertificazione connessa con la perdita di sostanza organica e di biodiversità.

Tra le molte definizioni della qualità del suolo, una delle più apprezzate è quella di Doran e Parkin (1994) che la definiscono come "*la capacità del suolo di interagire con l'ecosistema per mantenere la produttività biologica, la qualità ambientale e per promuovere la salute animale e vegetale*".

In realtà, molti studiosi attribuiscono alla qualità del suolo un significato concettuale fondamentale nella programmazione territoriale e nella gestione aziendale, sovrapponendola con il concetto vocazionale di "adatto per" e quindi focalizzandosi in primo luogo sull'uso che del suolo se ne dovrà fare.

Da un esame della letteratura scientifica sulla materia emerge chiaramente che non esiste un parametro o un solo indicatore universale che sia in grado di definire ogni singola situazione o pressione ambientale, ma che di volta in volta sarà necessario individuare i parametri più adatti a qualificare quel determinato ambiente per poi poterli successivamente utilizzare come indicatori di stato in funzione del differente uso del suolo (*Doran et al., 1994*).

Per l'area mediterranea, a rischio desertificazione per la marcata perdita di sostanza organica e biodiversità del suolo, sono di particolare importanza i bioindicatori, cioè quelli che utilizzano organismi viventi come descrittori ambientali.

All'utilizzo tradizionale di specie "bandiera" o "ombrello", che determinano comunque l'esigenza di avere sistemi di indicatori su diversi livelli trofici

per ottenere risposte congruenti con la complessità dei suoli mediterranei, si tende adesso a sostituire un concetto di funzionalità dell'ecosistema e pertanto ad utilizzare quegli organismi o quegli indicatori che possono segnalare quanto un sistema ecologico svolga regolarmente il proprio lavoro o quanto una funzione ecologica sia rallentata o accelerata da uno stress ambientale o antropico.

In modo particolare possono venire in aiuto degli operatori ambientali gli indicatori biochimici, quelli cioè che descrivono i processi metabolici che avvengono nel suolo e quindi forniscono una sintesi del buon funzionamento dei cicli degli elementi nutritivi, attraverso il dosaggio di molecole o elementi marcatori di processi. È questo ad esempio il caso del dosaggio della respirazione del suolo attraverso la determinazione del flusso di CO₂ che definisce tutti i processi di aerobiosi e conseguentemente i processi di mineralizzazione della sostanza organica; oppure, la determinazione di dosaggi enzimatici, ai quali oltre alle funzioni metaboliche può collegarsi la diversità genetica che rappresenta l'espressione fenotipica di un organismo produttore piuttosto che di un altro.

2.4.1.2 Ecologia del suolo

Il suolo entra in relazione con le piante a cui fa da supporto, formando un ecosistema unico con esse e con i microrganismi. La fertilità è infatti definita come la capacità del suolo di rendere produttive le colture. Si parla normalmente di fertilità chimica (somma degli elementi nutritivi in forma assimilabile a disposizione delle colture), di fertilità fisica (struttura, tessitura del terreno ecc.) e di fertilità biologica (Bloem et al., 2006).

Il concetto di fertilità biologica, però, è andato affermandosi solo in questi ultimi venti anni; con esso si vuole caratterizzare l'espressione del metabolismo e del turnover microbico.

La funzione dei microrganismi del suolo è di molteplice natura: si esplica sia nei processi pedogenetici, sia nella regolazione dei cicli degli elementi nutritivi e quindi nella stessa nutrizione delle piante. I microrganismi intervengono infatti nella mineralizzazione della sostanza organica, nella sintesi dell'azoto, nella formazione dell'humus e agiscono inoltre sulla mobilizzazione degli elementi minerali (Lavelle et al., 2001).

Il suolo però è anche un'entità estremamente vitale per cui ricerche parallele sono state svolte con lo scopo di evidenziare i rapporti di sinergismo e competizione dei microrganismi con le micorrizze

e/o i carpori nelle diverse situazioni pedologiche (Steinaker et al., 2008).

Recentemente la fauna del suolo è stata oggetto di attente ricerche da cui iniziano ad emergere le correlazioni tra la sua presenza e lo sviluppo delle fruttificazioni fungine. Ad esempio, per garantire la crescita normale di un ascocarpo di *Tuber*, è necessario che esso possa assorbire sostanze nutritive, particolarmente piccole molecole organiche e sali minerali, da un volume di terra abbastanza ricco di humus pari a circa il doppio del raggio medio del tartufo (Granetti et al., 2005). Questo volume di terra purtroppo non può essere esplorato dai ciuffi di ife che si formano dall'ascocarpo, perché sono di modesta lunghezza; per agevolare la nutrizione dei tartufi interviene quindi la microfauna del suolo, che assicura con la propria attività biologica un continuo approvvigionamento di elementi nutritivi nelle strette vicinanze del carporo.

Anche nel caso dei rapporti tra ife ectomicorriziche e fauna del suolo, i rapporti che intercorrono tra le varie componenti biotiche e la loro potenziale funzione di indicatori, sono stati esaminati in dettaglio da studi compiuti sulle specie pregiate di *Tuber* (Callot et al., 1999), che hanno analizzato i ruoli e i rapporti tra le varie componenti, gettando nuove basi per future sperimentazioni sulla biondificazione dei suoli.

Con il termine **microfauna** del suolo si intende in senso lato una serie complessa di specie animali dalle forme, dimensioni e funzioni variabili. Specie i cui individui sono lunghi da 0.01 a 0.2 mm rientrano in questo gruppo: i protozoi che mineralizzano i componenti azotati, fosfatici e solforati mettono a disposizione delle ife nutrizionali sostanze facilmente assorbibili; i nematodi che si nutrono di batteri, di protozoi e di ife fungine partecipano alla decomposizione dei carpori ipogei (Lavelle et al., 2001; Callot et al., 1999).

La **mesofauna** è costituita da specie animali che misurano da 0.2 a 2 mm, principalmente acari e collemboli, altri microartropodi (proturi, dipluri, sinfili, pauropodi, pseudoscorpioni, ecc.) ed anellidi enchitreidi (oligocheti), che mostrano costumi alimentari tra i più vari e specializzati (Lavelle et al., 2001; Siepel, 1994); molti detritivori e microfitofagi si nutrono delle ife fungine che prelevano dalle micorrizze e dai ciuffi di micelio del carporo. I loro cataboliti (ricchi di ife fungine non ben digerite) sono fonte di nutrimento per i lombrichi (anellidi) e le ife nutrizionali delle specie fungine (Callot et al., 1999), le cui spore a loro

volta vengono inoculate nelle *pellets* fecali della mesofauna, avvolte in complessi organici ed organo-minerali (Lavelle et al., 2001; Stepel, 1994), permettendo un'accelerazione enorme nei tassi di crescita e sviluppo delle ife fungine.

La **macrofauna** comprende individui che misurano più di 2 mm; include tra gli altri anellidi lombricidi, molluschi gasteropodi, isopodi, aracnidi, opilioni, chilopodi (centopiedi), diplopodi (millepiedi) e, tra gli insetti, principalmente larve ed adulti di coleotteri, larve di ditteri, termiti e formiche. Questi organismi contribuiscono in varia misura alla decomposizione e al rimescolamento orizzontale e verticale della materia organica di origine animale, vegetale e fungina (Lavelle et al., 2001; Menta, 2008).

Assumono particolare rilievo le funzioni svolte dai lombrichi che, nutrendosi di frammenti organici, di escrementi di acari e di collemboli e di particelle minerali, producono cataboliti di circa 1 mm di grandezza, avvolti da un materiale mucoso di provenienza intestinale (Lavelle et al., 2001; Lavelle, 1997), che vengono facilmente e velocemente colonizzati dalle ife nutrizionali delle specie fungine, che trovano particolare giovamento dall'areazione prodotta tramite le gallerie scavate, fino a 2,5 m di profondità, dai lombrichi stessi. Anche le formiche provvedono all'areazione del suolo con gallerie scavate fino a 70-80 cm, ma la loro funzione principale è legata al rimescolamento dei materiali degli strati inferiori estrusi verso l'esterno durante la fase di scavo delle gallerie, annullando gli effetti negativi del dilavamento dell'acqua piovana sulle sostanze nutritive (Granetti et al., 2005).

2.4.2 I Funghi come indicatori

2.4.2.1 Funghi indicatori di particolari caratteristiche del suolo

I funghi sono entrati a far parte di quel gruppo di organismi che assumono il ruolo di bioindicatori di un dato ecosistema. In particolare, va sottolineato il grosso contributo offerto dalle sperimentazioni condotte negli ultimi quarant'anni sulle specie di tartufi pregiati (specie ectomicorriziche) per giungere ad una coltivazione artificiale corretta e produttiva.

Le analisi sulle caratteristiche del suolo (profili; granulometria; pH; contenuto in sali minerali, compresi i microelementi; componente organica; macro e micro porosità) hanno fornito una base di

dati che sta contribuendo a fare luce sul complesso rapporto pedo-micologico.

Indagini basate sullo studio ecologico in ecosistemi artificiali hanno evidenziato come alcuni funghi possano essere identificati come indicatori di foreste naturali inalterate e del livello di decomposizione dei tronchi (Holmer, 1997), tuttavia secondo questi autori gli studi delle successioni micotiche dovrebbero prendere in considerazione tutto il micelio e non solo i corpi fruttiferi, che costituiscono una parte minore nel corpo vegetativo di un fungo.

In generale i funghi epigei ed ipogei e gli altri microrganismi che colonizzano lo strato umico del suolo per le loro peculiarità tendono a preferire substrati acidi o a reazione subalcalina, oppure ad essere resistenti a stress termici o idrici. Non a caso la tassonomia microbica raggruppa i microrganismi in gruppi che ne rappresentano le caratteristiche peculiari come ad esempio termofili, criofili, alcalofili, a seconda che sopravvivano a temperature molto elevate, o colonizzino ambienti prossimi alle nevi eterne o prevalgano nei terreni con reazione a pH subalcalino.

Per quanto riguarda i funghi è noto che essi prediligano per la loro crescita suoli con un gradiente di pH che varia dal subacido al subalcalino, con la preferenza (per molte specie) per valori vicino a 7.

Studi condotti in diversi ambienti boscati, in merito al pH dei suoli naturali, hanno evidenziato un gradiente che varia da 4.8 a 8 con un valore ottimale fissato a 7.2 a cui corrispondono boschi con una copertura vegetale in ottima salute senza perdita di rami e/o foglie. Sul pH di questi terreni boschivi influisce la maggiore o minore quantità di alberi ad ettaro e la tipologia della copertura vegetale del suolo (Bersan, com. pers., 2002).

Le ricerche condotte sulle caratteristiche ecologiche dei funghi ipogei, ed in particolare sulle varietà pregiate di *Tuber* con lo scopo di ampliare le conoscenze e migliorarne la coltivazione, hanno messo in evidenza valori di pH del suolo che variano da 7 a 8.3 a seconda delle specie studiate (Granetti, 1994).

In generale, gli ascocarpi di *Tuber* hanno una crescita agevolata quando le loro ife nutrizionali vivono in un microambiente con un pH ottimale di 6.0 mentre il resto dell'ectomicorrizza trova giovamento e sviluppo a valori di pH da sub-alcalini a alcalini (da 7 ad oltre 8) (Granetti et al., 2005).

Numerose ricerche condotte in stazioni naturali di *Tuber* hanno evidenziato le seguenti caratteristiche per le diverse specie:

1. *T. melanosporum* Vittad. (figura 12) preferisce in genere terreni molto ricchi di scheletro con la restante parte costituita da terra fine (tessitura limoso-sabbiosa). Il pH è molto uniforme e

presenta un valore medio di 8.0 ± 0.4 (estremi 7.05 e 8.25). La maggior parte dei terreni studiati in tre regioni dell'Italia centrale presenta un pH prossimo ad 8, e uno scheletro medio pari al 52% in Abruzzo; al 54% nel Lazio e ancora al 52% in Umbria (Bencivenga et al., 1990).



Figura 12. *Tuber melanosporum* Vitt. (Tartufo nero pregiato di Norcia) (Foto: Archivio AMB – CSM).

2. *T. aestivum* Vittad. (figura 13); in media, il suolo è profondo 19 cm con uno scheletro del 20% costituito da calcare e

il restante 80% di terra fine (16% sabbia, 56% limo e 28% argilla). Il pH è 7.7 di media (Bencivenga et al., 1996).



Figura 13. *Tuber aestivum* Vitt. (Tartufo estivo o scorzone) (Foto: Archivio AMB – CSM),

3. *T. aestivum* Vittad. f. *uncinatum* (Chatin) Montecchi & Borelli¹; in media, il suolo è profondo 28 cm, con uno scheletro del 10% costituito da calcare ed il restante

90% di terra fine (28% sabbia, 56% limo e 47% argilla). Il pH varia da 7.0 a 7.8 al variare della quantità di sostanza organica (Bencivenga et al., 1996).

¹Questa entità tassonomica risulta citata come varietà (descritta nel 1998 da Ian R. Hall, Peter Buchanan, Yun Wang e Anthony L. J. Cole) e così inserita (RecordID=318194) nella banca dati del Commonwealth Agricultural Bureaux International (CABI) nota come “Index Fungorum” (<http://www.indexfungorum.org>). Dopo opportune valutazioni, noi preferiamo classificare questa entità come “forma” così come indicato da Montecchi & Borelli nel 1995 e riportata in (Montecchi et al., 2000).

4. *T. mesentericum* Vittad.; in media, il suolo è profondo oltre 30 cm, soffice o costipato, come nei riporti dei tagli strada ove si accumula il brecciamme calcareo con pH a reazione neutra o sub-alcalina (Palenzona et al., 1976). Altri studi condotti in Irpinia (Campania) hanno evidenziato un suolo limoso-sabbioso con modesta percentuale di scheletro e modesta percentuale di calcare, che assicura

quasi sempre un pH vicino alla neutralità (7.07); in alcuni casi, il pH scende a valori subacidi (Bencivenga et al., 1996).

5. *T. magnatum* Pico (figura 14); suolo profondo, povero di scheletro e ricco di limo e argilla che complessivamente raggiungono il 68.4%. I valori del pH sono prossimi ad 8 e sono poco variabili (Bencivenga et al., 1988).



Figura 14. *Tuber magnatum* Pico (Tartufo bianco pregiato di Alba) (Foto: Archivio AMB – CSM).

6. *T. borchii* Vittad.; suolo con valori medi dello scheletro di 31.7%; la restante parte è costituita mediamente da sabbia 66.3%, limo 23.2%, argilla 13.2%. Il pH varia da 7.5 a 8.0 con valori medi di 7.6 (Giovagnotti et al., 1999).

2.4.2.2 Funghi indicatori di processi di degrado già in corso

Alcune specie fungine, con la semplice presenza e quantità dei propri basidiomi, indicano uno squilibrio ecosistemico in corso e possono predire con un certo anticipo forme di degrado altrimenti rilevabili. Una specie fungina presente sui resti legnosi e indicatrice di notevoli quantità di sostanze azotate nella lettiera è *Megacollybia platyphylla* (Pers.) Kotl. & Pouzar che, per la caratteristica intrinseca di agire su superfici molto vaste con i propri cordoni miceliari e di produrre i basidiomi direttamente su questi ultimi (figura 15), è da considerarsi un buon indicatore di processi di degrado boschivo già in corso.

In questi casi, la vasta gamma genetica e funzionale delle specie fungine fornisce una lista numerosa di

specie indicatrici di una grossa sofferenza degli ecosistemi dovuta ad eccessi di biomassa morta (necromassa). Citiamo tra le altre *Cerrena unicolor* (Bull. : Fr.) Murr., *Corioloopsis gallica* Fr. e *Trametes trogii* Berk., che preannunciano con i propri sporofori l'ingresso nella catena trofica di *Megacollybia platyphylla* (Pers. : Fr.) Kotlaba & Pouzar (Bersan, com. pers., 2002).

Anche *Clitocybe phaeophthalma* (Pers.) Kuyper è una specie indicatrice di eccessiva quantità di sostanze azotate nella lettiera, ma a differenza di *Megacollybia platyphylla* ha un'azione puntiforme, per cui la sua presenza va valutata ogni volta a seconda dei casi. Ad esempio, un accumulo di lettiera in una località con ristagno idrico e bassa ventilazione, correlato ad un certo numero di basidiomi di *C. phaeophthalma*, potrebbe indicare un processo di deperimento in corso delle piante nell'area circoscritta dai basidiomi, in quanto l'eccesso di biomassa morta inibisce i processi di riciclo legati ad altre specie di funghi (Bersan, com. pers., 2002).



Figura 15. Rizomorfi di *Megacollybia platyphylla* (Pers.: Fr.) Kotl. & Pouzar, con evidenziati i corpi fruttiferi in sviluppo (Foto: C. Siniscalco).

Altre specie dei gasteromiceti epigei (Sarasini, 2005), appartenenti a diverse famiglie (*Phallaceae* Corda, *Lycoperdaceae* Corda, *Clathraceae* E. Fisch.) sono indicatrici di processi di degrado già in

corso: ad esempio, *Mutinus caninus* (Huds. : Pers.) Fr., *Lycoperdon pyriforme* Schaeff. : Pers., *Clathrus ruber* Micheli : Pers. (figura 16) (Bersan, com. pers., 2002).



Figura 16. *Clathrus ruber* P. Micheli ex Pers. (Foto: C. Siniscalco).

2.4.2.3 Funghi indicatori di futuri processi di degrado

Si tratta di specie che, nutrendosi dei prodotti di scarto di altre specie fungine con funzione di degradatori primari, indicano con la presenza dei loro basidiomi un'alterazione dell'ecosistema che percepiremo solo dopo molto tempo, cioè quando fruttificheranno i degradatori primari che hanno un ciclo molto lungo. Per caratteristiche legate al loro ciclo biologico, hanno questa funzione indicatrice alcune specie del genere *Mycena* (Pers.) Roussel

(Robich, 2003): *Mycena rosea* (Schumac.) Gramberg; *Mycena pura* (Pers. : Fr.) P. Kumm.; *Mycena pelianthina* (Fr.) Quél.; *Mycena galericulata* (Scop. : Fr.) Gray; *Prunulus niveipes* Murril [Sin. *Mycena niveipes* (Murrill) Murrill]; *Mycena polygramma* (Bull. : Fr.) Gray; *Mycena amicta* (Fr.) Quél.; *Mycena flavoalba* (Fr.) Quél. La *Mycena rosea* è risultata essere un ottimo indicatore di attività di degradazione dovute ad agenti fungini primari (figura 17) (Bersan, com. pers., 2002).



Figura 17. *Mycena rosea* (Schumac.) Gramberg (Foto: Archivio AMB – CSM).

2.4.2.3 Funghi come indicatori di diversità di habitat

Molto importanti per la conoscenza e conservazione degli ecosistemi sono gli indicatori di diversità biologica in termini di ricchezza e abbondanza di popolazione. Anche i funghi, quindi, possono essere utilizzati nello studio e nel monitoraggio della biodiversità di un ecosistema o di un ambiente (Benedetti et al., 2006).

Sulla componente micologica sono stati avviati studi specifici presso APAT (oggi ISPRA) a partire dal 2003 con l'acquisizione di banche dati, in particolare tramite una convenzione con l'Associazione Micologica Bresadola, Centro Studi Micologici (AMB. - CSM), che ha permesso di realizzare un primo abbinamento delle specie fungine nazionali agli habitat definiti secondo la nomenclatura CORINE Biotopes e Natura 2000 (Siniscalco, 2008; 2009). Come esempio, si può citare l'analisi preliminare condotta su alcuni habitat di importanza europea che ha permesso di estrapolare alcune specie guida per gli ambienti dunali (Bianco et al., 2009). Sulla base dei dati nazionali disponibili, sono stati creati degli elenchi di specie per ciascun habitat in base alla frequenza delle segnalazioni. Le specie caratteristiche e differenziali sono quelle che emergono dal confronto con altri habitat in base a frequenza e presenza; le specie frequenti sono quelle con elevato numero di segnalazioni, ma presenti anche in altri habitat. Tali specie (n = 177) rappresentano un primo campionario di elementi di pregio ecologico e di indicatori di qualità ambientale (Bianco et al., 2009).

2.4.2.4 Le caratteristiche trofiche dei funghi come funzione chiave dei processi legati alla fertilità del suolo

I funghi stanno guadagnando sempre più un ruolo principale nel monitoraggio della qualità del territorio grazie alle loro specializzate attività trofiche che ne garantiscono la presenza in tutti gli habitat terrestri.

I funghi, insieme ai batteri e ad altri microrganismi, provvedono alla degradazione catabolica della sostanza organica fino ad ottenere molecole semplici sotto forma di acqua, anidride carbonica e sali minerali, ed alla sintesi metabolica di complesse molecole organiche e organico-minerali che partecipano alla formazione dell'humus (Zanella et al., 2001).

I funghi e i microrganismi rappresentano dunque una componente di fondamentale importanza per la fertilità del suolo e svolgono un ruolo insostituibile, in mancanza del quale il suolo rappresenterebbe semplicemente un inerte supporto meccanico.

Recenti osservazioni (Papetti, com. pers.) sembrano avvalorare l'ipotesi che nei prati di montagna la presenza di corpi fruttiferi di *Hygrophoraceae* (simbionti delle graminacee) sia limitata dall'eccesso di sostanze azotate di origine minerale e organica. La diminuzione degli apporti nutritivi antropici sembra comunque permettere il ripristino delle condizioni originarie, probabilmente perché il micelio responsabile dell'attività micorrizica, in questo caso, non risente in maniera permanente dell'inquinamento azotato del suolo.

2.4.2.5 I funghi micorrizici come indicatori della salute delle piante

Le ectomicorrize, oltre a costituire una barriera fisica alla penetrazione di parassiti nell'apice e a modificare qualitativamente e quantitativamente i metaboliti vegetali emessi nella rizosfera, generalmente producono anche dei composti antibiotici che rappresentano una barriera tossica nei confronti di molti microrganismi del terreno (Montecchio, 2008). La conoscenza di questi prodotti del metabolismo micorrizogeno e dei loro meccanismi d'azione forniscono numerose chiavi di bioindicazione tenuto conto che l'apparato radicale di una pianta forestale adulta, normalmente, può essere micorrizzato contemporaneamente da 30 a 50 specie fungine diverse; ciascuna in grado di esprimere al meglio le proprie potenzialità soltanto in determinate condizioni ecologiche, fenologiche, pedologiche, microclimatiche (Koide et al., 2000).

Queste nuove risorse nelle bioindicazione permettono di affermare con certezza che micorrize in piena attività con produzione di corpi fruttiferi permettono di monitorare anche i loro benefici effetti sulle piante ospiti per cui, ad esempio, *Rhizopogon vinicolor* A. H Sm. conferisce maggiore resistenza alla siccità a plantule di *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel.) Franco, mentre *Laccaria laccata* (Scop.) Cooke mostra maggiore resilienza rispetto ad *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quélet (figura 18) mantenendosi vitale molto più a lungo sulle radici delle stesse plantule tagliate (Parke et al., 1983). *H. crustuliniforme* mostra una maggiore efficacia nel mobilizzare azoto da sostanze proteiche in *Betula pendula* Roth rispetto ad *Amanita muscaria* (L.) Lam. (figura 19) e a *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. (Abuzinadah et al., 1989).



Figura 18. *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quélet. (Foto: Archivio AMB – CSM).



Figura 19. *Amanita muscaria* (L. : Fr.) Hooker. (Foto: Archivio AMB – CSM).

Le comunità micorriziche presentano una grande complessità e l'elevato numero di fattori diversi influenza in vario modo le loro dinamiche di azione per cui non è possibile parlare di un singolo effetto micorrizico, ma di più effetti associati. Come esempio si può citare una sindrome molto complessa che viene riportata con il termine generico di "deperimento". Negli ultimi anni esso viene interpretato e valutato con criteri diversi grazie agli studi compiuti sulle comunità micorriziche. Molte ricerche hanno dimostrato che le radici assorbenti di alberi deperenti spesso mostrano significative variazioni nella composizione della comunità micorrizica (Blaschke, 1994; Causin et al., 1996; Mosca et al., 2007). Spesso i sintomi di deperimento sono stati osservati con maggiore intensità in condizioni di prolungata carenza idrica o di salinità dell'acqua di falda, dimostrando che tali fattori ambientali possano più di altri assumere un ruolo importante nel predisporre il deperimento dei genotipi vegetali meno resistenti (Schütt et al., 1985; Shi et al., 2002; Manion et al., 1992). In questi casi è stato osservato che la frequenza di alcune ectomicorrize è associata alla salute delle piante dimostrando la possibilità di caratterizzare anche a livello preventivo la presenza e l'intensità del deperimento mediante parametri ipogei oggettivi. È stato osservato, infatti, che l'albero deperisce gradualmente perdendo progressivamente la capacità di selezionare i simbionti micorrizici più efficienti, lasciando che essi vengano sostituiti da altri più adatti alle mutate condizioni ambientali. La frequenza relativa della comunità delle ectomicorrize più frequenti varia significativamente tra le piante sane e quelle poco e/o molto deperenti permettendo di identificare tale comunità come un valido bioindicatore della presenza e del grado di deperimento (Lilleskov et al., 2001; Loreau et al., 2001).

2.4.2.6 La presenza di metalli pesanti nei funghi: un possibile nuovo strumento per la bioindicazione dei suoli

La capacità degli esseri viventi di scambiarsi elementi e sostanze dà vita ad un ciclo ecologico che si svolgerà fino a quando l'energia del sole sarà disponibile, a condizione che non subentrino fattori di disturbo di intensità superiore alle capacità omeostatiche degli ecosistemi. La presenza dell'uomo sulla Terra ha ancor più modificato i cicli naturali della materia manipolando artificialmente gli elementi chimici e disperdendo nel-

l'ambiente sostanze sintetiche estranee alla vita (xenobiotiche), che sono entrate nel ciclo metabolico degli organismi (Ravera, 1981). Da un'inchiesta condotta dall'*American Chemical Registry* risulta che sono presenti sul mercato oltre quattordici milioni di sostanze chimiche diverse e che ogni settimana il loro numero aumenta di diecimila nuove unità. La grande maggioranza di queste sostanze chimiche è stata ed è ancora oggi rilasciata nell'ambiente interferendo con gli equilibri degli ecosistemi terrestri (Sequi, 1981; Siniscalco et al., 2002). Per lungo tempo si è ritenuto che il suolo avesse la capacità di trattenere le sostanze inquinanti tamponandone gli effetti in tempi brevi. Si è quindi prestata sempre più attenzione a quei comparti ambientali come l'aria o le risorse idriche superficiali dove, gli effetti dell'inquinamento antropico si ripercuotono sull'ambiente con maggiore immediatezza. La capacità del suolo di accumulare le sostanze inquinanti può effettivamente impedire l'immediata contaminazione di altri comparti ambientali ma può anche, determinare un improvviso rilascio degli inquinanti una volta raggiunto il limite di ritenzione (Gallini, 2002).

Il micelio nel suolo è a diretto contatto con l'ambiente esterno ed è in grado di assorbire ed accumulare ioni pesanti, che possono essere trasferiti all'interno della cellula. Questa fenomenologia si presenta in maniera differenziata a seconda delle varie famiglie e specie fungine. Numerosi sono gli studi compiuti negli ultimi venti anni, particolarmente in Europa, sulla determinazione dei metalli pesanti nei funghi e i risultati ottenuti evidenziano comportamenti eterogenei tra specie e specie (Siniscalco et al., 2001). Molti sono i metalli che, presenti in tracce sulla superficie terrestre, sono essenziali per la crescita e la riproduzione dei microrganismi. Diverse concentrazioni di metalli pesanti nel suolo influenzano la composizione della comunità fungina presente nella lettiera e nel suolo (Onofri et al., 1999). Nell'ultimo decennio è andato sempre più maturando il convincimento che i risultati di questi studi necessitino di un affinamento nella loro analisi per addivenire alla creazione di un termine di confronto che prenda il nome di "fungo di riferimento" (*reference mushroom*) (Cocchi et al., 2006). Quando quest'ultimo sarà messo a punto per ogni specie, grazie all'ampiezza della composizione del campione di base, i funghi di riferimento di ciascuna specie potrebbero aiutare a far luce sulla funzionalità fisiologica che le

concentrazioni degli elementi chimici nei funghi hanno sulla bioindicazione, sulle valutazioni tassonomiche e non meno importante, sulla stima dei metalli pesanti che vengono assunti tramite l'alimentazione, sia dall'uomo, sia dagli altri esseri viventi (Cocchi, 2009).

I funghi di riferimento costituiranno probabilmente uno degli strumenti più validi per la valutazione della biodiversità del suolo e degli ecosistemi ad esso collegati (Petrini et al., 2009).

Dal punto di vista funzionale il complesso costituito dalle emanazioni ifali delle micorrizze ectotrofiche e la relativa micoclena mobilizza minerali a partire da proteine e protegge l'apice dall'effetto tossico di inquinanti presenti nel suolo compresi i metalli pesanti in concentrazioni non micotossiche (Rousseau et al., 1994). I metalli pesanti assorbiti possono non solo inibire la crescita fungina ma anche causare cambiamenti morfologici e fisiologici. La loro azione tossica sembra essere essenzialmente esercitata sugli enzimi. L'inibizione può dipendere dal fatto che vengono mascherati gruppi cataliticamente attivi, dalla denaturazione di proteine, dalla modificazione della conformazione sterica o dall'attivazione di altri siti coinvolti nella formazione di complessi enzima-substrato, che entrano in competizione con quelli normalmente presenti. Queste azioni tossiche variano da specie a specie e dipendono dalla concentrazione dei metalli e dal tempo di esposizione (Onofri et al., 1999; Tyler et al., 1989).

2.4.2.7 I funghi micorrizici come indicatori della qualità e della salute del complesso pianta-suolo

Nelle simbiosi micorriziche gli scambi nutrizionali manifestano il loro effetto positivo sul metabolismo di entrambi i partner. L'efficienza di tali associazioni varia secondo una serie di interazioni dinamiche che coinvolgono non solo la pianta e il fungo, ma anche i fattori ambientali e pedologici e rapporti che si stabiliscono fra queste variabili (Montecchio, 2008).

I funghi micorrizici possono essere utilizzati come indicatori della qualità del suolo, perché svolgono funzioni chiave. L'individuazione di marcatori metabolici monitorabili con facilità rende possibile l'osservazione e la valutazione dei cambiamenti che possono intervenire nella funzionalità dell'ambiente suolo.

A tal proposito un buon esempio è rappresentato dalla glomalina, una glicoproteina idrofobica prodotta dai funghi micorrizici arbuscolari (AM) (Wright et al., 1996), simbiotici pressoché

ubiquitari delle radici delle maggior parte delle piante terrestri, che si accumula nel suolo sotto forma di una sostanza proteica denominata *Glomalin Related Soil Protein* (GRSP). La GRSP è un marcatore, facilmente misurabile, dell'attività a medio-lungo termine dei funghi AM. È stato dimostrato che tale marcatore è sensibile non solo a cambiamenti ambientali quali l'aumento di CO₂ atmosferica (Rillig et al., 2000) e a diversi sistemi di uso e gestione del suolo (Bedini et al., 2007), ma è anche risultato essere ottimamente correlato con la stabilità degli aggregati di particelle del suolo (Bedini et al., 2009), importante parametro di funzionalità del suolo stesso.

2.4.2.8 I funghi e la salute del complesso pianta-suolo

È comunque piuttosto difficile utilizzare i valori forniti dai parametri microbiologici e micologici poiché i microrganismi del suolo e i funghi della lettiera reagiscono molto rapidamente anche a variazioni stagionali e si adattano alle diverse necessità ambientali. Perciò diventa problematico distinguere fluttuazioni naturali da alterazioni causate da attività antropiche, specialmente quando il dato viene determinato sprovvisto di controllo, come nei sistemi naturali.

Diversi autori hanno proposto soluzioni per questo problema. Brookes (1994), ad esempio, afferma che nessun parametro può essere utilizzato da solo, bensì deve essere considerato unitamente ad altri parametri correlati in modo da creare un "controllo interno", come nel caso del carbonio della biomassa microbica e carbonio organico totale del suolo. Quando i suoli presentano variazioni significative rispetto a ciò che è considerato il valore normale ($C_{\text{biomassa}} / C_{\text{organico totale del suolo}}$) in un particolare sistema di gestione del suolo, clima e tipo di suolo, tale valore diventa un indicatore del cambiamento nelle funzioni dell'ecosistema suolo. Vi è infatti una relazione quasi lineare tra queste due variabili, anche se si possono trovare rilevanti discrepanze tra suoli con diverse caratteristiche fisiche o suoli gestiti in modo diverso (Bloem et al., 2006).

Molti studi sono stati condotti sulla possibilità di utilizzare i parametri microbiologici e biochimici del suolo per caratterizzare la diversità microbica sia in termini genetici che funzionali. Innanzi tutto, si definisce la presenza di vita microbica nel suolo ed il suo ordine di grandezza; quindi è di fondamentale importanza capire quanto la popolazione vivente sia attiva e quali funzioni svolga;

infine, sarà importante caratterizzare la struttura della comunità microbica e di quella micologica e le relazioni che esse instaurano con la pianta (ISPRA, 2009).

Metodologie microbiologiche e biochimiche acclerate sono ormai in grado di fornire le indicazioni necessarie sui suoli. Recentemente Bloem (Bloem *et al.*, 2006) ha proposto quattro gruppi a seconda del tipo di informazione che da essi si può acquisire:

- **I. Misura della biomassa e carica microbica:** include tutti i metodi capaci di definire il peso ed il numero dei microrganismi del suolo, sia come carica totale che come gruppi fisiologici o nutrizionali, come ad esempio la conta su piastra, la microscopia colorimetrica, metodi biochimici in grado di fornire informazioni sulle popolazioni attive; a questi va associato lo studio delle micorrize legato alla mappatura e al censimento dei corpi fruttiferi dei macromiceti.
- **II. Misura dell'attività microbica:** include tutti i metodi biochimici che danno informazioni sui processi metabolici della comunità microbica, sia nella sua totalità che in gruppi funzionali. I metodi biochimici si possono dividere in due sottogruppi: il primo include i metodi che contano le popolazioni attive nella loro totalità e che, a seconda del risultato e del tipo di informazione che forniscono, rientrano nel primo gruppo di metodi menzionati riguardanti peso e numero. Il secondo sottogruppo contiene metodi capaci di definire l'attività in corso e l'attività potenziale di singoli organismi o gruppi metabolici, ad esempio test respirometrici, azoto mineralizzabile ecc. Inoltre ci sono altre metodologie in grado di stabilire l'attività potenziale massima raggiungibile con substrati specifici (Benedetti, 2004).
- **III. Diversità microbica e struttura della comunità:** include i più aggiornati metodi di acquisizione di dati ecologici e molecolari. Per tradizione le analisi della comunità microbica del suolo sono state effettuate con tecniche colturali, tuttavia solo una piccola frazione (<1%) della comunità microbica del suolo è stata

caratterizzata con questo approccio. Sono attualmente disponibili diversi metodi per lo studio delle comunità microbiche del suolo. L'uso di tecniche molecolari continua a fornire nuove conoscenze sulla distribuzione e sulla diversità degli organismi negli *habitat* del suolo. Tra questi metodi i più utili sono quelli nei quali piccole subunità di geni per l'rRNA sono amplificate dagli acidi nucleici estratti dal suolo. Con queste tecniche è possibile caratterizzare e studiare i microrganismi del suolo che attualmente non si possono coltivare. I geni ribosomali microbici possono essere individuati direttamente da campioni di suolo e sequenziati. Queste sequenze possono quindi essere confrontate con quelle di altri microrganismi noti. Inoltre si possono costruire sonde oligonucleotidiche, specifiche per taxa o gruppi a partire proprio da queste sequenze, rendendo possibile la visualizzazione dei microrganismi del suolo direttamente nel loro *habitat*.

- **IV. Interazioni pianta-microrganismi:** si fonda sul principio che la rizosfera viene riconosciuta come zona di influenza di tutte le radici sui biota e sul suolo circostante. Molti degli studi danno una descrizione ecofisiologica della regione in cui avvengono tali interazioni. I principali aspetti studiati riguardano l'influenza dei nutrienti sulle piante, compresi quelli mediati da microrganismi liberi e da simbionti (ecto ed endomicorrizici) come pure gli efflussi della fotosintesi come i prodotti della deposizione rizosferica che forniscono i substrati per i biota associati.

2.4.3 Conclusioni

In conclusione gli indicatori biologici del suolo rappresentano uno strumento sintetico e relativamente economico per lo studio di un sistema così complesso e delle molteplici funzioni che in esso si svolgono e che spaziano dalla nutrizione delle piante alla conservazione della fertilità, alla degradazione e filtro delle sostanze xenobiotiche ed indesiderate.

Inoltre attraverso il loro uso è possibile effettuare misure di valutazione di impatto ambientale, di valutazione ambientale strategica, di valutazione

sull'efficacia di trattamenti di recupero, indicazioni sulla velocità di recupero delle funzioni di un sito sulla sua potenziale resilienza e resistenza a pressioni antropiche e naturali.

2.5 Il fungo di riferimento: uno strumento utile alla definizione delle capacità di bioindicazione dei funghi superiori

2.5.1 Introduzione

La prima esigenza che si è presentata, per poter interpretare e valutare il significato della presenza degli elementi chimici, metalli pesanti in particolare, nei funghi superiori, è stata quella di avere un termine di confronto, assente nella letteratura scientifica. Il Regno dei *Fungi* è molto complesso e conta più specie dei Regni Animale e Vegetale; si stima che le specie fungine ancora non conosciute possano essere centinaia di migliaia (*Hawksworth, 1991*). I funghi costituiscono dunque uno dei componenti più significativi della biodiversità e le potenzialità scientifiche dello sviluppo degli studi su questi esseri viventi sono moltissime. Anche considerazioni di questo tipo ci hanno spinto ad approfondire il nostro lavoro nel tentativo di individuare per i funghi un termine di confronto, il “fungo di riferimento” (reference mushroom; *Cocchi et al., 2006*). Il metabolismo di questi esseri viventi, però, è ancora ben lontano dall'essere completamente conosciuto e quindi è difficile trovare in natura un campione che si possa definire, in riferimento alle concentrazioni degli elementi chimici, “bianco”. Le variabili in gioco nella problematica posta sono numerose, come stanno a dimostrare le alte deviazioni standard (in accordo con i dati di tutti gli altri autori) delle misure delle concentrazioni di quasi tutti gli elementi chimici (naturalmente le poche eccezioni assumono per noi una particolare importanza) e non sono tutte note. In questa situazione diventa essenziale il ruolo dell'analisi statistica.

Lo spunto per la proposta di definizione del “fungo di riferimento” (“reference mushroom”) ci è venuto dalla lettura dell'articolo di Markert (*1992*). Per entrare subito in argomento riportiamo parti del sommario del suddetto articolo: “*Two thirds of naturally occurring chemical elements in eco-*

systems are not investigated since they are viewed as nonessential or nontoxic to biota. In view of the important role plants play in most ecosystems, their inorganic chemical characterization, according to modern instrumental multi-elements techniques, the establishment of a “Reference plant”, comparable to the “Reference man” by the International Commission on Radiological Protection (ICRP), can be a useful tool for this type of chemical “fingerprinting”...In the future, more attention should focus on establishing baseline values for “normal” elemental concentrations in ecosystem components...”

Ci è venuto allora spontanea l'idea di estendere anche ai macromiceti lo stesso concetto, sulla base della raggiunta stabilità statistica del nostro database (*Cocchi et al., 2006*) che tuttavia, contenendo dati solo per ascomiceti e basidiomiceti, consente di definire un “reference mushroom” di prima approssimazione; l'obiettivo successivo è quello di affinare l'analisi (e perciò di accumulare ancora dati per le specie per le quali sarà necessario) per arrivare a definire il “reference mushroom” dei diversi taxa, fino alla specie.

In sintesi il concetto di “fungo di riferimento” ci serve per capire se le concentrazioni degli elementi chimici nei funghi superiori possono avere un ruolo nel definire possibilità di:

- Bioindicazione.
- Valutazioni tassonomiche.
- Stima dell'assunzione di metalli pesanti dal consumo delle diverse specie fungine commestibili.

Occorre precisare che quando si parla di valutazioni tassonomiche si fa riferimento ad un paradigma di specie concettualmente diverso da quello morfologico (sia macro che micro) oggi in pratica esclusivo in micologia, ma già largamente e storicamente superato. In effetti nei regni animale e vegetale il concetto di specie è essenzialmente biologico e storicamente basato sulla filogenetica, potendo più recentemente contare anche sulle più recenti tecniche di analisi del DNA. Questi metodi si stanno ora vieppiù applicando anche al regno dei *Fungi* e il concetto di specie cui intendiamo fare riferimento con le nostre valutazioni è analogo a quello di specie “biologica”, in quanto le concentrazioni dei diversi elementi chimici presenti dipendono sicuramente dal metabolismo delle diverse specie. E' però evidente che sarebbe assurdo prescindere dalla sistematica e dalla

tassonomia utilizzate in micologia, essendo questo l'unico criterio attualmente disponibile per determinare i campioni fungini che abbiamo analizzato. Per questo le determinazioni sono state tutte controllate da esperti micologi dell'Associazione Micologica Bresadola (molti campioni provengono dai Comitati scientifici nazionali dell'AMB) e del Gruppo Micologico e Naturalistico "Renzo Franchi" di Reggio Emilia (AMB). Volendo fare una considerazione semplice ma non banale, il confronto e lo scambio di informazioni con altri ricercatori deve essere garantito dalla "certezza" che si stia ragionando di campioni della stessa specie (la sistematica e la tassonomia morfologica, anche sulla base delle regole del Codice Internazionale di Nomenclatura Botanica, lasciano ancora ampi margini di libertà nella denominazione di una specie e nell'uso delle sinonimie).

Ovviamente il "fungo di riferimento" è fortemente influenzato dall'ampiezza e dalla composizione del campione di base globale usato. Nonostante ciò, e con un campione ampio, l'uso di questo concetto ci permette di caratterizzare con una buona approssimazione il valore medio delle variabili sotto esame.

Il nostro lavoro ha mostrato che i macromiceti possono accumulare notevoli quantità di vari elementi chimici nei loro miceli. Alcuni autori hanno suggerito che la loro accumulazione potrebbe essere specifica per specie e generi, ma certamente la composizione del substrato può influenzarne la concentrazione nel micelio e quindi nei corpi fruttiferi. Nel corso di questo studio, durato più di 20 anni, abbiamo analizzato la distribuzione di oltre trenta elementi chimici in più di 9000 corpi fruttiferi di ascomiceti e basidiomiceti raccolti in Italia e, in minor quantità, in altre regioni europee. I dati raccolti sono presentati in questo lavoro, sia in forma estesa nell'appendice che in forma riassuntiva, nella tabella 2 al paragrafo 3.1.7. Questo tipo di presentazione dovrebbe permettere agli interessati di analizzare in dettaglio, eventualmente anche partendo dai dati grezzi inclusi nel CD allegato, le informazioni contenute nella banca dati.

2.5.2 Elaborazione del "fungo di riferimento": un esempio

Vogliamo esplicitare la procedura che abbiamo usato per definire il "nostro fungo di riferimento". Abbiamo individuato le specie per le quali

avevamo dati per almeno 20 campioni e, tra queste (circa 60), abbiamo scelto a caso alcune specie. In pratica abbiamo scritto su biglietti di carta i nomi delle 60 specie e abbiamo sorteggiato i biglietti fino a quando abbiamo ritenuto di avere un sufficiente numero di specie.

Questo è l'elenco delle specie sorteggiate, con l'indicazione, per ognuna di esse, della sigla che le rappresenta nel grafico della figura 20 e il numero di campioni analizzato:

- *Agaricus arvensis* Schaeff. : (AA). Nr. 58
- *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach: (AB). Nr. 43
- *Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc. : (AC). Nr. 37
- *Agaricus urinascens* (Jul. Schäff. & F. H. Møller) Singer [sin. *A. alberti* Bon; *A. macrosporus* (F.H. Møller & Jul. Schäff.) Pilát]: (AM). Nr. 51
- *Amanita caesarea* (Scop.) Pers. : (AI). Nr. 27
- *Amanita muscaria* (L.) Lam. : (AF). Nr. 197
- *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link: (AP). Nr. 24
- *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. : (AR). Nr. 26
- *Boletus edulis* Bull. : (BE). Nr. 115
- *Boletus luridus* Schaeff. : (BL). Nr. 37
- *Boletus pinophilus* Pilát & Dermek: (BP). Nr. 78
- *Calocybe gambosa* (Fr.) Donk: (CG). Nr. 20
- *Lycoperdon utriforme* Bull. [sin. *Calvatia utriformis* (Bull.) Jaap]: (CU). Nr. 49
- *Cantharellus cibarius* Fr. : (CC). Nr. 42
- *Craterellus lutescens* (Fr.) Fr. [sin. *Cantharellus lutescens* Fr.]: (CL). Nr. 39
- *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja [sin. *Clitocybe geotropa* (Bull.) Quél.]: (CA). Nr. 23

- *Entoloma saundersii* (Fr.) Sacc. : (ES). Nr. 41
- *Helvella crispa* (Scop.) Fr. : (HC). Nr. 29
- *Hydnum repandum* L.: (HR). Nr. 37
- *Marasmius oreades* (Bolton) Fr. : (MO). Nr. 66
- *Mitrophora semilibera* (DC.) Lév. [sin. *Morchella semilibera* DC.]: (MS). Nr. 27
- *Cortinarius caperatus* (Pers.) Fr. [sin. *Rozites caperatus* (Pers.) P. Karst.]: (RC). Nr. 52
- *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr. : (RA). Nr. 33
- *Russula vesca* Fr : (RV). Nr. 39
- *Boletus rubellus* Krombh. [sin. *Xerocomus rubellus* (Krombh.) Quél.]: (XR). Nr. 77
- *Boletus subtomentosus* L. [sin. *Xerocomus subtomentosus* (L.) Quél.]: (XS). Nr. 31

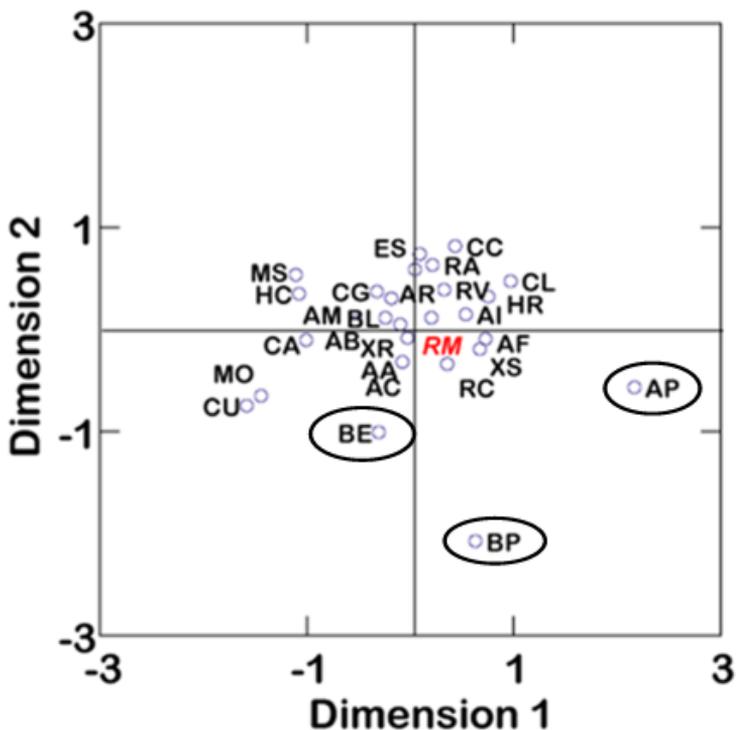


Figura 20. Risultati di un'analisi di "multidimensional scaling" applicato alle specie elencate nel testo precedente. Abbreviazioni: vedi testo. RM: Valori del fungo di riferimento calcolato (coefficiente di stress = 0,129).

Ai dati delle concentrazioni delle specie sorteggiate è stata applicata l'analisi statistica "multidimensional scaling" (ridimensionamento multidimensionale, che implica il passaggio da molti fattori a pochi fattori). La tecnica usata è una procedura che, al contrario di altre, non implica l'assunzione di particolari ipotesi matematiche sul

tipo di distribuzione dei dati (per es. linearità dei dati o normalità della distribuzione): si tratta perciò di una procedura molto generale e in pratica non soggetta a distorsioni matematiche rilevanti. Il coefficiente di stress della configurazione finale è un indice che misura la qualità della riduzione e ci indica se il modello che stiamo usando sia

applicabile ai dati campionati: varia da 0 (valore “ottimale” in senso pratico) a 1 (valore pessimo). Sono state calcolate, per ogni specie, due coordinate che hanno consentito di individuare un punto, caratteristico della specie, nel grafico bidimensionale della figura 20. La qualità della riduzione si considera normalmente buona quando il coefficiente di stress è minore di 0.2. Il punto che rappresenta il “reference mushroom” (RM) è stato calcolato su tutti i campioni usando i valori medi. Dalla figura 20 si osserva che il punto RM, come ci si aspetta, è molto vicino all’origine delle coordinate. Dal grafico si nota pure che i punti BE (*Boletus edulis*), BP (*Boletus pinophilus*), AP (*Amanita phalloides*) si discostano significativamente dal punto RM. Questo scostamento è caratterizzante le specie; si tratta allora di andare a vedere quali sono le cause che determinano queste posizioni reciproche. A questo scopo possiamo consultare le tabelle che presentano i valori specifici medi e i loro intervalli di confidenza riportate nel nostro lavoro. Da queste tabelle si evince che a determinare la “distanza” dal “reference mushroom” contribuiscono, per *A. phalloides*, le alte concentrazioni di cloro (Cl), per *B. edulis* e *B. pinophilus* (e, in minor misura, per *Agaricus bitorquis*) le alte concentrazioni di Se. In sintesi indichiamo, per alcune specie per le quali abbiamo svolto le stesse analisi statistiche, gli elementi caratterizzanti:

- *Mitrophora semilibera* (DC.) Lév. [sin. *Morchella semilibera* DC.] (MS): alti valori di alluminio (Al), bario (Ba), calcio (Ca), cobalto (Co), ferro (Fe), nichel (Ni), fosforo (P), stronzio (Sr).
- *Lycoperdonutriforme* Bull. [sin. *Calvatia utriformis* (Bull.) Jaap] (CU): alti valori di rame (Cu), potassio (K), piombo (Pb) (che questa specie, sempre raccolta in praterie di alta quota, presenti concentrazioni relativamente più elevate delle altre specie, è un aspetto da approfondire), zolfo (S), zinco (Zn).
- *Agaricus arvensis* Schaeff. (AA): alti valori di argento (Ag), cadmio (Cd), cobalto (Co), rame (Cu), fosforo (P);

- *Agaricus urinascens* (Jul. Schäff. & F. H. Møller) Singer [sin. *A. alberti* Bon; *A. macrosporus* (F. H. Møller & Jul. Schäff.) Pilát] (AM): alti valori di argento (Ag), cadmio (Cd), cobalto (Co), rame (Cu), fosforo (P).
- *Amanita muscaria* (L.) Lam. (AM): alti valori di vanadio (V), zirconio (Zr).
- *Boletus edulis* Bull. (BE): alti valori di mercurio (Hg), selenio (Se), zolfo (S) e bassi di potassio (K).
- *Boletus pinophilus* Pilát & Dermek (BP): alti valori di mercurio (Hg), selenio (Se), zolfo (S).

2.5.2.1 Procedure da seguire

La metodologia descritta precedentemente, di facile uso, può essere applicata a diversi tipi di dati, sia ecologici che tassonomici, avendo comunque cura di stabilire la struttura dei controlli volta per volta. In generale, la procedura da seguire consiste in:

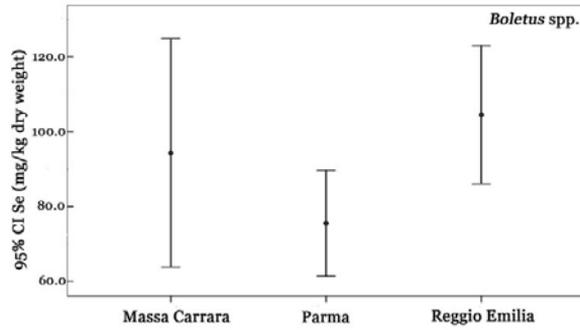
- Verificare che i dati facciano parte di un insieme “statisticamente stabile”.
- Usare in prima battuta dei metodi di statistica descrittiva/esploratoria (valore medio, mediana, intervalli di confidenza, massimo, minimo, deviazione standard).
- Se le statistiche descrittive indicano delle possibili differenze, si può passare a metodi di analisi multivariata. A questo scopo si possono usare sia i dati riassuntivi che i dati grezzi, a seconda dello scopo dell’analisi.

In seguito presentiamo un esempio concreto di come si possa procedere nell’analisi dei dati qui raccolti. I grafici presentati nelle figure 21, 22 e 24 corrispondono, in buona parte, a quelli riportati da Petrini *et al.* (2009).

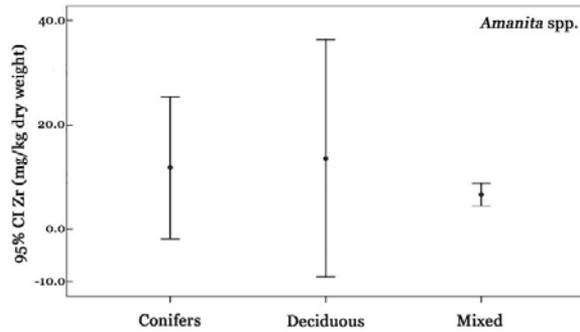
2.5.2.2 Analisi univariate

Controllo dell'omogeneità del campione:

- Per regione geografica.



- Per matrice o supporto.



- Per quota.

Quando gli intervalli di confidenza si sovrappongono, non si possono supporre differenze statisticamente significative tra i campioni.

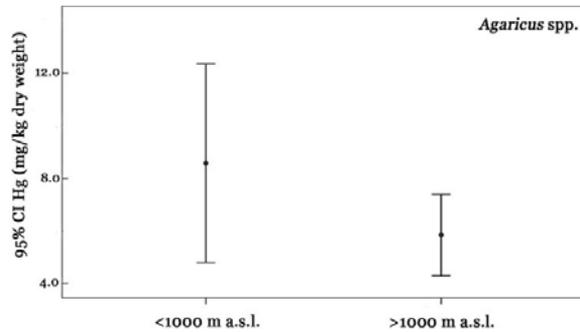


Figura 21. Analisi univariate: primo passo.

Secondo passo:

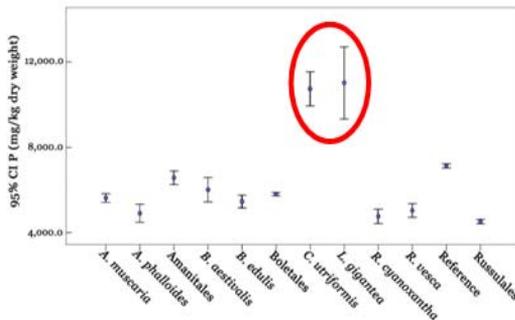
Scelta del fungo di riferimento (Reference)

Ad esempio, se vi fosse interesse a studiare *Amanitales*, *Boletales* e *Russulales*):

- Reference calcolato su tutti i campioni
- Reference per ordine *Amanitales*
- Reference per ordine *Boletales*
- Reference per ordine *Russulales*

Analisi esplorativa –
comparazione di gruppi:

Il contenuto di P in campioni di *Lycoperdon utriforme* Bull. [sin. *Calvatia utriformis* (Bull.) Jaap] e *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd [sin. *Langermannia gigantea* (Batsch) Rostk.] è molto più alto di quello degli altri campioni studiati.



Il contenuto di Pb in campioni di *Lycoperdon utriforme* Bull. [sin. *Calvatia utriformis* (Bull.) Jaap] è molto più alto di quello degli altri campioni studiati.

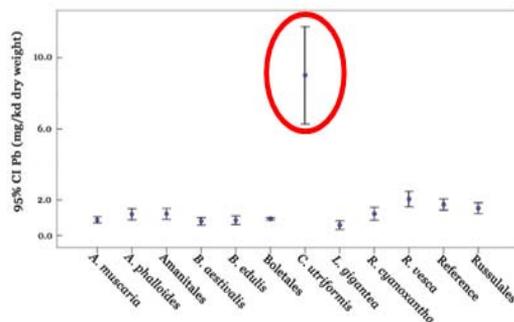


Figura 22. Analisi univariate: terzo passo.

Applicabilità ad altri campioni:

Il contenuto di Se in campioni del gruppo del *Boletus edulis* raccolti in Calabria e in provincia di Massa si differenzia da quelli raccolti in altre regioni italiane, europee ed extraeuropee.

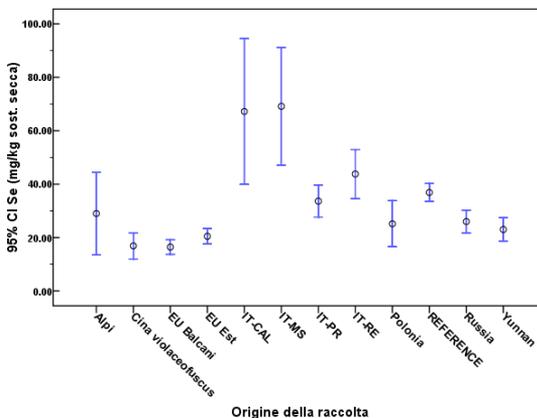


Figura 23. Analisi univariate: quarto passo.

2.5.2.3 Analisi multivariate

Esempio: classificazione di alcune specie di *Boletus*.

L'uso di MDS (figura 24) per classificare alcune specie di *Boletus* studiate anche da Vizzini *et al.*

(2008) usando il loro contenuto in alcuni elementi chimici ha prodotto dei risultati che sono in completo accordo con quelli prodotti con metodi di biologia molecolare (dettagli in *Petrini et al., 2009*).

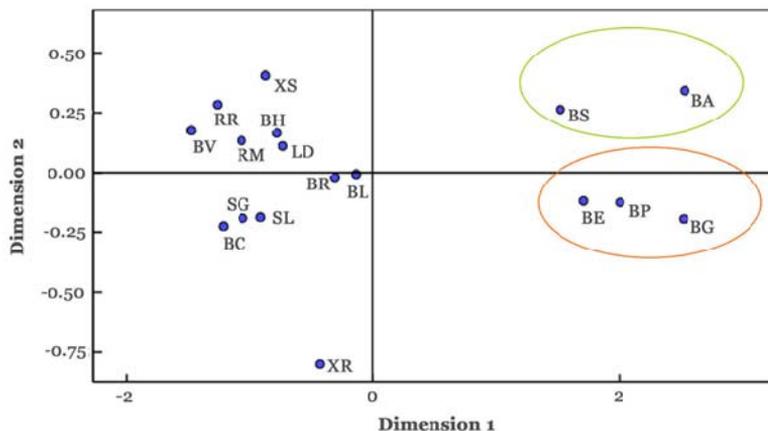


Figura 24. Risultato di una classificazione di alcune specie del genere *Boletus* usando MDS (*Petrini et al., 2009*). Stress della configurazione finale: <0,005.

Legenda: BA: *Boletus aereus* Bull.; BC: *Boletus calopus* Pers.; BE: *Boletus edulis* Bull.; BG: *Boletus edulis* Group; BH: *Boletus rhodopurpureus* Smotl.; BL: *Boletus luridus* Schaeff.; BP: *Boletus pinophilus* Pilát & Dermek; BR: ordine *Boletales*; BS: *Boletus reticulatus* Schaeff. [sin. *B. aestivalis* (Paulet) Fr.]; LD: *Leccinum duriusculum* (Schulzer ex Kalchbr.) Singer; RM: Reference Mushroom; RR: ordine *Russulales*; SG: *Suillus granulatus* (L.) Roussel; SL: *Suillus luteus* (L.) Roussel; XR: *Boletus rubellus* Krombh. [sin. *Xerocomus rubellus* (Krombh.) Quél.]; XS: *Boletus subtomentosus* L. [sin. *Xerocomus subtomentosus* (L.) Quél.]

2.5.3 Conclusioni

Il “fungo di riferimento” (*Cocchi et al., 2006*) può servire a rilevare differenze e anomalie nei campioni studiati ed è quindi utile per identificare variazioni in elementi chimici nel medesimo organismo in ecosistemi diversi. Il suo uso in progetti che includono aspetti di bioindicazione sembra quindi essere importante, in quanto potrebbe aiutare a rilevare particolarità (“outliers”) in gruppi omogenei. Anche una tassonomia polifasica che si basi sul fungo di riferimento potrebbe essere d’aiuto nella soluzione di problemi tassonomici.

2.6 Normative della Commissione Europea ed i funghi nella biodiversità e come bioindicatori

Il suolo riveste un’importanza strategica per la vita sul nostro pianeta e pertanto deve essere protetto. Tale affermazione arriva sia dalla Commissione Europea, sia da organismi internazionali.

La Strategia per lo Sviluppo Sostenibile dell’Unione Europea ed il 6° programma comunitario, datati 1991, sancivano come obiettivo la protezione del suolo dall’erosione e dall’inquinamento a seguito del declino della fertilità del suolo quale principale causa della riduzione della produttività in numerose aree agricole europee.

Nel 1992, in relazione al summit di Rio de Janeiro, furono fatte dichiarazioni che riguardavano la protezione e la salvaguardia del suolo, sollevando pure il problema della perdita della biodiversità. Nel 1994 la Convenzione delle Nazioni Unite, per combattere la desertificazione, stabilì la necessità di prevenire e ridurre il degrado del territorio, riabilitare i terreni degradati e quelli affetti da processi di desertificazione.

La Commissione Europea ha adottato nel 2002 la Comunicazione COM 179 per una Strategia Tematica per la Protezione del Suolo. Il documento riconosce l'importanza del suolo nello svolgere funzioni vitali ambientali quali la produzione di biomassa, lo stoccaggio e trasformazione di elementi minerali, organici e di energia, la funzione di filtro per la protezione delle acque sotterranee e lo scambio di gas con l'atmosfera. Il suolo funge anche da supporto alla vita ed agli ecosistemi, è riserva di patrimonio genetico e di materie prime, custode della memoria storica, nonché pilastro del paesaggio.

Per consentire al suolo di svolgere tali funzioni occorre difenderlo dai processi di degrado e dalle minacce sulle funzioni del suolo. La Comunicazione elenca le principali minacce quali erosione, diminuzione di materia organica, contaminazione locale e diffusa, impermeabilizzazione, compattezza, salinizzazione, frane e alluvioni inserendo a pieno titolo il problema relativo alla diminuzione della biodiversità. Tale punto riveste un'importanza strategica fondamentale in quanto la parola biodiversità entra in modo chiaro in documenti ufficiali.

Altre due Direttive sono da ritenersi fondamentali per la salvaguardia dell'ambiente e della biodiversità, la Direttiva 79/409/CEE, meglio conosciuta come "Direttiva Uccelli", e la "Direttiva Habitat" (Direttiva 92/43/CEE). In queste si chiede ai paesi firmatari di salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli *habitat* naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche, attraverso l'istituzione e la conservazione di una rete ecologica coerente di zone speciali di conservazione. Ne risulta un messaggio indirizzato a conservare e a ripristinare la biodiversità vegetale ed animale.

Nel mese di settembre dell'anno 2006 la Commissione Europea, al fine di dare seguito alla strategia stessa, ha adottato una serie di strumenti quali la Proposta di Direttiva Quadro per la protezione del suolo (SFD Soil Framework Directive) COM 232 (2006), La Comunicazione della Commissione, COM 231 (2006) e la Valutazione di Impatto SEC 620 (2006). Tali strumenti vedono il suolo come principale attore e di conseguenza la biodiversità gioca un ruolo fondamentale negli aspetti di salvaguardia e di ripristino della medesima.

L'organizzazione mondiale United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), e il conseguente Protocollo di Kyoto,

hanno definito le strategie di contenimento delle emissioni di gas ad effetto serra. Hanno inoltre riconosciuto alla biosfera terrestre un ruolo fondamentale per la conservazione degli ecosistemi vegetali e la creazione di nuove foreste quali opzioni importanti per combattere l'effetto serra e ripristinare la biodiversità.

I documenti richiedevano e richiedono tuttora ai paesi aderenti di quantificare la ripartizione territoriale di sei diverse categorie d'uso del suolo (Foreste, Aree Umide, Pascoli, Coltivi, Urbano, Altro). Occorre inoltre fornire per ciascuna categoria il tipo di gestione che presentano, la biomassa ad essa associata, i rispettivi cambiamenti nel tempo e valutare la direzione delle trasformazioni. Relativamente a questi aspetti i concetti di biodiversità e di bioindicazione sono presenti in modo forte.

Per quanto riguarda le foreste, i Principi Forestali, approvati nel corso dell'Earth Summit on Sustainable Development, invitano i paesi a mantenere o incrementare l'estensione della superficie forestale, strategia indispensabile per proteggere e incrementare la biodiversità. La Convenzione europea sul Paesaggio, siglata a Firenze nel 2000, riconosce che "la qualità e la diversità dei paesaggi europei costituiscono una risorsa comune per la cui salvaguardia, gestione e pianificazione occorre cooperare". Le azioni volte ad orientare e armonizzare le trasformazioni del territorio, provocate dai processi di sviluppo sociali, economici ed ambientali costituiscono un valido mezzo per una gestione sostenibile della risorsa paesaggio. Per dare un'idea dell'importanza del mantenimento dell'estensione delle superfici naturali e semi-naturali per uno sviluppo sostenibile, occorre menzionare il fatto che l'indicatore "Land Use Change" fa parte di un numero di indicatori proposti dall'United Commission on Sustainable Development. Più recentemente, l'Agenzia Europea dell'Ambiente, attraverso il progetto IRENA (Indicator Reporting on the Integration of Environmental Concerns into Agriculture Policy) ha segnalato il Land Use Change tra i 35 indicatori agro-ambientali per monitorare l'integrazione delle esigenze ambientali nella definizione della Politica Agricola Comune.

Limitatamente al territorio italiano, il Settore Uso Sostenibile delle Risorse Naturali del Servizio Parchi e Risorse Naturali dell'APAT, oggi ISPRA, ha avviato uno studio sulle transizioni nelle tipologie di uso del suolo e di copertura vegetazionale avvenute in Italia tra il 1990 e il

2000 utilizzando i database CORINE Land Cover dei rispettivi anni. Appare evidente come la biodiversità, il suo mantenimento e ripristino svolgano un ruolo importante. Pure gli aspetti legati ai concetti di bioindicazione vanno di pari passo con la biodiversità diventando spesso un'unica identità.

Purtroppo allo stato attuale mancano ancora informazioni sufficienti sulla biodiversità del suolo. Anche questo aspetto sarà trattato nel Settimo programma quadro nell'intento di comprendere meglio la funzione che svolge la biodiversità come servizio ambientale. Questo processo di acquisizione delle conoscenze sarà sostenuto anche dalle iniziative in corso nell'ambito della convenzione sulla diversità biologica e del programma "Forest Focus".

In conclusione i dati relativi ai funghi presentati in questo volume rispondono e completano le informazioni che i vari organismi internazionali chiedono.

La biodiversità delle specie ricercate nei funghi italiani e l'utilizzo dei valori di concentrazione nei medesimi pongono oggi i funghi quali possibili indicatori biologici della qualità di ambienti forestali, boschivi e semi naturali.

Inoltre l'enorme vastità di dati qui riportata potrà essere utilizzata nei prossimi decenni per un raffronto con i dati che saranno successivamente raccolti, permettendo una migliore e più esaustiva interpretazione della bontà delle norme per la protezione e salvaguardia dell'ambiente messe in atto per minimizzare o annullare gli effetti dei cambiamenti climatici in corso.

Capitolo III

Sintesi dei Dati

3.1 Considerazioni statistiche e metodi statistici usati

Un problema fondamentale in tassonomia, in generale, è la scelta di controlli esterni ed interni al campione analizzato. Gli studi filogenetici hanno rimediato facendo uso di campioni esterni (outgroups), ma la tassonomia classica non ha ancora dei modelli affidabili in questo campo.

Abbiamo recentemente suggerito, quindi, di introdurre l'uso dei centroidi per stabilire delle referenze interne ed esterne nei casi in cui si disponga di quantità considerevoli di dati che si possano riassumere con statistiche descrittive parametriche o non parametriche (Petrini et al. 2009).

3.1.1 Scelta del campione

Nel nostro lavoro abbiamo raccolto dati per circa 9000 campioni (carpofori) di basidiomiceti ed ascomiceti. Il nostro lavoro si può descrivere come un censimento semiquantitativo, in quanto i campioni esaminati sono stati forniti da colleghi ed amici appartenenti nella maggior parte dei casi alla AMB. In generale, la provenienza esatta dei carpofori è stata registrata per tutti quei funghi inviati da colleghi micologi italiani ed esteri. Abbiamo però pure esaminato campioni esposti a mostre di micologia in Italia, e di questi non abbiamo sempre potuto determinare la provenienza. La maggioranza dei campioni, comunque è stata raccolta nella provincia di Reggio Emilia (il 50% dei funghi erano provenienti da mostre); la rappresentatività del nostro campione, quindi, è in qualche modo ridotta, in quanto i dati raccolti sono rappresentativi specialmente per la regione Emiliana e non possiamo escludere quindi che l'analisi di un campione più variato non fornisca

dati leggermente diversi. Delle analisi descrittive di sottocampioni, comunque, hanno mostrato che perlomeno per i funghi italiani i nostri risultati sono rappresentativi.

Inoltre, il nostro campione è rappresentativo specialmente per i basidiomiceti, in quanto relativamente pochi campioni di ascomiceti sono stati esaminati. Ricordiamo inoltre che le nostre tabelle (la maggior parte incluse nel CD allegato), le quali riportano i valori medi e gli intervalli di confidenza al 95% per i vari elementi chimici studiati, riassumono tutti i dati da noi raccolti. Si rammenta che solo i campioni di taxa contenenti almeno 20-30 carpofori forniscono valori affidabili. Quando invece il numero di carpofori è ridotto a poche unità, i valori riportati sono da considerarsi solo in modo indicativo.

3.1.2 Misure statistiche

Nel nostro lavoro ci siamo serviti fondamentalmente di elementi di statistica descrittiva, e principalmente la media, la mediana e gli intervalli di confidenza. Dei diversi tipi di media a disposizione (ad es., aritmetica, geometrica, armonica) abbiamo usato la media aritmetica, che insieme alla mediana si rivela la più adatta a descrivere l'insieme di dati da noi raccolti.

L'*intervallo di confidenza* (IC) serve a stimare i valori "veri": per definizione, il valore effettivo nell'intera popolazione può solo essere stimato, poiché non si ha accesso all'intera popolazione. L'IC descrive dunque un insieme di valori all'interno del quale *molto probabilmente* si situa il valore "vero" ed è calcolato utilizzando il risultato osservato nel campione, più o meno un certo errore di stima.

I dati calcolati possono poi essere rappresentati graficamente con diverse tecniche. Un esempio è riportato nella figura 25.

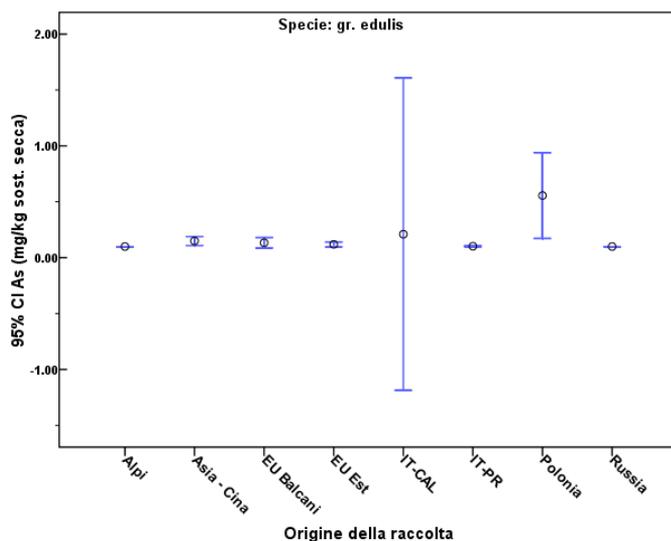


Figura 25. Contenuto in arsenico di esemplari di *Boletus edulis* raccolti in diverse regioni geografiche. Il circolo rappresenta la media, mentre le barre verticali racchiudono tutti i valori all'interno dell'IC del 95%.

3.1.3 La stabilità statistica

Per poter effettuare analisi statistiche affidabili, è importante che la variazione dei dati all'interno dei gruppi tassonomici (o ecologici) da esaminare si stabilizzi e rimanga costante all'interno di un

campione casuale durante procedure di ricampionamento (resampling) e introduzione di nuovi elementi (Cocchi et al., 2006). Il nostro data base ha raggiunto la stabilità statistica, come dimostra la figura 26.

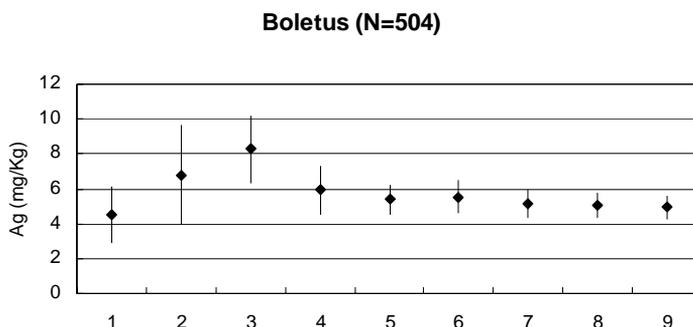


Figura 26. Contenuto (media e 95% CI) in Ag nel genere *Boletus*. Risultati di 9 ricampionamenti con introduzione di nuovi elementi nei campioni. L'ultimo campione contiene 504 elementi.

3.1.4 Il fungo di riferimento

Un aiuto nell'analisi statistica è l'uso del "fungo di riferimento". A questo proposito riportiamo, in

parte, il testo che abbiamo già pubblicato nel 2006 (Cocchi et al. 2006).

Markert (1992), ha proposto l'uso di una "reference plant" (pianta di riferimento), una pianta ideale che abbia le caratteristiche fisiologiche e anatomiche della pianta media del campione esaminato. Quest'idea si ricollega intimamente a quella del "reference man" [uomo di riferimento] proposta dall'ICRP e che corrisponde ad una persona che abbia le caratteristiche fisiologiche e anatomiche dell'individuo medio. Analogamente, il "fungo di riferimento" è un fungo che abbia le caratteristiche fisiologiche e anatomiche del fungo medio del campione esaminato (Cocchi *et al.*, 2006).

In sintesi il concetto di "fungo di riferimento" serve per capire se le concentrazioni degli elementi chimici nei funghi superiori possono avere un ruolo nel definire possibilità di bioindicazione, valutazioni tassonomiche e stima dell'assunzione di metalli pesanti dal consumo delle diverse specie fungine commestibili.

Ovviamente il "fungo di riferimento" è fortemente influenzato dall'ampiezza e dalla composizione del campione di base globale usato. Nonostante ciò, e con un campione ampio, l'uso di questo concetto permette di caratterizzare con una buona approssimazione il valore medio delle variabili sotto esame.

Non si deve quindi dimenticare che la media dipende dalla dimensione e dalla composizione del campione, e dunque la scelta di un "reference mushroom" deve avvenire caso per caso.

3.1.5 Analisi dei dati

Nel corso di questo studio, durato più di 20 anni abbiamo analizzato la distribuzione di oltre trenta elementi chimici in un campione di più di 9000 corpi fruttiferi di ascomiceti e basidiomiceti raccolti in Italia e, in minor quantità, in altre regioni europee.

3.1.5.1 Procedure seguite

La metodologia descritta precedentemente, di facile uso, può essere applicata a diversi tipi di dati, sia ecologici che tassonomici.

3.1.5.2 Analisi multivariate

Scopo di un'analisi multivariata è molte volte quello di rilevare raggruppamenti (tassonomici,

ecologici, etc.), che conducano ad una classificazione utilizzabile eventualmente in un secondo tempo come base per delle identificazioni. In questo lavoro non si è fatto uso di alcuna tecnica d'ordinazione e classificazione, in quanto lo scopo di questo rapporto è puramente descrittivo; descriviamo tuttavia molto brevemente alcuni metodi che potrebbero essere applicati ai dati presentati in questo lavoro.

I metodi a disposizione allo scopo di raggruppare ("ordinare") i dati sono diversi, e comprendono, per citare solo i più conosciuti, analisi di cluster, analisi fattoriale, scaling multidimensionale (MDS), e analisi delle corrispondenze multiple. Ognuno di loro ha dei vantaggi e svantaggi, ma tutti danno come risultato finale una riduzione delle dimensioni "n" di un modello a un numero limitato, ottenuto perlopiù ottimizzando/riducendo la varianza di un sistema. Una descrizione più approfondita ma semplice, per non-statistici e con riferimenti bibliografici più dettagliati, si trova in Petrini and Sieber (2000) e Sieber *et al.* (1998).

Per quel che riguarda l'identificazione di campioni, l'analisi canonica della discriminanza è forse la più conosciuta. Anche qui rimandiamo a testi specialistici, citati anche in Petrini and Sieber (2000).

3.1.6 Software usati

I dati sono stati raccolti usando una banca dati Microsoft® Access®, e analizzati in seguito con l'applicativo statistico SPSS®, versione 17 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

3.1.7 Presentazione dei risultati

Il CD allegato a questo rapporto contiene le statistiche descrittive presentanti i funghi di riferimento per le famiglie, i generi e le specie di funghi studiate. Sono riportati il numero di campioni, i valori medi e i rispettivi intervalli di confidenza al 95% (95% CI) per i taxa studiati. Come esempio rappresentativo dei dati analizzati presentiamo i valori per tutti gli elementi studiati per il "fungo di riferimento" universale (centroide del campione complessivo di circa 9000 carpofori).

Tabella 2. Totale campioni, valori medi e 95% CI per tutto il collettivo esaminato (N= 9328) (in mg/kg sostanza secca o bq/kg sostanza secca per Cs¹³⁴, Cs¹³⁷ e K⁴⁰).

<i>Elemento</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>95% CI</i>
Al	9074	346	333 - 360
Ag	9326	3.44	3.27 - 3.61
As	9327	15.4	11.6 - 19.2
B	8881	9.64	9.06 - 10.2
Ba	9279	3.84	3.59 - 4.08
Be	7222	0.014	0.01 - 0.01
Ca	9326	914	848 - 980
Cd	9328	4.20	3.92 - 4.49
Cl	845	3670	3290 - 4040
Co	9240	0.40	0.38 - 0.42
Cr	9327	1.49	1.40 - 1.58
Cs	7852	2.28	2.04 - 2.52
Cs ¹³⁴	328	91.8	44.7 - 139
Cs ¹³⁷	328	2590	1740 - 3435
Cu	9327	58.8	56.4 - 61.3
Fe	9323	330	318 - 343
Ge	1182	0.033	0.03 - 0.04
Hg	9296	1.19	1.11 - 1.28
K	9327	39630	39310 - 39950
K ⁴⁰	328	1350	1290 - 1410
La	6534	0.34	0.29 - 0.39
Li	9248	0.36	0.35 - 0.38
Mg	9327	1310	1300 - 1330
Mn	9327	34.7	33.0 - 36.4
Mo	9216	0.20	0.19 - 0.21
Na	9327	328	314 - 342
Ni	9327	1.87	1.79 - 1.96
P	9300	7195	710 - 7286
Pb	9320	1.61	1.51 - 1.72
Rb	9327	138	133 - 144
S	9317	3364	3314 - 3415
Sc	5623	0.27	0.25 - 0.3
Se	9327	4.13	3.87 - 4.39
Sr	9307	3.22	2.97 - 3.48
Ti	8102	10.2	9.8 - 10.6
V	9327	3.22	2.83 - 3.61
Y	5620	0.20	0.18 - 0.22
Zn	9327	117	115 - 119
Zr	6633	0.42	0.37 - 0.47

3.2 Analisi geostatistica applicata

3.2.1 Introduzione

La geostatistica è quella branca della statistica che si occupa dell'analisi di dati che si sviluppano su base spaziale a partire da informazioni derivanti da un loro campionamento. Nell'analisi e modellizzazione ambientale tale disciplina costituisce uno strumento essenziale per poter gestire, comprendere, correggere e utilizzare dati provenienti da misurazioni e rilievi ambientali (dati meteorologici, concentrazioni di inquinanti, piezometrie, etc.).

L'analisi geostatistica consiste nel modellare il fenomeno in studio con una funzione aleatoria caratterizzata da una legge spaziale, temporale o spazio-temporale. Tale approccio consente di evidenziare e descrivere la variabilità regionale o temporale (qualitativa e quantitativa) dei dati analizzati, e di rappresentare cartograficamente i risultati ottenuti. Si valuta cioè l'effetto della posizione del punto di misura sulla variabilità del dato osservato.

I metodi della geostatistica sono validi per tutti quei settori delle scienze applicate in cui i fenomeni di studio hanno carattere spaziale. In relazione agli utilizzi registrati negli ultimi tre decenni, tra i settori applicativi si possono citare: la scienza dei suoli, l'idrologia, l'idrogeologia, la geochimica, la meteorologia, l'oceanografia, l'igiene ambientale, l'agronomia, l'analisi delle immagini ed altri ancora.

Proviamo a considerare un fenomeno spaziale, per esempio l'inquinamento di un sito da metalli pesanti. In generale, indicando con z la concentrazione di uno di essi e con x_i il generico punto di coordinate $(x_{lat}, x_{long})_i$ del campo di indagine, $Z(x)$ è una funzione numerica che rappresenta la concentrazione dell'inquinante nei punti del sito.

Se una proprietà varia in modo più o meno continuo nello spazio, questa potrà essere assunta come una variabile regionalizzata (Goovaerts, 1997) e analizzata attraverso gli strumenti geostatistici. La stima attraverso l'interpolatore kriging permette un maggior dettaglio locale della variazione spaziale della proprietà in studio. Questo tipo di interpolazione è appropriata solo nel caso in cui la proprietà vari in modo continuo e i dati siano spazialmente dipendenti o correlati. Il modello di

variazione spaziale per la stima geostatistica è il seguente:

$$Z(x) = \mu_v + \varepsilon(x)$$

dove $Z(x)$ è la variabile casuale nella locazione x , μ_v la media locale di Z nei limiti predefiniti della locazione x , e $\varepsilon(x)$ un termine casuale con valore atteso pari a 0 e una varianza pari a:

$$\text{var}[\varepsilon(x) - \varepsilon(x+h)] = E[\varepsilon(x) - \varepsilon(x+h)]^2 = 2\gamma(h)$$

la varianza è calcolata per tutte le coppie di locazioni x e $x+h$, dove h è un vettore distanza (lag) per tutte le distanze e direzioni. γ è la semivarianza tra due locazioni, che nel caso di stazionarietà (μ_v localmente costante) sarà equivalente a:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \text{var} [Z(x) - Z(x+h)] = \frac{1}{2} E [Z(x) - Z(x+h)]^2$$

e viene chiamata variogramma di Z . Il variogramma permette una descrizione dettagliata e non distorta della scala e del modello della variazione spaziale; fornisce, inoltre, il modello spaziale necessario per il kriging e la base per l'ottimizzazione dei piani di campionamento (McBratney et al., 1981). La modellizzazione del variogramma teorico a partire da quello sperimentale, può indicare con quale approccio proseguire l'indagine predittiva.

3.2.2 Il kriging ordinario

A questo punto, i valori possono essere stimati per punti o per blocchi attraverso il kriging, ovvero una media mobile pesata dei valori osservati sulla base del variogramma entro determinati limiti definiti da un intorno N (nei quali valgono i presupposti di stazionarietà della variabile). Per una variabile regionalizzata Z , con valore misurato $z(x_i)$ alla locazione (x_i) , $i = 1, 2, \dots, n$, l'equazione del kriging ordinario sarà:

$$Z(B) = \sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot z(x_i)$$

dove $Z(B)$ rappresenta il valore stimato per il blocco B , λ_i sono i pesi assegnati nei punti interni ad N . L'estimatore kriging è definito non distorto (i pesi sommano ad uno) e ottimale (i pesi sono scelti in modo da ridurre al minimo la varianza). Questo interpolatore ci permette, a differenza degli

interpolatori classici (inverso del quadrato della distanza, triangolazioni, media mobile...) di ottenere oltre ad una mappa di stima del parametro, anche una mappa della varianza di stima (errore di kriging), consentendo di valutare l'affidabilità della predizione.

Una delle operazioni più comuni che viene utilizzata in questo testo nell'ambito del trattamento dei dati spaziali, è quindi la costruzione di carte tematiche, cioè carte georeferenziate relative a porzioni di aree geografiche, in cui è riportato, mediante un adeguato metodo di

rappresentazione, l'andamento di una variabile oggetto di studio, che è nel nostro caso la concentrazione dei metalli.

La carta è normalmente costruita a partire dai valori della variabile misurati all'interno dell'area. Per esempio da una situazione di partenza espressa dalla figura 27a, che rappresenta la posizione dei campioni ed i valori misurati di una variabile, si vuole costruire una carta ad isovalori come quella riportata nella figura 27b. Si noti nell'esempio una distribuzione non uniforme della campionatura.

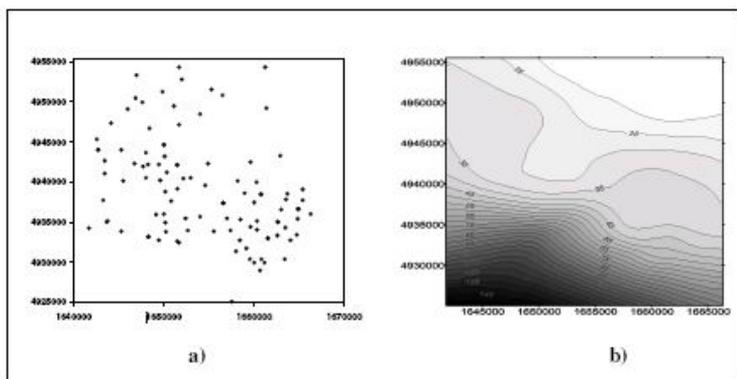


Figura 27. Costruzione di una carta a partire dai punti di misura.

La carta ad isovalori, che nel gergo cartografico è anche chiamata carta vettoriale, è una delle tante forme di rappresentazione di una variabile geografica. Essa si ottiene non direttamente, ma successivamente ad una ricostruzione a maglia regolare della variabile tramite un'operazione di

stima (figura 28a). Le linee di contorno si ottengono interpolando sui lati della maglia i valori da rappresentare (figura 28b). Se ne deduce che la qualità di una carta è riconducibile alla qualità della stima che ha prodotto il grigliato di valori.

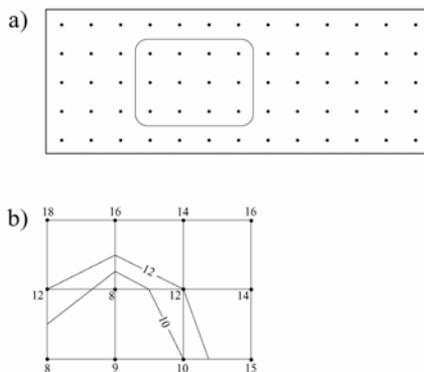


Figura 28. Costruzione di una carta vettoriale: a) ricostruzione della variabile a maglia regolare; b) tracciamento per interpolazione delle linee di isovalori.

3.2.3 Analisi geostatistica applicata alle distribuzioni di elementi inorganici nel suolo e nei funghi

Nel presente lavoro l'analisi geostatistica è stata focalizzata sui seguenti elementi o parametri chimico-fisici analizzati nel suolo superficiale e nei funghi raccolti sul territorio della Provincia di Reggio Emilia: pH, alluminio, arsenico, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame, selenio, vanadio, zinco e zirconio. Il campionamento è stato effettuato a maglia irregolare, esteso alla parte meridionale della provincia di Reggio Emilia.

E' stata realizzata un'analisi esplorativa dei dati sperimentali mediante statistiche di base, distribuzioni di frequenza dei dati e variogrammi sperimentali. Tutti gli elementi analizzati hanno mostrato una distribuzione tendente alla lognormale, caratterizzata dalla presenza di un numero ridotto di punti di campionamento con valori fino ad uno o due ordini di grandezza maggiori della base di dati. L'analisi della correlazione spaziale dei dati è stata condotta

mediante il calcolo del variogramma sperimentale, utilizzato poi per sviluppare un modello di interpolazione, secondo il metodo di Kriging (*Isaaks and Srivastava, 1989*) per l'impianto metodologico e Carlon *et al. (2000)*, per l'applicazione specifica a suoli contaminati.

La correlazione spaziale dei dati è risultata generalmente significativa e sufficiente per derivare una funzione di interpolazione. In alcuni casi tale correlazione è risultata molto debole, ad indicare una rappresentatività spaziale del dato osservato troppo bassa per permettere una stima della distribuzione dell'elemento per interpolazione. In questi casi, la distribuzione degli elementi non può essere rappresentata tramite una carta vettoriale, bensì mediante mappe dei punti di campionamento distinti per classi di concentrazione.

I variogrammi sperimentali sono stati modellizzati con funzioni sferiche caratterizzate dai valori di range, sill e nugget riportati in tabella 3; si è imposto un valore di intercetta all'origine nullo (nugget = 0) in modo da onorare i valori misurati.

Tabella 3. Classificazione dei variogrammi utilizzati.

Campioni	N. dati	Modello	Range (mt)	Sill	Nugget
Suolo	181	Sferico	24300	0.46	0
<i>Tricholomatales</i>	121	Sferico	18800	0.61	0
<i>Clitocybe</i>	36	Sferico	29400	0.20	0
<i>Amanita</i>	231	Sferico	20350	11.20	0
<i>Am. Muscaria</i>	45	Sferico	31200	0.26	0
<i>Russula</i>	322	Sferico	21700	0.61	0
<i>Agaricus</i>	29	Sferico	21700	0.70	0
<i>Bitorques</i>	51	Sferico	38900	0.62	0
<i>Arvenses</i>	162	Sferico	16400	0.38	0
<i>Boletus E.</i>	103	Sferico	28350	1.23	0
<i>Cantharellus</i>	74	Sferico	22550	0.66	0
<i>Ramaria</i>	28	Sferico	41000	4.21	0
<i>Morchella</i>	61	Sferico	17800	0.51	0

In qualche caso si è applicata una trasformazione logaritmica dei dati per normalizzarne le distribuzioni ed esplicitare meglio la correlazione spaziale, procedendo con una nuova trasformazione nella scala originale dei dati stimati.

Le figure, inerenti la distribuzione spaziale della concentrazione dei parametri considerati, sono state elaborate con il programma Surfer 8.0, mentre la

griglia dei dati è stata ottenuta applicando il metodo geostatistico definito "Kriging", già discusso in precedenza (*Isaaks and Srivastava, 1989; Clark and Harper, 2004*). Il modello variografico è stato verificato con un metodo di cross-validazione. I dati utilizzati sono relativi al campionamento e analisi chimica come descritto nei capitoli precedenti, e sono tutti riportati negli allegati.

Capitolo IV

Materiali e Metodi

4.1 Metodi chimici di analisi: carpofori dei macromiceti e suoli

4.1.1 Carpofori

E' importante, per il raffronto dei risultati analitici, considerare il grado di maturità, al momento della raccolta, dei carpofori che sono stati utilizzati per determinare la concentrazione degli elementi inorganici indagati. Sulla base dell'esperienza e della pratica seguita da molti micologi, la maturità può essere solo empiricamente stimata non esistendo un metodo analitico per misurare tale parametro. Ciononostante il metodo empirico che assegna dei "numeri" ai vari stadi di maturità funziona abbastanza bene e l'esperienza del micologo serve sicuramente a ridurre sicuramente gli errori che possono derivare dal variare delle concentrazioni chimiche in base all'età dei carpofori. La scala proposta è la seguente:

- Primordio (carpoforo ancora in embrione) = 1.
- Giovane (carpoforo già formato, con imenio non esposto all'aria nei carpofori che presentano un velo secondario come un anello o una cortina) = 2.
- Quasi maturo (iniziano a maturare le spore, l'imenio è completamente libero all'aria) = 3.
- Maturo (le spore sono mature e l'imenio assume il colore tipico delle spore in massa della specie) = 4.
- Vecchio (comparsa dei primi segni di deterioramento e/o di putrefazione) = 5.

E' evidente che una valutazione più raffinata (al mezzo punto) è il limite massimo al quale può spingersi la "sensibilità" di questa scala empirica di stima della maturità. La maggioranza dei carpofori analizzati è stata scelta con grado di maturità 4, cioè si sono analizzati carpofori maturi.

Dopo aver raccolto i carpofori si è proceduto ad una loro pulitura molto accurata con lo scopo di

eliminare particelle di suolo, terriccio, sabbia, residui vegetali, insetti, larve o altro materiale. La pulitura è stata eseguita con spazzole morbide che facilitano l'operazione.

Dopo la pulitura si è proceduto a tagliare i carpofori grossolanamente a fette per verificare che anche all'interno non vi fosse materiale estraneo.

E' stata pesata la parte del materiale tal quale dei carpofori che si intende essiccare: una quantità pari a 20 grammi può essere ritenuta sufficiente. Risulta importante mantenere le reali proporzioni in peso fra le parti (gambo, cappello, imenio) del carpoforo. Il materiale così tagliato è stato poi adagiato in un cristallizzatore e posto in forno ventilato ad una temperatura di 45°C per 48 ore. Contestualmente e per un numero limitato di campioni si è provveduto ad effettuare un essiccamento a 105°C per valutare la perdita d'acqua.

Si è evitato nel modo più assoluto, in tutte le fasi, il contatto prolungato con oggetti metallici che avrebbero potuto contaminare i campioni, specialmente se ancora umidi. E' preferibile infatti servirsi per qualsiasi trattamento e/o operazione di utensili o attrezzi in materiale plastico o di vetro.

Il campione dopo essiccamento a 45°C è stato macinato con un mulino con corpo e sfere in agata riponendo la parte macinata in un recipiente in polietilene con doppio tappo, precedentemente lavato, introducendo nel recipiente una sfera in teflon o vetro di diametro di 10 mm, per omogeneizzare il campione macinato prima di ogni pesata per i successivi trattamenti. La mineralizzazione acida di tutti i carpofori è stata effettuata utilizzando un forno a microonde, con acqua regia, pesando una quantità di campione compresa tra 0.5-0.7 grammi. Il campione dopo mineralizzazione è stato portato a 50 ml in pallone tarato con H₂O ultrapura (Cenci et al., 2008).

La determinazione quantitativa dei tutti gli elementi (escluso Hg) è stata effettuata con uno spettrofotometro ICP-AES Perkin Elmer Optima 3000 XL. La determinazione del mercurio è stata eseguita con uno spettrofotometro ad Assorbimento Atomico Perkin Elmer FIMS 100 dedicato alla

determinazione del mercurio con la tecnica cold-vapor.

La preparazione degli standard di calibrazione è stata effettuata partendo da soluzioni monoelemento certificate ultrapure da 1000 mg/l utilizzate per strumenti quali ICP.

Materiali di Riferimento Certificati (NBS e SRM) aventi una matrice simile a quella dei funghi sono stati mineralizzati e successivamente analizzati. I valori di concentrazione ottenuti sono risultati compresi negli intervalli di tolleranza indicati.

4.1.2 Suoli

Alla base del gambo del carpoforo sono stati raccolti 4-5 cubetti di suolo 5x5x5 centimetri, previa eliminazione di erbe, sassi, foglie e altro.

I campioni di suolo sono successivamente stati posti in un sacchetto di plastica e miscelati manualmente a formare un unico campione. In laboratorio ciascun campione è stato essiccato e successivamente setacciato utilizzando un setaccio con maglie di 2 mm. La macinatura della frazione inferiore o uguale a 2 mm è stata effettuata, come per i carpofori, con un mulino riponendo il suolo macinato in un recipiente in polietilene come per i

campioni di funghi.

La mineralizzazione dei campioni di suolo è avvenuta utilizzando la medesima metodica approntata per i carpofori.

Per la determinazione della concentrazione degli elementi indagati sono stati utilizzati gli stessi strumenti analitici.

Anche in questo caso Materiali di Riferimento Certificati di suolo e sedimento (CRM 141 R, Calcareous Loam Soil e CRM 277, Estuarine Sediment) sono stati mineralizzati e successivamente analizzati. I valori di concentrazione ottenuti sono risultati compresi negli intervalli di tolleranza indicati.

4.1.3 Criteri di impostazione dell'archivio dati

La tabella 4 elenca i limiti di rilevabilità strumentale (detection limits: d.l.) ottenuti, elemento per elemento, misurando per dieci volte uno stesso campione. Il d.l. è il triplo della deviazione standard di questo set di misure. Questo criterio è di larga applicazione nella maggioranza dei laboratori di analisi.

Tabella 4. Limiti di rilevabilità strumentale (d.l.) espressi in mg/kg.

	<i>d.l.</i>										
Al	1	Cd	0.05	Cr	0.1	Hg	0.05	Cu	0.2	Ti	0.05
Ag	0.05	Ca	2	Fe	0.1	Mo	0.2	Rb	0.5	V	0.1
As	1	Cs	0.1	P	5	Ni	0.2	Se	2	Zn	0.2
Ba	0.1	Cl	5	Mg	0.2	Pb	0.5	Na	3	Zr	0.05
B	0.2	Co	0.1	Mn	0.05	K	500	Sr	0.3	S	10

Quando una misura è risultata minore del limite di rilevabilità strumentale nell'archivio è stato inserito un valore uguale ad un decimo del d.l.: questo perché, nell'analisi statistica, fosse possibile distinguere una cella senza valore (misura non fatta per quell'elemento per quel campione) da una cella in cui la misura risultava minore del d.l.

Anche se le tabelle riportano valori anche per campioni e/o elementi per cui fossero presenti solo due misure, sono da considerare affidabili, nella elaborazione statistica, solo campioni e/o elementi per i quali sono state effettuate almeno 30 misure.

4.2 Mappe di distribuzione degli elementi nei suoli

Una lettura delle carte tematiche viene di seguito riportata cercando di interpretare la distribuzione spaziale della concentrazione di alcuni elementi inorganici in tracce, anche definiti come contaminanti persistenti inorganici. Verrà inoltre discusso e preso in considerazione sia l'elemento alluminio, sia i valori di pH riscontrati nei suoli superficiali.

Circa 180 campioni di suolo superficiale, il cui spessore andava da 0 a 5 cm di profondità, dopo adeguati trattamenti, sono stati utilizzati per valutare la concentrazione di alluminio, arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo, vanadio, selenio, zinco, zirconio e pH.

L'area di indagine è rappresentata dal territorio della provincia di Reggio Emilia (figura 29), più precisamente partendo dalla via Emilia sino al confine appenninico con la Toscana includendo una ridotta area del Parco nazionale tosco-emiliano.

Tale area può essere suddivisa in 5 fasce iniziando dalla città di Reggio Emilia. In questa fascia di totale pianura si trovano i paesi di Bibbiano, Cavriago e Montecchio. Andando verso Sud si

incontra una striscia stretta di territorio con la presenza di colline localizzata tra la pianura e la parte Nord della strada pedemontana. I paesi che in parte comprendono tale area sono San Polo, Quattro Castella, Albinea, Scandiano e Casalgrande.

Proseguendo verso Sud, si incontra una vasta area collinare: le località in essa comprese sono Vezzano, Baiso, Viano e Canossa. Le località di Carpineti, Toano, Vetto e Castelnovo nei Monti fanno parte di un'area montagnosa che si trova tra il fiume Enza e il Dolo. Infine nella zona con una morfologia puramente da montagna si trovano le località di Villa Minozzo, Ligonchio Besana, Ramiseto e Collagna.

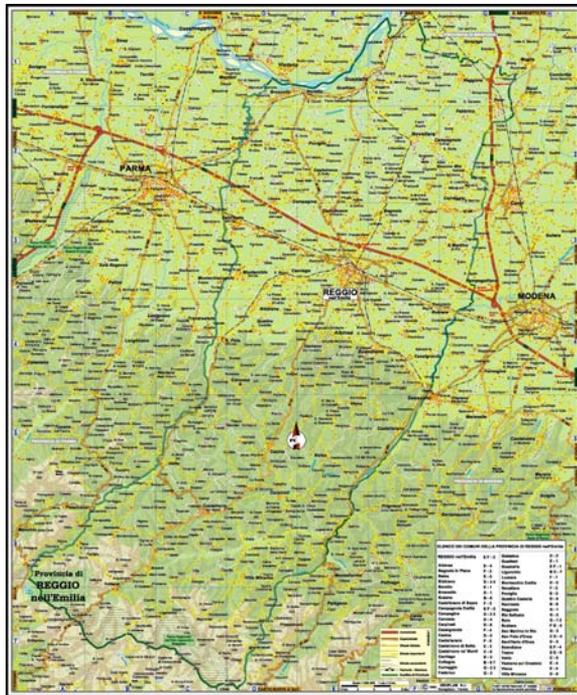


Figura 29. Cartina geografica della provincia di Reggio Emilia.

Prima di iniziare la descrizione delle mappe tematiche, relative agli elementi indagati, è importante sottolineare che quanto viene proposto e illustrato nelle figure rappresenta la distribuzione della concentrazione. Essa sta ad indicare i valori base "attuali". Questi ultimi assommano i contenuti geochimici, intesi come valori prettamente naturali, ai valori di concentrazione dovuti alle attività di origine antropica.

Per tutti i dodici elementi considerati si può trarre una considerazione generale che attesta come la distribuzione delle concentrazioni su tutto il territorio reggiano sia prevalentemente monotona e qualitativamente raffrontabile.

In generale, le numerose attività antropiche che hanno agito e operano sul territorio reggiano, non hanno lasciato significative impronte di contaminazione, inoltre i dati ottenuti sono nella quasi totalità

dei casi simili con quanto riscontrato da Marchi *et al.* (2009) che, in un loro studio, hanno preso in esame i suoli della Regione Emilia Romagna. Un'ulteriore conferma viene fornita dai dati chimici ottenuti analizzando i suoli superficiali raccolti nelle località di Scandiano, Carpineti, e le loro relative "aree vaste". Per buona parte degli elemen-

ti, i valori di concentrazione riportati in questo studio di monitoraggio sono risultati molto simili (Cenci *et al.*, 2005).

L'elemento alluminio (figura 30) presenta una distribuzione della concentrazione alquanto omogenea. Valori ridotti si riscontrano nella fascia delle colline.

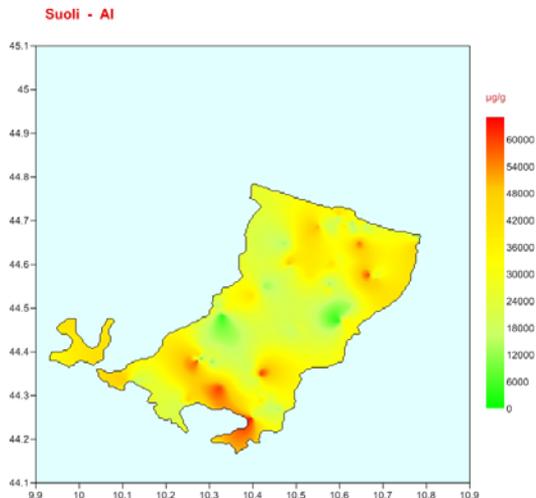


Figura 30. Distribuzione spaziale della concentrazione di alluminio (mg/kg massa secca) nei suoli superficiali.

In pianura e in montagna le concentrazioni sono più elevate ciò è imputabile prevalentemente alla geologia dell'area. L'arsenico (figura 31) rispecchia quanto detto per l'alluminio, mentre per il cadmio (figura 32) si evidenziano due aree, San

Polo d'Enza e Reggio Emilia dove si può ragionevolmente presumere un significativo apporto antropico. Per la restante parte dell'area i valori devono essere considerati alquanto monotoni.

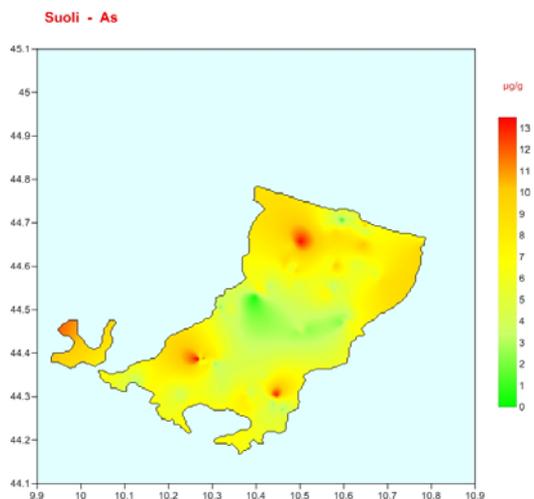


Figura 31. Distribuzione spaziale della concentrazione di arsenico (mg/kg massa secca) nei suoli superficiali.

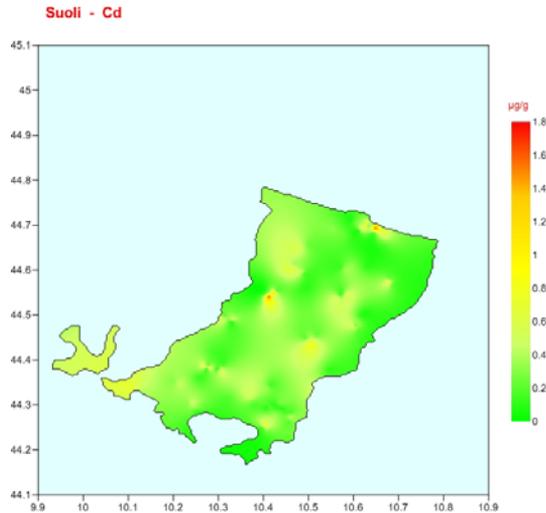


Figura 32. Distribuzione spaziale della concentrazione di cadmio (mg/kg massa secca) nei suoli superficiali.

Cromo e nichel (figura 33) hanno una distribuzione spaziale della concentrazione molto simile, come era logico attendere; vi è la presenza, nel settore occidentale, di due aree arricchite che sono congruenti con affioramenti ofiolitici ultramafici del bacino dell'Enza: i valori riscontrati sono risultati alquanto elevati. La piccola area nei pressi

della via Emilia, peraltro già nota per il cadmio, è da ritenersi un punto di contaminazione anche per il cromo. Sovente si ritrova l'elemento cromo arricchito di molti elementi, ma non del nichel che, in caso di anomalia geogenica, cresce proporzionalmente al cromo.

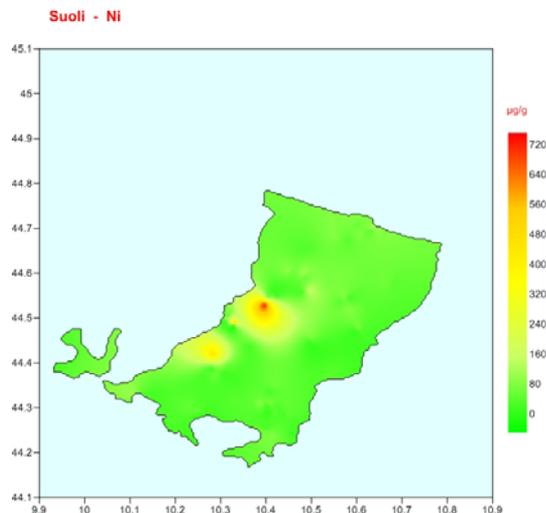


Figura 33. Distribuzione spaziale della concentrazione di nichel (mg/kg massa secca) nei suoli superficiali.

Gli elementi rame e mercurio (figure 34 e 35) evidenziano una distribuzione dei valori alquanto uniforme: le concentrazioni nel loro insieme sono da ritenersi modeste. Solo due aree localizzate

nell'area di montagna evidenziano valori più elevati presumibilmente riconducibili a contaminazioni locali.

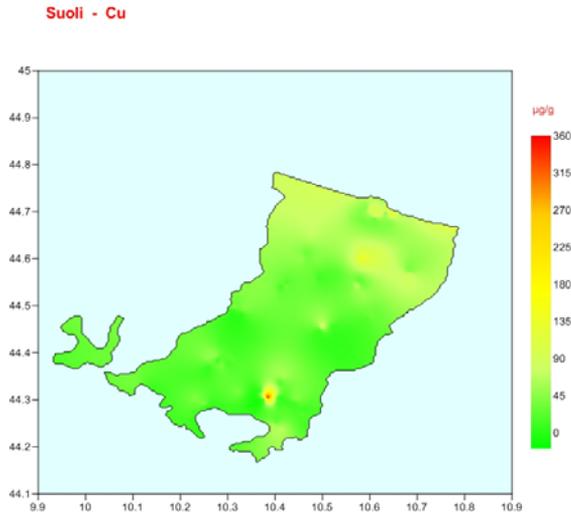


Figura 34. Distribuzione spaziale della concentrazione di rame (mg/kg massa secca) nei suoli superficiali.

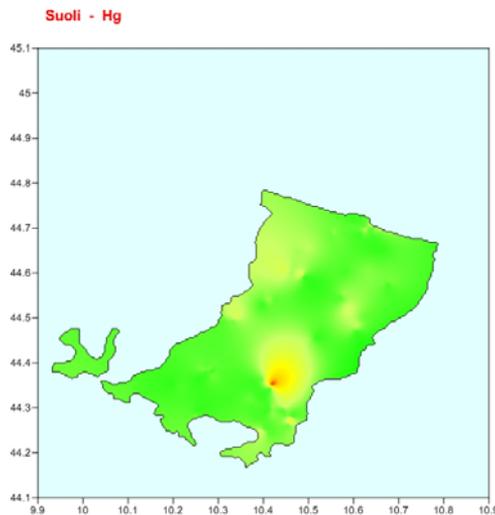


Figura 35. Distribuzione spaziale della concentrazione di mercurio (mg/kg massa secca) nei suoli superficiali.

Alquanto omogenea risulta anche la distribuzione della concentrazione di piombo su tutto il territorio (figura 36); i valori fanno pensare ad un arricchimento generale dovuto all’apporto antropico. Sussistono due punti sicuramente “contaminati” uno nei pressi della via Emilia e l’altro nell’area di Baiso.

Per il vanadio e il selenio, l’area appenninica risulta avere i valori più ridotti, per quest’ultimo anche

nella parte montuosa. Le maggiori concentrazioni sono diametralmente opposte: valori elevati per il selenio sono presenti nella piana, mentre per il vanadio sono rilevate nella parte montuosa. Per quest’ultimo si ipotizza inoltre una contaminazione nell’area interessata da cadmio, cromo e piombo, area localizzata nelle vicinanze di Reggio Emilia e della via Emilia.

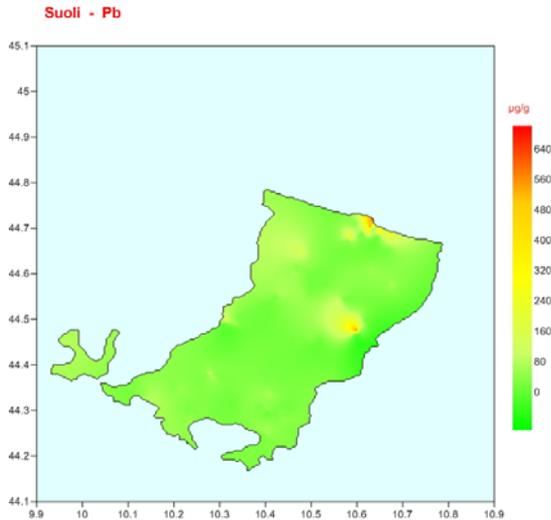


Figura 36. Distribuzione spaziale della concentrazione di piombo (mg/kg massa secca) nei suoli superficiali.

Anche per lo zinco, come per gli elementi cadmio, cromo, piombo e vanadio, si riscontra una contaminazione nei pressi della via Emilia. La restante area descrive una situazione praticamente costante nei valori di concentrazione, fatta eccezione per la presenza di elevati valori nella parte montuosa posta ad oriente.

Valori bassi si riscontrano per lo zirconio; solo nella fascia appenninica sono presenti i valori più elevati. Per lo zirconio le concentrazioni riscontrate

in questo studio di monitoraggio risultano mediamente inferiori di un ordine di grandezza da quanto ottenuto da Marchi *et al.* (2009).

Come ultimo viene brevemente discusso l'andamento spaziale dell'acidità presente nei suoli reggiani (figura 37). Valori attorno a 6.5 unità di pH coprono gran parte del territorio. In due aree, una posta nella zona montagnosa e una a Sud, ci sono i suoli a maggiore acidità, mentre nell'area appenninica il pH tende al neutro-basico.

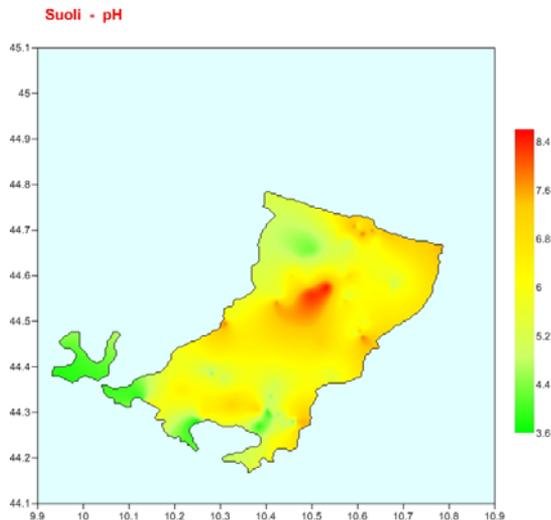


Figura 37. Distribuzione spaziale del pH dei suoli superficiali.

4.3 Mappe di distribuzione degli elementi nei funghi

I metalli pesanti possono essere considerati come una delle principali fonti di inquinamento dei comparti ambientali. Da alcune decadi i flussi immessi nell'ambiente dalle attività antropiche hanno superato quelli di origine naturale come le eruzioni vulcaniche e i grandi incendi boschivi. Un'importante parte di questi contaminanti inorganici persistenti termina nel suolo inalzandone la concentrazione. Il suolo, così arricchito di metalli pesanti, può, a seguito di processi di lisciviazione, veicolare parte dei metalli verso la falda freatica. Un'altra via che interessa e vede i funghi come bioaccumulatori e quindi, in ultima analisi, potenzialmente pericolosi per la salute umana, è data dal passaggio dei contaminanti accumulati nei corpi fruttiferi prevalentemente verso il biota animale.

Parlando dei valori di concentrazione di metalli e macroelementi che sono accumulati dai funghi, essi possono dipendere ed essere condizionati da fattori quali la tipologia del suolo e i valori di concentrazione dei metalli. Nel caso specifico occorre sottolineare che le concentrazioni dei metalli pesanti nei suoli, relative in questo studio all'area della provincia di Reggio Emilia, sono in accordo con la geologia del territorio (Marchi, *com. pers.*, 2010).

Altri aspetti che possono condizionare l'accumulo sono la forma chimica dei metalli pesanti, il contenuto di sostanza organica e la concentrazione idrogenionica del suolo in aggiunta ad altri molteplici fattori (García *et al.*, 2009) che, tutti assieme, possono giocare un ruolo importante nel processo di bioaccumulazione.

Un altro aspetto è intrinseco ai generi e specie di funghi che evidenziano capacità di bioaccumulazione, per i metalli pesanti, più o meno pronunciate. Occorre inoltre ricordare la densità, la profondità e l'età dei miceli fungini, il loro periodo di vita che può durare mesi e anni: tutti questi fattori influenzano la crescita dei corpi fruttiferi dei funghi (i carpofori) e condizionano i processi e l'entità della bioaccumulazione. Le conoscenze relative ai meccanismi di trasporto dei metalli pesanti, dal substrato-suolo al micelio per passare al carpoforo, sono ancora poco conosciute (Svoboda and Kalač, 2000). La raccolta dei dati riportati in questo libro risulta alquanto vasta, più

di 9000 sono i campioni di carpofori raccolti su tutto il territorio italiano corrispondenti ad un universo di circa 1000 specie fungine. Per ciascun campione sono state quantificate le concentrazioni di 32 elementi. In aggiunta, sono stati indagati circa 350 campioni di suolo superficiale per ottenere una migliore interpretazione dei processi di bioaccumulazione. Per i suoli superficiali, oltre ai 32 elementi, è stata valutata la concentrazione idrogenionica.

Non potendo essere qui raffigurata e discussa in modo esaustivo la rappresentazione grafica degli oltre 300.000 dati raccolti, si è pensato di presentare, valutare e interpretare solamente i dati relativi alle zone della provincia di Reggio Emilia nelle quali si è svolta con maggior continuità la raccolta dei carpofori. Tali zone si estendono dalla Via Emilia verso Sud sino al crinale dell'Appennino Tosco Emiliano e includono anche territori del versante toscano (Alta Garfagnana e Alta Lunigiana). Sono considerati gli elementi che, in base ai dati ed alla letteratura scientifica a nostra disposizione, sono risultati i più significativi e i maggiormente studiati: alluminio (Al), arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), rame (Cu), mercurio (Hg), nichel (Ni), piombo (Pb), zinco (Zn). Il selenio (Se) è stato considerato solo per il gruppo del *Boletus edulis*, risultando scarsamente significativo per gli altri taxa, così come vanadio (V) e zirconio (Zr) sono stati considerati solo per la specie *Amanita muscaria* (L.) Lam., risultando in generale non significativi per tutti gli altri taxa. Si sono inoltre considerati i taxa che presentavano una "abbondanza" di campioni sufficientemente grande (complessivamente 24000 valori di concentrazione) per poter effettuare mappe di distribuzione I valori medi, minimi e massimi di concentrazione, per una visione di insieme, sono riassunti e riportati nella tabella 5.

■ Sottodivisione *Basidiomycotina* - Sottoclasse *Agaricomycetidae*

- Ordine *Tricholomatales* ed il suo genere *Clitocybe*.
- Genere *Amanita* e la specie *Am. Muscaria*.
- Genere *Russula*.
- Genere *Agaricus* e le sezioni *Bitorques* [Sottogenere *Agaricus* (L. : Fr.) Heinem.] e *Arvenses* [Sottogenere *Flavoagaricus* Wasser].
- Gruppo del *Boletus edulis* (*B. aereus*, *B. reticulatus*, *B. edulis*, *B. Pinophilus*).

▪ **Sottodivisione Basidiomycotina - Sottoclasse Aphyllophoromycetideae**

- Genere *Cantharellus*.
- Genere *Ramaria*.

▪ **Sottodivisione Ascomycotina - Sottoclasse Pezizomycetideae**

- Genere *Morchella*.

Tabella 5. Valori di concentrazione medi, minimi e massimi degli elementi analizzati relativi ai taxa considerati.

		Al	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Se	V	Zr
Ordine <i>Tricholomatales</i>	Average	217	1.0	2.37	1.94	36.4	0.35	1.37	0.94	157	-	-	-
	min Value	16	0.1	0.09	0.10	4.0	0.01	0.14	0.05	50.0	-	-	-
	Max Value	2400	59	14.5	63.5	93.0	4.0	24.5	18.8	340	-	-	-
Ordine <i>Tricholomatales</i> Genere <i>Clitocybe</i>	Average	178	0.4	1.08	1.26	93.7	2.24	1.44	1.97	98.2	-	-	-
	min Value	6	0.1	0.30	0.10	33.0	0.37	0.20	0.05	65.0	-	-	-
	Max Value	1520	9.0	3.88	5.30	319	6.00	5.00	21.5	165	-	-	-
Genere <i>Amanita</i>	Average	334	0.2	5.02	2.03	63.6	1.19	1.37	1.32	131	-	-	-
	min Value	13	0.1	0.12	0.01	6.0	0.01	0.02	0.05	20.0	-	-	-
	Max Value	3410	7.0	33.4	29.9	740	24.3	10.1	64.3	328	-	-	-
<i>Amanita muscaria</i>	Average	225	0.4	12.2	1.01	31.7	0.73	0.84	0.91	138	-	99.0	4.66
	min Value	33	0.1	2.74	0.10	6.0	0.20	0.02	0.05	58.0	-	12.5	0.05
	Max value	1500	2.0	33.4	4.90	69.0	2.55	3.30	19.1	280	-	195	19.4
Genere <i>Russula</i>	Average	288	0.2	3.33	1.06	53.7	0.52	1.69	1.83	91.0	-	-	-
	min Value	11	0.1	0.08	0.01	10.0	0.01	0.20	0.05	21.0	-	-	-
	Max Value	2940	7.0	24.6	6.10	189	4.06	13.5	53.6	864	-	-	-
Genere <i>Agaricus</i>	Average	488	0.1	1.58	6.07	161	2.29	3.15	1.09	110	-	-	-
	min Value	113	0.1	0.12	0.20	33.0	0.19	0.20	0.05	47.0	-	-	-
	Max Value	1290	1.0	5.83	125	934	7.26	27.0	3.70	203	-	-	-
Genere <i>Agaricus</i> Sezione <i>Bitorques</i>	Average	539	0.3	1.99	1.90	132	5.25	2.89	3.94	100	-	-	-
	min Value	61	0.1	0.25	0.10	20.0	0.12	0.20	0.05	46.0	-	-	-
	Max Value	2770	4.0	9.20	7.40	812	25.3	14.1	29.5	273	-	-	-
Genere <i>Agaricus</i> Sezione <i>Arvenses</i>	Average	119	1.5	40.9	0.74	188	4.99	2.39	2.52	156	-	-	-
	min Value	9	0.1	0.05	0.01	27.0	0.43	0.20	0.05	50.0	-	-	-
	Max Value	797	21	391	10.9	1410	19.3	14.3	22.7	361	-	-	-
Genere <i>Boletus</i> Gruppo <i>B. edulis</i>	Average	252	0.1	3.52	1.52	37.3	3.52	2.49	0.80	138	51.2	-	-
	min Value	3	0.1	0.34	0.10	5.0	0.13	0.75	0.05	28.0	5.0	-	-
	Max Value	2490	3.0	15.7	22.1	98.0	28.9	16.6	9.10	447	223	-	-
Genere <i>Cantharellus</i>	Average	270	0.1	0.49	2.91	42.9	0.23	2.33	1.97	71.3	-	-	-
	min Value	26	0.1	0.09	0.10	15.0	0.01	0.20	0.05	28.0	-	-	-
	Max Value	1360	0.1	2.87	57.3	111	1.44	28.6	5.50	143	-	-	-
Genere <i>Ramaria</i>	Average	327	8.7	5.74	3.54	51.4	0.99	10.19	0.98	71.1	-	-	-
	min Value	10	0.1	0.52	0.30	19.0	0.01	1.10	0.05	31.0	-	-	-
	Max Value	970	40	32.3	28.6	244	8.23	48.3	3.20	167	-	-	-
Genere <i>Morchella</i>	Average	709	0.1	0.94	3.27	53.6	0.09	2.40	1.19	144	-	-	-
	min Value	21	0.1	0.19	0.20	11.0	0.01	0.40	0.05	60.0	-	-	-
	Max Value	6100	3.0	4.12	30.7	123	0.25	12.2	11.0	281	-	-	-

La discussione tratta separatamente tra loro i vari taxa considerati. Si presentano mappe di distribuzione di alcuni elementi in abbinamento alle valutazioni relative ai vari fattori di arricchimento e ai dati ottenuti dalle analisi delle componenti principali.

4.3.1 Ordine *Tricholomatales* (Sottodivisione *Basidiomycotina* – Sottoclasse *Agaricomycetideae*)

Le mappe di distribuzione degli elementi arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo e

zinco, sono risultate tra loro alquanto eterogenee. Entrando nei dettagli si può osservare come alluminio, cromo e nichel tendano ad avere una distribuzione della concentrazione simile ed alquanto monotona su tutto il territorio, ma è comunque interessante notare come per cromo e nichel vi sia una buona sovrapposizione con le mappe di distribuzione del suolo. Le figure 38 e 39

che presentano rame e zinco, evidenziano aree in comune dove la concentrazione è proporzionalmente simile. Nell'area di Albinea e Quattro Castella si osservano i valori massimi di concentrazione per l'arsenico. Per il pH, ad aree con la presenza di suoli acidi corrispondono alti valori di rame e zinco.

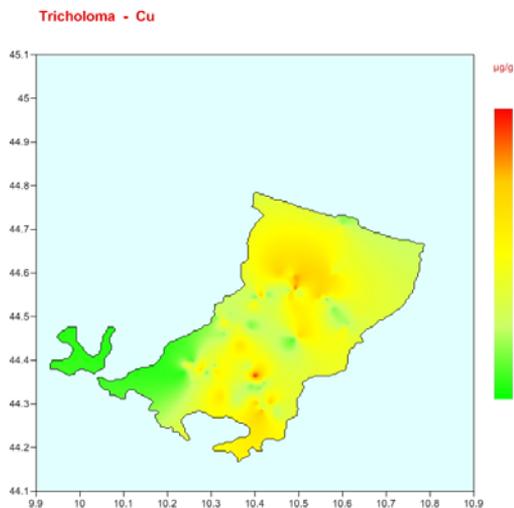


Figura 38. Distribuzione spaziale del rame per l'ordine *Tricholomatales*.

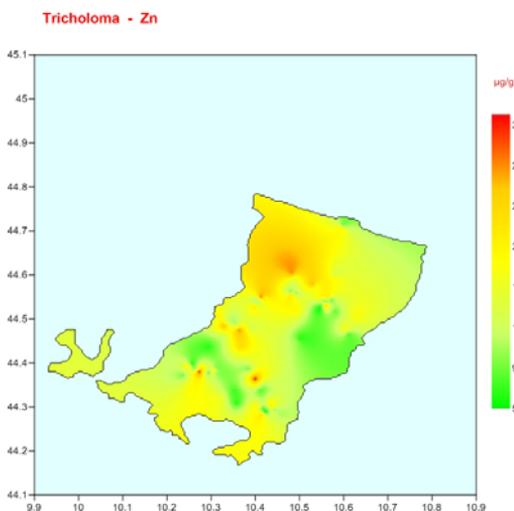


Figura 39. Distribuzione spaziale dello zinco per l'ordine *Tricholomatales*.

Cadmio, mercurio e piombo (figure 40, 41 e 42) hanno valori più elevati nelle aree collinari e, per il

solo cadmio, anche nelle zone montuose ai confini con la Toscana.

Cadmio: il valore medio di concentrazione è di 2.37 mg/kg. Valori di poco inferiori (1.67 mg/kg) sono stati trovati ad Est del Mar Nero (Demirbaş, 2001), mentre sempre in Turchia (Soylak et al., 2005) in *Ma. oreades* e *T. argyraceum* si sono trovati 0.63 e 0.91 mg/kg. Nella stessa area Yamaç

et al. (2007) in *I. geotropa* e *T. equestre* hanno ottenuto rispettivamente 0.58 e 1.99 mg/kg. In Macedonia e nella zona dell'Epiro, Ouzouni et al. (2009) in tre specie, *Ar. tabescens*, *Ar. mellea* e *T. rutilans*, hanno riscontrato, rispettivamente, concentrazioni di 1.8; 1.67 e 0.25 mg/kg.

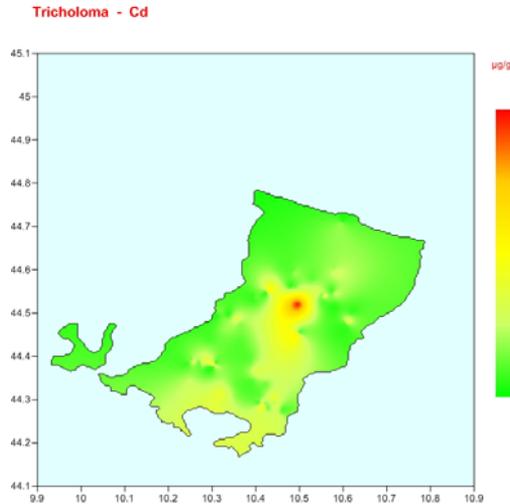


Figura 40. Distribuzione spaziale del cadmio per l'ordine *Tricholomatales*.

Mercurio: il valore medio è di 0.35 mg/kg; risulta significativamente inferiore a quanto trovato nella Repubblica Ceca, in un'area con la presenza di miniere di argento, da Svoboda et al. (2006) che in *Le. nuda* e *Ar. mellea* hanno rilevato 10.5 e 8.9

mg/kg. In contrapposizione a quanto detto, in Turchia nelle specie *La. laccata* e *T. terreum* sono stati rispettivamente riportati i valori 0.07 e 0.09 mg/kg (Demirbaş, 2000).

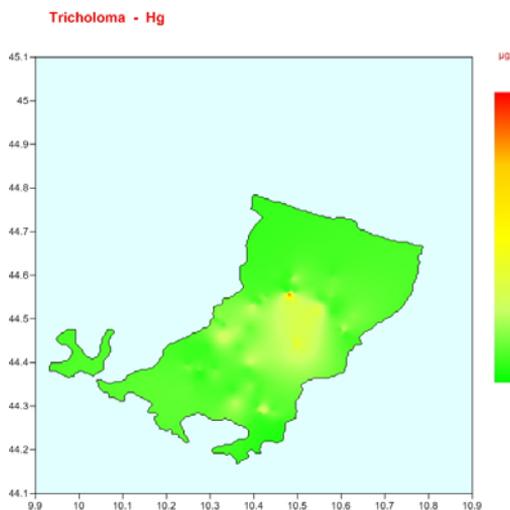


Figura 41. Distribuzione spaziale del mercurio per l'ordine *Tricholomatales*.

Piombo: il valore medio è di 0.94 mg/kg. In un'area ad Est del Mar Nero, nella specie *T. terreum* è stato osservato (Demirbaş, 2001) un valore di 0.06 mg/kg. In un recente studio, valori significativamente più elevati sono stati osservati nel centro della Spagna da Campos *et al.* (2009). Gli autori, analizzando *I. geotropa*, *T. ustaloides* e *T. rutilans*, hanno trovato rispettivamente 4.73; 3.33 e 3.23 mg/kg (in questo caso, comunque, sarebbe necessario approfondire la comprensione della metodica delle misure). Sesli *et al.* (2008), in un'area del Mar Nero, hanno riscontrato in *Le. nuda* hanno riscontrato una concentrazione di 2.6 mg/kg. Demirbaş (2001) nella medesima area ha riportato 2.43 mg/kg nella specie *T. Terreum*; un

valore di 0.86 mg/kg è stato riscontrato in *La. laccata* (Demirbaş, 2000). In Turchia, Yamaç *et al.* (2007), hanno trovato rispettivamente 1.22 e 1.59 mg/kg in *I. geotropa* e *T. equestre*. In accordo con i nostri dati, in Macedonia e nella zona dell'Epiro, Ouzouni *et al.* (2009), in *Ar. Tabescens*, *Ar. mellea* e *Le. nuda*, hanno riscontrato, rispettivamente concentrazioni di 0.79; 0.49 e 1.16 mg/kg, mentre in Turchia (Soylak *et al.*, 2005) in *Ma. oreades* e *T. argyraceum* hanno trovato 1.05 e 1.89 mg/kg. In Francia, nella regione parigina, sono stati trovati, rispettivamente, valori pari a 42.5; 33.6 e 24.3 mg/kg in *C. nebulari*, *Ma. oreades* e *T. terreum* (Michelot *et al.*, 1998).

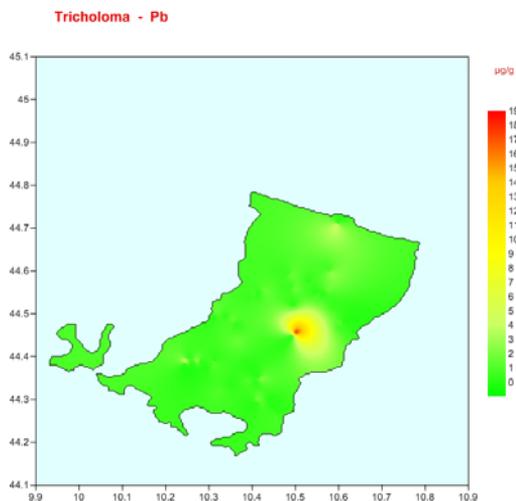


Figura 42. Distribuzione spaziale del piombo per l'ordine Tricholomatales.

I valori dei fattori di arricchimento hanno evidenziato come gli elementi tendano ad accumularsi nei carpofori ed il loro accumulo generalmente dipende dalle specie fungine. In generale si è osservato che arsenico, cromo, nichel e piombo tendono a non accumularsi nei funghi di questo ordine, anche se il suolo ne è ricco (Kalač and Svobova, 2000; García *et al.*, 2009). In contrapposizione cadmio, rame, mercurio e zinco si possono accumulare nei carpofori, con fattori di concentrazione più o meno elevati, anche a ridotte concentrazioni presenti nel suolo. Questo è confermato per il mercurio (Falandysz *et al.*, 2002). Inoltre Kalač e Svobova (2000) hanno valutato fattori di arricchimento pari a 50-300 e 30-500 per cadmio e mercurio e 0.1-0.2 per il piombo, come precedentemente osservato da Kalač *et al.* (1989b).

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 6. Le prime tre componenti descrivono il 63% della varianza totale. Nella prima componente l'acidità del suolo non sembra influire sull'aumento di cadmio e di cromo, rame e zinco; in controtendenza vi è il comportamento del piombo come descritto da Kalač and Svobova (2000). La componente principale 2 descrive il legame tra nichel, cadmio, mercurio e piombo che tenderebbero ad accumularsi con valori di pH moderatamente acidi. Cadmio, mercurio e piombo sono influenzati dalle attività umane. La terza componente descrive il legame tra basicità del suolo e alto livello di bioaccumulazione di arsenico.

Tabella 6. Analisi delle componenti principali.

	Componenti		
	1	2	3
pH_s	-.042	-.060	.803
As_FA	.006	.093	.721
Cd_FA	.437	.304	.003
Cr_FA	.839	.004	-.037
Cu_FA	.897	.191	-.055
Hg_FA	.209	.788	.054
Ni_FA	.242	.629	-.350
Pb_FA	-.102	.692	.131
Zn_FA	.932	-.013	-.019

4.3.2 Genere *Clitocybe* (Sottodivisione *Basidiomycotina* - Sottoclasse *Agaricomycetideae* - Ordine *Tricholomatales*)

Nel contesto dell'ordine *Tricholomatales* viene qui considerato il genere *Clitocybe*, nel suo complesso e per alcune specie, in confronto con specie dell'ordine *Tricholomatales*. Per il genere *Clitocybe* la distribuzione spaziale della concentrazione degli elementi evidenzia due tipologie di associazioni. La prima è rappresentata da cromo, nichel e zinco con i valori più elevati 5.3; 6 e 165 mg/kg rispettivamente, osservati nelle aree di Toano e di Reggio Emilia. La restante totalità dell'area, fatta eccezione per lo zinco a Collagna, presenta valori di concentrazione monotoni. Una seconda associazione è rappresentata da alluminio e rame e l'area di Reggio Emilia ne registra i valori massimi. Le mappe di arsenico, mercurio, cadmio e piombo sono alquanto differenti sia tra loro che con le altre mappe di distribuzione. La carta che illustra l'acidità dei suoli conferma una rassomiglianza solo con il mercurio nei funghi. La distribuzione spaziale della concentrazione degli elementi evidenzia poche tipologie di associazioni. La prima è rappresentata da cromo e nichel con i valori più elevati, 125 e 27 mg/kg rispettivamente, espressi nell'area di Montecchio, la restante parte dell'area mostra valori di concentrazione monotoni. Una seconda associazione è rappresentata da rame e piombo con l'area di Carpineti che presenta i valori massimi. Anche alluminio, zinco e mercurio in parte si sovrappongono, mentre arsenico e cadmio sono

alquanto differenti sia tra loro che con le altre mappe di distribuzione. La carta che illustra l'acidità dei suoli presenta una rassomiglianza con lo zinco e il mercurio nei funghi; si osserva pure una sovrapposizione quantitativa tra l'alluminio nei suoli con quello nei funghi.

Le mappe delle figure 43, 44 e 45 illustrano la distribuzione della concentrazione di arsenico, rame e mercurio, i valori medi sono rispettivamente 0.43; 93.7 e 2.24 mg/kg.

Arsenico: le aree a maggior concentrazione si riscontrano tra Casina e Canossa dove il valore massimo è 9 mg/kg; per la restante parte del territorio la distribuzione è alquanto monotona. Altri autori hanno trovato valori più elevati (1.76 mg/kg) presso il Mar Nero in *La. laccata* (Demirbaş, 2001). In campioni provenienti da alcune nazioni europee e dal Brasile Slejkovec *et al.* (1977) hanno trovato un valore di 0.66 mg/kg in *La. laccata*, mentre in *La. fraterna* è stata riscontrata la più alta concentrazione, 30 mg/kg. Konuk *et al.* (2007) hanno riportato un valore pari a 0.44 mg/kg in un campione di *Ar. mellea* raccolto in Turchia.

Rame: la figura 44 illustra la distribuzione di rame. Valori elevati sono presenti nell'area pianeggiante intorno alla città di Reggio e nella zona a nord della strada pedemontana con un valore massimo di 319 mg/kg. In uno studio precedente, in *La. laccata* sono stati riscontrati valori differenti, rispettivamente 12.9 e 92.5 mg/kg (Demirbaş, 2000; 2001).

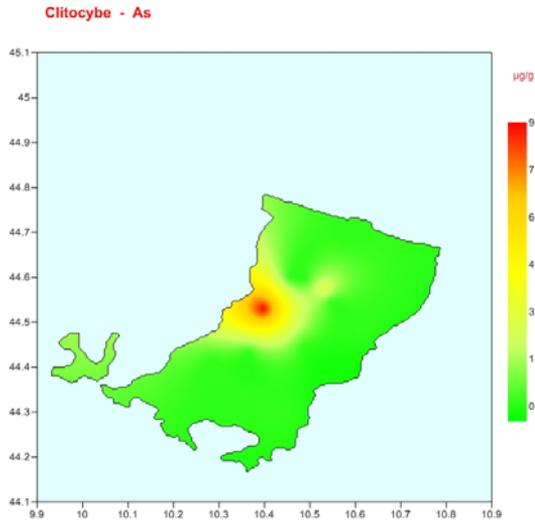


Figura 43. Distribuzione spaziale dell'arsenico per il genere *Clitocybe*.

In Macedonia e nella zona dell'Epiro, Ouzouni *et al.* (2009) hanno trovato, in campioni di *Ar. mellea* e *Ar. tabescens*, rispettivamente 17.38 e 17.47 mg/kg. Sempre Ouzouni *et al.* (2007) hanno riscontrato concentrazioni pari a 16 e 4.65 mg/kg in *Hy. eburneus* e *Hy. chrysodon*. In Turchia Yamaç *et al.* (2007) hanno trovato 144.2 e 82.4 mg/kg in *Le.*

nuda e *I. geotropa*, rispettivamente. In un'area del Mar Nero Sesli *et al.* (2008) hanno riscontrato nelle specie *La. amethystina*, *Cl. gibba* e *Le. nuda* concentrazioni pari a, rispettivamente, 32.8; 52.4 e 20.1 mg/kg. In Francia è stata osservata una concentrazione di 56.9 mg/kg in campioni di *Cl. nebularis* (Michelot *et al.*, 1998).

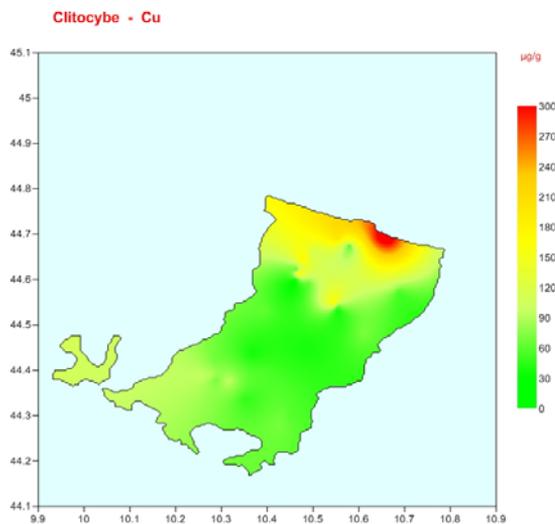


Figura 44. Distribuzione spaziale del rame per il genere *Clitocybe*.

Mercurio: la mappa del mercurio è rappresentata nella figura 45. La località Quattro Castella registra i valori più elevati pari a 6 mg/kg. Valori moderata-

mente elevati sono osservati sul confine appenninico. In bibliografia sono presenti relativamente pochi dati relativi al mercurio. Demirbaş (2000;

2001), in due ricerche effettuate a est del Mar Nero, ha ottenuto valori differenti tra loro (0.39 e 0.072 mg/kg) e di gran lunga inferiori a quanto osservato nell'area reggiana, utilizzando e analizzando esemplari di *La. laccata*. Cocchi *et al.* (2006), nella provincia di Reggio Emilia hanno trovato in *Le. nuda*, *La. laccata*, *Hy. penarius*, *Hy. russula*, *Ly. decastes* e *Ma. oreades* rispettivamente 6.25; 0.12; 0.22; 0.77; 1.74 e 1.78 mg/kg. In *Cl.*

nebularis è stata osservata una concentrazione significativamente elevata pari a 62.9 mg/kg (Michelot *et al.*, 1998). Nella Repubblica Ceca, in un'area in cui si trovano miniere di argento, Svoboda *et al.* (2006) hanno trovato rispettivamente 12.9 e 4.2 mg/kg in *Ar. mellea* e *Le. nuda*. Questi valori sono nettamente superiori sia alla media che al valore massimo ottenuto in provincia di Reggio Emilia.

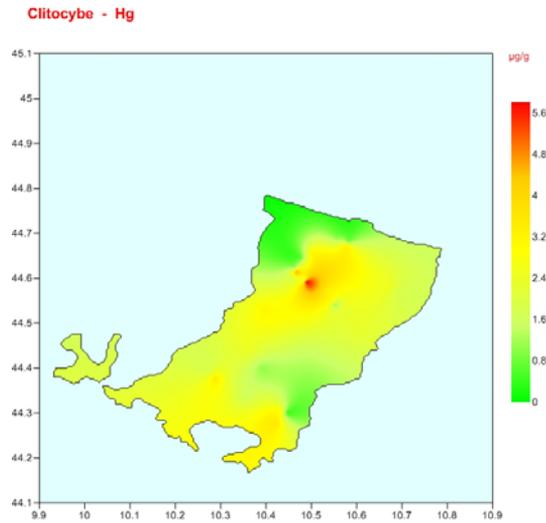


Figura 45. Distribuzione spaziale del mercurio per il genere *Clitocybe*.

Come già osservato per altri generi e specie di funghi, arsenico, cromo, nichel e piombo tendono a non accumularsi nei carpofori. Questo aspetto è evidenziato dai fattori di arricchimento e confermato per il piombo dagli studi di García *et al.* (2009). In contrapposizione gli elementi mercurio, in modo particolare in *Le. nuda* (Kalač *et al.*, 1989b), cadmio, rame, e zinco tendono ad accumularsi, ma in modo non spiccato nei carpofori di *Clitocybe* anche se il suolo presenta ridotte concentrazioni. Quando detto è confermato per il mercurio da Falandysz *et al.* (2002).

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 7.

Tabella 7. Analisi delle componenti principali.

	Componenti		
	1	2	3
pH s	-.128	-.096	.961
As FA	.975	.175	-.090
Cd FA	.948	.256	-.123
Cr FA	.701	.304	.267
Cu FA	.980	.097	-.128
Hg FA	.215	.964	-.105
Ni FA	.988	.040	-.132
Pb FA	.911	.312	-.085
Zn FA	.977	.159	-.113

Le prime tre componenti descrivono e spiegano il 94% della varianza totale. Si osserva come il mercurio sia in controtendenza con gli altri elementi e sia dissociato dall'acidità del suolo. La componente due rafforza quanto descritto, in quanto il mercurio è dissociato dagli altri elementi, mentre la componente tre descrive il legame "debole" tra acidità e cromo. I restanti elementi non sono collegati al pH.

4.3.3 Genere *Amanita* (Sottodivisione *Basidiomycotina* - Sottoclasse *Agaricomycetideae* - Ordine *Amanitales*)

La visualizzazione grafica della concentrazione degli elementi arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo e zinco, è risultata alquanto eterogenea. Fanno eccezione le coppie nichel e cromo e alluminio e cadmio che qualitativamente si assomigliano. Per quanto riguarda una comparazione tra la distribuzione della concentrazione nei funghi con i suoli, la mappa di distribuzione dell'acidità non appare correlata, mentre il contenuto di cromo, nichel e alluminio nei suoli presenta una corrispondenza con i funghi.

Cadmio: la figura 46 mostra la distribuzione del cadmio, il cui valore medio è 5.02 mg/kg con un massimo 33.4 mg/kg localizzato nel crinale appenninico. Valori elevati si riscontrano anche nelle aeree tra Vezzano e Viano. In Turchia Tüzen (2003) ha riscontrato in *Am. solitaria* un valore simile, pari a 7.5 mg/kg, mentre in Macedonia e nella zona dell'Epiro, Ouzouni *et al.* (2009) hanno trovato in *Am. caesarea* un valore alquanto modesto, pari a 1.3 mg/kg. Valori simili sono stati riscontrati presso il Mar Nero in *Am. muscaria*, *Am. rubescens* e *Am. vaginata*, con valori rispettivamente pari a 1.6; 0.79 e 0.56 mg/kg (Demirbaş, 2001). In Turchia, Yamaç *et al.* (2007) hanno misurato in *Am. caesarea* un valore di 2.46 mg/kg che si colloca a metà tra quanto rilevato nella nostra indagine e quello degli autori citati. Un numero importante di campioni di specie del genere *Amanita* è stato analizzato da Michellot *et al.* (1998) nella regione parigina. Sono state prese in considerazione le specie *Am. Excelsa* var. *excelsa*, *Am. gemmata*, *Am. muscaria*, *Am. ovoidea*, *Am. pantherina*, *Am. phalloides*, *Am. rubescens*, *Am. solitaria*, *Am. excelsa* var. *spissa*, *Am. vaginata*. I valori riscontrati sono risultati simili a quelli da noi osservati, essendo rispettivamente 6; 14.9; 13.9; 2.9; 10.3; 1.5; 2.4; 2.6; 2.5; 7.7 mg/kg.

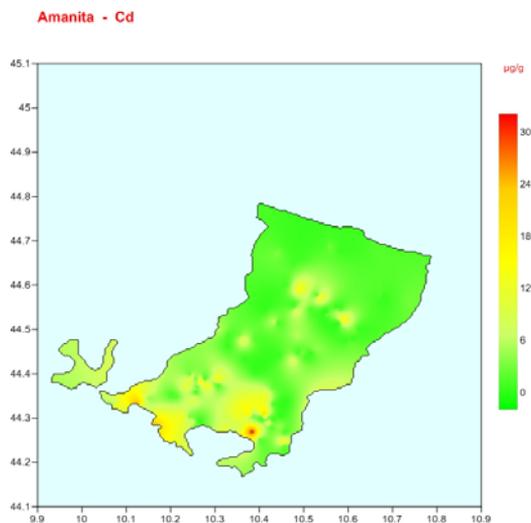


Figura 46. Distribuzione spaziale del cadmio per il genere *Amanita*.

Rame: la distribuzione di rame è rappresentata nella figura 47. Il valore medio risulta 63.59 mg/kg. I valori più elevati sono rilevati nell'area pianeggiante della provincia, la restante parte è caratteriz-

zata da valori alquanto costanti, simili al valore medio. Un valore simile di 50.8 mg/kg è stato riscontrato in Turchia in *Am. caesarea* (Yamaç *et al.*, 2007), mentre Tüzen (2003) ha riscontrato 96.2

mg/kg in *Am. solitaria*. Demirbaş (2001) ha ottenuto valori alquanto altalenanti e rispettivamente pari a 23.5; 51.2 e 5.1 mg/kg in *Am. muscaria*, *Am. rubescens* e *Am. vaginata* nell'area del Mar Nero. In Macedonia e nella zona dell'Epiro, Ouzouni *et al.* (2009) hanno riportato 19.3 mg/kg in campioni di *Am. caesarea*. Anche per il rame Michellot *et al.* (1998) hanno osservato

valori simili in *Am. excelsa* var. *excelsa* (75.6 mg/kg), *Am. gemmata* (44.4 mg/kg), *Am. muscaria* (28.4 mg/kg), *Am. ovoidea* (21.7 mg/kg), *Am. pantherina* (38.5 mg/kg), *Am. phalloides* (29.7 mg/kg), *Am. rubescens* (41.9 mg/kg), *Am. solitaria* (24 mg/kg), *Am. excelsa* var. *spissa* (29.2 mg/kg) e *Am. vaginata* (65.9 mg/kg).

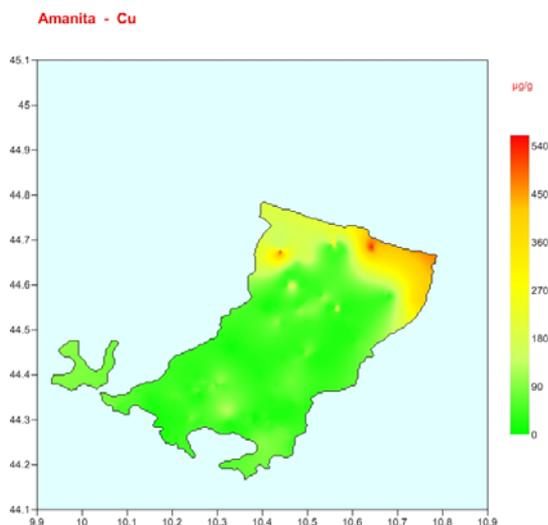


Figura 47. Distribuzione spaziale del rame per il genere *Amanita*.

Mercurio: nell'area di Casalgrande si riscontrano i valori più elevati (24.3 mg/kg è il valore massimo), (figura 48). Il valore medio 1.19 mg/kg è rappresentativo di una notevole parte del territorio reggiano. Nella Repubblica Ceca, in un'area con la presenza di miniere di argento, Svoboda *et al.* (2006) hanno trovato 1.55 mg/kg in *Am. rubescens*. Valori di un ordine di grandezza inferiore sono stati riscontrati presso il Mar Nero in *Am. muscaria* (0.18 mg/kg), *Am. rubescens* (0.23 mg/kg) e *Am. vaginata* (0.32 mg/kg) (Demirbaş, 2001). Falandysz *et al.* (2002) in Polonia hanno riscontrato

valori compresi tra 0.07 e 1.5 mg/kg nei cappelli e tra 0.021 e 1.3 mg/kg nei gambi di *Am. muscaria*. I valori di Michellot *et al.* (1998) riscontrati per il mercurio appaiono eccessivamente elevati in *Am. excelsa* var. *excelsa* (61.3 mg/kg), *Am. Gemmata* (37.4 mg/kg), *Am. muscaria* (61.3 mg/kg), *Am. ovoidea* (61.4 mg/kg), *Am. pantherina* (64.9 mg/kg), *Am. phalloides* (40.3 mg/kg), *Am. rubescens* (57 mg/kg), *Am. solitaria* (48.8 mg/kg), *Am. excelsa* var. *spissa* (58.4 mg/kg) e *Am. vaginata* (54.3 mg/kg).

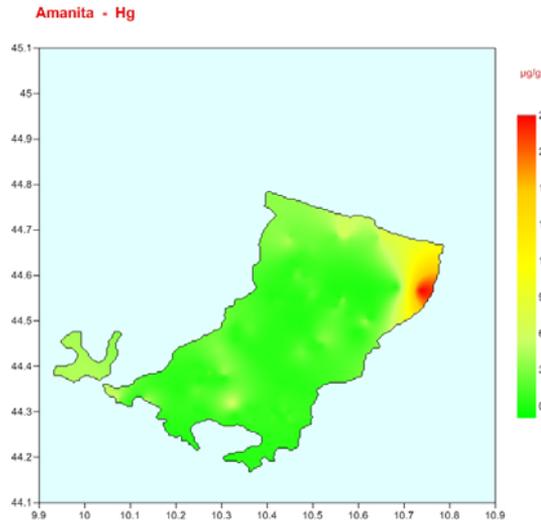


Figura 48. Distribuzione spaziale del mercurio per il genere *Amanita*.

4.3.4 *Amanita muscaria* (L.) Lam. (Sottodivisione Basidiomycotina - Sotto- classe Agaricomycetidae - Ordine Ama- nitales - Genere *Amanita*)

Per *Am. muscaria*, una specie di quote medio-alte ed alte, sono proposte le mappe di distribuzione di vanadio e zirconio (figure 49 e 50) perché le concentrazioni di questi elementi in questa specie sono affatto eccezionali. Le aree a maggior

concentrazione sono localizzate nelle località appenniniche dove per vanadio e zirconio, i valori massimi risultano rispettivamente essere 195 e 19.4 mg/kg. Dai valori di concentrazione riscontrati nei suoli, per i due elementi e per il pH, non si osserva un legame diretto come osservato nei campioni di *Am. muscaria*. I due elementi sono bioaccumulati indipendentemente dalla concentrazione presente nei suoli e dalla loro acidità.

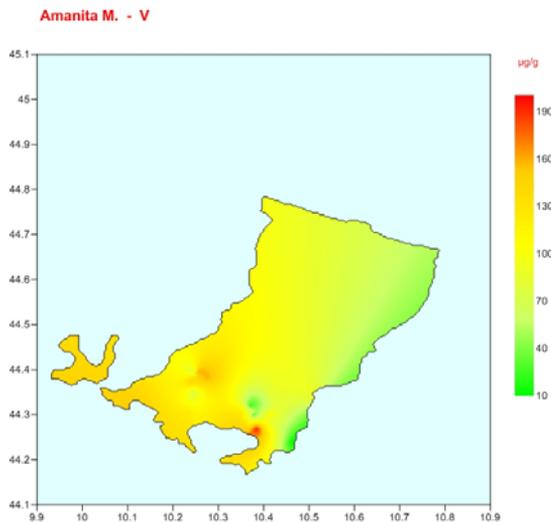


Figura 49. Distribuzione spaziale del vanadio per *Am. Muscaria*.

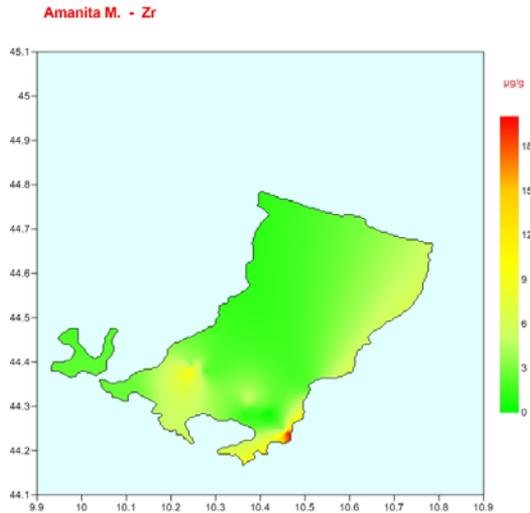


Figura 50. Distribuzione spaziale dello zirconio per *Am. Muscaria*.

Si è osservato che arsenico, cromo, nichel e piombo tendono a non accumularsi nel genere *Amanita*, anche se il suolo è ricco negli elementi elencati (Kalač and Svobova, 2000; García et al., 2009). Gli elementi rame e zinco tendono ad accumularsi ma in minor entità, mentre cadmio e mercurio si accumulano abbondantemente (Sova et al., 1991; Vetter, 1994). Quando detto è confermato da

Falandysz et al. (2002) per l'elemento mercurio. Inoltre Kalač e Svobova (2000) hanno valutato fattori di arricchimento pari a 50-300 e 30-500 per cadmio e mercurio.

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 8. Le prime cinque componenti spiegano il 59% della varianza totale.

Tabella 8. Analisi delle componenti principali.

	Componenti				
	1	2	3	4	5
Al a	-.096	.017	.832	-.035	.054
As a	-.038	.139	-.221	-.104	.099
Cd a	-.084	.611	-.138	-.004	.077
Cr a	.091	-.026	.721	-.058	-.054
Cu a	-.065	.025	.069	.802	.137
Hg a	.129	-.043	.057	.612	.065
Ni a	.006	-.104	.884	-.031	.009
Pb a	-.091	.186	.272	.020	-.052
Zn a	-.104	.432	-.048	.664	.026
Al s	.009	.776	.040	-.093	.457
As s	.293	.627	.011	.171	-.049
Cd s	.730	-.083	-.056	.106	.010
Cr s	.872	.227	.027	.075	.086
Cu s	.026	.056	-.056	.259	.917
Hg s	.086	-.599	-.032	.077	-.098
Ni s	.913	-.163	.004	-.031	-.003
Pb s	.211	-.263	-.181	.613	-.036
Zn s	.070	.277	-.088	.002	.913

Nella componente uno, nichel e cromo in particolare e cadmio sono legati tra loro e seguono marginalmente gli altri elementi presenti nei suoli e nei funghi. Nella componente due cadmio e zinco nei funghi tendono ad aumentare con l'aumentare di alluminio e arsenico nei suoli, mentre il mercurio nei suoli diminuisce. La terza componente descrive il legame tra alluminio, cromo e nichel nei funghi di origine terrigena, in contrapposizione con il calo di arsenico sempre nei funghi. Nella quarta componente si osserva un aumento di rame e

mercurio nei funghi con il piombo, mentre i restanti elementi non subiscono variazioni. La quinta componente interessa alluminio, rame e zinco nei suoli.

Per quanto riguarda il fattore di arricchimento, i risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati in tabella 9. Questi sono relativi ai Fattori di Arricchimento, e le prime tre componenti descrivono e spiegano il 93% della varianza totale.

Tabella 9. Analisi delle componenti principali in *Amanita muscaria* (L.) Lam..

	Componenti		
	1	2	3
As_FA	.996	-.013	-.050
Cd_FA	.867	.451	-.044
Cr_FA	.926	.154	.170
Cu_FA	.112	.973	-.113
Hg_FA	.941	.063	.304
Ni_FA	-.265	.922	.018
Pb_FA	.070	-.088	.954
Zn_FA	.279	.923	-.187
V_FA	.587	.759	-.126
Zr_FA	.984	-.123	.110
pH_s	.416	-.460	.549

I valori basici nei suoli sono direttamente correlabili con la bioaccumulazione di quasi tutti gli elementi fatta eccezione per rame e piombo, mentre il nichel è bioaccumulato prevalentemente in suoli acidi. La componente due spiega come suoli acidi siano in contrapposizione con cadmio e in particolare vanadio, rame, nichel e zinco. La terza componente descrive un legame forte tra pH e piombo, aumenta uno e aumenta anche l'altro e viceversa.

4.3.5 Genere *Russula* (Sottodivisione *Basidiomycotina* - Sottoclasse *Agaricomycetidae* - Ordine *Russulales*)

Una visione generale e il raffronto tra le mappe che illustrano gli elementi arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo e zinco evidenziano una distribuzione della concentrazione alquanto eterogenea.

Arsenico: per questo elemento (figura 51) la distribuzione appare costante su tutta l'area indagata. I valori più elevati, pari a 7 e 5 mg/kg, sono stati riscontrati rispettivamente a Ligonchio e Viano; il valore medio è 0.2 mg/kg.

Valori di concentrazione più elevati in quattro specie di *Russula* sono stati trovati da Demirbaş (2001) ad Est del Mar Nero. Nel centro della Finlandia sono state riscontrate concentrazioni comprese tra 0.1 e 0.5 mg/kg (Nikkarinen and Mertanen, 2004).

Piombo e Zinco: le figure 52 e 53 illustrano la distribuzione spaziale delle concentrazioni di piombo e zinco che appaiono qualitativamente simili, fatta eccezione per una ristretta area rappresentata dal territorio della città di Reggio Emilia dove i valori per il piombo appaiono significativamente elevati. Tali valori sono da imputarsi al combustibile per autovetture contenenti il piombo tetraetile come antidetonante

nelle benzine (Cenci *et al.*, 2008). Il valore medio è pari a 1.8 mg/kg, in accordo con quanto trovato in

Finlandia (1.4±2 mg/kg; Demirbaş, 2001) e in Turchia (2.3 mg/kg; Tüzen, 2003).

Russula - As

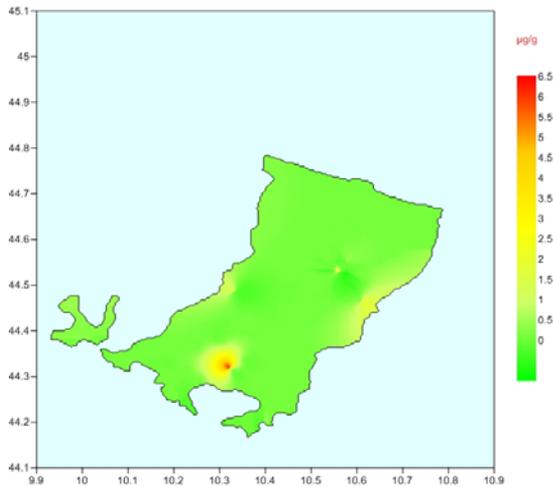


Figura 51. Distribuzione spaziale dell'arsenico per il genere *Russula*.

Sempre in Turchia la concentrazione di piombo nella specie *Ru. delica* è stata 3.89 mg/kg (Demirbaş, 2000), mentre Konuk *et al.* (2007) hanno trovato un valore alquanto ridotto pari a 0.03 mg/kg. Tale valore, come si potrà osservare per altri elementi in differenti funghi, ci sembra

alquanto sottostimato. Per lo zinco la concentrazione media di 91mg/kg è risultata più elevata dei valori medi il cui intervallo è compreso tra 19 e 32 mg/kg (Demirbaş, 2001) mentre in Turchia il valore di 78 mg/kg (Tüzen, 2003) appare alquanto simile.

Russula - Pb

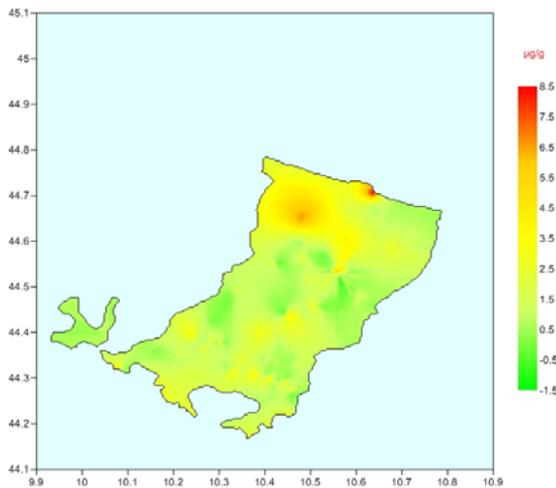


Figura 52. Distribuzione spaziale del piombo per il genere *Russula*.

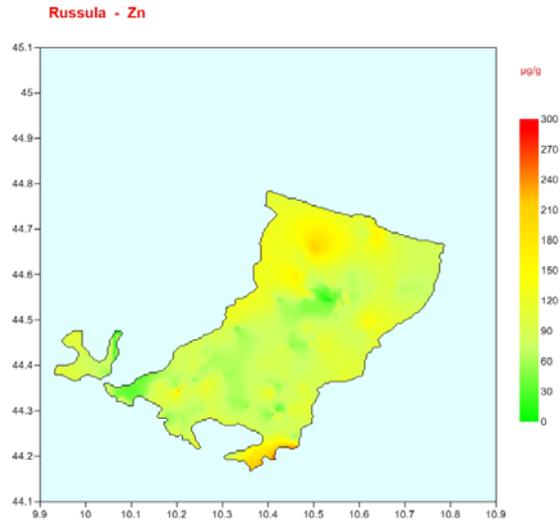


Figura 53. Distribuzione spaziale dello zinco per il genere *Russula*.

I valori dei fattori di arricchimento hanno evidenziato come arsenico, cromo, nichel e piombo tendono a non accumularsi nei funghi anche se il suolo presenta concentrazioni elevate. Quanto descritto è confermato per il piombo dagli studi di García *et al.* (2009). In contrapposizione gli elementi cadmio, rame, mercurio e zinco tendono ad accumularsi nei corpi fruttiferi dei funghi anche

a ridotte concentrazioni presenti nel suolo (Svoboda and Kalač, 2000). Quando detto è confermato per il mercurio nella *Ru. emetica* (Falandysz *et al.*, 2002) e per il cadmio in *Ru. cyanoxantha* (Vetter, 1994). I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 10. Le prime cinque componenti descrivono e spiegano il 60% della varianza totale.

Tabella 10. Analisi delle componenti principali.

	Componenti				
	1	2	3	4	5
pH s	325	.123	.282	-.662	-.403
Al r	-.083	850	.022	.059	.136
As r	.075	.139	-.096	-.144	365
Cd r	-.011	-.162	-.332	-.127	.018
Cr r	.058	904	.101	.017	.101
Cu r	.110	-.204	-.472	.165	.129
Hg r	.188	.090	-.148	-.031	-.258
Ni r	-.030	767	.073	-.143	-.235
Pb r	.203	.383	-.358	-.005	476
Zn r	.239	.181	-.071	.046	.289
Al s	.065	.146	-.004	719	-.491
As s	.196	-.068	.114	893	-.083
Cd s	.196	-.211	574	.051	471
Cr s	.267	-.033	851	.064	-.183
Cu s	939	-.018	.047	-.072	.116
Hg s	.027	-.080	.055	-.043	681
Ni s	.094	-.061	884	-.102	.166
Pb s	834	-.086	.213	.116	-.060
Zn s	910	.009	.060	.067	.124

Nella componente 1 solo gli elementi rame, piombo e zinco sono associati al pH dei suoli; con l'aumento del pH aumentano i tre elementi, quindi una minor acidità dei suoli è direttamente correlabile ad un aumento della concentrazione dei tre elementi. L'associazione cromo e nichel nel genere *Russula* è condizionata dall'alluminio; la stessa associazione, insieme al cadmio, la si trova nel suolo ed è in controtendenza a rame e piombo nei funghi. Incrementi dei valori di alluminio nel suolo sono associati a incrementi di arsenico e vanno nella direzione opposta del pH. Nella quinta componente si osserva la divergenza tra il pH e l'alluminio contro arsenico e piombo nei suoli e cadmio e mercurio nei funghi. Per questi due ultimi elementi l'aumento di concentrazione nei carpofori risulta indipendente dal valore di concentrazione nel substrato-suolo (Kalač *et al.*, 1989b; Jorhem and Sundström, 1995; Falandysz *et al.*, 2002).

4.3.6 Genere *Agaricus* (Sottodivisione Basidiomycotina - Sottoclasse Agaricomycetidae - Ordine Agaricales)

La distribuzione spaziale della concentrazione degli elementi evidenzia poche tipologie di "associazioni". La prima è rappresentata da cromo e nichel con i valori più elevati, 125 e 27 mg/kg rispettivamente. Essi sono caratteristici dell'area di Montecchio; la restante totalità dell'area presenta

valori di concentrazione monotoni. Una seconda associazione è rappresentata da rame e piombo: l'area di Carpineti presenta i valori massimi. Anche i valori per alluminio, zinco e mercurio in parte si sovrappongono, mentre arsenico e cadmio sono alquanto differenti sia tra loro che rispetto alle altre mappe di distribuzione della concentrazione. La carta che illustra l'acidità dei suoli presenta una rassomiglianza con lo zinco e il mercurio nei funghi: si osserva pure una sovrapposizione quantitativa tra l'alluminio nei suoli e l'alluminio accumulato nei funghi.

Le mappe 54, 55 e 56 illustrano la distribuzione della concentrazione di cadmio, mercurio e piombo. I valori medi sono rispettivamente 1.58, 2.29, e 1.09 mg/kg.

Cadmio: le aree a maggior concentrazione si riscontrano a Carpineti, Vezzano e Reggio Emilia. Demirbaş (2001) nell'area del Mar Nero ha ottenuto valori simili 3.84 e 1.04 mg/kg in *Ag. bisporus* e *Ag. silvicola*. Lo stesso autore in Turchia (Demirbaş, 2000) analizzando la specie *Ag. bitorquis* ha riportato per questo fungo 2.17 mg/kg. In Grecia Ouzouni *et al.* (2007) hanno trovato 0.15 mg/kg di cadmio in *Ag. cupreobruneus*.

Mendil *et al.* (2004) in un'area della Turchia ad alto traffico veicolare hanno osservato un valore di 0.1 mg/kg, in *Ag. bisporus*.

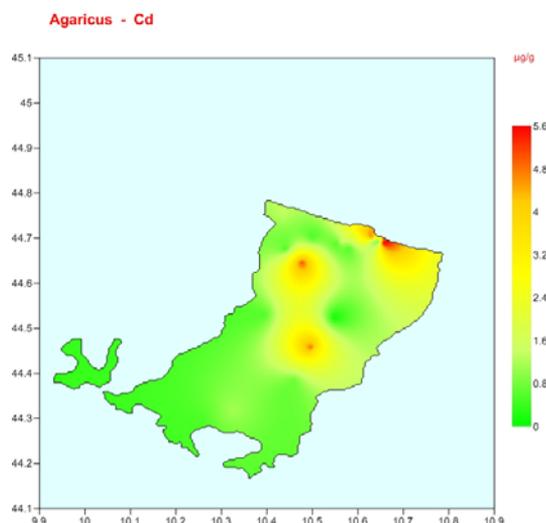


Figura 54. Distribuzione spaziale del cadmio per il genere *Agaricus*.

Mercurio: la distribuzione della concentrazione di mercurio sul territorio non è risultata uniforme (figura 55). I valori più elevati si riscontrano nell'area di Carpineti. Anche l'area compresa dai comuni di Castelnuovo Monti, Vetto e Ramiseto presenta valori alquanto elevati. Nell'area del Mar Nero Demirbaş (2001) ha ottenuto valori più ridotti, 0,6 e 0,15 mg/kg, in *Ag.*

bisporus e *Ag. silvicola*. Lo stesso autore in Turchia (Demirbaş, 2000) nella specie *Ag. bitorquis* ha riportato 0,14 mg/kg. Tali valori sono significativamente modesti se raffrontati ai valori riscontrati in questa ricerca. Nella Repubblica Ceca, in un'area con la presenza di miniere di argento il valore medio riportato in *Ch. rhacodes* è stato 2,59 mg/kg (Svoboda et al., 2006).

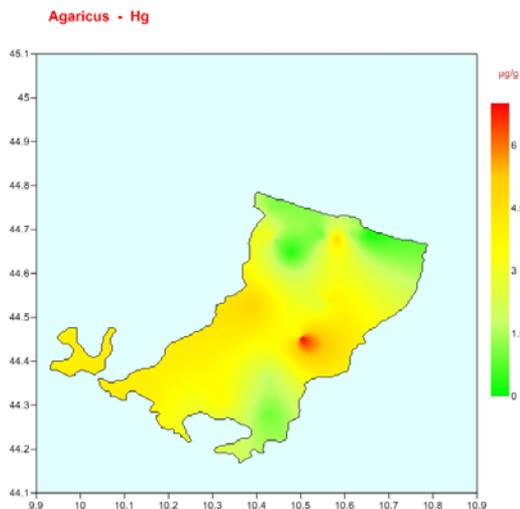


Figura 55. Distribuzione spaziale del mercurio per il genere *Agaricus*.

Piombo: dalla figura 56 si evince che le concentrazioni più elevatesono presenti nel territorio di Carpineti e nell'area della città di

Reggio Emilia, quest'ultima per l'incidenza del traffico veicolare.

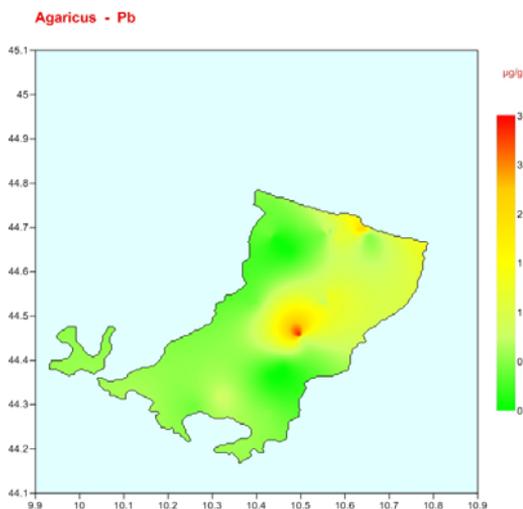


Figura 56. Distribuzione spaziale del piombo per il genere *Agaricus*.

Valori differenti sono riportati da Demirbaş (2000; 2001) che in campioni di *Ag. bitorquis*, *Ag. bisporus* e *Ag. silvicola* ha riscontrato rispettivamente 1.34; 2.41 e 0.92 mg/kg. Mendil *et al.* (2004) in un'area della Turchia ad alto traffico veicolare, hanno osservato un valore di 6.9 mg/kg nella specie *Ag. bisporus*. Campos *et al.* (2009) nell'area centrale della Spagna hanno riscontrato un valore di 2.53 mg/kg in *Ag. campestris*. García *et al.* (2009), nella provincia di Lugo (Spagna) hanno analizzato *Ag. bisporus*, *Ag. campestris*, *Ag. urinascentes* e *Ag. silvicola*, riscontrando concentrazioni nei cappelli dei funghi di 0.35; 3; 1.4 e 1.4 mg/kg. Gli stessi autori hanno valutato i fattori di arricchimento evidenziando come il piombo tenda a non accumularsi nei funghi anche se il suolo presenta concentrazioni elevate.

Arsenico, cromo, nichel e piombo tendono a non accumularsi nei funghi. Tale aspetto è stato evidenziato dai fattori di arricchimento, ampiamente confermato per il piombo dagli studi di García *et al.* (2009). In contrapposizione gli

elementi mercurio, in modo particolare, cadmio, rame, e zinco tendono ad accumularsi, ma in modo non spiccato nei carpofori del genere *Agaricus*, anche se il suolo presenta ridotte concentrazioni. Quando detto è confermato per l'elemento mercurio da Falandysz *et al.* (2002).

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 11. Le prime quattro componenti descrivono e spiegano il 75% della varianza totale.

La prima componente evidenzia come il mercurio nei funghi vada in contrapposizione con la maggioranza degli elementi nei suoli e non sia influenzato dal mercurio presente nel suolo stesso. La seconda componente rafforza lo stesso concetto e lega il pH a cadmio, rame e piombo nei funghi in contrapposizione con alluminio e arsenico nei suoli. La terza componente descrive il legame nichel e cromo nei funghi con il pH nei suoli. La quarta componente spiega come la concentrazione di arsenico nei funghi sia indipendente e slegata da quella nei suoli.

Tabella 11. Analisi delle componenti principali.

	Componenti			
	1	2	3	4
pH_s	.486	.462	.621	.086
Al_s	.203	-.562	.284	.727
As_s	.551	-.592	.187	.538
Cd_s	.961	-.180	.078	-.062
Cr_s	.898	.056	.286	.274
Cu_s	.944	.242	.186	-.028
Hg_s	.102	.684	-.102	-.266
Ni_s	.979	.120	.144	-.032
Pb_s	.918	-.019	.256	.269
Zn_s	.944	-.264	.123	.083
AL_a	.101	-.756	.305	-.074
As_a	.014	-.440	.159	-.755
Cd_a	-.003	.835	.253	.055
Cr_a	.420	-.219	.810	.017
Cu_a	-.190	.710	-.133	-.017
Hg_a	-.495	.359	-.068	-.486
Ni_a	.301	.214	.828	-.107
Pb_a	.177	.811	.186	.032
Zn_a	.002	.256	-.838	-.144

4.3.7 Sezione Bitorques (Sottodivisione Basidiomycotina - Sottoclasse Agaricomycetidae - Ordine Agaricales – Genere *Agaricus* – Sottogenere *Agaricus*)

Una sola tipologia riassume in modo soddisfacente la distribuzione spaziale della concentrazione di arsenico, cromo, mercurio e nichel. Per arsenico e gli altri elementi più “associati” le aree a maggior concentrazione sono comprese tra l’area di Canossa e il confine nord dell’Appennino, per cromo e mercurio anche l’area di Reggio Emilia e Castellarano. Per quanto riguarda gli altri elementi, l’alluminio ha valori massimi (2771 mg/kg) nella zona appenninica di Ramiseto, il cadmio (9.2 mg/kg) nell’area di Villa Minozzo, il rame (812 mg/kg) a Casalgrande e Castellarano, il piombo (29.5 mg/kg) nella zona interessata dalla città di Reggio Emilia e lo zinco (273 mg/kg) a Montecchio.

Una sovrapposizione con i valori nei suoli è possibile per il nichel e in minor entità per cromo e piombo. I restanti elementi e il pH non presentano una relazione diretta con le concentrazioni nei funghi.

Arsenico: la distribuzione della concentrazione di arsenico è rappresentata nella figura 57. Il valore medio pari a 0.3 mg/kg è riscontrato in una buona parte del territorio. I valori massimi sono localizzati in una vasta area che va da Canossa a Ligonchio. Slejkovec *et al.* (1977), hanno analizzato decine di campioni di funghi provenienti da alcune nazioni europee e dal Brasile e hanno trovato nella specie *Ag. bisporus* un valore di 1 mg/kg che è tre volte più elevato di quello da noi riscontrato. Nell’area del Mar Nero sempre nella specie *Ag. bisporus*, Demirbaş (2001) ha riscontrato una concentrazione pari a 0.76 mg/kg.

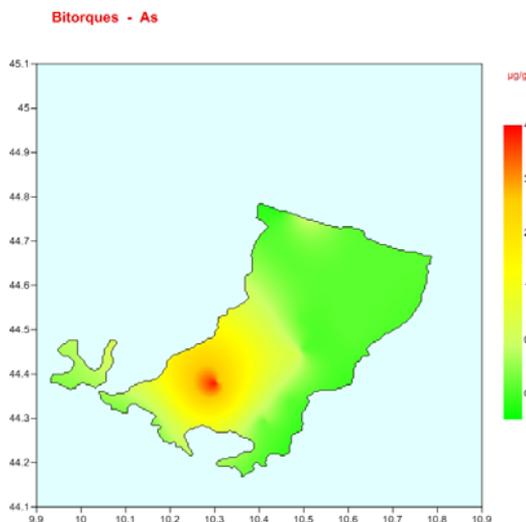


Figura 57. Distribuzione spaziale dell’arsenico per la sezione *Bitorques* del genere *Agaricus*.

Cadmio: la figura 58 illustra la distribuzione del cadmio. L’area appenninica e tutta la fascia a Sud che va da Casalgrande a Villa Minozzo presenta i valori più elevati. Il valore medio, pari a 1.99 mg/kg, è caratteristico per una buona parte del territorio. Valori superiori a quelli da noi riscontrati sono stati riportati da Demirbaş (2000; 2001) rispettivamente a Est della regione del Mar Nero e in Turchia in *Ag. bisporus* (3.48 mg/kg) e *Ag. bitorquis* (2.17 mg/kg). Mendil *et al.* (2004) in un’area della Turchia ad alto traffico veicolare hanno trovato nella specie *Ag. bisporus* un valore

estremamente modesto di 0.1 mg/kg, non facilmente spiegabile visto il contesto ambientale dal quale ci si potevano attendere valori di concentrazione più elevati.

Piombo: è rappresentato nella figura 59. Il valore medio di 3.94 mg/kg è presente nella quasi totalità del territorio indagato; i valori più elevati anche per questa specie sono in corrispondenza dell’area della città di Reggio Emilia. Mendil *et al.* (2004), in un’area ad alto traffico veicolare, nella specie *Ag. bisporus* hanno rilevato 6.9 mg/kg.

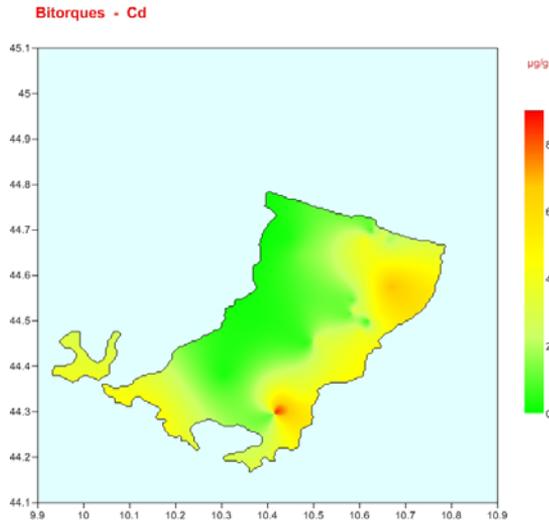


Figura 58. Distribuzione spaziale del cadmio per la sezione *Bitorques* del genere *Agaricus*.

Demirbaş (2000; 2001) ha riscontrato un valore di poco inferiore al valore medio (2.41 mg/kg) in *Ag. bisporus* a Est della regione del Mar Nero, mentre in Turchia in *Ag. bitorquis* la concentrazione è significativamente più ridotta (1.34 mg/kg). García *et al.* (2009), nella provincia di Lugo (Spagna),

hanno analizzato *Ag. bisporus* trovando sia nel cappello del fungo (0.35 mg/kg), che nel gambo (0.54 mg/kg) valori moderatamente ridotti. Nella regione parigina, Michellot *et al.* (1998) hanno osservato in *Ag. maleolens* 31 mg/kg ed in *Ag. silvaticus* 32 mg/kg.

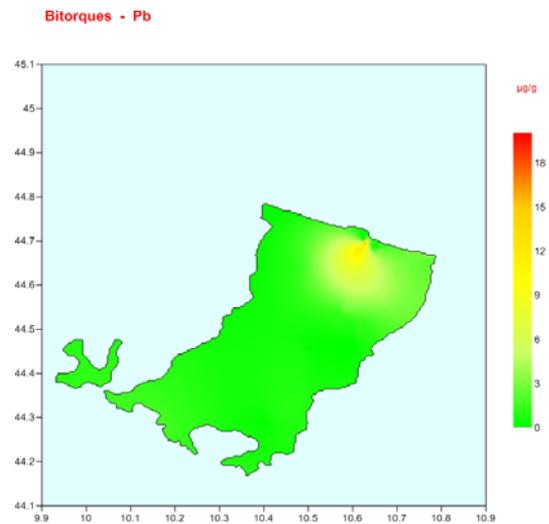


Figura 59. Distribuzione spaziale del piombo per la sezione *Bitorques* del genere *Agaricus*.

Appare chiaro che arsenico, cromo, nichel e piombo tendono a non accumularsi nei corpi fruttiferi, mentre mercurio (Vetter, 1994), cadmio,

rame, e zinco, in ordine decrescente, tendono ad accumularsi, ma in modo non spiccato, nei corpi fruttiferi della sezione *Bitorques*.

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 12. Le prime

quattro componenti descrivono e spiegano il 70% della varianza totale.

Tabella 12. Analisi delle componenti principali.

	Componenti			
	1	2	3	4
Al_b	-.013	.667	-.165	.210
As_b	-.425	.375	.051	-.369
Cd_b	-.125	-.108	-.027	.825
Cr_b	.002	.939	.069	-.012
Cu_b	.037	.197	.101	.812
Hg_b	.470	.607	-.071	.035
Ni_b	.013	.858	.138	-.191
Pb_b	.516	.195	.353	.080
Zn_b	.370	.522	.202	.395
Al_s	.315	-.007	.761	.215
As_s	.234	.220	.856	.041
Cd_s	.849	.202	.033	.113
Cr_s	.728	.015	.525	-.192
Cu_s	.050	-.232	.568	-.084
Hg_s	.464	-.417	-.650	-.111
Ni_s	.709	.040	.529	-.208
Pb_s	.930	.030	-.034	-.061
Zn_s	.702	-.164	.431	.047

La componente uno descrive come una buona parte degli elementi nei suoli sia tra essa legata e vada in controtendenza con arsenico e in minor entità con il cadmio nei funghi. La due in modo particolare descrive la contrapposizione che sussiste tra le concentrazioni di mercurio, zinco, cadmio e rame nei suoli in rapporto a quelle riscontrate nei funghi. Descrive inoltre l'assenza di legame tra cromo, nichel, e in minor entità per arsenico e piombo nei funghi in contrapposizione ai suoli. La componente tre lega alcuni elementi nei suoli in contrapposizione con il mercurio, mentre la componente 4 spiega come cadmio e zinco nei funghi non siano collegati alla concentrazione nel suolo per gli stessi elementi e si contrappongono all'arsenico nei suoli.

4.3.8 Sezione *Arvenses* (Sottodivisione *Basidiomycotina* - Sottoclasse *Agaricomycetideae* - Ordine *Agaricales* – Genere *Agaricus* - SottoGenere *Flavoagaricus*)

Un'osservazione dettagliata esclude somiglianze significative tra le distribuzioni della concentra-

zione degli elementi indagati. Una tipologia di associazioni può essere vista solo per alluminio e piombo. I restanti elementi presentano in genere distribuzioni alquanto eterogenee. Per il cadmio i valori più elevati (390 mg/kg) sono presenti tra l'area di Ligonchio e Collagna, mentre il mercurio presenta due aree a maggior concentrazione (19.2 mg/kg) situate a Casalgrande e Ligonchio-Collagna. Per il cromo la distribuzione è alquanto omogenea su tutto il territorio: i valori più elevati (10.9 mg/kg) sono riscontrabili nella parte centrale dell'Appennino. Il valore massimo per il rame (1.410 mg/kg), si riscontra nell'area della città di Reggio Emilia dove l'apporto antropico riveste una notevole importanza e, in minor entità, sul confine appenninico. Zinco e nichel hanno i loro massimi rispettivamente a Montecchio-Cavriago (361 mg/kg) e Quattro Castella (14.3 mg/kg).

Arsenico: la figura 60 presenta la distribuzione di arsenico nel territorio reggiano; il valore massimo di concentrazione 21 mg/kg è presente a Villa Minozzo. Si osservano altre aree ad elevata concentrazione, mentre il valore medio 1.49 mg/kg è presente su una parte importante del territorio.

Cocchi *et al.* (2006) hanno riportato valori di 1.06 e 1.52 mg/kg in *Ag. arvensis* e *Ag. silvicola*, rispettivamente. Slejkovec *et al.* (1977) hanno trovato nelle specie *Ag. silvicola* e *Ag. Macro-*

carpus 6.24 e 3.32 mg/kg, valori significativamente più elevati, in campioni provenienti da alcune nazioni europee e dal Brasile.

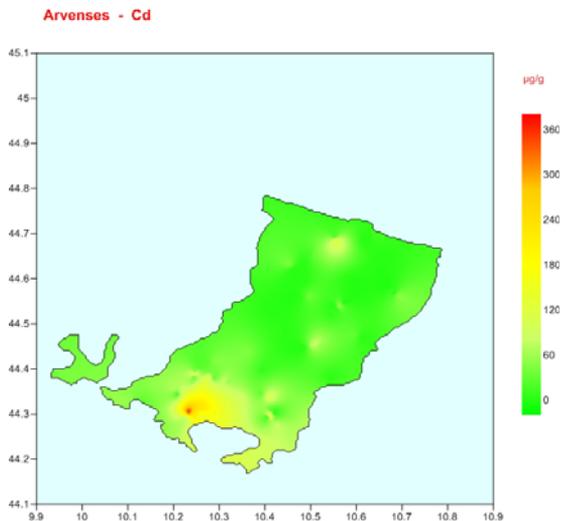


Figura 60. Distribuzione spaziale del cadmio per la sezione *Arvenses* del genere *Agaricus*.

Piombo: la figura 61 mostra nuovamente che il valore massimo (22.7 mg/kg), è localizzato in corrispondenza della città di Reggio Emilia. La

concentrazione media pari a 2.52 mg/kg interessa una buona parte del territorio reggiano.

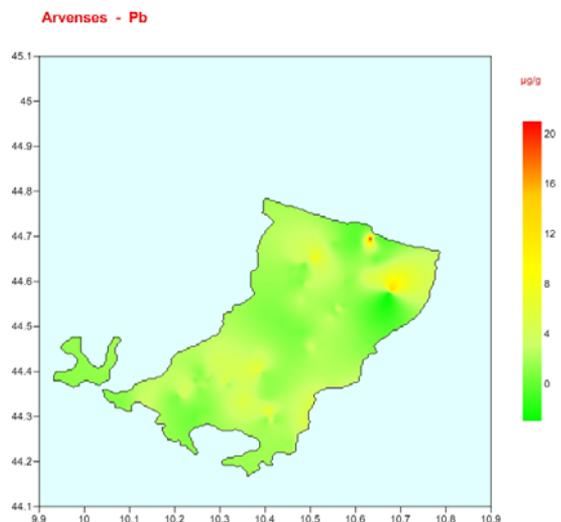


Figura 61. Distribuzione spaziale del piombo per la sezione *Arvenses* del genere *Agaricus*.

Nella regione parigina (Francia), Michelot *et al.* (1998) hanno analizzato 92 specie di funghi tra le quali *Ag. arvensis*, *Ag. silvicola*, *Ag. altipes* ottenendo i valori, rispettivamente, 22; 31; 33.4 mg/kg. Demirbaş (2001) ha riscontrato un valore medio di 0.92 mg/kg in *Ag. silvicola*, ad Est della regione del Mar Nero. Nella provincia di Lugo (Spagna), sempre in *Ag. silvicola*, è stato trovato (García *et al.*, 2009) un valore identico sia nel cappello che nel gambo (1.4 mg/kg). Cocchi *et al.* (2006), nel reggiano, hanno riportato rispettivamente 1.78 e 3.08 mg/kg in *Ag. arvensis* e *Ag. silvicola*.

Anche per la sezione *Arvenses*, come già per gli altri taxa qui presentati, gli elementi arsenico, cromo, nichel e piombo tendono a non accumularsi nei corpi fruttiferi, mentre cadmio, mercurio, rame e zinco, in ordine decrescente, tendono ad accumu-

larsi anche se il suolo presenta ridotte concentrazioni.

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 13. Le prime tre componenti descrivono e spiegano il 44% della varianza totale.

La prima componente descrive in modo esaustivo l'aggregazione di cadmio, mercurio, rame e zinco in contrapposizione con gli altri elementi e l'acidità nel suolo. La seconda componente associa arsenico e piombo, mentre la terza componente è influenzata dagli altri due elementi, cromo e nichel, in contrapposizione con l'acidità del suolo e gli altri elementi. Appare chiaro come i due gruppi di elementi che hanno un comportamento totalmente differente nella bioaccumulazione siano stati separati dall'analisi delle componenti principali.

Tabella 13. Analisi delle componenti principali.

	Componenti		
	1	2	3
As_FA	.168	.703	.022
Cd_FA	.978	.048	.026
Cr_FA	.271	.033	.427
Cu_FA	.937	.225	.160
Hg_FA	.928	.093	.074
Ni_FA	-.121	.204	.827
Pb_FA	.137	.891	-.047
Zn_FA	.784	.512	.107
pH_s	-.119	.314	-.741

4.3.9 Gruppo *Boletus edulis* (Sottodivisione *Basidiomycotina* – Sottoclasse *Agaricomycetidae* - Ordine *Boletales*)

Per il gruppo *Boletus edulis* (*B. aereus*, *B. reticulatus*, *B. edulis*, *B. pinophilus*) è stato preso in considerazione, oltre agli elementi arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo e zinco, anche il selenio. Una visione generale e un raffronto tra le mappe che illustrano la

distribuzione spaziale della concentrazione degli elementi, evidenziano quattro tipologie di "associazioni". La prima è rappresentata da alluminio, cromo, nichel e piombo (figure 62→65) i valori massimi di concentrazione sono localizzati nelle aree collinari di Casina e Canossa. Per quanto riguarda le affinità con il suolo, esse sono presenti solo per il cromo e il nichel, come peraltro evidenziato per altre specie di funghi.

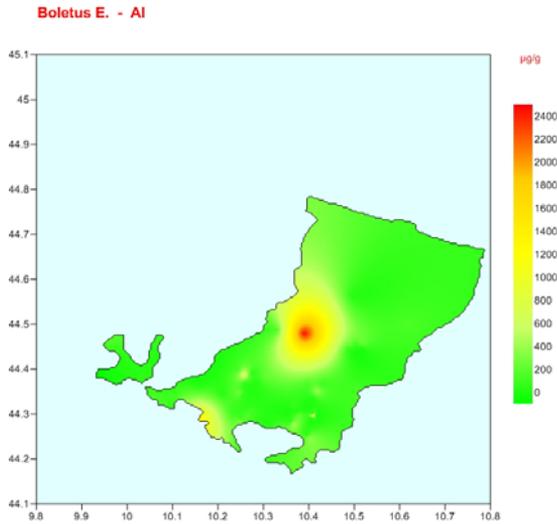


Figura 62. Distribuzione spaziale dell'alluminio per il gruppo *Boletus edulis*.

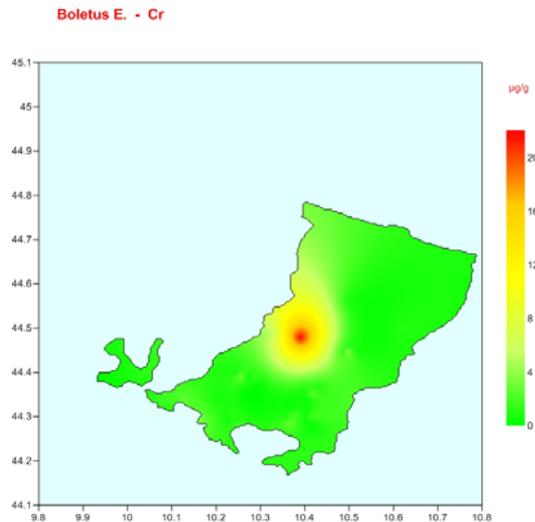


Figura 63. Distribuzione spaziale del cromo per il gruppo *Boletus edulis*.

I valori medi di concentrazione sono rispettivamente 252 mg/kg per alluminio; 1.52 per cromo; 2.49 per nichel e 0.8 mg/kg per il piombo. Un secondo gruppo è composto da rame, mercurio e zinco, i cui valori medi sono rispettivamente 37; 3.52 e 138 mg/kg. Il terzo raggruppamento è formato da cadmio e selenio i cui valori massimi (15.7 e 223 mg/kg, rispettivamente) sono stati riscontrati nei funghi raccolti al confine con la Toscana. Al quarto gruppo fa riferimento solo

l'arsenico: il valore massimo di 3 mg/kg è stato osservato nell'area di Quattro Castella.

Risulta interessante notare come una sovrapposizione di valori di concentrazione di quasi tutti gli elementi analizzati sia stata trovata in campioni di *B. edulis* in Finlandia (Nikkarinen and Mertanen, 2004). Fanno eccezione il piombo, il selenio e lo zinco che presentano valori più ridotti, 0.18; 18.5 e 91 mg/kg, rispettivamente. Anche Falandysz *et al.* (2008), nelle regioni montuose della Polonia, hanno

riscontrato per il selenio valori più modesti,

compresi tra 8.7 e 32 mg/kg.

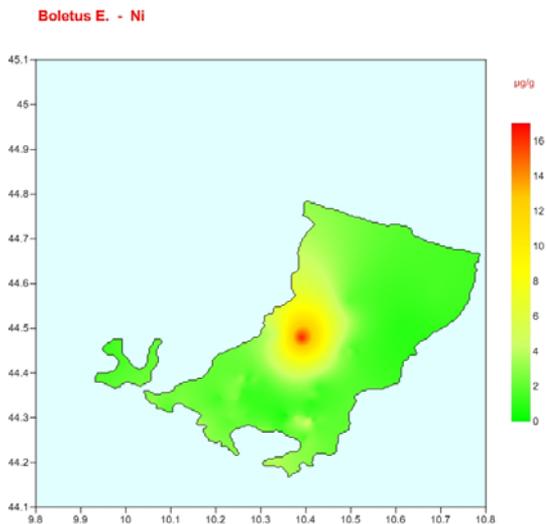


Figura 64. Distribuzione spaziale del nichel per il gruppo *Boletus edulis*.

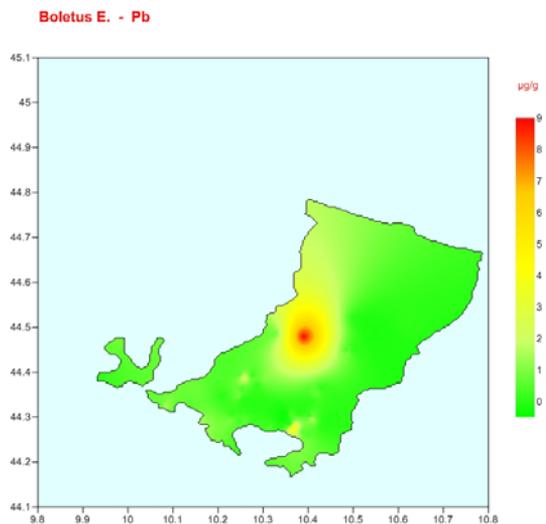


Figura 65. Distribuzione spaziale del piombo per il gruppo *Boletus edulis*.

In Grecia Ouzouni *et al.* (2009) hanno osservato valori inferiori di concentrazione per cadmio (0.23 mg/kg), cromo (0.86 mg/kg), nichel (1.61 mg/kg), piombo 0.09 mg/kg) e zinco (89 mg/kg), ed un valore pressoché identico per il rame (41 mg/kg) nel *B. aereus*.

Valori di concentrazione più elevati nella famiglia *Boletaceae* sono stati trovati da Demirbaş (2001)

ad Est del Mar Nero per gli elementi arsenico (1.41 mg/kg), nichel (65 mg/kg) e piombo (6.9 mg/kg). Valori più ridotti sono stati trovati dallo stesso autore per gli elementi cadmio (1.36 mg/kg), cromo (0.86 mg/kg), rame (11.5 mg/kg), mercurio (0.48 mg/kg) e zinco (19.6 mg/kg).

Nella regione parigina (Francia), Michelot *et al.* (1998) hanno analizzato 92 specie di funghi tra le

quali *B. edulis* trovando per il nichel 5.35 mg/kg e per il piombo 21.2 mg/kg. Valori più ridotti sono stati trovati per gli elementi cadmio (1.39 mg/kg), cromo (1.34 mg/kg), rame (14.9 mg/kg), mercurio (40.6 mg/kg) e zinco (55.4 mg/kg). In un recente lavoro di Frankowska *et al.* (2010), vengono riportati valori di metalli pesanti in esemplari di *B. edulis* raccolti in Polonia. Le concentrazioni nelle cappelle dei funghi sono significativamente più elevate (Cd 5.5; Cu 47; Hg 4.9 e Zn 190 mg/kg). Valori simili sono stati riscontrati nelle montagne polacche (Falandysz *et al.*, 2008); vengono proposti intervalli di concentrazione per gli elementi Cd (4-18 mg/kg), Cu (26-57 mg/kg), Hg (0.95-2.39 mg/kg) e Zn (150-210 mg/kg).

I fattori di arricchimento confermano la non tendenza alla bioaccumulazione di arsenico, cromo, nichel e piombo anche in presenza di suoli con elevate concentrazioni per gli stessi elementi. In contrapposizione per rame, zinco e in particolare

per cadmio, mercurio e selenio, si osserva una pronunciata capacità alla bioaccumulazione nei corpi fruttiferi dei funghi anche a ridotte concentrazioni dei metalli nel suolo. Tale aspetto è stato confermato da García *et al.* (2009); Falandysz *et al.* (2002) Jorhem and Sundström (1995), Kalač *et al.* (1989b) e Cocchi *et al.* (2006). In particolare, l'ultimo gruppo di ricercatori ha evidenziato come le specie del gruppo *Boletus edulis* siano in grado di accumulare notevoli quantità di selenio. Una ulteriore conferma viene dallo studio effettuato da Frankowska *et al.* (2010) che hanno analizzato anche il suolo raccolto nelle vicinanze dei funghi. I fattori di arricchimento sono risultati elevati per Zn, Cd, Cu e Hg, in ordine crescente, a dimostrazione delle capacità di *Boletus edulis* di bioaccumulare questi quattro elementi anche se il suolo presenta concentrazioni ridotte (Zn 22; Cd 0.35, Cu 2.8 e Hg 0.04 mg/kg).

Tabella 14. Analisi delle componenti principali.

	Componenti			
	1	2	3	4
Al_b	.918	.020	-.042	-.202
Cd_b	-.153	-.086	.394	.436
Cr_b	.952	.064	.054	-.222
Cu_b	-.037	-.048	.731	.160
Hg_b	.195	.007	.418	.141
Ni_b	.936	-.052	-.005	-.199
Pb_b	.939	-.001	-.069	-.171
Se_b	-.022	-.251	.157	.483
Zn_b	-.321	.113	.692	-.030
pH_s	.130	.398	-.401	-.621
Al_s	-.353	-.056	-.027	.682
As_s	-.200	.211	-.281	.751
Cd_s	.140	.476	-.689	.169
Cr_s	.790	.322	-.029	.204
Cu_s	.070	.876	-.037	.041
Hg_s	.229	-.095	.808	-.237
Ni_s	.825	.339	.037	-.132
Pb_s	.080	.667	-.157	-.369
Se_s	.076	.576	-.423	.640
Zn_s	.166	.917	.062	-.078

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali, che mettono in relazione le concentrazioni dei metalli pesanti nei funghi e nei suoli

oltre al valore del pH, sono presentati nella tabella 14. Le prime quattro componenti descrivono e spiegano l'84% della varianza totale.

Nella componente uno si osserva come il pH non influenzi e non sia abbinato ad alcun elemento sia nei funghi che nei suoli, cromo e nichel nei suoli hanno un comportamento qualitativo simile nei funghi in aggiunta al piombo e all'alluminio. In controtendenza si osservano lo zinco nelle specie del gruppo *Boletus edulis* e alluminio nei suoli.

La componente 2 afferma quanto riscontrato da Cocchi *et al.* (2006), e cioè che il selenio nelle specie del gruppo *Boletus edulis* non è legato alla concentrazione dello stesso elemento nel suolo. Rame, piombo e zinco sono legati tra loro e tendono ad aumentare indipendentemente dai valori del suolo. Nella terza componente il pH, il selenio e il cadmio nel suolo sono tra loro legati e in controtendenza a rame, zinco e mercurio nei funghi, quest'ultimo elemento anche nel suolo. Quando detto evidenzia le capacità di bioaccu-

mulazione per il mercurio (Falandysz *et al.*, 2002). La quarta componente lega il cadmio e il selenio nelle specie del gruppo *Boletus edulis* ad arsenico e selenio nei suoli in contrapposizione con il piombo nei suoli confermando le spiccate capacità di bioaccumulazione per il selenio (Cocchi *et al.*, 2006).

I fattori di arricchimento (tabella 15) evidenziano come il pH non sia legato a quasi tutti gli elementi. La componente due chiarisce che a valori di acidità alti si contrappongono valori elevati di concentrazione per cromo, mercurio, e selenio in controtendenza al piombo. Tale aspetto è confermato dai valori della componente principale tre.

Tabella 15. Analisi delle componenti principali.

	Componenti		
	1	2	3
pH_s	.055	-.428	-.769
As_FA	.915	.361	-.042
Cd_FA	.686	.003	.212
Cr_FA	.419	.869	-.047
Cu_FA	.922	.317	-.012
Hg_FA	.179	.946	.019
Ni_FA	.833	.306	.236
Pb_FA	.301	-.244	.677
Se_FA	.436	.835	.183
Zn_FA	.857	.435	.099

4.3.10 Genere *Cantharellus* (Sottodivisione *Basidiomycotina* – Sottoclasse *Aphyllphoromycetideae* – Ordine *Cantharellales*)

Le mappe evidenziano una similitudine per le coppie cadmio e mercurio e cromo e nichel (figure 66→69). I restanti elementi (arsenico, rame, piombo e zinco) hanno una distribuzione della concentrazione alquanto eterogenea.

Cadmio e mercurio: i valori medi sono rispettivamente 0.49 e 0.23 mg/kg, mentre i valori più elevati si riscontrano nelle aree collinari di Casina e Baiso e nella fascia montuosa tra Busana e Villa

Minozzo. In Macedonia e nella zona dell'Epiro, Ouzouni *et al.* (2009) hanno riscontrato di recente una concentrazione del cadmio pari a 0.38 mg/kg, in perfetto accordo con quanto riportato in questo studio. Sempre in Grecia (Ouzouni *et al.* (2007) hanno trovato 0.41 mg/kg di cadmio in *Ca. cibarius*. Per il mercurio, nella Repubblica Ceca, in un'area con la presenza di miniere di argento il valore medio è stato 0.25 mg/kg (Svoboda *et al.*, 2006). Nell'articolo di Svoboda *et al.* (2000) sono riportate concentrazioni di mercurio simili a quelle osservate da noi nell'Appennino reggiano.

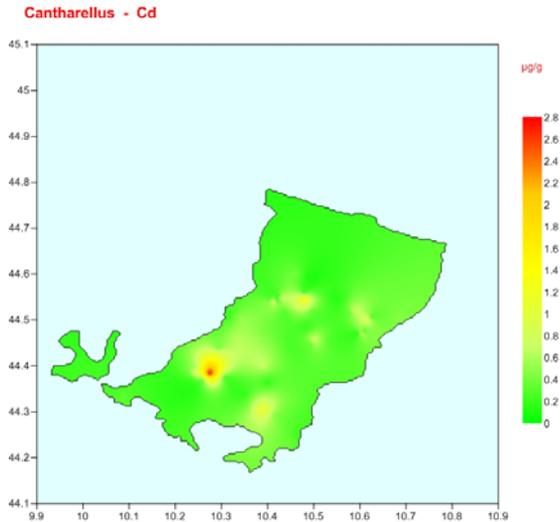


Figura 66. Distribuzione spaziale del cadmio per il genere *Cantharellus*.

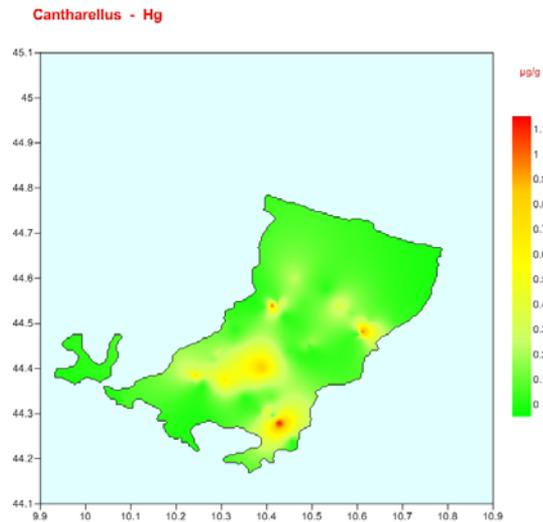


Figura 67. Distribuzione spaziale del mercurio per il genere *Cantharellus*.

Cromo e nichel: per questi elementi (figure 68 e 69) i valori medi sono rispettivamente 2.9 e 2.3 mg/kg, mentre i valori massimi sono 57 e 29 mg/kg. Questi ultimi valori sono stati riscontrati nelle montagne tra Vetto e Ramiseto. Non si osserva una corrispondenza con i valori di acidità dei suoli, mentre un legame più stretto è presente per le concentrazioni nei suoli e nei funghi. In Grecia sono stati osservati valori inferiori di

concentrazione sia per il cromo (1.6 mg/kg), sia per il nichel (1.1 mg/kg) (Ouzouni et al., 2009).

I valori relativi ai fattori di arricchimento hanno evidenziato, come già per il genere *Russula*, la non tendenza alla bioaccumulazione di arsenico, cromo, nichel e piombo anche in presenza di suoli ricchi degli stessi elementi. Sono invece in contrapposizione cadmio, rame, mercurio e zinco, dove si osserva la capacità di questi elementi ad

accumularsi nei carpofori dei funghi anche a ridotte

concentrazioni dei metalli nel suolo.

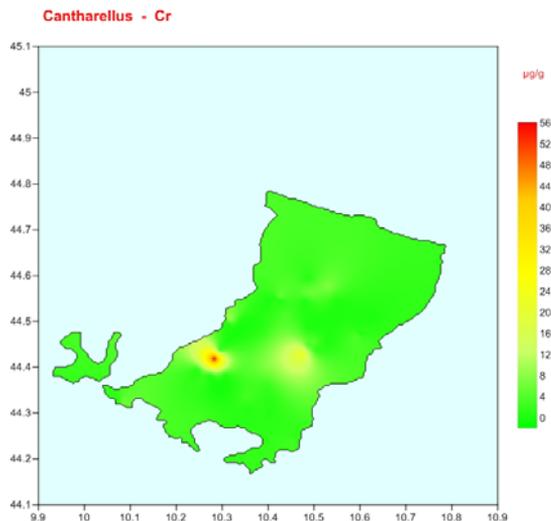


Figura 68. Distribuzione spaziale del cromo per il genere *Cantharellus*.

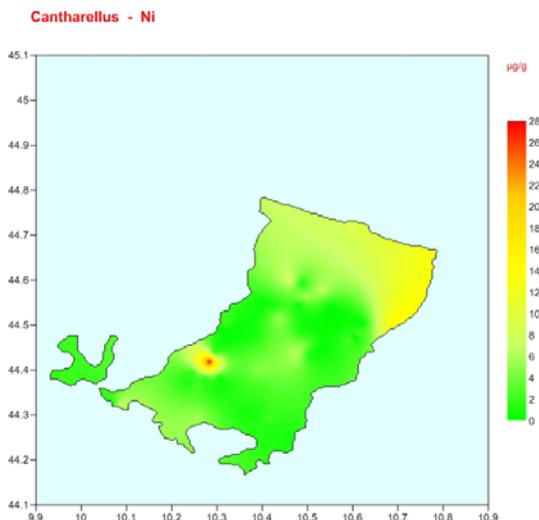


Figura 69. Distribuzione spaziale del nichel per il genere *Cantharellus*.

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 16. Le prime tre componenti descrivono e spiegano il 79% della varianza totale. Si osserva nella componente uno come l'acidità del suolo sia slegata da tutti gli elementi. Mentre arsenico, rame, mercurio, piombo, zinco e in minor entità il cadmio tendono ad aumentare, nichel e cromo tendono a diminuire.

Nella componente 2, all'aumentare dell'associazione nichel e cromo, si osserva una diminuzione di mercurio e piombo e questo potrebbe essere legato all'origine dei due elementi, notoriamente influenzata dalle attività antropiche. La componente tre evidenzia come a suoli basici corrisponda una riduzione della concentrazione di cadmio, mentre gli altri elementi restano pressoché

invariati. Tale aspetto di ridotta bioaccumulazione per il cadmio è stato evidenziato nella specie *Ca.*

cibarius (Jorhem and Sundström, 1995).

Tabella 16. Analisi delle componenti principali.

	Componenti		
	1	2	3
pH_s	.076	.072	.860
As_FA	.963	.040	-.037
Cd_FA	.421	.149	-.708
Cr_FA	.227	.811	.034
Cu_FA	.935	.081	-.244
Hg_FA	.499	-.652	.177
Ni_FA	-.119	.760	.020
Pb_FA	.796	-.468	.215
Zn_FA	.919	-.093	-.153

4.3.11 Genere *Ramaria* (Sottodivisione *Basidiomycotina* - Sottoclasse *Aphyllophoromycetidae* – Ordine *Clavariales*)

Il raffronto tra le mappe che illustrano la distribuzione spaziale della concentrazione degli elementi evidenzia tre tipologie di “associazioni”.

La prima è rappresentata da quattro elementi e precisamente alluminio, piombo, zinco e, in minor entità, rame (figure 70→72). I valori massimi di concentrazione sono localizzati nelle aree pianeggianti e in quelle appenniniche di confine.

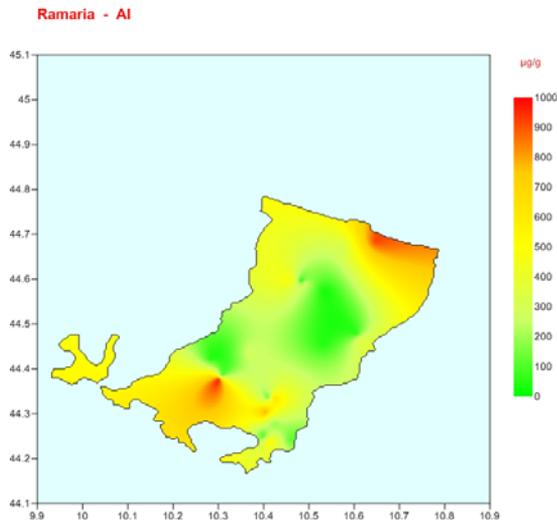


Figura 70. Distribuzione spaziale dell'alluminio per il genere *Ramaria*.

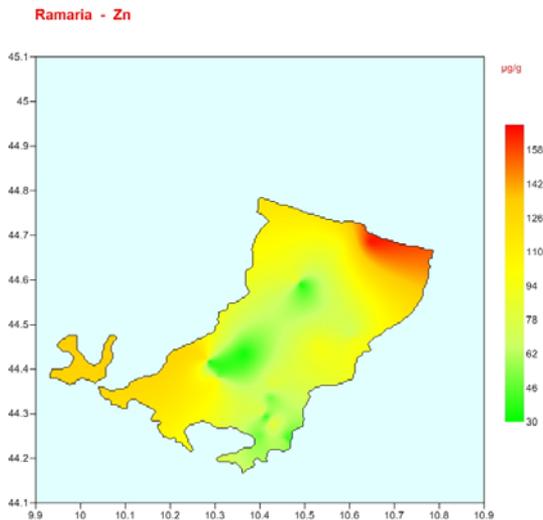


Figura 71. Distribuzione spaziale del zinco per il genere *Ramaria*.

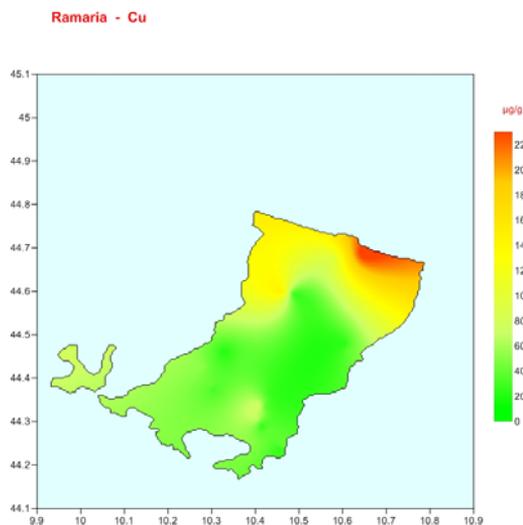


Figura 72. Distribuzione spaziale del rame per il genere *Ramaria*.

Il secondo gruppo comprende arsenico, nichel e cromo (figura 73). Le aree a maggior concentrazione sono localizzate a Ramiseto, Vetto e Castelnuovo nei Monti. Il terzo gruppo è composto da cadmio e mercurio: le aree a maggior concentrazione si trovano tra San Polo, Bibbiano e Montec-

chio. Le concentrazioni di alluminio e cromo nei suoli hanno una corrispondenza nelle rispettive mappe di distribuzione nei funghi; per i restanti elementi solo in alcune aree si osserva una sovrapposizione dei valori.

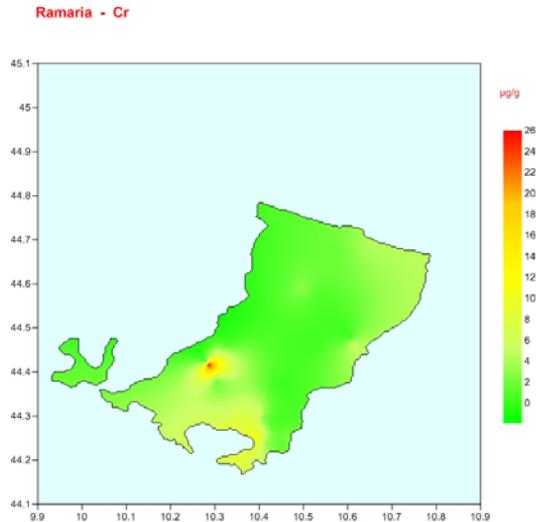


Figura 73. Distribuzione spaziale del cromo per il genere *Ramaria*.

Le figure 74, 75 e 76 illustrano la distribuzione della concentrazione di arsenico, cadmio e piombo. I valori medi sono risultati rispettivamente pari a 8.72, 5.74 e 0.98 mg/kg. In Turchia nella specie *Ra. flava* la concentrazione riportata di arsenico è 0.02 mg/kg (Konuk *et al.*, 2007); questo valore è

alquanto differente da quello osservato nella provincia di Reggio Emilia. Un valore più paragonabile (3.7 mg/kg) è stato riportato da Slejkovec *et al.* (1977) che hanno analizzato campioni di funghi provenienti da alcune nazioni europee e dal Brasile.

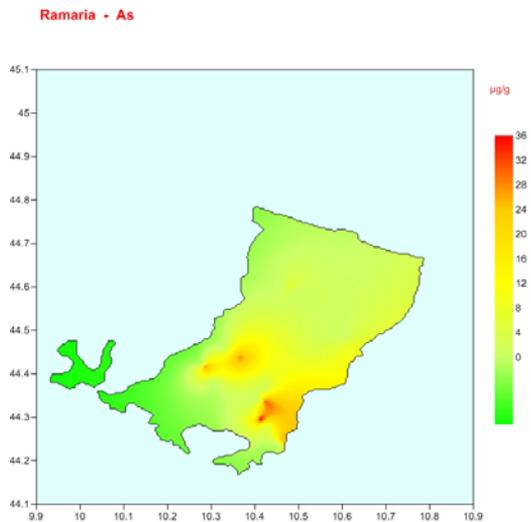


Figura 74. Distribuzione spaziale dell'arsenico per il genere *Ramaria*.

Cadmio: Per quanto riguarda il cadmio, valori significativamente più ridotti (1.13 mg/kg) sono stati riportati in Macedonia e nella zona dell'Epiro

in campioni di *Ra. largentii* da Ouzouni *et al.* (2009). Il valore osservato da Konuk *et al.* (2007) in campioni di *Ra. flava* raccolti in Turchia (0.01

mg/kg) risulta 50 volte inferiore rispetto al valore minimo da noi trovato, pari a 0.52 mg/kg. Nella regione parigina (Francia), Michelot *et al.* (1998)

hanno analizzato 92 specie di funghi, tra cui *Ramaria sp.*, e il valore da loro osservato era di 4.32 mg/kg.

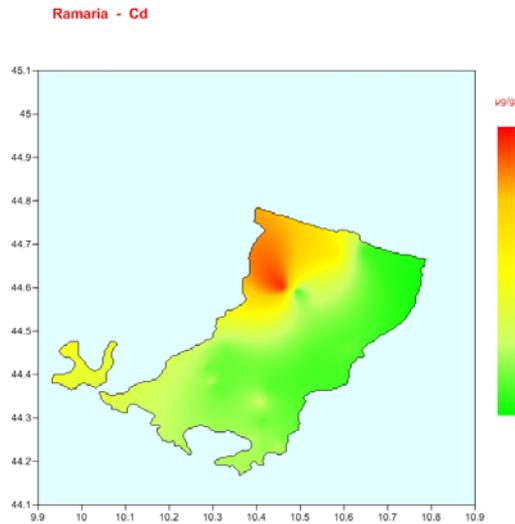


Figura 75. Distribuzione spaziale del cadmio per il genere *Ramaria*.

Piombo: la concentrazione media da noi osservata è significativamente più elevata di quanto riportato

in bibliografia [0.12 mg/kg (Ouzouni *et al.*, 2009) e 0.018 mg/kg (Konuk *et al.*, 2007)].

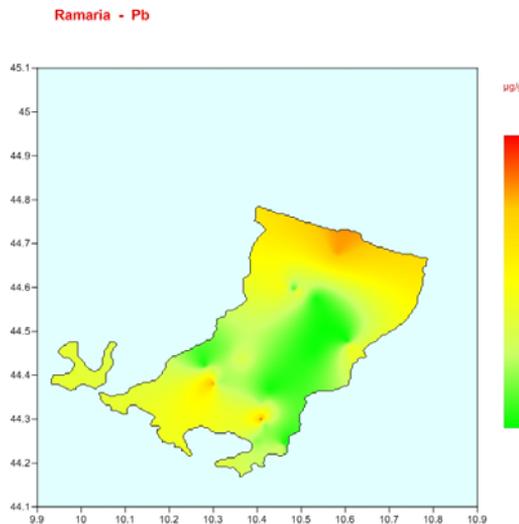


Figura 76. Distribuzione spaziale del piombo per il genere *Ramaria*.

I valori relativi ai fattori di arricchimento hanno evidenziato come cadmio, mercurio, rame, zinco, arsenico e nichel, in ordine decrescente, si

accumulano nei carpofori del genere *Ramaria* anche in presenza di ridotte concentrazioni degli stessi metalli nel suolo, mentre il piombo e in

minor entità il cromo, anche se il suolo ne è ricco, non tendono ad accumularsi nei funghi.

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 17. Le prime tre componenti descrivono e spiegano il 92% della varianza totale.

La prima componente spiega come l'acidità del suolo non sia collegata alla bioaccumulazione degli elementi analizzati: tutti gli elementi eccetto il

piombo tendono ad aumentare la loro concentrazione nei corpi fruttiferi dei funghi.

La seconda componente conferma quanto osservato e discusso per la bioaccumulazione di piombo e cromo, che non presentano alcuna relazione con i restanti elementi compreso il pH. La terza componente conferma l'indipendenza dell'acidità del suolo rispetto a tutti gli elementi considerati.

Tabella17. Analisi delle componenti principali.

	Componenti		
	1	2	3
pH_s	.129	.011	.985
As_FA	.909	.187	.090
Cd_FA	.960	.040	.060
Cr_FA	.757	.549	.216
Cu_FA	.927	.047	.061
Hg_FA	.819	.380	.308
Ni_FA	.952	.280	.073
Pb_FA	.063	.956	-.020
Zn_FA	.950	-.079	.141

4.3.12 Genere *Morchella* (Sottodivisione *Ascomycotina* - Sottoclasse *Pezizomycetidae* – Ordine *Pezizales*)

Una sola tipologia è in grado di riassumere la distribuzione spaziale della concentrazione di alluminio, mercurio, nichel, zinco e in minor entità cromo e piombo. I restanti elementi arsenico, cadmio e rame evidenziano tipologie di "associazioni" differenti tra loro e tra i sei metalli elencati. Per alluminio e gli altri elementi maggiormente "associati" le aree a maggior concentrazione sono risultate San Polo e Casalgrande e ad esclusione di cromo e piombo anche le aree collinari. L'arsenico raggiunge i suoi massimi in prossimità di Reggio Emilia, il cadmio nelle aree di Toano, Villa Minozzo e Quattro Castella, mentre il rame è presente ad alte concentrazioni a Castellarano e Castelnovo Monti. Per quanto riguarda una sovrapposizione quantitativa con le concentrazioni nei suoli, il

piombo presenta le maggiori affinità, tuttavia di minor entità per cromo e rame.

Cadmio: la distribuzione della concentrazione di cadmio è rappresentata graficamente nella figura 77; il valore medio è 0.94 mg/kg e riguarda buona parte del territorio. I valori massimi (4.12 mg/kg) si osservano tra Toano e Villa Minozzo e in località Canossa. Nella stessa area Cocchi *et al.* (2006) hanno osservato per *Mo. esculenta* 0.55 mg/kg. In Turchia (Tüzen, 2003) è stato trovato in *Mo. esculenta* un valore di 1.43 mg/kg. Sempre in Turchia nelle specie *Mo. esculenta*, *Mo. esculenta* var. *umbrina*, *Mo. vulgaris*, *Mo. costata*, *Mo. deliciosa*, *Mo. rigida* le concentrazioni di cadmio rilevate sono state rispettivamente di 0.031; 0.002; 0.036; 0.024; 0.029; 0.007 mg/kg (Konuk *et al.*, 2007). Tali valori sembrano molto ridotti, 20-200 volte inferiori rispetto a quelli riscontrati in questo lavoro e riportati in bibliografia. In Francia in campioni di *Mo. esculenta* è stata osservata una concentrazione di 3.6 mg/kg (Michelot *et al.*, 1998).

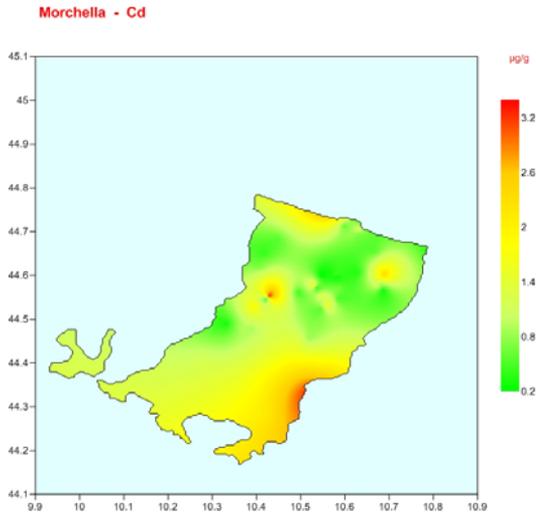


Figura 77. Distribuzione spaziale del cadmio per il genere *Morchella*.

Nichel: la figura 78 rappresenta le concentrazioni del nichel sul territorio reggiano. Il valore massimo di 12.2 mg/kg è stato osservato nella bassa reggiana vicino a Scandiano. Il valore medio 2.4 mg/kg è ben rappresentato sul territorio. In Francia è stata osservata una concentrazione di 15.4 mg/kg in un campione di *Mo. esculenta*, superiore al valore massimo da noi misurato (Michelot et al., 1998). Tüzen (2003) in Turchia ha riportato in *Mo.*

esculenta un valore pari a 1.18 mg/kg, in linea con i dati qui presentati. Nelle specie *Mo. esculenta*, *Mo. esculenta* var. *umbrina*, *Mo. vulgaris*, *Mo costata*, *Mo. deliciosa*, e *Mo. rigida* raccolte in Turchia le concentrazioni di nichel erano rispettivamente 0.07; 0.68; 0.04; 0.4; 0.23; 0.41 mg/kg (Konuk et al., 2007). Anche questi valori sembrano alquanto ridotti e inferiori di almeno un ordine di grandezza rispetto a quelli da noi osservati.

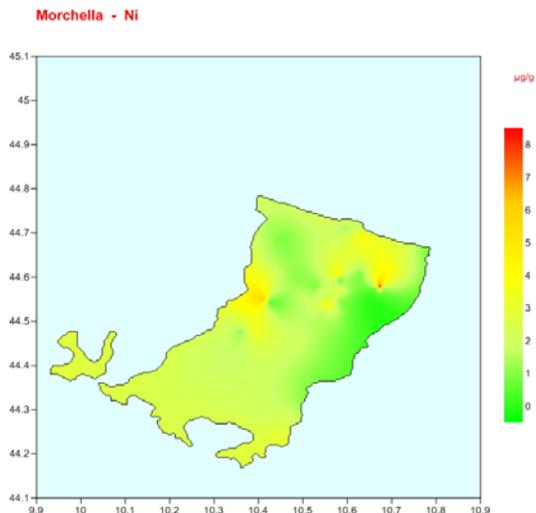


Figura 78. Distribuzione spaziale del nichel per il genere *Morchella*.

Per completezza di informazione riportiamo alcuni dati di due specie del genere *Helvella* (ordine *Pezizales*):

Cadmio: 1.97 mg/kg in *Helvella crispa* (Scop.) Fr. (Cocchi et al., 2006) e 0.033 mg/kg in *Helvella leucopus* Pers. (Konuk et al., 2007);

Nichel: 0.3 mg/kg in *Helvella leucopus* Pers. (Konuk et al., 2007)

Anche per il genere *Morchella* come già per gli altri taxa, gli elementi arsenico, cromo, nichel e

piombo tendono a non accumularsi nei corpi fruttiferi. In contrapposizione e in ordine decrescente gli elementi zinco, cadmio, mercurio e rame (Falandysz et al., 2002) tendono ad accumularsi, ma in modo non spiccato nei corpi fruttiferi anche se il suolo presenta ridotte concentrazioni.

I risultati ottenuti dall'analisi delle componenti principali sono presentati nella tabella 18. Le prime tre componenti descrivono e spiegano il 94% della varianza totale.

Tabella 18. Analisi delle componenti principali.

	Componenti		
	1	2	3
pH_s	-.043	.120	.964
As_FA	.934	.307	-.029
Cd_FA	.976	.142	-.014
Cr_FA	.966	-.154	.032
Cu_FA	.140	.954	.174
Hg_FA	.816	.161	.329
Ni_FA	.957	.140	-.131
Pb_FA	.802	.377	-.206
Zn_FA	.797	.502	-.091

Nella prima componente, l'acidità del suolo e il rame, legati tra loro, sono indipendenti dagli altri elementi, mentre nella componente due rame e zinco si muovono nella stessa direzione e restano dissociati sia dal pH che da quasi tutti gli altri elementi. La componente tre rafforza la neutralità rispetto all'acidità dei suoli per tutti gli elementi, eccetto in parte per il mercurio che tenderebbe ad aumentare con l'aumentare del pH, mentre il piombo è in contrapposizione e contestualmente tenderebbe a diminuire.

4.3.13 Indicazioni conclusive

I risultati analitici ottenuti analizzando diverse migliaia di funghi appartenenti a centinaia di specie hanno permesso di ottenere mappe di distribuzione di metalli pesanti in un'area la cui geomorfologia si presenta differenziata e comprende zone pianeggianti e cime appenniniche. L'utilizzo del suolo vede aree abitative quali la città di Reggio Emilia e altri importanti centri urbani, strade ad elevata percorrenza, aree industriali, zone agricole intensamente coltivate e altre adibite a pascolo, boschi e foreste. Un insieme variegato di flora, fauna e paesaggi dove molteplici attività quotidiane

vengono svolte lasciando "impronte" che col tempo modificano l'ambiente.

I risultati ottenuti dall'analisi dei funghi non possono descrivere un comportamento univoco verso i vari elementi chimici in essi presenti, in particolare metalli pesanti. I risultati delle distribuzioni spaziali della concentrazione sono alquanto differenti tra loro e "dominate" da fattori specie-specifici del fungo, dal tipo di elemento, dalla sua forma chimica e dalla sua disponibilità nel suolo-substrato, dal tipo di suolo-substrato, dalla sostanza organica presente nel suolo-substrato, dalla vegetazione, dal grado di umidità, dalla estensione, profondità ed età del micelio e ancora da altri fattori sconosciuti.

Un aspetto importante che andrebbe indagato nelle sue peculiarità è dato dalla capacità che i funghi hanno di accumulare metalli pesanti anche se il suolo non presenta concentrazioni elevate degli stessi. Si è osservato in questo studio come generalmente gli elementi cadmio, rame, mercurio e zinco si accumulino nelle differenti specie fungine indipendentemente dalle caratteristiche e dalle concentrazioni presenti nel suolo-substrato. Quanto detto è confermato per il mercurio

(Falandysz et al., 2002) e per mercurio e cadmio (Vetter, 1994; Kalač and Svobova, 2000). Sempre in generale si è osservato come arsenico, cromo, nichel e piombo tendano a non accumularsi nei funghi, anche se il suolo ne è ricco, come confermato per il piombo (Kalač and Svobova, 2000; García et al., 2009).

Appare evidente che dare delle “linee guida” allo stato attuale sia alquanto difficile e prematuro. Con le conoscenze che si hanno oggi l'utilizzo dei funghi come bioindicatori della qualità del suolo e dell'ambiente, appare in uno stato potenziale e ancora non praticabile anche se alcune specie fungine potrebbero essere utilizzate come “funghi sentinella”. Indagini future nelle stesse aree potrebbero ampliare le informazioni per la definizione di una o più specie di funghi da utilizzare quali bioindicatori ambientali.

Sulla base dalla vastità di dati e delle considerazioni qui presentate pensiamo che sia proponibile un'indicazione per la quale, considerando i valori delle concentrazioni di elementi chimici nei funghi in abbinamento con le concentrazioni degli stessi metalli nei suoli, possa essere facilitata l'individuazione di “valori limite” di concentrazione per quei metalli pesanti importanti per la salute, ai fini della commercializzazione per quelle specie di funghi comunemente utilizzate nel campo alimentare.

Per non appesantire troppo il testo, i nomi delle specie fungine considerate in questo capitolo sono stati scritti in forma abbreviata. Questi vengono di seguito elencati in ordine alfabetico; a fianco di ognuno sono indicati i nomi completi secondo la tassonomia da noi scelta ed utilizzata, come specificato nel paragrafo 2.1.4.

- *Ag. altipes* = *Agaricus altipes* (F. H. Møller) F. H. Møller
- *Ag. arvensis* = *Agaricus arvensis* Schaeff.
- *Ag. bernardii* = *Agaricus bernardii* Quéf.
- *Ag. bisporus* = *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach
- *Ag. bitorquis* = *Agaricus bitorquis* (Quéf.) Sacc.
- *Ag. campestris* = *Agaricus campestris* L.
- *Ag. cupreobrunneus* = *Agaricus cupreobrunneus* (Jul. Schäff. & Steer) Pilát.
- *Ag. macrocarpus* = *Agaricus macrocarpus* (F.H. Møller) F.H. Møller

- *Ag. silvaticus* = *Agaricus silvaticus* Schaeff.
- *Ag. silvicola* = *Agaricus silvicola* (Vittad.) Peck.
- *Ag. urinasces* = *Agaricus urinasces* (Jul. Schäff. & F.H. Møller) Singer
- *Am. caesarea* = *Amanita caesarea* (Scop.) Pers.
- *Am. excelsa* var. *excelsa* = *Amanita excelsa* var. *excelsa* (Fr.) P. Kumm.
- *Am. excelsa* var. *spissa* = *Amanita excelsa* var. *spissa* (Fr.) Neville & Poumarat
- *Am. gemmata* = *Amanita gemmata* (Fr.) Bertill.
- *Am. muscaria* = *Amanita muscaria* (L.) Lam.
- *Am. ovoidea* = *Amanita ovoidea* (Bull.) Link
- *Am. pantherina* = *Amanita pantherina* (DC.) Krombh.
- *Am. phalloides* = *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link
- *Am. rubescens* = *Amanita rubescens* var. *rubescens* Pers.
- *Am. solitaria* = *Amanita solitaria* (Bull.) Fr.
- *Am. vaginata* = *Amanita vaginata* (Bull.) Lam.
- *Ar. mellea* = *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.
- *Ar. tabescens* = *Armillaria tabescens* (Scop.) Emel
- *B. aereus* = *Boletus aereus* Bull.
- *B. reticulatus* = *Boletus reticulatus* Schaeff.
- *B. edulis* = *Boletus edulis* Bull.
- *B. pinophilus* = *Boletus pinophilus* Pilát & Dermek
- *Ca. cibarius* = *Cantharellus cibarius* Fr.
- *Cl. gibba* = *Clitocybe gibba* (Pers.) P. Kumm.
- *Cl. nebularis* = *Clitocybe nebularis* (Batsch) P. Kumm.
- *He. crispa* = *Helvella crispa* (Scop.) Fr.
- *He. leucopus* = *Helvella leucopus* Pers.
- *Hy. chrysodon* = *Hygrophorus chrysodon* (Batsch) Fr.
- *Hy. eburneus* = *Hygrophorus eburneus* (Bull.) Fr.
- *Hy. penarius* = *Hygrophorus penarius* Fr.
- *Hy. russula* = *Hygrophorus russula* (Schaeff.) Kauffman
- *geotropa* = *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja
- *La. amethystina* = *Laccaria amethystina* Cooke

- *La. fraterna* = *Laccaria fraterna* (Sacc.) Pegler
- *La. laccata* = *Laccaria laccata* (Scop.) Cooke
- *Le. nuda* = *Lepista nuda* (Bull.) Cooke
- *Ly. decastes* = *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer
- *Ma. oreades* = *Marasmius oreades* (Bolton) Fr.
- *Mo. costata* = *Morchella costata* (Vent.) Pers.
- *Mo. deliciosa* = *Morchella deliciosa* Fr.
- *Mo. esculenta* = *Morchella esculenta* (L.) Pers.
- *Mo. esculenta* var. *umbrina* = *Morchella esculenta* var. *umbrina* (Boud.) S. Imai
- *Mo. rigida* = *Morchella rigida* (Krombh.) Boud.
- *Mo. vulgaris* = *Morchella vulgaris* (Pers.) Boud.
- *Ru. cyanoxantha* = *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.
- *Ru. delica* = *Russula delica* Fr.
- *Ru. emetica* = *Russula emetica* (Schaeff.) Pers.
- *Ra. flava* = *Ramaria flava* (Schaeff.)
- *Ra. largentii* = *Ramaria largentii* Marr & D.E. Stuntz
- *T. argyraceum* = *Tricholoma argyraceum* (Bull.) Gillet
- *T. equestre* = *Tricholoma equestre* (L.) P. Kumm.
- *T. terreum* = *Tricholoma terreum* var. *terreum* (Schaeff.) P. Kumm.
- *T. rutilans* = *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff.) Singer
- *T. ustaloides* = *Tricholoma ustaloides* Romagn.

4.4 Il campionamento: esempio di scheda descrittiva

Ogni sito di campionamento, nel quale vengono raccolti sia i campioni di suolo che di funghi, è dettagliatamente descritto e correttamente geore-

ferenziato, in modo che i dati analitici dei campioni possano successivamente essere utilizzati per la preparazione delle mappe geostatistiche.

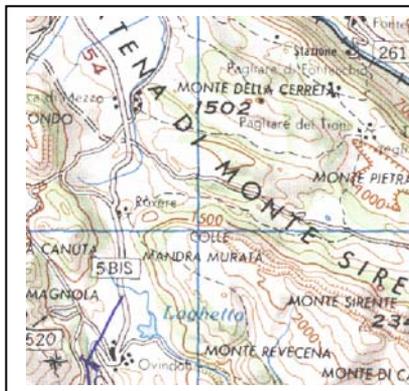
Qui di seguito, a titolo esemplificativo, viene riportata una delle schede utilizzata nel presente lavoro per la descrizione dei siti di campionamento.

Scheda 1

Descrizione Area e Campione



Mappa n.1



Mappa n.2



Foto n.1



Foto n.2

ID Toponimo - Località:	Fonte dell'Anatella	
Comune:	Rocca di Mezzo	
Area geografica:	Abruzzo, Provincia dell'Aquila, Parco del Sirente, Velino	
Data campionamento:	7 Settembre 2005	
Coordinate:	Formato posizione: UTM/UPS 33T Long. 0379918	Map Datum: WGS 84 Lat. 4671322
Quota e inclinazione:	1400 m; 5%	
Descrizione Area:	Esemplare rinvenuto nella Località Fonte Anatella, sulla porzione basale di un faggio (<i>Fagus sylvatica</i> L.), nel comune di Rocca di Mezzo, in una faggeta su matrice calcarea disposta sulle pendici del monte Sirente. Pendici boschive, vegetazione fitta, terreno scosceso.	

Habitat: bosco naturale
Substrato: matrice legnosa

Fungo

Phylum: Basidiomycota
Classe: Basidiomycetes
Ordine: Polyporales
Famiglia: Meripilaceae
Nome esemplare: basidiocarpo di *Meripilus giganteus* (Pers. : Fr.) P. Karsten
 leg. Fabio Siniscalco, det. Carmine Siniscalco

Altezza: 94.5 cm (altezza massima del complesso di basidiocarpi)
Larghezza: 139.5 cm (larghezza massima del complesso di basidiocarpi)
Peso: 142.68 kg (peso totale del complesso di basidiocarpi)

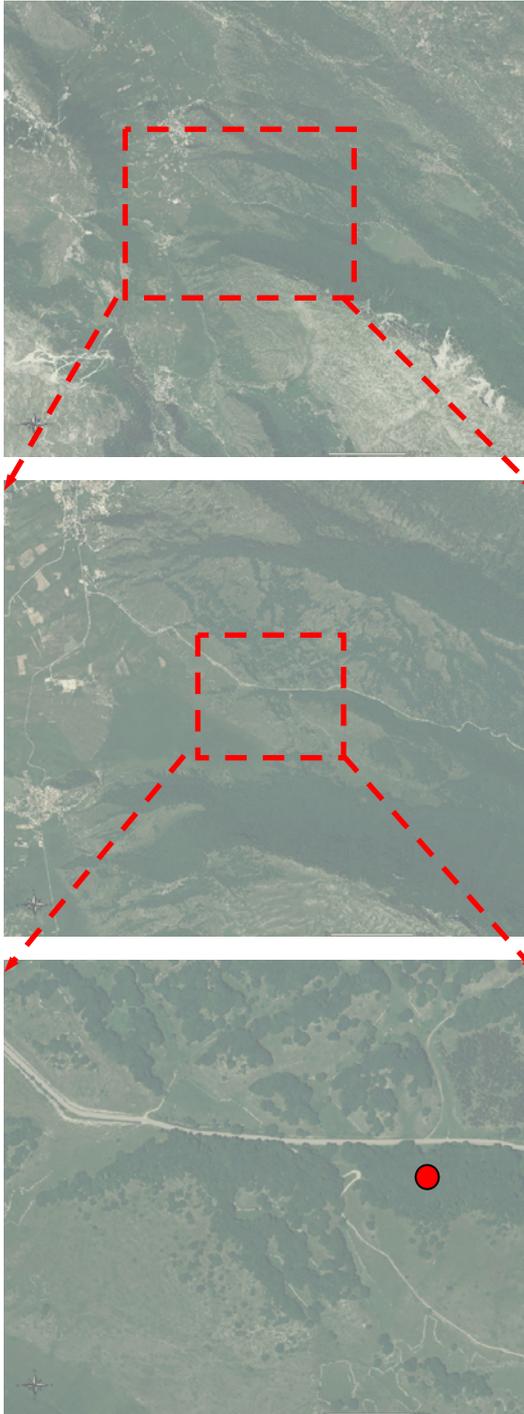


Note: basidioma concresciuto alla base di un faggio tra il colletto della pianta e le grosse radici emergenti.

Risultati analitici

elemento	concentrazione mg/kg	elemento	concentrazione mg/kg	elemento	concentrazione mg/kg
Ag	1.11	Ge	0.001	Se	0.1
Al	115	Hg	0.05	Sr	0.62
As	0.2	K	27900	Ti	9.37
Ba	1.18	La	n.d.	V	0.11
Be	0.01	Li	0.13	Y	n.d.
B	10.4	Mg	1910	Zn	50.8
Cd	2.25	Mn	4.67	Zr	0.18
Ca	185	Mo	0.11	Cl	n.d.
Cs	0.06	Na	80.0	P	6270
Cr	3.34	Ni	2.02	S	1310
Co	n.d.	Pb	9.13	¹³⁴ Cs	n.d.
Cu	107	Rb	23.4	¹³⁷ Cs	n.d.
Fe	216	Sc	n.d.	⁴⁰ K	n.d.

Locazione dell'area di campionamento



Le tre figure qui a fianco descrivono, partendo dalla macro area, il punto esatto dove sono avvenuti il ritrovamento e la raccolta del fungo.

Capitolo V

Conclusioni

La bioindicazione permette di valutare tramite l'osservazione di organismi viventi parte degli effetti causati dall'attività antropica sull'ambiente.

L'utilizzo diffuso dei macromiceti per la bioindicazione è spesso stato ostacolato dalle difficoltà nella sistematica e tassonomia, dalle incomplete conoscenze del loro metabolismo e fisiologia e dalla scarsità di dati che riguardano le caratteristiche e la qualità del substrato.

Ulteriori ostacoli alla corretta interpretazione dei dati ambientali sui funghi sono la scarsa precisione ed accuratezza nel descrivere gli *habitat* di appartenenza.

Questo EUR Report vuole contribuire ad indicare una metodologia di lavoro e a mostrare con esempi applicativi concreti quali potrebbero essere le vie da percorrere in futuro.

Il primo aspetto che viene qui evidenziato è la misura delle concentrazioni delle sostanze chimiche nei carpofori di macromiceti spontanei.

Il secondo aspetto che è stato considerato è quello del "fungo di riferimento", un argomento già trattato per altri organismi, ma che in questo caso potrebbe risultare essere un fattore cardine per cercare di dipanare le problematiche relative alla presenza di elementi chimici nei carpofori dei macromiceti. Infatti la nostra esperienza si è formata nel tentativo di superare le difficoltà iniziali di interpretazione, senza alcun parametro di giudizio, del significato della presenza di diversi elementi chimici, metalli pesanti in particolare, nei funghi. Tale presenza è spesso apparsa sorprendente per gli inaspettati valori di concentrazione misurati e per le notevoli differenze anche tra specie tassonomicamente molto vicine.

Il terzo aspetto affrontato in questo lavoro è quello relativo all'abbinamento delle specie fungine agli *habitat*. Ciò ha permesso di osservare un'importante biodiversità che potrà venire ulteriormente indagata e utilizzata in futuri studi anche grazie alle nuove tecnologie e alla codifica ambientale effettuata mediante il programma

CORINE ed il sistema europeo di informazioni sulla natura EUNIS. Sarà quindi possibile seguire un criterio obiettivo per attribuire il corretto *habitat* ai luoghi di crescita dei macromiceti.

Speriamo che da queste tematiche possano svilupparsi nuove idee progettuali e spunti per studi e ricerche che potrebbero contribuire a sostenere l'utilizzo di questi organismi nelle valutazioni ambientali. Tale aspetto sarà determinante per tenere conto della componente micologica di un ecosistema terrestre, la quale è sempre più stimata per importanza e rilevanza negli equilibri ecologici globali.

A questo punto pensiamo sia corretto indicare le intenzioni degli autori di questo lavoro che ambisce non a chiudere ma ad aprire una nuova visione con nuove prospettive di ricerca scientifica su un mondo, quello dei funghi superiori, ancora troppo poco conosciuto e troppo spesso sottovalutato. Oltre a voler rendere disponibile a chiunque una massa di dati, che riteniamo senza precedenti e che, già di per sé, costituisce un contributo originale alla documentazione della biodiversità fungina, si sono voluti soprattutto indicare una metodologia di lavoro ed alcuni esempi di applicazioni pratiche che potranno essere utilizzati per produrre nuove ricerche in questo settore.

Per dare solo un'indicazione siamo convinti ad esempio che la ricerca tassonomica debba basarsi su un approccio polifasico che comprenda la raccolta e l'analisi di dati morfologici macro e microscopici, fisiologici, biochimici; dovrebbe essere presa in considerazione la definizione più esatta possibile degli *habitat* di crescita ed anche la misura delle concentrazioni di diverse sostanze chimiche e caratteristiche molecolari.

Non ultima rimane l'intenzione e la speranza che il nostro lavoro possa essere utile a tutti coloro che hanno a livelli più diversi responsabilità politiche ed amministrative di gestione dei territori, in particolare quelli montani, e nell'utilizzo dei funghi in campo alimentare.

VI Bibliografia

- AAVV (1991): CORINE Biotopes Manual. Habitats of European Community. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- AAVV (2004): “*Carta della Natura alla scala 1:50.000 - Metodologia di realizzazione*”. APAT, Manuali e Linee Guida n. 30/2004.
- AAVV (2009a): Il progetto Carta della Natura alla scala 1:50.000. Linee guida per la cartografia e la valutazione degli *habitat*. ISPRA, Manuali e Linee Guida n. 48/2009.
- AAVV (2009b): Gli *habitat* in Carta della Natura. Schede descrittive degli *habitat* per la cartografia alla scala 1:50.000. ISPRA, Manuali e Linee Guida n. 49/2009.
- Abuzinadah R. A., Read D. J. (1989): “*The role of proteins in the nitrose nutrition of ectomycorrhizal plants. V. Nitrogen transfer in birch, Betula pendula L. grown in association with mycorrhizal and non mycorrhizal fungi*”. *New Phytologist*, n.112, pp. 61-68.
- APAT (2005): La realizzazione in Italia del progetto europeo CORINE Land Cover 2000. Rapporti APAT, 61/2005.
- Bedini S., Avio L., Argese E., Giovannetti M. (2007): “*Effects of long-term land use on arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin-related soil protein*”. *Agriculture Ecosystems and Environment*, n. 120, pp. 463-466.
- Bedini S., Pellegrino E., Avio L., Pellegrini S., Bazzoffi P., Argese E., Giovannetti M. (2009): “*Changes in soil aggregation and glomalin-related soil protein content as affected by the arbuscular mycorrhizal fungal species Glomus mosseae and Glomus intraradices*”. *Soil Biology and Biochemistry*, n. 41, pp. 1491-1496.
- Bencivenga M., Calandra R., Granetti B. (1990): “*Ricerche sui terreni e sulla flora delle tartufaie naturali di T. melanosporum Vitt. dell'Italia centrale*”. Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, pp. 337-374.
- Bencivenga M., Calandra R., Giovagnotti E., Russi L. (1996): “*Aspetti pedologici e vegetazionali delle tartufaie di alcune specie di “tartufi minori”*”. *Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Perugia*, n. 50, pp. 7-45.
- Bencivenga M., Granetti B. (1990): “*Flora, vegetazione e natura dei terreni di alcune tartufaie naturali di Tuber magnatum Pico dell'Italia centrale*”. “Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo”, Spoleto 24-27 novembre 1988, pp. 433-434.
- Benedetti A., Francaviglia R., Marchionni M., Trinchera A. (2006): “*Soil Biodiversity Concepts and a case study at a Mediterranean Natural Ecosystem*”. *Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL. Scritti e documenti* n. XXXVII, pp. 209-224.
- Benedetti A., Brookes P. C., Lynch J. (2006): “*Concluding remarks*”. In: Bloem J., Hopkins D. and Benedetti A. (Eds.): “*Microbial Methods for assessing soil quality*”. CABI Publishing, pp. 63-70.
- Benedetti A., Gianfreda C. (2004): “*Metodi di analisi biochimica del suolo*”. Franco Angeli Ed.
- Bersan F. (2002): “*Studio preliminare per un tentativo di dare un valore bioindicatore a specie banali di funghi saprofiti in querceti mediterranei caducifolii*”. Associazione Micologica Bresadola – Fondazione Centro Studi Micologici, Trento – Vicenza. Pagine di Micologia, n. 18, pp. 13-20.
- Bianco P. M., Siniscalco C. (2009): “*Primo contributo all'abbinamento della componente micologica agli habitat dunali*”. In: Onori L. (Ed.): Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle aree protette. ISPRA, Roma, Rapporti 100/2009, pp. 149-158.
- Bizio E. and Campo E. (1999): Funghi alpini d'alta quota. “*I funghi dove... quando*”, n. 61/62/63/64/65.
- Blaschke H. (1994): “*Decline symptoms on roots of Quercus robur*”. *European Journal of Forest Pathology*, n. 24, pp. 386-398.

- Bloem J., Hopkins D. and Benedetti A.** (Eds.) (2006): *"Microbial Methods for Assessing Soil Quality"*. CABI Publishing.
- Bosco M., Giovannetti L., Giovannetti M., Viti C.** (2008a): *"Ruolo dei microrganismi nei cicli biogeochimici"*. In Biavati B., Sorlini C. Eds. (2008): *"Microbiologia Agroambientale"*, Casa Editrice Ambrosiana, pp. 1-37.
- Bosco M., Giovannetti L., Giovannetti M., Viti C.** (2008b): *"La rizosfera e le associazioni microrganismi-piante"*. In Biavati B., Sorlini C. Eds. (2008): *"Microbiologia Agroambientale"*, Casa Editrice Ambrosiana, pp. 195-228.
- Brasier C.** (1992): *"A champion thallus"*. Nature n. 356, pp. 382-383.
- Brookes P.C.** (1994): *"The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metal"*. Biology and Fertility of Soils, n. 19, pp. 143-149.
- Callot G., Bye P., Raymond M., Fernandez D., Pargney J. C., Parguey-Le Duc A., Janex-Favre M. C., Moussa R., Pages L.** (1999): *"La truffe, la terre, la vie"*. Ed. INRA, Paris.
- Campos J. A., Tejera N. A. and Sánchez C. J.** (2009): *"Substrate role in the accumulation of heavy metals in sporocarpus of wild fungi"*. Biometals, Volume 22, pp. 835-841.
- Carlile M. J., Watkinson S. C., Gooday G. W.** (2001): *"The Fungi"*. Academic Press, San Diego, pp. 1-588.
- Carlson C., Critto A., Nathanail P., Marcomini A.** (2000): *"Risk based characterisation of a contaminated industrial site using multivariate and geostatistical tools"*. Environmental Pollution. 111, 3, pp. 417-427.
- Causin R., Montecchio L., Mutto Accordi S.** (1996): *"Probability of ectomycorrhizal infection in a declining stand of common oak"*. Annales des Sciences Forestières, n. 53, pp. 743-752.
- Cavalier-Smith, T.** (1981): *"Eukaryote kingdoms: seven or nine?"* Biosystems 14, n. 3-4, pp. 461-81.
- Cavalier-Smith, T.** (1993): *"Kingdom protozoa and its 18 phyla."* Microbiol Rev 57, n. 4, pp. 953-94.
- Cavalier-Smith, T.** (1998): *"A revised six-kingdom system of life."* Biol Rev Camb Philos Soc 73, n. 3, pp. 203-66.
- Cavalier-Smith, T.** (2004): *"Only six kingdoms of life."* Proc Biol Sci 271, n. 1545, pp. 1251-62.
- Cavalier-Smith, T.** (2006): *"Rooting the tree of life by transition analyses."* Biol Direct 1, n. 19.
- Cenci R. M., Bergonzoni M., Bo F., Canovi L., Contini S., Guberti V., Locoro G., Meglioli E., Musmeci L., Paracchini B., Pedroni V., Privitera M., Puglisi M., Roncari L., Sena F., Simonazzi N. e Trincerini P.** (2005): *"Monitoraggio ambientale mediante l'impiego di suoli e di muschi per le discariche di Rio Riazzone, Rio Vigne e Poatica di Reggio Emilia"*. EUR 21561 IT. ISBN 92-894-9183-3.
- Cenci R. M., Dabergami D., Beccaloni E., Ziemacki G., Benedetti A., Pompili L., Mellina A.S., Bianchi M.** (2008): *"Bioindicatori per valutare la qualità dei suoli di alcuni parchi della città di Roma"* EUR 23567 IT ISSN 1018-5593 ISBN: 978-92-79-10648-4
- Chiari M, Dogali D., Restelli V.** (2008): *"Funghi della Franciacorta (III contributo)"*. Bollettino del Circolo Micologico Carini, n. 55, pp. 3-16.
- Clark I. and Harper W. V.** (2004): *"Practical Geostatistics"*. Geostokos Ltd, Scotland.
- Cocchi L., Vescovi L., Petrini O.** (2006): *"Il fungo di riferimento: un nuovo strumento nella ricerca micologica"*. Atti del 3° Convegno Internazionale di Micotossicologia (Reggio Emilia, 6-7 dicembre 2004). Pagine di Micologia, n. 25, pp. 51-66.
- Cocchi L., Vescovi L., Petrini L. E., Petrini O.** (2006): *"Heavy metals in edible mushrooms in Italy"*. Food Chemistry, Volume 98, Issue 2, pp. 277-284.
- Cocchi L.** (2009): *"Radioattività e metalli pesanti, gli elementi chimici nei funghi superiori"*. In P. Follesa: Manuale tecnico-pratico per indagini su campioni fungini. Campioni ufficiali e non ufficiali. Intossicazione da funghi. Associazione Micologica Bresadola-Fondazione Centro Studi Micologici, Trento-Vicenza.
- Commissione Europea:** Decisione 82/72/CEE del Consiglio, del 3 dicembre 1981, concernente la conclusione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa. GUCE n. 38 del 10.2.1982.

- Commissione Europea:** Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. GUCE n. 206 del 22.07.1992.
- Dahlberg A. and Croneborg H.** (2003): *"The 33 Threatened Fungi in Europe"*. Nature and Environment, n. 136.
- Davies C.E., Moss D., Hill M.O.** (2004): EUNIS Habitat Classification Revised. Report to: European Environment Agency - European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity.
- Demirbaş A.** (2000): *"Accumulation of heavy metals in some edible mushrooms from Turkey"*. Food Chemistry, Volume 68, Issue 4, pp. 415-419.
- Demirbaş A.** (2001): *"Concentrations of 21 metals in 18 Species of mushrooms growing in the East Black Sea region"*. Food Chemistry, Volume 75, Issue 4, pp. 453-457.
- Doran J. W. and Parkin T.B.** (1994): *"Defining and assessing soil quality"*. In: Doran JW, Coleman DC, Bezdicek DF and Stewart BA (Eds.): *"Defining Soil Quality for a Sustainable Environment"*, 35. American Society of Agronomy Special Publication, Madison, WI, 1994, pp. 3-21.
- European Commission** (2007): Interpretation manual of European Union habitats - EUR 27. DG Environment, Nature and biodiversity, Bruxelles.
- Falandysz J., Kunito T., Kubota R., Bielawski L., Frankowska A., Falandysz J. J. and Tanabe S.** (2008): *"Multivariate characterization of elements accumulated in king Bolete Boletus edulis mushroom at lowland and high mountain regions"*. Journal of Environmental Science and Health, Part A, Volume 4, pp. 1692-1699.
- Falandysz J., Lipka K., Gucia M., Kawano M., Strumnik K., Kannan K.** (2002): *"Accumulation factors of mercury in mushrooms from Zaborski Landscape Park, Poland"*. Environment International, Volume 28, Issue 5, pp. 421-427.
- Frankowska A., Ziolkowska J., Bielawski L. and Falandysz J.** (2010): *"Food additives and contaminants"*. Part B, Volume 3, Issues 1, pp. 1-6.
- Gallini L.** (2001): *"Comportamento chimico e mobilità di alcuni metalli pesanti in un'area circostante una fonderia"*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Chimica Agraria. Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche – Dipartimento di valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università degli Studi di Torino. Department of Chemistry and Chemical Engineering, University of Paisley, Glasgow.
- García M. Á., Alonso J., Melgar M. J.** (2009): *"Lead in edible mushrooms: Levels and bioaccumulation factors"*. Journal of Hazardous Materials, Volume 167, Issues 1-3, pp. 777-783.
- Giovagnotti E., Di Massimo G., Bencivenga M.** (1999): *"Prove di coltivazione di Tuber borchii Vittad. in Italia"*. Atti del 5ème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, pp. 260-264.
- Giovannetti M., Avio L.** (2002): *"Biotechnology of Arbuscular Mycorrhizas"*. In Khachatourians G. G. and Arora D. K. Eds. *Applied Mycology and Biotechnology*, Vol. 2 Agriculture and Food Production", pp. 275-310.
- Giovannetti M., Azzolini D., Citernes A. S.** (1999): *"Anastomosis and nuclear and protoplasmic exchange in arbuscular mycorrhizal fungi"*. Applied and Environmental Microbiology 65, pp. 5571-5575.
- Giovannetti M., Avio L., Fortuna P., Pellegrino E., Sbrana C., Strani P.** (2006): *"At the root of the wood wide web: self recognition and non-self incompatibility in mycorrhizal networks"*. Plant Signaling and Behavior 1, pp. 1-5.
- Giovannetti M., Fortuna P., Citernes A. S., Morini S., Nuti M. P.** (2001): *"The occurrence of anastomosis formation and nuclear exchange in intact arbuscular mycorrhizal networks"*. New Phytologist, 151, pp. 717-724.
- Giovannetti M., Sbrana C., Avio L., Strani P.** (2004): *"Patterns of below-ground plant interconnections established by means of arbuscular mycorrhizal mycorrhizal networks"*. New Phytologist 164, pp. 175-181.
- Glass N. L., Rasmussen C., Roca M. G., Read N. D.** (2004): *"Hyphal homing, fusion and mycelial interconnectedness"*. Trends in Microbiology 12, pp. 135-141.
- Goovaerts P.** (1997): *"Geostatistics for natural resources evaluation"*. Oxford University Press, New York.

- Granetti B., De Angelis A., Materozzi G.** (2005): "Umbria terra di tartufi". Gruppo Micologico Ternano, Regione dell'Umbria, Assessorato all'Agricoltura e Foreste, Perugia.
- Granetti B.** (1994): "I tartufi: biologia e tecniche di coltivazione". *Micologia Italiana*, n. 2; pp. 63-68.
- Gregory P. H.** (1984): "The fungal mycelium: an historical perspective". *Transactions of the British Mycological Society* 82, pp. 1-11.
- Hawksworth, D. L.** (1991): "The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation." *Mycological Research* 95, no. 6, pp. 641-655.
- Hibbett, D. S. and Binder M.**, (2007): "A higher-level phylogenetic classification of the Fungi." *Mycol Res* 111, no. Pt. 5, pp. 509-547.
- Holmer L. and Stenlid J.** (1997): "Competitive hierarchies of wood decomposing basidiomycetes in artificial systems based on variable inoculum sizes". *Oikos*, n. 79, pp. 77-84.
- ICRP** (International Commission on Radiological Protection) Publication 23: Reference Man: Anatomical, Physiological and Metabolic Characteristics.
- Isaaks E. H., Srivastava R. M.** (1989): "An introduction to Applied Geostatistics". Oxford press, New York.
- ISPRA** (2009): "Indicatori di Biodiversità per la sostenibilità in Agricoltura. Linee guida, strumenti e metodi per la valutazione della qualità degli agroecosistemi". ISPRA, Roma, Manuali e Linee Guida 47/2008.
- Jamoni P.** (2008): "Funghi alpini delle zone alpine superiori e inferiori". Associazione Micologica Bresadola, Trento.
- Jorhem L. and Sundström B.** (1995): "Levels of some trace elements in edible fungi". *Zeitschrift für Lebensmittel-untersuchung und forschung*. Volume 201, pp. 311-316.
- Kalač P., Wittingerová M., Stašková I., Šimák M. and Basti J.** (1989b): "Contents of mercury, lead and cadmium in mushrooms". *Československá Hygiena*. Volume 34, pp. 568-576.
- Kalač P. and Svoboda L.** (2000): "A review of trace element concentrations in edible mushrooms". *Food Chemistry*, Volume 69, pp. 273-281.
- Kendrick, B.** (1992): "The Fifth kingdom." Ontario, Mycologic Publication.
- Koide R. T., Goff M. D., Dickie I. A.** (2005): "Component growth efficiencies of mycorrhizal and non mycorrhizal plants". *New Phytologist*, n. 148, pp. 1563-1568.
- Konuk M., Afyon A. and Yagizv D.** (2007): "Minor element and heavy metal contents of wild growing and edible mushrooms from western Black Sea region of Turkey". *Fresenius Environmental Bulletin*. Volume 16, n.11a, pp. 1359-1362.
- Lantieri A.** (2003): "Micocenosi degli Ambienti Dunali della Sicilia Sud-Orientale". Tesi di dottorato, Università degli Studi di Catania.
- Lavelle P. and Spain A.V.** (2001): "Soil Ecology". Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.
- Lavelle P.** (1997): "Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function". *Advances in Ecological Research*, n. 27, pp. 93-132.
- Lilleskov E.A., Bruns T. D.** (2001): "Nitrogen and ectomycorrhizal fungal communities: what we know, what we need to know". *New Phytologist*, n. 149, pp. 154-158.
- Linnaeus, C.** (1753): "Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas." Stockholm, L. Salvius.
- Loreau M., Naeem S., Inchausti P., Bengtsson J., Grime J. P., Hector A., Hooper D. U., Huston M. A., Raffaelli D., Schmid B., Tilman D., Wardle D. A.** (2001): "Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges". *Science*, n. 294, pp. 804-808.
- Maddison, D. R. and Schulz K. S.** (2007): "The Tree of Life Web Project." last accessed: 2008, <http://tolweb.org>.
- Manion D., Lachance D.** (1992): "Forest Decline Concepts". APS Press, St. Paul, Minnesota, MN, USA.
- Marchi N., Sammartino I., Amorosi A. and Guermadi M.** (2009). "The pedogeochemical map as a support for environment planning strategies in Emilia-Romagna". *RemTech*. Session 3: Remediation Techn.

- Markert, B.** (1992): "Establishing of 'Reference Plant' for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting". *Water Air Soil Pollution*. 64 (3), pp. 533-538.
- McBratney A. B., Webster R., Burgess T. M.** (1981): "The design of optimal sampling schemes for local estimation and mapping of regionalized variables - I. Theory and method". *Computers & Geosciences*, 7 (4), pp. 331-334.
- Mendil D., Uluözlü Ö. D., Hasdemir E., Çağlar A.** (2004): "Determination of trace elements on some wild edible mushroom samples from Kastamonu, Turkey". *Food Chemistry*, Volume 88, Issue 2, pp. 281-285.
- Menta C.** (2008): "Guida alla conoscenza della biologia e dell'ecologia del suolo. Funzionalità, diversità biologica, indicatori". Oasi Alberto Perdisa Editore, Bologna.
- Michelot D., Siobud E., Doré J.-C., Viel C. and Poirier F.** (1998): "Update on metal content profiles in mushroom-toxicological implications and tentative approach to the mechanisms of bioaccumulation". *Toxicon*, Volume 16, n. 12, pp. 1997-2012.
- Montecchi A, Sarasini M** (2000): "Funghi ipogei d'Europa". Ed. Associazione Micologica Bresadola - Fondazione Centro Studi Micologici, Trento-Vicenza, p. 714.
- Montecchio L.** (2008): "Simbionti ectomicorrizici come indicatori della salute delle piante forestali". Atti del Ciclo di Seminari "I macromiceti come indicatori biologici della qualità del territorio", ISPRA, Dipartimento Difesa della Natura, Progetto Speciale Funghi, Roma, 8 aprile 2008, <http://www.isprambiente.it/Archivio/2008/Aprile/>.
- Monti G., Marchetti M., Gorreri L., Franchi P.** (2000): "Funghi di ambienti dunali". Pacini Editore, Pisa.
- Mosca E., Montecchio L., Sella L., Garbaye J.** (2007): "Short-term effect of removing tree competition on the ectomycorrhizal status of a declining pedunculate oak forest (*Quercus robur* L.)". *Forest Ecology and Management*, n. 244, pp. 129-140.
- Müller, E., Loeffler W.** (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.
- Nikkarinen M. and Mertanen E.** (2004): "Impact of geological origin on trace element composition of edible mushrooms". *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 17, Issues 3-4, pp. 301-310.
- OECD** (1999): "Environmental indicators for Agriculture", vol. II, Issues and Design. The York Workshop. OECD, Paris.
- Onofri S., Zucconi L.** (1999): "Funghi e metalli pesanti: bioindicazione, bioaccumulo e biorisanamento". Atti del Workshop Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale. ANPA, Serie Atti 2/1999, Roma, pp.155-170.
- Ouzouni P. K., Veltsistas P. G., Paleologos E. K., Riganakos K. A.** (2009): "Determination of metal content in wild edible mushroom Species from regions of Greece". *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 20, Issue 6, pp. 480-486.
- Ouzouni P. K., Petridis D., Koller W.-D., Riganakos K. A.** (2007): "Nutritional value and metal content of wild edible mushrooms collected from West Macedonia and Epirus, Greece". *Food Chemistry*, Volume 115, Issue 4, pp. 1575-1580.
- Palenzona M., Curto A., Mondino GP., Saqlandin R.** (1976): "Il tartufo di Bagnoli *Tuber mesentericum* Vitt. : ambiente di produzione e prospettive di conservazione e diffusione in Irpinia". Ed. C.C.A.A., Avellino.
- Parke J. L., Linderman R. G., Black C. H.** (1983): "The role of ectomycorrhizas in drought tolerance of douglas fir seedlings". *New Phytologist*, n. 95, pp. 83-95.
- Petrini O., Cocchi L., Vescovi L., Petrini L.** (2009): "Chemical elements in mushrooms: their potential taxonomic significance". *Mycol Progress*. 8, pp.171-80.
- Petrini O., Sieber T. N.** (2000): "Computer assisted taxonomy and documentation". Chapter 8 in: McLaughlin, D. J., McLaughlin E. G. & Lemke, P. A. (Eds.). *The Mycota VII*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 203-215.

- Ravera O.** (1981): "Necessità e limiti degli indici e degli indicatori biologici". In: Onnis A and Ferrara R (Eds.): Colloquio su: Inquinamento e Indicatori Biologici. Roma, 3-4 giugno 1980. CNR, Collana del Programma Finalizzato "Promozione della Qualità dell'Ambiente" AC/1/130-148. Arti Grafiche Pacini Mariotti, Pisa, pp. 11-20.
- Rillig M. C., Hernandez G. Y., Newton P. C. D.** (2000): "Arbuscular mycorrhizae respond to elevated atmospheric CO₂ after long-term exposure: evidence from a CO₂ spring in New Zealand supports the resource-balance model". Ecology Letters 3, pp. 475-478.
- Robich G.** (2003): "Mycena d'Europa". Ed. Associazione Micologica Bresadola, Fondazione Centro Studi Micologici, Trento-Vicenza, p. 728
- Rousseau J.V.D., Sylvia D.M., Fox A.J.** (1994): "Contribution of ectomycorrhizae to the potential nutrient-absorbing surface of pine". New Phytologist, n.128, pp. 639-644.
- Saccardo, P. A.** (1882-1931): "Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum." Patavii, sumptibus auctoris.
- Sarasini M.** (2005): "Gasteromiceti epigei". Ed. AMB, Fondazione Centro Studi Micologici, Trento - Vicenza, p. 406.
- Sarnari M.** (2000): "Monografia illustrata del genere Russula in Europa". 2 Vol., AMB, Trento.
- Schütt P., Cowling E. B.** (1985): "Waldsterben, a general decline of forests in central Europe: symptoms, development and possible causes". Tree Disease, n. 69, pp. 548-558.
- Senn-Irlet B., Bieri G., Egli S.** (2007): "Lista rossa delle specie minacciate in Svizzera". Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Birmensdorf, Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio, Berna.
- Sequi P.** (1981): "Il punto di vista di un chimico agrario sugli indicatori biologici". In: Onnis A and Ferrara R. (Eds.): Colloquio su: Inquinamento e Indicatori Biologici. Roma, 3-4 giugno 1980. CNR, Collana del Programma Finalizzato "Promozione della Qualità dell'Ambiente" AC/1/130-148. Arti Grafiche Pacini Mariotti, Pisa. pp. 21-28.
- Sesli E., Tuzen M., Soylak M.** (2008): "Evaluation of trace metal contents of some wild edible mushrooms from Black sea region, Turkey". Journal of Hazardous Materials, Volume 160, Issues 2-3, pp. 462-467.
- Shi L. B., Guttenberger M., Kottke I., Hampp R.** (2002): "The effect of drought on mycorrhizas of beech (*Fagus sylvatica* L.): changes in community structure, and the content of carbohydrates and nitrogen storage bodies of the fungi". Mycorrhiza, n.12, pp. 303-311.
- Sieber T. N., Petrini O., Greenacre M.** (1998): "Correspondence analysis as a tool in fungal taxonomy". Syst. Appl. Microbiol. , 21, pp. 433-441.
- Siepel H.** (1994): "Life-history tactics of soil microarthropods". Biology and Fertility of Soils, n.18, pp. 263-278.
- Simard S. W., Perry D. A., Jones M. D., Myrold D. D., Durall D. M., Molina R.** (1997): "Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field". Nature 388, pp. 579-582.
- Siniscalco C.** (in press): "I funghi come bioindicatori della qualità del territorio". Atti del Workshop Biodiversità dei suoli italiani: verso una normativa ambientale. Roma, 22 maggio 2008. ISPRA, Roma.
- Siniscalco C.** (2005): "Il ruolo della componente micologica negli ecosistemi dunali". In: Onori L. (Ed.): Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle aree protette. ISPRA, Roma, Rapporti 100/2009, pp. 140-176.
- Siniscalco C., Tornambè A.** (2002): "Considerazioni sul fenomeno di assorbimento e accumulo di metalli pesanti nei funghi". Atti del 2° Convegno Internazionale di Micotossicologia. Associazione Micologica Bresadola, Centro Studi Micologici, Pagine di Micologia, n. 17, pp. 191-226.
- Slejkovec Z., Byrne A. R., Stijve T., Goessler W. and Irgolic K. J.** (1977): "Arsenic compounds in higher fungi". Applied organometallic Chemistry, Volume 11, pp. 673-682.
- Smith M. L., Bruhn J. N., Anderson J. B.** (1992): "The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms". Nature 356, pp. 428-431.

- Sova Z., Cibulka J., Száková J., Mihalová D., Mader P. and Reisnerová H.** (1991): "Content of cadmium, mercury and lead in mushrooms from two areas in Bohemia". Sborník Agronomické Fakulty. Volume 8, Issue 1, pp. 13-29.
- Soylak M., Saraçoğlu S., Tüzen M., Mendil D.** (2005): "Determination of trace metals in mushroom samples from Kayseri, Turkey". Food Chemistry, Volume 92, Issue 4, pp. 649-652.
- Steinaker D. F. and Wilson S. D.** (2008): "Scale and density dependent relationships among roots, mycorrhizal fungi and collembola in grassland and forest". Oikos, n. 117, Issue 5, pp. 703-710.
- Stijve T., Besson R.** (1976): "Mercury, cadmium, lead and selenium content of mushroom species belonging to the Genus *Agaricus*". Chemosphere, Issue 2, pp. 151-158
- Stijve T., Vellinga E., Hermann A.** (1990): "Arsenic accumulation in some higher fungi". Persoonia, Volume 14, Issue 2, pp. 161-166
- Stijve T., Goessler W., Dupuy G.** (2004): "Influence of soil particles on concentrations of aluminium, iron, calcium and other metals in mushrooms". Dtsch lebensmitt Rundsch, Volume 100, Issue 1, pp. 10-13
- Svoboda L., Havlíčková B., Kalač P.** (2006): "Contents of cadmium, mercury and lead in edible mushrooms growing in a historical silver-mining area". Food Chemistry, Volume 96, Issue 4, pp. 580-585.
- Tüzen M.** (2003): "Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry". Microchemical Journal, Volume 74, Issue 3, pp. 289-297.
- Tyler G., Balsberg Pålsson A. M., Bengtsson G., Bååth E., Tranvik L.** (1989): "Heavy metal ecology of terrestrial plants, microorganism and invertebrates". A review. Water, Air, and Soil Pollution, n. 47, pp. 189-215.
- Vetter J.** (1994): "Data on arsenic and cadmium contents of some common mushrooms". Toxicon, Volume 32, pp. 11-15.
- Vizzini A., Mello A., Ghignone S., Sechi C., Ruiu P., Bonfante P.** (2008): "*Boletus edulis* complex: from phylogenetic relationships to specific primers". Pagine di Micologia, (30), pp. 49-52.
- Whittaker R. H.** (1969): "New Concepts of Kingdoms of Organisms". Science 163, pp. 150-160.
- Woese C. R., Kandler O., Wheelis M. L.** (1990): "Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya". Proceedings of the National Academy of Science USA, 87, pp. 4576-4579.
- Wright S. F., Upadhyaya A.** (1996): "Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein from arbuscular mycorrhizal fungi". Soil Science, n. 161, pp. 575-586.
- Yamaç M., Yıldız D., Sarıkürkcü C., Çelikkollu M., Solak M. H.** (2007): "Heavy metals in some edible mushrooms from the Central Anatolia, Turkey". Food Chemistry, Volume 103, Issue 2, pp. 263-267.
- Zanella A., Tomasi M., De Siena C., Frizzera L., Jabiol B., Nicolini G., Sartori G., Calabrese M. S., Mancabelli A., Nardi S., Pizzeghello D., Odasso M.** (2001): "*Humus Forestali*". Edizioni del Centro di Ecologia Alpina Trento.
- Zimmermannová K., Kalač P.** (2000): "Concentrations of mercury, cadmium, lead and copper in fruiting bodies of edible mushrooms in an emission area of a copper smelter and a mercury smelter". The Science of The Total Environment, Volume 246, Issue 1, pp. 61-67.

VII Allegati

Per una migliore interpretazione del testo, abbiamo deciso di allegare le schede descrittive e le immagini delle specie fungine che sono state prese in esame, includendo inoltre anche alcune tra le specie fungine più interessanti e più comunemente conosciute. Le immagini e schede descrittive sono tratte dai Volumi I (1999), II (2001), III (2009) della collana “*Atlante fotografico dei Funghi d’Italia*”, edita dalla Fondazione Centro Studi Micologici dell’Associazione Micologica Bresadola, a cura di Giovanni Consiglio, Carlo Papetti e, solo per il Vol. I, Giampaolo Simonini. Quando i nomi delle specie usati da questi autori sono diversi da quelli da noi scelti, come descritto nel paragrafo 2.1.4 a pag 20, abbiamo usato in questo testo la nomenclatura indicata in www.indexfungorum.org; in questo caso i nomi sono posti tra parentesi quadre, come sinonimi.

Vengono inoltre fornite indicazioni sulla commestibilità delle specie presentate intendendo, in ogni caso, la commestibilità dei funghi ben cotti. Nonostante il numero di immagini sia un campione fortemente limitato rispetto alle specie fungine presenti in natura, ci pare che emerga comunque chiaramente il formidabile potenziale di biodiversità che può esprimere il Regno dei Funghi. Le specie sono presentate secondo l’ordine alfabetico per ragioni puramente pratico-operative. Così non è nei volumi della collana sopraccitata nella quale, invece, le specie sono presentate secondo rigorosi criteri sistematici. Gli autori delle immagini sono citati in “*Atlante fotografico dei Funghi d’Italia*”, con l’unica eccezione dell’immagine di *Agaricus urinascens* che è di Ennio Carassai.

1	<i>Agaricus arvensis</i>	55	<i>Hygrophorus russula</i>
2	<i>Agaricus bernardii</i>	56	<i>Laccaria amethystina</i>
3	<i>Agaricus bisporus</i>	57	<i>Laccaria fraterna</i>
4	<i>Agaricus bitorquis</i>	58	<i>Laccaria laccata</i>
5	<i>Agaricus campestris</i>	59	<i>Lactarius deliciosus</i>
6	<i>Agaricus cupreobrunneus</i>	60	<i>Lactarius deterrimus</i>
7	<i>Agaricus macrocarpus</i>	61	<i>Lactarius piperatus</i>
8	<i>Agaricus silvaticus</i>	62	<i>Lactarius sanguifluus</i>
9	<i>Agaricus silvicola</i>	63	<i>Lactarius torminosus</i>
10	<i>Agaricus urinascens</i>	64	<i>Lactarius volemus</i>
11	<i>Agaricus xanthodermus</i>	65	<i>Langermannia gigantea</i> [<i>Calvatia gigantea</i> (Batsch) Lloyd]
12	<i>Agrocybe aegerita</i> [<i>A. cylindracea</i> (DC.) Maire]	66	<i>Leccinum aurantiacum</i>
13	<i>Amanita caesarea</i>	67	<i>Lepista nuda</i>
14	<i>Amanita echinocephala</i>	68	<i>Lycoperdon echinatum</i>
15	<i>Amanita excelsa</i> var. <i>excelsa</i>	69	<i>Lycoperdon perlatum</i>
16	<i>Amanita junquillea</i> [<i>A. gemmata</i> (Fr.) Bertill.]	70	<i>Lycoperdon pyriforme</i>
17	<i>Amanita muscaria</i>	71	<i>Lyophyllum decastes</i>
18	<i>Amanita ovoidea</i>	72	<i>Macrolepiota procera</i>
19	<i>Amanita pantherina</i>	73	<i>Macrolepiota rhacodes</i> [<i>Chlorophyllum rhacodes</i> (Vittad.) Vellinga]
20	<i>Amanita phalloides</i>	74	<i>Marasmius oreades</i>
21	<i>Amanita rubescens</i>	75	<i>Meripilus giganteus</i>
22	<i>Amanita vaginata</i>	76	<i>Morchella conica</i> var. <i>costata</i> [<i>M. costata</i> (Vent.) Pers.]
23	<i>Armillaria mellea</i>	77	<i>Morchella esculenta</i>
24	<i>Armillaria ostoyae</i>	78	<i>Morchella esculenta</i> var. <i>vulgaris</i> [<i>M. vulgaris</i> (Pers.) Boud.]
25	<i>Armillaria tabescens</i>	79	<i>Morchella semilibera</i> [<i>Mitrophora semilibera</i> (DC.) Lév.]
26	<i>Boletus aereus</i>	80	<i>Mycena pura</i>
27	<i>Boletus aestivalis</i> [<i>B. reticulatus</i> Schaeff.]	81	<i>Mycena rosea</i>
28	<i>Boletus edulis</i>	82	<i>Phallus impudicus</i>
29	<i>Boletus pinophilus</i>	83	<i>Pleurotus ostreatus</i>
30	<i>Boletus regius</i>	84	<i>Ramaria botrytis</i>
31	<i>Boletus satanas</i>	85	<i>Ramaria flavescens</i>
32	<i>Calocybe gambosa</i>	86	<i>Ramaria formosa</i>
33	<i>Calvatia utriformis</i> [<i>Lycoperdon utriforme</i> Bull.]	87	<i>Ramaria largentii</i>
34	<i>Camarophyllum pratense</i> [<i>Hygrocybe pratensis</i> (Fr.) Murrill]	88	<i>Ramaria pallida</i>
35	<i>Cantharellus cibarius</i>	89	<i>Russula aurea</i>
36	<i>Cantharellus lutescens</i> [<i>Craterellus lutescens</i> (Fr.) Fr.]	90	<i>Russula cyanoxantha</i>
37	<i>Clathrus ruber</i>	91	<i>Russula delica</i>
38	<i>Clitocybe cerussata</i> [<i>C. phyllophila</i> (Pers.) P. Kumm.]	92	<i>Russula emetica</i>
39	<i>Clitocybe geotropa</i> [<i>Infundibulicybe geotropa</i> (Bull.) Harmaja]	93	<i>Russula foetens</i>
40	<i>Clitocybe gibba</i>	94	<i>Russula mustelina</i>
41	<i>Clitocybe nebularis</i>	95	<i>Russula queletii</i>
42	<i>Coprinus comatus</i>	96	<i>Russula sanguinea</i> [<i>R. sanguinaria</i> (Schumach.) Rauschert]
43	<i>Cortinarius orellanus</i>	97	<i>Russula vesca</i>
44	<i>Cortinarius praestans</i>	98	<i>Sarcosphaera crassa</i> [<i>S. coronaria</i> (Jacq.) J. Schröt.]
45	<i>Entoloma bloxamii</i>	99	<i>Suillus granulatus</i>
46	<i>Entoloma simuatum</i>	100	<i>Suillus luteus</i>
47	<i>Helvella crispa</i>	101	<i>Tricholoma argyraceum</i>
48	<i>Helvella pityophila</i>	102	<i>Tricholoma equestre</i>
49	<i>Hygrocybe coccinea</i>	103	<i>Tricholoma portentosum</i>
50	<i>Hygrocybe psittacina</i>	104	<i>Tricholoma terreum</i> [<i>T. myomyces</i> (Pers.) J.E. Lange]
51	<i>Hygrophorus chrysodon</i>	105	<i>Tricholoma ustaloides</i>
52	<i>Hygrophorus eburneus</i>	106	<i>Tricholomopsis rutilans</i>
53	<i>Hygrophorus latitabundus</i>	107	<i>Xerocomus subtomentosus</i> [<i>Boletus subtomentosus</i> L.]
54	<i>Hygrophorus penarius</i>		



Agaricus arvensis Schaeff. : Fr.

CAPPELLO 80-140 mm, emisferico, poi convesso-appianato, glabro, bianco, al bordo di lucentezza sericea, maturando giallognolo al disco, infine, dal giallo-citrino all'ocra vivace un poco ovunque; margine appendicolato per residui di velo.

LAMELLE a lungo da biancastre a grigio-rosa pallido, poi rosa-grigiastro e solo in età da bruno-porpora a bruno-nero, serrate, libere, larghe 6-8 mm, con taglio pallido.

GAMBO 80-120 × 12-25 mm, cilindraceo, ispessito verso la base ma non bulboso, bianco, al tocco giallo-citrino, anello bianco, persistente, alto, ampio, supero, giallo nelle parti manipolate, a due strati, lo strato inferiore a squame grossolane bianco-ocree, disposte in modo da evocare una ruota dentata.

CARNE bianca, in età sfumata leggermente di ocra, spessa al centro, odore forte di anice, sapore di nocciola.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, lisce, al MS bruno scuro, di dimensioni 6,5-8 × 4,2-5,4 µm; basidi tetrasporici; cellule marginali da clavate a vescicolose. Sporata bruno-nero.

HABITAT: spesso gregario, raramente isolato, dalla primavera all'autunno, nei prati, nei pascoli, al margine dei boschi. Poco frequente.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Buon commestibile. Le specie del gruppo *Flavescentes* sono però naturali concentratori di Argento, Cadmio e Mercurio. I *Flavescentes* producono carpofori con odore di anice o nocciola debolmente ingiallenti nelle parti esterne. Il cappello di grande taglia, le lamelle a lungo grigio carne molto pallido, l'ingiallimento evidente, la base del gambo ingrossata ma non bulbosa facilitano il riconoscimento di questa bella specie. Un sosia possibile è *Agaricus nivescens*, che però differisce per l'ingiallimento più modesto, le spore più piccole e più arrotondate. *Agaricus xanthodermus*, ha netto odore di fenolo, bulbo marginato e presenta allo scalfimento una colorazione giallo oro, particolarmente evidente alla base del gambo e tale da interessare anche la carne.



Agaricus bernardi Quél. in Cooke & Quél.

CAPPELLO 60-160 mm, carnoso, inizialmente globoso, poi emisferico o emisferico-troncato, poi piano-convesso con leggera depressione centrale; margine involuto anche in esemplari maturi, inferiormente striato; rivestimento pileico bianco, bianco-grigiastro, ocraceo o anche brunastro, in un'ampia zona centrale spesso dissociato in grandi squame irregolari su fondo più chiaro.

LAMELLE libere, fitte, larghe, inizialmente biancastre, poi progressivamente rosa sporche, brune, brune scure, bruno-nerastre; filo sterile, chiaro, minutamente denticolato.

GAMBO 40-80 × 20-35 mm, cilindraceo o ventricoso con base appuntita, robusto, munito di anello infero, semplice e sottile verso la zona mediana; sopra l'anello bianco e liscio, sotto l'anello biancastro o grigio-ocraceo, liscio o con bande trasversali concolori con il cappello.

CARNE soda, bianca, rossastra al taglio. Odore normalmente forte e sgradevole di pesce o di uccelli

pescivori. Reazione incrociata, con il reagente di Schäffer, negativa.

MICROSCOPIA: spore da largamente ellissoidali a subglobose, mono- o biguttulate, più raramente multiguttulate, 6-8 × 4,5-6,5 μm. Basidi clavati, tetrasporici. Cheilocistidi molto numerosi, multiformi, perlopiù cilindrici, fusiformi o clavati. Sporata bruno-nerastra.

HABITAT: gregario, in piccoli gruppi o in "cerchi delle streghe", sia su dune o in aree costiere, come pure in aree urbane (per esempio sotto *Cedrus*) o in zone montane, ma mai all'interno dei boschi; da fine primavera all'autunno.

COMMESTIBILITÀ: **senza valore**

NOTE - Viene talvolta confuso, per il portamento simile, con *A. litoralis* (Wakef. & A. Pearson) Pilát, che però ha anello supero, o con *A. bitorquis* (Quél.) Sacc., che però ha due anelli inferi.



Agaricus bisporus (J.E. Lange) Imbach

CAPPELLO 50-130 mm, carnosissimo, inizialmente emisferico, poi piano-convesso, infine appianato; margine a lungo incurvato; rivestimento pileico variabile dal bianco, all'ocra, fino al brunastro, fuori dal disco un po' dissociato in squame fibrillose triangolari, appressate, su fondo più chiaro.

LAMELLE libere, abbastanza fitte, larghe, inizialmente biancastre, ma presto rosa poi bruno-rossicce, infine bruno-nerastre, con il filo chiaro.

GAMBO 40-90 × 10-25 mm, cilindrico o progressivamente allargato verso la base, che talvolta è un po' bulbosa, dritto, strettamente fistoloso, bianco, sotto l'anello finemente fibrilloso; talvolta con cordoni miceliari bianchi. Anello spesso, normalmente triangolare alla sezione; per la sua struttura complessa da definire intermedio (cioè non asportabile né verso il basso né verso l'alto), anche se talvolta appare infero (asportabile verso il basso) e più raramente supero (asportabile verso l'alto).

CARNE soda, bianca, debolmente rosa-rossastra al taglio. Odore debole, fungino. Reazione incrociata, con il reagente di Schäffer, negativa.

MICROSCOPIA: spore largamente ellissoidali, per lo più multiguttulate, 6,5-7,5 × 5-6 µm. Basidi bisporici, ma anche monosporici (talvolta molto numerosi) e più raramente trisporici o tetrasporici (questi ultimi preponderanti nella var. *eurotetrasporus*). Cheilocistidi molto numerosi, clavati o un po' fusiformi. Sporata bruno-nerastra.

HABITAT: gregario, in piccoli gruppi con esemplari isolati o fascicolati; comune in terreni concimati o in località con allevamento di bestiame, raro in zone "selvagge", generalmente sotto *Cupressaceae*. Primavera e autunno inoltrato.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Si tratta dell'unico *Agaricus* con basidi bisporici in alta percentuale. Buon commestibile e particolarmente idoneo alla coltivazione, è prodotto industrialmente e commercializzato in quasi tutto il mondo.



Agaricus bitorquis (Quélet) Saccardo

CAPPELLO 50-120 mm, prima emisferico, poi convesso-appianato, carnoso, sodo, da bianco puro a biancastro sporco, a volte ocreo pallido, liscio o con alcune fibrille poco sviluppate, spesso ricoperto di terra; margine involuto e solo in età disteso.

LAMELLE da libere a leggermente adnate, strette (4-6 mm), serrate, inizialmente rosa pallido, presto rosa-carne saturo e sporco, in età porpora-nero; taglio biancastro.

GAMBO 40-80 × 20-40 mm, cilindrico, attenuato alla base, pieno, rigido, da biancastro a rosa sporco, alla sommità liscio o a fioccosità bianche; ornato da due anelli inferi, membranosi, bianchi, situati nella parte mediana e verso la base.

CARNE spessa, quasi dura, al taglio, nocciola pallido, poi su tonalità rosa, rossiccio vinoso; sapore dolce, odore pronunciato e gradevole.

MICROSCOPIA: spore largamente ellissoidali, quasi rotondeggianti, lisce, al MS brune a sfumatura giallina, di

dimensioni 4,5-6 × 4-5,5 μm; basidi tetrasporici; cellule marginali clavate. Sporata bruno-porpora.

HABITAT: spesso gregario su terreno nudo, sabbioso e compatto; lungo i viali, nei parchi, nelle zone golenali dei fiumi e dei torrenti, persino sotto l'asfalto; dalla tarda primavera all'autunno inoltrato.

COMMESSIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Buon commestibile. La specie è riconoscibile fra gli altri taxa della Sezione *Bitorques*, per la presenza di due anelli ben evidenti, l'odore gradevole e il gambo corto rispetto al diametro del cappello. La varietà *validus* cresce cespitosa, arrossa più fortemente e ha carne più compatta. Può essere confuso con *A. campestris*, che ha anello fugace, lamelle colorate più vivacemente ed è più fragile, e con *A. bisporus*, che possiede un anello semplice e basidi bisporici.



Agaricus campestris L. : Fr.

CAPPELLO 50-120 mm, all'inizio globoso, presto convesso-appianato, carnoso, da bianco a biancastro, talora soffuso di rosa, sericeo-fibrilloso, a fibrillatura poco sviluppata e più o meno concentrica, con squamette in età sfumate di bruno; margine a lungo involuto, raramente disteso, spesso ornato da resti di velo.

LAMELLE libere, strette, con lamellule, ancora giovani già rosa carico con taglio concolore, poi porpora-nero in vecchiaia.

GAMBO 50-80 × 10-18 mm, più o meno cilindrico, ma sovente attenuato alla base, pieno, rigido, bianco, ornato da fine fibrillatura bianco sporco, imbrunente con l'età; anello stretto e fragile, supero, di consistenza cotonosa.

CARNE bianca, appena arrossante specialmente nella inserzione gambo-cappello, spessa centralmente, dall'odore gradevole e dal sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore ovoidi, al MS grigio-bruno pallido, con poro germinativo appena visibile, di dimensioni 6,5-8 × 4,5-5,5 µm; basidi tetrasporici.

HABITAT: nei prati concimati, nelle carraie, nei parchi cittadini, a gruppetti o a cerchi di molti individui; dall'inizio dell'estate all'autunno inoltrato.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Buon commestibile. È uno degli *Agaricus* più noti e raccolti per la consumazione, ben conosciuto dappertutto; si riconosce agevolmente nella forma tipo, per l'odore né anisato né di mandorle, la carne solo lievemente sfumata di rosso, l'anello fugace e il gambo sovente appuntito alla base. Appartiene alla Sezione *Agaricus* caratterizzata da carpori fragili, ad anello supero, lamelle a lungo rosso carico. Parecchie forme e varietà, sul cui valore gli Autori non concordano, ruotano attorno al tipo; la var. *squamulosus*, in particolare, presenta sul cappello delle rade squamule brunastre concentriche. Confondibile con gli *Agaricus* della sezione *Xanthodermatei*, velenosi, che hanno però carne ingiallente ed odore di inchiostro.



Agaricus cupreobrunneus (Jul. Schäff. & Steer ex F.H. Möller) Pilát

CAPPELLO 30-90 mm, inizialmente globoso, poi emisferico con margine troncato e con centro appiattito, infine piano-convesso con leggera depressione centrale; rivestimento pileico brunastro-rameo, o anche di differenti tonalità di bruno, nell'adulto sericeo-fibrilloso; margine biancastro; talvolta il cappello può presentarsi interamente bianco con squame brune verso il centro.

LAMELLE libere, abbastanza fitte, larghe, con lamellule, da rosa chiare a rosa vivace fino a bruno-rossicce, a maturità bruno-nerastre; filo concolore.

GAMBO 20-70 × 8-20 mm, clavato-ventricoso spesso con base appuntita, ma anche cilindraceo, da pieno a strettamente fistoloso, bianco, sotto l'anello liscio o finemente fibrilloso, ma ornato da alcuni cercini più o meno completi del medesimo colore del cappello.

CARNE bianca, immutabile al taglio, o appena rosa nella parte alta del gambo e vicino alle lamelle. Odore leggero, fungino. Reazione incrociata, con il reagente di Schäffer, negativa.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, per lo più mono- e biguttulate o con contenuto granuloso, 7-9 × 4,5-6 µm. Basidi clavati, tetrasporici. Cheilocistidi isolati, quasi assenti. Sporata bruno-porpora scuro.

HABITAT: gregario in piccoli gruppi o in "cerchi delle streghe" in ampie zone erbose, sia montane che prossime ai litorali oppure in aree urbane; autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Piuttosto raro ma largamente diffuso, nei luoghi di crescita è raccolto come buon commestibile, considerato migliore di *A. campestris* L.: Fr. per la carne più soda. Specie vicina è *A. porphyrocephalus* F.H. Möller, talvolta difficile da distinguere macroscopicamente, ma con spore decisamente più piccole. La forma con cappello bianco e squame brune al centro corrisponde ad *A. campestris* var. *squamulosus* (Rea) Pilát, oggi considerato sinonimo di *A. cupreobrunneus*.



Agaricus macrocarpus (F.H. Møller) F.H. Møller

CAPPELLO 80-150 (180) mm, emisferico, poi per lungo tempo convesso, infine disteso-pulvinato, asciutto, sericeo, orlo piuttosto regolare, appendicolato-fiocoso da resti di velo; bianco, poi irregolarmente soffuso di tonalità giallastre, più ocracee e intense al disco.

LAMELLE assai fitte, libere al gambo, intercalate da lamellule; inizialmente biancastre, quindi grigio-rosa, rosa, e infine bruno-porporine scure, mantenendo il filo (sterile) biancastro.

GAMBO 80-130 (150) × 20-30 mm, robusto, cilindraceo, a volte un po' attenuato all'apice, con bulbo basale molto schiacciato, caratteristicamente a forma di piede d'elefante; bianco, macchiato di giallo-ocraceo alla base degli esemplari adulti, fibrilloso-sericeo, più o meno fiocoso sotto l'anello.

ANELLO ampio, spesso, abbastanza persistente, supero, grossolanamente ornamentato a mo' di ruota dentata nella superficie inferiore; bianco.

CARNE bianca, pressoché immutabile nel cappello, tende a ingiallire nel gambo, compatta, tenera; odore debole di mandorle amare, sapore mite, gradevole.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, lisce, 7,2-8,6 × 4,6-5,2 μm. Cheilocistidi clavato-obesi, sovente con appendice apicale.

HABITAT: cresce nei prati e nei pascoli o nei boschi radi ed erbosi di conifere; fa una prima comparsa già in tarda primavera, e poi fruttifica in autunno; poco comune.

COMMESTIBILITA': commestibile

NOTE - Fungo dal portamento massiccio, di taglia importante; morfologicamente evoca il più noto e comune *A. arvensis* Schaeff. : Fr. dal quale, tuttavia, si distingue principalmente per la taglia maggiore, la base del gambo con bulbo schiacciato, la decorazione grossolana e irregolare a ruota dentata della superficie inferiore dell'anello e per le spore un po' più piccole.



Agaricus silvaticus Schaeff. : Fr.

CAPPELLO 50-100 mm, inizialmente emisferico o campanulato, poi convesso o un po' appiattito, talora umbonato, con il margine involuto, poi diritto, il rivestimento pileico bruno-ocraceo, più o meno rossastro, dissociato fuori dal disco in squamule fibrillose su fondo più chiaro.

LAMELLE libere, fitte, strette, di colore grigiastro-brunastro, sfumato di rosa, alla fine bruno scuro, con il filo sterile, più o meno pallido.

GAMBO 60-150 × 7-15 mm, cilindrico, talora un po' ricurvo, con base bulbosa, sodo, poi fistoloso, inizialmente bianco poi grigiastro, sotto l'anello ornato da fini fiocchi o squamule. Anello supero, semplice, sottile, la pagina superiore biancastra, quella inferiore concolore al cappello, talora evanescente.

CARNE bianca, al taglio virante al rosso sangue più o meno intenso, con odore acidulo e sapore dolciastro. Reazione incrociata, con il reagente di Schäffer, negativa.

MICROSCOPIA: spore da ovoidi a ovoido-ellissoidali, monoguttulate, 5,4-6 × 3,6-4 µm. Basidi clavati, tetrasporici. Cheilocistidi molto numerosi, da clavati a largamente clavati, con contenuto brunastro. Sporata bruno-porpora.

HABITAT: isolato o gregario, nei boschi di latifoglie e di conifere; estate-autunno.

COMMESTIBILITA': commestibile

NOTE - *A. silvaticus* fa parte di un gruppo di specie caratterizzate dalla carne più o meno arrossante al taglio e dall'habitat, in generale, nei boschi. Esso si distingue dalle specie vicine per i colori, la forma e le ornamentazioni del cappello, per avere una carne molto arrossante al taglio e per l'odore gradevole. Secondo alcuni autori *A. silvaticus* sarebbe una specie collettiva, molto variabile, comprendente, fra l'altro, *A. haemorrhoidarius* e *A. lanzei*.



Agaricus silvicola (Vittadini) Saccardo

CAPPELLO 50-90 mm, ovoide o emisferico, poi convesso-appianato, con il margine involuto, poi diritto e ondulato, il rivestimento pileico bianco, biancastro crema, glabro, fibrilloso-sericeo, giallo per sfregamento.

LAMELLE libere, abbastanza fitte, a lungo pallide, con una leggera sfumatura rossiccia, infine bruno scuro, con il filo sterile, pallido.

GAMBO 60-90 × 10-15 mm, cilindrico, allargato alla base, fistoloso, bianco sericeo sotto l'anello, talvolta leggermente rosato poi annerente sopra l'anello, ingiallente per sfregamento. Anello supero, semplice, ampio, bianco, la pagina superiore liscia, quella inferiore con una pruina fioccosa giallastra verso il margine.

CARNE bianca, rosa o rossastra per esposizione all'aria, con odore di anice e sapore acidulo. Reazione incrociata, con il reagente di Schäffer, positiva.

MICROSCOPIA: spore ovoidi, con una o due guttule, (5,4) 5,8-6,6 × 3,8-4,2 (4,4) μm. Basidi clavati, tetrasporici. Cheilocistidi subglobulari, obpiriformi,

ellissoidali, anche in cheilcatenule, con contenuto brunastro. Spore in massa bruno porporino.

HABITAT: gragario, in gruppi di alcuni esemplari, nei boschi di conifere. Dall'estate all'autunno, piuttosto frequente e comune.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - *A. silvicola* fa parte di un complesso di specie comprendente anche *A. essettei*, *A. tenuivolvatus* e *A. macrocarpus*, nel quale è spesso possibile trovare "anelli di congiunzione" fra una specie e l'altra. Le differenze risiedono in caratteri quali il portamento, più o meno robusto, lo sviluppo del velo universale e le dimensioni sporiali, ma in assenza di studi affidabili sulla variabilità fenotipica tali distinzioni hanno una validità molto relativa. Ad esempio, *A. silvicola*, di taglia media e dal portamento tipicamente slanciato, possiede un gambo dotato di una base bulbosa ben definita, come, del resto, *A. macrocarpus* e *A. essettei*, ma presenta le dimensioni sporiali più piccole del gruppo.



Agaricus urinascens var. *urinascens*

(Jul. Schäff. & F.H. Möller) Singer

[= *A. macrosporus* (Jul. Schäff. & F.H. Möller) Pilát; *A. alberti* Bon;
A. stramineus (Jul. Schäff. & F.H. Möller) Singer]

CAPPELLO 100-200 mm (talora fino a 350-400 mm), carnoso, emisferico o campanulato, poi convesso talvolta con centro appiattito, infine appianato; orlo a lungo incurvato; rivestimento pileico bianco, alutaceo o ocraceo, di solito dissociato fuori dal disco in piccole squame appressate o anche decisamente fessurato.

LAMELLE libere, fitte, strette, a lungo chiare, poi carnicine, infine bruno-nerastre, con filo chiaro.

GAMBO 50-100 × 25-35 mm, di norma corto e grosso, in tal caso frequentemente con base radicante e appuntita, ma talvolta allungato, strettamente midolloso o anche un po' cavo, bianco o biancastro, sotto l'anello completamente fiocoso-squamuloso; anello supero, ampio, sopra liscio, nella faccia inferiore irregolarmente dentato al margine e fiocoso-squamuloso altrove, bianco. **CARNE** soda, bianca, carnicina nel gambo al taglio. Odore di mandorle amare nel fresco, successivamente di paglia ammuffita o di urina.

MICROSCOPIA: spore ovoidali-ellissoidali, multiguttulate, 8,5-12 × 5,5-6,5 μm. Basidi tetrasporici, clavati. Cheilicistidi molto numerosi, largamente clavati. Sporata bruno-nerastra.

HABITAT: gregario o in "cerchi delle streghe" in prati e pascoli collinari e montani, fino ad alta quota, raramente all'interno di boschi; inizio estate-autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - *A. excellens* (F.H. Möller) F.H. Möller e *A. stramineus* (Jul. Schäff. & F.H. Möller) Singer, pubblicati in origine come specie differenti, rispettivamente per il gambo lungo e per la superficie pileica giallo paglia, sono ormai unanimemente considerati quali varietà o forme di *A. urinascens*.



Agaricus xanthodermus Genevier

CAPPELLO 80-150 mm, da emisferico a convesso, talora troncoconico caratteristicamente appiattito all'apice, infine appianato; margine involuto, poi incurvato verso il basso, tardivamente disteso, acuto, con resti di velo parziale; colore bianco, liscio e glabro, raramente leggermente squamuloso, qualche volta bruno al centro, giallo cromo intenso sulla superficie al minimo contatto o sfregamento.

LAMELLE libere, strette, relativamente fitte, con lamellule; di colore inizialmente biancastro, poi rosa, rosa sempre più scure fino al bruno cioccolato; taglio sterile.

GAMBO: 50-150 × 8-25 mm, slanciato e cilindrico, spesso incurvato, con tendenza ad ingrossarsi alla base formando un bulbo tondeggiantissimo e talora smarginato, largo fino a 35 mm; di colore bianco, ingiallente se toccato o traumatizzato; anello vistoso e ampio, abbastanza spesso, tardivamente staccato dal margine del cappello, supero, a volte si presenta dissociato in denti nella faccia inferiore, ingiallente se toccato.

CARNE biancastra, alla base del gambo si macchia di giallo cromo al taglio. Odore caratteristico di fenolo o inchiostro.

MICROSCOPIA: spore ovoidali, di dimensioni 5-6,5 × 3,5-4 µm; sporata di colore bruno con sfumatura violetto.

HABITAT: zone erbose, parchi, margini delle strade, prati, sotto alberi. Dall'estate all'autunno inoltrato.

COMMESTIBILITÀ: **tossico**

NOTE - Può provocare disturbi gastrointestinali. L'ingiallimento molto netto della carne e l'odore di inchiostro o fenolo sono caratteristiche importanti per una netta distinzione con altri *Agaricus* della sezione *arvenses* (p. es., *A. arvensis*, *A. essettei*). *A. campestris* può anch'esso essere simile, ma ha la carne lievemente arrossante al taglio. *A. xanthodermus*, per la variabilità dell'aspetto del rivestimento pileico, è stato diversificato nelle seguenti ulteriori varietà: var. *griseus*, a cappello squamuloso di colore grigio ocraceo, var. *lepiotooides*, a cappello screpolato in grosse squame di colore grigio bruno. *A. praeclaresquamosus*, considerato ormai a livello specifico, presenta un cappello a fini squamule concentriche di colore grigio scuro, ed un centro del cappello unito di colore nerastro.



***Agrocybe aegerita* (Briganti) Fayod**
 [= *Agrocybe cylindracea* (De Cand. : Fr.) Maire]

CAPPELLO fino a 150 mm, da emisferico a convesso, poi quasi appianato, talora con vago umbone, superficie liscia o più spesso minutamente corrugata, secca e tendente a fessurarsi grossolanamente con la siccità oppure un po' untuosa a tempo umido; di colore bianco crema, camoscio, crosta di pane, più scuro al centro, talora, specialmente in piccoli esemplari, anche uniformemente bruno scuro.

LAMELLE adnate o appena decorrenti per un dentino, arcuate, molto alte (fino a 13 mm) e fitte, con presenza di numerose lamellule; da bianco latte a grigio-ocraceo, infine di color tabacco a maturazione delle spore.

GAMBO pieno, di dimensioni estremamente variabili sia in lunghezza sia in diametro in relazione alle condizioni di crescita: talvolta grosso e corto, più spesso sottile e slanciato, più lungo del diametro del cappello, flessuoso, incurvato, bianco poi oca-brunastro. Superficie liscia o longitudinalmente fibrillosa, talora finemente squamettata a tempo secco. Con anello alto, ampio, membranoso,

persistente, bianco e poi bruno tabacco a causa della deposizione delle spore.

CARNE di colore bianco, un po' bruna alla base del gambo degli esemplari maturi, tenace, elastica. Odore caratteristico ed indefinibile, acido, come di vino.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, bruno chiaro al MS, di dimensioni $8,4-9,5 \times 5,0-6,0 \mu\text{m}$; basidi tetrasporici. Sporata bruna.

HABITAT: a gruppi numerosi, cespitosa, su tronchi vivi o morti di latifoglie, con predilezione per *Populus*, *Ulmus*, *Acer*. Fruttifica più volte in un anno, dalla primavera al tardo autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Fungo comune in pianura ed inconfondibile, molto ricercato e di sicura ed ottima commestibilità. Si presta molto bene alla coltivazione su apposito substrato, normalmente in commercio.

Porta rapidamente a morte la pianta che lo ospita e continua per parecchi anni a fruttificare sull'albero morto.



Amanita caesarea (Scop. : Fr.) Persoon

CAPPELLO 80-120 (180) mm, inizialmente emisferico, quindi convesso, alla fine appianato-disteso, glabro, occasionalmente ricoperto da lembi membranacei del velo generale, finemente striato all'orlo; di colore arancione vivo, un po' più chiaro nella zona marginale.

LAMELLE libere, fitte, un poco ventricose; di colore uniformemente giallo cromo.

GAMBO 80-140 (200) × 18-25 (35) mm; subcilindraco, attenuato all'apice, di norma diritto, glabro; con colore alle lamelle o su tonalità più chiare; piuttosto duro e fibrosetto, pieno-midolloso, quindi fistoloso. Nella zona basale è ricoperto da un'ampia **VOLVA** a sacco, attenuata alla base, libera e laciniata all'orlo, bianca, di consistenza molle, ma abbastanza tenace, spessa fino a 3 mm.

ANELLO membranaceo, posizionato nella zona sopramediana; lungamente e fittamente striato; giallo.

CARNE abbondante e compatta nel cappello, più granuloso-fibrosa nel gambo; bianca o giallastro chiaro, più decisamente gialla nelle zone periferiche. Di odore quasi nullo o poco significativo e di sapore gradevole.

MICROSCOPIA: spore da subovoidi a ± regolarmente ellissoidali, 9,4-11 × 6,2-6,8 μm; non amiloidi.

HABITAT: ama i climi temperati e fruttifica nei boschi di latifoglie; non raro anche se non ovunque diffusa.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Conosciuta col nome di *Ovolo buono*, è certamente la specie commestibile più rinomata; apprezzata fin dai tempi dei romani, è stata sottoposta ad una raccolta smodata e per di più orientata agli esemplari ancora chiusi. A causa di ciò, *A. caesarea* - in alcuni areali - rischia seriamente l'estinzione. Al fine di garantirle la possibilità di sporulare, la Legge che disciplina la raccolta dei funghi epigei in Italia, ne proibisce la raccolta allo stadio di ovolo. Questa limitazione, fra l'altro, può essere considerata anche preventiva poiché impedisce lo scambio con ovoli (davvero simili, a questo stadio) delle *Amanita* mortali (cfr. *A. phalloides* e affini).



Amanita echinocephala (Vittad.) Quél.

CAPPELLO 50-90 mm, emisferico poi piano-convesso, ricoperto da piccole verruche piramidali piuttosto labili. Cuticola interamente separabile, viscidina poi asciutta, liscia, brillante, biancastra poi con riflessi verdini; margine liscio, appendicolato dai resti del velo.

LAMELLE sublibere, mediamente fitte, biancastre con sfumatura verdina, con il filo fioccoso.

GAMBO 90-120 × 15-30 mm, cilindrico, con base bulbosa-radicante, bianco, talora sfumato di verdino, ornato da piccole ciocche di verruche più o meno erette. Anello pendulo, membranoso, persistente, bianco, striato, con il bordo coperto da piccoli fiocchi.

CARNE dura, bianca sfumata di verdino. Odore e sapore piuttosto forti, sgradevoli.

MICROSCOPIA: spore 10-11 × 7-8 μm, ellissoidali, lisce, ialine, amiloidi. Basidi 45-60 × 11-13 μm, strettamente clavati, tetrasporici, con giunti a fibbia.

HABITAT: solitaria o gregaria, sotto latifoglie, principalmente faggi e querce. Estate-autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Questa specie si caratterizza per il colore biancastro, qua e là con sfumature verdine, le piccole verruche piramidali appuntite, che conferiscono al cappello un aspetto echinulato (inde nomen), l'anello membranoso e il gambo bulboso-radicante.



Amanita excelsa var. *excelsa* (Fr. : Fr.) P. Kumm.

CAPPELLO 80-120 mm, emisferico poi convesso, alla fine appianato; margine liscio. Cuticola vischiosa con tempo umido, grigio-brunastra o grigio piombo, ricoperta da placche farinose di velo generale di colore grigio-bruno o bianco sporco.

LAMELLE libere, fitte, ventricose, bianche, talora sfumate di grigiastro.

GAMBO 100-160 × 15-30 mm, robusto, cilindrico, talora attenuato all'apice, molto infisso nel terreno, diritto, pieno poi farcito, bianco-grigiognolo. **VOLVA** biancastra, dissociata in placche alla base del gambo, evanescente sul cappello, che perlopiù appare nudo.

ANELLO ampio e persistente, striato nella pagina superiore, bianco-grigiastro.

CARNE soda e compatta nel cappello, fibrosa nel gambo, bianco-grigiastro, un po' arrossante-imbrunente. Odore rafanoide, sapore simile.

MICROSCOPIA: spore 8,5-9,0 × 5,5-7,5 μm, ovoidali o largamente ellissoidali, lisce, ialine, amiloidi. Basidi 30-

50 × 9,5-11 μm, tetrasporici, strettamente clavati, senza giunti a fibbia.

HABITAT: singola o a gruppi di pochi esemplari, in boschi di latifoglie e di conifere. Primavera-autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - La separazione di *A. excelsa* var. *excelsa* da *A. excelsa* var. *spissa* (Fr.) Neville & Poumarat [in questa collana, *A. spissa* (Fr.) P. Kumm.] ha fatto versare fiumi di inchiostro, trattandosi di due entità estremamente simili i caratteri differenziali delle quali spesso si "incrociano". Tipicamente *A. spissa* presenta un portamento più robusto, "bolettoide", un gambo obeso-clavato, un velo che si disgrega sotto forma di placche farinose e aderisce al cappello, mentre *A. excelsa* è più slanciata (inde nomen) ha un gambo pressoché cilindrico, radicante e infisso nel terreno, e una volva che si dissocia in lembi abbastanza ampi, che non si fermano sul cappello.



Amanita junquillea Quélet

CAPPELLO 50-70 (100) mm, emisferico-glandiforme, poi convesso, solo tardivamente disteso; glabro, ricoperto ± regolarmente da placchette membranacee bianche, residui del velo generale; di colore giallo caldo pallido, giallo primula, più chiaro all'orlo che è finemente striato. **LAMELLE** da libere a sublibere, ventricosette, fitte e sottili; bianche.

GAMBO 55-85 × 10-20 mm, progressivamente attenuato all'apice, bulboso-napiforme alla base dove è ricoperto da una **VOLVA** membranacea, sottile, aderente, di norma nettamente circondata all'orlo, talora anche dissociata in bracciali che permangono nella parte inferiore dello stipite; bianco, glabro, pieno, infine fistoloso.

ANELLO posizionato nella zona sopramediana, assai sottile, presto dissociato-evanescente, poco persistente, talora del tutto assente negli esemplari adulti.

CARNE tenera, bianca, appena giallina sotto la cuticola; pressoché inodora, di sapore gradevole.

MICROSCOPIA: spore da subglobose a cortamente ellissoidali, 9,5-11 × 7,5-8,5 µm; non amiloidi.

HABITAT: precoce, fin da aprile-maggio, nei boschi collinari; un po' più tardiva, da giugno, in quelli di montagna. Comune e diffusa sia nei boschi di latifoglie, sia in quelli di conifere.

COMESTIBILITÀ: **sospetto**

NOTE - Per il suo portamento slanciato e la consistenza assai tenera, *A. junquillea* ricorda le *Amanitopsis* dalle quali si distingue per la presenza di un anello, in verità molto effimero. Controverso è il giudizio di commestibilità; certamente esige la cottura, ciononostante, non è ben tollerata da tutti gli individui. Fra le specie affini si dovrà prestare attenzione alle forme decolorate della tossica *A. pantherina* (cfr.), morfologicamente piuttosto simile ma con cappello bruno.



Amanita muscaria (L. : Fr.) Hooker

CAPPELLO 100-150 (250) mm, inizialmente emisferico, quindi convesso, alla fine appianato-disteso, con il centro sovente depresso; con cuticola liscia, anche vischiosa a tempo umido, quasi sempre ricoperta da verruche bianche piramidali, rilevate, concentriche, residui del velo generale, di colore biancastro; finemente striato all'orlo; di colore rosso-arancio, rosso, rosso scuro.

LAMELLE libere, fitte, ventricose; di colore bianco puro o appena gialle.

GAMBO 80-140 (200) × 10-20 (30) mm; cilindrico, attenuato all'apice, diritto, glabro o appena fioccoso; di colore bianco; piuttosto duro e fibroso, poi fistoloso e infine cavo. Nella zona basale si allarga in un bulbo ricoperto da una **VOLVA** sottile, dissociata in verruche concentriche biancastre.

ANELLO membranoso, ampio, posizionato nella zona medio-alta del gambo, striato nella parte superiore e dotato sul bordo di resti del velo generale.

CARNE soda nel cappello, più granuloso-fibrosa nel gambo; bianca e sfumata del colore della cuticola

immediatamente al di sotto di questa. Di odore nullo e di sapore dolce, gradevole.

MICROSCOPIA: spore da subovoidi a ± ellissoidali, 9,0-11,2 × 6,5-7,5 µm; non amiloidi; bianche in massa.

HABITAT: in montagna, in terreno acido, con latifoglie ed aghifoglie. Estivo-autunnale; diffusa.

COMMESTIBILITA': **tossico**

NOTE - È certamente il fungo che maggiormente ha stimolato la fantasia degli illustratori; numerosissime, infatti, sono le raffigurazioni, più o meno realistiche, di questa splendida specie, in particolar modo quando il fungo è chiamato a rappresentare il mondo del fantastico e dell'irreale o del fiabesco. Nella convinzione popolare *A. muscaria* è sovente confusa con la mortale *A. phalloides*, con conseguente insorgere di ulteriore pericolo per gli inesperti. Dal punto di vista tassonomico ci pare degna di nota una variante con volva meno friabile e a rare verruche sul cappello: la forma *aureola*.



Amanita ovoidea (Bull. : Fr.) Link

CAPPELLO 70-130 (200) mm, emisferico, poi convesso, per lungo tempo appianato-convesso, in vetustà anche revoluto; orlo piuttosto spesso, unito, non striato, eccedente-appendicolato; di aspetto sericeo-brillante, bianco, avorio, poi con \pm debole sfumatura crema ocracea al centro, glabro, talora con qualche lembo dissociato, residuo del velo generale.

LAMELLE libere, fitte e sottili; bianche, negli adulti assumono una sfumatura crema rosata, filo minutamente fioccoso, intercalate da lamellule tronche.

GAMBO 80-170 \times 15-25 (35) mm, robusto e al contempo slanciato, progressivamente dilatato verso il basso, subbulboso-radicante alla base; pieno, sodo, bianco, sovrapposto da fioccosità concolori, assai tenere e fugaci. **VOLVA** membranacea, spessa, piuttosto alta, inguainante nella parte basale, libera all'orlo; esternamente ocracea, ocraceo aranciato pallido, color argilla chiaro, biancastra all'interno.

ANELLO collocato molto in alto, abbastanza spesso ma di consistenza caratteristicamente soffice-tenera (evoca la

panna montata), \pm dissociato-evanescente; bianco, striato superiormente.

CARNE assai abbondante, ovattata, bianca nel cappello, piú compatta nel gambo, con sfumature ocracee; odore salmastro, poco gradevole, sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore lungamente ellissoideo-ovoidali, lisce, 9,5-11 \times 5,5-7 μ m; amiloidi.

HABITAT: è ritenuta una specie termofila, ma estende la propria diffusione anche a zone subalpine, seppur piú raramente. Nei boschi litoranei di querce e pini dov'è molto abbondante e sotto latifoglie in boschi collinari dov'è piú rara.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - La taglia, i colori e la consistenza soffice-tenera dell'anello costituiscono ottimi elementi diagnostici che dovrebbero consentire di scongiurare eventuali confusioni con le *Amanita* bianche mortali. In letteratura si annovera una *A. proxima*, a volva piú colorata, fino a fulvastra, che parrebbe essere \pm tossica; questo consiglia una certa cautela nell'utilizzo a scopi culinari.



Amanita pantherina (De Cand. : Fr.) Krombholz

CAPPELLO 80-100 (150) mm, inizialmente emisferico, quindi convesso, alla fine appianato-disteso talora depresso al centro, liscio, ricoperto da minute verruche farinose bianchissime, spesso concentriche, resti del velo generale; finemente striato all'orlo (ma liscio nella var. *abietum*, che presente altresì una stazza maggiore); di colore bruno-ocra, bruno, bruno scuro.

LAMELLE da libere ad appena smarginate, fitte, un poco ventricose; di colore bianco puro.

GAMBO 10-25 (30) × 80-150 (180) mm; cilindrico, attenuato all'apice, diritto, glabro; di colore bianco; duro, fibroso, poi fistoloso e infine cavo, con base che si allarga in un ampio bulbo. Nella zona basale è ricoperto da una VOLVA aderente e dissociata in anelli, bianca.

ANELLO più o meno ampio, caratteristicamente basso sul gambo; bianco e striato nella parte superiore.

CARNE soda nel cappello, più fibrosa nel gambo; bianca. Di odore quasi nullo o appena terroso; sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 9,5-11,5 × 6,5-7,5 µm; non amiloidi; bianche in massa

HABITAT: in montagna, in boschi di aghifoglie e latifoglie, sovente al margine dei boschi. Estate-autunno.

COMMESTIBILITA': **tossico**

NOTE – Ecco un'altra *Amanita* tossica la cui pericolosità è senz'altro superiore a quella di *A. muscaria* della quale, a prima vista, potrebbe essere considerata una variante bruna. In realtà *A. pantherina* è dotata di una volva ben evidente e per nulla friabile e il suo anello è collocato in posizione decisamente più bassa. *A. junquillea*, sulla cui commestibilità permangono alcuni seri dubbi, ha il medesimo portamento, ma il suo colore è di un bel giallo primula; *A. franchetii* (commestibile cotta), almeno nelle forme più colorate, può risultare simile ma il suo velo è giallastro; *A. rubescens* (commestibile cotta) ha colori più bruno-rossastri e la sua carne arrossa vistosamente a contatto con l'aria o nei cunicoli ove siano passate le larve.



Amanita phalloides (Vaill. : Fr.) Link

CAPPELLO 60-120 (150) mm, emisferico, quindi convesso, infine disteso-appianato; percorso radialmente da fitte e fini fibrille, sovente ricoperto da lembi membranacei bianchi, residui del velo generale; di colore verdastro, verde olivastro, giallo-bruno verdastro, più chiaro all'orlo che è liscio.

LAMELLE libere, ventricosette, fitte e sottili, piuttosto larghe; bianche.

GAMBO 75-120 (150) × 10-22 mm, progressivamente attenuato verso l'apice, caratteristicamente decorato da bande disposte a zig-zag di colore giallo olivastro su fondo bianco; pieno, poi farcito-midolloso; bulboso alla base dove è ricoperto da una **VOLVA** a sacco, membranacea, abbastanza sottile, aderente al bulbo ma libera all'orlo dove, di norma, è rotta in lacinie, bianca.

ANELLO posizionato piuttosto in alto, disposto a gonnellino, abbastanza sottile, bianco, ± persistente.

CARNE prima soda, presto molliccia, bianca, appena sfumata di verdastro sotto la cuticola; da subinodora a un poco maleodorante; gli esemplari vetusti olezzano

d'acqua putrida (acqua di fiori vecchia); sapore non significativo.

MICROSCOPIA: spore da largamente ellissoidali a subglobose, $9-11,3 \times 7-9 \mu\text{m}$; amiloidi.

HABITAT: fin dall'estate nei boschi di latifoglie (eccezionalmente di conifere?) dove pare preferire querce, castagni e faggi; si spinge anche ad altitudini elevate dove di regola si associa col Nocciolo. Molto comune e diffusa.

COMMESTIBILITÀ: **mortale**

NOTE - È la causa del maggior numero di decessi per avvelenamento da funghi. Viene (incredibilmente!) scambiata con le Russule verdi dalle quali si distingue per una serie di caratteri di prim'ordine: la presenza di volva alla base del gambo, la presenza di anello, le lamelle libere, l'eterogeneità fra cappello e gambo, la decorazione a bande cangianti dello stipite, la carne non gessosa. In natura si incontrano numerose varianti cromatiche, fino ad una forma completamente bianca, la fo. *alba*.



Amanita rubescens Pers. : Fr.

CAPPELLO 80-150 (180) mm, inizialmente emisferico, quindi convesso, talora disteso, liscio, viscido a tempo umido, con minuti resti di velo generale in forma di piccole verruche fitte e rilevate, di colore bianco sporco, grigiastro o talora anche ocre; con margine liscio; di colore bruno rossastro, impallidente in vetustà o con dilavamento, con caratteristiche chiazze vinose.

LAMELLE arrotondate al gambo, fitte, ventricose ed ampie, tenere; di colore bianco, macchiate di rosso vinoso per vetustà o al tocco.

GAMBO 12-25 (35) × 90-140 (200) mm; cilindrico, attenuato all'apice, di norma diritto, glabro oppure talora minutamente fioccoso al di sotto dell'anello; da biancastro a bianco rosato e infine di colore bruno vinoso più o meno carico; sodo, poi fibroso e fragile. Nella zona basale si amplia in un bulbo ovoidale, non marginato, ricoperto da una VOLVA aderente, presto dissociata in residui fioccosi tendenti a disperdersi, dello stesso colore del gambo.

ANELLO membranoso, posizionato nella parte medio-alta del gambo, membranoso, pendulo, biancastro o

rosato, talora anche un po' giallo; striato nella parte superiore.

CARNE abbondante e compatta nel cappello, più fibrosa e fragile nel gambo; bianca poi rosata al taglio; caratteristicamente rosso vinoso nelle zone larvate, quasi sempre visibili. Odore irrilevante, sapore appena salato-acidulo, gradevole.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 7,5-9,6 × 5,6-6,5 µm; amiloidi; bianche in massa

HABITAT: ubiquitaria e diffusa in boschi di conifere e di latifoglie.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - Buon commestibile da consumare cotto, in quanto la carne contiene tossine termolabili; da utilizzare nei misti. La confusione con la tossica *A. pantherina* è possibile per gli inesperti; quest'ultima, tuttavia, ha una volva ben individualizzata e la sua carne bianca è sempre immutabile. La specie che morfocromaticamente più le si avvicina è *A. franchetii*; quest'ultima ha carne non virante e velo giallastro.



Amanita vaginata (Bull. : Fr.) Vittadini

CAPPELLO (30) 45-70 (95) mm, dapprima campanulato-parabolico, poi convesso, infine disteso con ampio umbone poco emergente; glabro, raramente con residui del velo generale sotto forma di ampie placche, finemente striato all'orlo; di colore grigio cenere, grigio perla, talora sfumato di brunastro (bianco nella var. *alba*; grigio piombo nella var. *plumbea*), talora sfumato di ocreo nella zona discale.

LAMELLE libere, fitte e sottili; bianche, intercalate da lamellule tronche.

GAMBO 65-120 × 10-22 mm, slanciato, attenuato all'apice, bianco, liscio, oppure percorso da fioccosità adnate e concolori; pieno-midolloso, infine fistoloso. **VOLVA** membranacea, non molto sottile ma fragile, aderente nella parte basale, libera all'orlo; da bianca a biancastra.

ANELLO apparentemente assente (ridotto a brandelli che permangono alla base del gambo, internamente alla volva, come nelle altre "Amanitopsis").

CARNE poco abbondante, tenera, bianca o biancastra; senza odore particolare e di sapore gradevole.

MICROSCOPIA: spore da subglobose a globulose, 10-12,2 × 9,6-11,6 μm; non amiloidi.

HABITAT: ubiquitaria; si trova specialmente nelle radure dei boschi sia di conifere che di latifoglie; comune, dall'estate all'autunno inoltrato.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Come le sue simili è considerata un commestibile delicato che si presta ad essere fritta (esige la cottura).

Il gruppo dell'*A. vaginata* è certamente il più complesso all'interno del Sottogenere *Amanitopsis* che annovera specie prive di anello, almeno a maturità; numerose, infatti, sono le entità (specie, varietà o forme) che in letteratura le sono assimilate, tutte pressoché accomunate dalle colorazioni in qualche modo grigiastre. *A. mairei* è un po' più tozza ed ha un cappello privo di umbone; *A. nivalis* più pallida e piccola, frequenta le microsilve alpine. *A. lividopallescens* ha il cappello su tonalità più grigio-crema-brunastre. Le varietà *plumbea*, *argentea*, *alba*, si differenzerebbero solo per il colore.



Armillaria mellea (Vahl : Fr.) Kummer

CAPPELLO 25-60 (100) mm, emisferico, poi disteso-convesso, infine appianato-umbonato con leggera depressione prediscale, cosparso da fini squamulette erette brunastre fugaci, con orlo sottile, inizialmente fimbriato per residui del velo, poi nudo e \pm brevemente striato, con andamento ondulato-sinuoso negli adulti; di colore variabile, da bruno giallastro a color ambra, a bruno scuro, talora con sfumature olivastre, mantiene a lungo il margine pallido, biancastro.

LAMELLE adnate e \pm lungamente decorrenti per un filetto, abbastanza fitte e piuttosto strette; biancastre, poi debolmente beige, infine maculate di bruno rossastro.

GAMBO 60-120 (160) \times 10-22 (35) mm, cilindraceo, sovente affusolato alla base, altre volte un po' dilatato, a crescita cespitosa, fibroso-legnoso, pieno, presto farcito da un midollo evanescente, esteriormente cosparso da fioccosità membranacee dissociate e disordinatamente disposte al di sotto dell'anello, \pm fugaci, fibrilloso-pruinoso all'apice; da crema carnicino a concolore al cappello, vistosamente imbrunente alla base.

ANELLO membranoso, persistente, striato nella facciata inferiore, fioccoso-cotonoso all'orlo; bianco, talora giallo all'estremo margine.

CARNE abbastanza spessa al disco, biancastra, assai coriacea nel gambo, di sapore \pm amaro e astringente, odore fungino.

MICROSCOPIA: spore da ellissoidali a ovoidali, lisce, 7-8,6 \times 5,4-6 μ m; basidi senza giunti a fibbia.

HABITAT: parassita su legno di latifoglie, piuttosto tardivo, abbondante, molto comune.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - Commestibile con cautela (cfr. Note a *A. ostoyae*). *Armillaria tabescens*, che cresce parimenti cespitosa su latifoglie, è molto simile ma si distingue per l'assenza di anello membranoso; *A. ostoyae* (= *A. obscura*) è più scura, con squamule erette persistenti, anello bordato di bruno e cresce preferibilmente su conifere; *A. cepistipes* è più gracile e pallida, piuttosto igrofana; *A. gallica* (= *A. bulbosa*, *A. lutea*) è meno cespitosa, cresce sovente a individui \pm isolati, volentieri a terra (su residui legnosi interrati) e porta residui del velo, così come l'orlo dell'anello, diffusamente gialli.



Armillaria ostoyae (Romagnesi) Herink

[= *A. obscura* (Schaeffer) Herink]

CAPPELLO 30-80 (110) mm, emisferico, quindi convesso o convesso e largamente umbonato, mantiene a lungo l'orlo ricurvo, infine disteso, con zona marginale sottile, a maturità striata, inizialmente fimbriata per resti fioccosi del velo; bruno rossastro, bruno-fulvo, talora più pallida, verso il bruno-grigio, all'orlo più pallido, fino a crema biancastro; cosparso di fiocchi squamulosi eretti, più densi al disco, di colore più scuro.

LAMELLE adnate, poi ± decorrenti per un filetto, arcuate, non particolarmente strette, attenuate all'orlo e all'inserzione; biancastre, color isabella pallido, sovente maculate di brunastro, filo sottile, brunastro alla fine.

GAMBO 60-140 × 10-22 mm, slanciato, cilindraceo o un po' dilatato alla base, fino a subbulboso, a crescita fascicolato-cespitosa (in genere pochi individui connati), striato all'apice, fibrillo-fioccoso sotto l'anello per una lanugine bianca, subconcolore al cappello o più scuro alla base dove tende ad assumere tonalità bruno-olivina-satrate.

ANELLO membranoso-cotonoso, piuttosto persistente, striato, bianco, sovente bruno all'estremo margine.

CARNE abbastanza consistente al disco, molto sottile altrove, fibroso-coriacea nel gambo, soda nei giovani, poi molle, biancastra poi soffusa di carnicino.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, talora un poco compresse, lisce, a parete spessa, 8-10 × 5-6,6 µm. basidi con giunti a fibbia.

HABITAT: predilige i boschi di conifere, ma pare esistere una forma delle latifoglie; in autunno, abbondante e diffuso.

COMMESSIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Per le differenze con le specie vicine cfr. le Note a *A. mellea* e *A. tabescens*. Commestibile, ma come le altre *Armillaria* anellate esige una lunga cottura e l'eliminazione del gambo per scongiurare intossicazioni a carico del sistema gastro-intestinale piuttosto fastidiose.



Armillaria tabescens (Scop.) Emeland

CAPPELLO 30-70 mm, dapprima campanulato-convesso, poi disteso-umbonato infine appianato con ampio umbone ottuso, talora \pm depresso nella zona prediscale, sovrapposto da squamule erette abbastanza persistenti, orlo a lungo incurvato, sottile, a maturità disteso e un po' striato; di colore bruno rossastro, bruno-beige, pallidescente fino a crema ocraceo.

LAMELLE arcuate e decorrenti per un filetto, assottigliate anteriormente, non molto fitte, strette, abbastanza spesse, biancastre, poi pallido-carnicine, imbrunenti sul filo in vecchiaia.

GAMBO 35-70 \times 8-15 mm, slanciato, cilindraceo o subfusiforme, piuttosto ricuvo, densamente concresciuto con altri individui, bianco all'apice, biancastro carnicino altrove, poi imbrunente in modo \pm deciso e esteso, liscio, oppure percorso da fibrille o vergature piú scure; pieno-midolloso, infine fistoloso.

ANELLO pressoché assente o ridotto a fugaci residui cortiniformi, visibili solo nei giovanissimi esemplari.

CARNE compatta nel cappello, piú fibrosetta nel gambo, bianca, biancastro-beige pallido; odore fungino, sapore dolce con retrogusto appena amarescente.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali a parete \pm spessa, 9-10,2 \times 5,4-6,6 μm . Basidi senza giunti a fibbia.

HABITAT: cespitosa, in gruppi di numerosi esemplari concresciuti, soprattutto su ceppi di quercia o alla loro base e allora apparentemente terricola. Non molto diffusa ma abbondante nelle zone di crescita

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - La consistenza della carne, tenera anche nel gambo, unita al sapore "piú tradizionalmente fungino", fanno di questa specie un ottimo e ricercato commestibile, senza dubbio superiore rispetto a tutte le *Armillaria* anellate. Può presentarsi come un sosia di *A. mellea* s.l., ma l'assenza di anello membranoso ne consente una facile distinzione. *A. ectypa* è pure priva di anello, ma cresce nei tappeti di sfagni o nei muschi delle torbiere montane; il portamento evoca una *Laccaria*.



Boletus aereus Bull. : Fr.

CAPPELLO 80-160 (250) mm, carnosissimo, da emisferico a convesso-pulvinato; orlo a lungo incurvato, poi disteso, regolare, con pruina bianca evanescente; cuticola opaca, finemente tomentosa, poi glabrescente, non vischiosa, nemmeno a tempo umido; di colorazione piuttosto scura, generalmente bruno-nerastro, caratteristicamente decolorante per zone al bruno-ocra giallastro.

TUBOLI lunghi fino a 25 mm, smarginato-adnati, di colore biancastro e tali persistenti fino a maturazione incipiente, tardivamente giallo-verdastri, infine olivastri, immutabili al taglio; pori molto piccoli, concolori ai tuboli.

GAMBO 60-130 × 40-85 (110) mm, sovente panciuto nei giovani esemplari, poi più slanciato, ventricoso, o anche cilindrico, talora incurvato; ocraceo, bruno-ocraceo, color miele, nocciola chiaro, percorso nella parte superiore (da 1/3 a 2/3) da un reticolo fine, generalmente dello stesso colore della corteccia del gambo.

CARNE soda e compatta nel giovane e tale rimanente anche negli adulti, tardivamente molliccia; bianco puro, immutabile, non colorata sotto la cuticola del cappello. Odore debole ma assai gradevole, sapore dolce, come di nocciola.

MICROSCOPIA: spore fusiformi-ellissoidali, di dimensioni 13,5-16 × 4,0-5,0 μm, giallo pallido al MS; bruno olivastro in massa.

HABITAT: è il più termofilo fra i porcini e predilige i boschi radi di quercia o di castagno nei quali si presenta dall'inizio dell'estate a tutto l'autunno, solitario o gregario; non molto comune nel settentrione, è specie piuttosto diffusa nelle zone mediterranee.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È conosciuto con il nome di "Porcino nero", o anche "Bronzino" per le colorazioni del cappello che ricordano in qualche modo il bronzo battuto. Le sue esigenze biologiche ne fanno una specie a diffusione principalmente meridionale, tuttavia non disdegna zone del nord Italia dove compare a quote basse (non oltre gli 800 m s.l.m.), nei periodi più caldi. Talora la distinzione con forme scure di *B. aestivalis* può risultare problematica. Sono determinanti allora la colorazione della carne, bianco puro solo in *B. aereus*, e le caratteristiche decolorazioni della cuticola pileica.



***Boletus aestivalis* (Paulet) Fries**
 [= *Boletus reticulatus* auct. non Schaeff.]

CAPPELLO 100-250 mm, carnoso, da emisferico a convesso, infine pulvinato-appianato; cuticola finemente vellutata, mai vischiosa, sovente finemente fessurata specialmente al margine oppure, con tempo molto asciutto, addirittura tessellata in grosse areole tra le quali si intravede la carne sottostante; uniformemente bruno pallido, caffelatte, nocciola, bruno rossiccio, talvolta anche bruno scuro.

TUBOLI fino a 30 mm, depresso-adnati, da bianco latte a giallo paglia, poi giallo-verdastri, infine olivastri, immutabili al taglio; pori molto piccoli, dello stesso colore dei tuboli, immutabili al tocco.

GAMBO fino a 150 × 80 mm, dapprima obeso poi più slanciato, cilindraceo, spesso incurvato, di rado ventricoso, arrotondato alla base e talora un po' radicante; corteccia colorata già nel giovane, con tonalità che via via si intensificano e che ripetono quelle del cappello, o un po' più pallide. Reticolo a maglie fini, dello stesso colore del fondo, che ricopre la superficie del gambo fino alla base.

CARNE soda e compatta nel giovane, presto molle nel cappello e un po' stopposa nel gambo, spesso erosa da piccole larve; bianco latte, appena brunastra sotto la cuticola; odore tipico, intenso e soave, sapore molto gradevole, dolce, come di nocciola.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali-fusiformi, con debole depressione sopraillare, 12,8-15,1 × 3,8-4,4 μm, giallo pallido al MS. Bruno oliva in massa

HABITAT: boschi caldi, in zone apriche, tra l'erba, spesso associato a *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, ma anche a conifere (*Picea*). Dalla tarda primavera al primo autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Si tratta del "porcino d'estate" che compare già dalla tarda primavera nelle radure dei boschi. I caratteri che aiutano a distinguerlo dagli altri porcini sono: la cuticola asciutta, spesso screpolata, il gambo colorato già nel giovane, la carne del cappello caratteristicamente cedevole alla pressione delle dita negli esemplari maturi.



Boletus edulis Bull. : Fr.

CAPPELLO 100-250 mm, carnosissimo, emisferico poi convesso-pulvinato, infine appianato; orlo con andamento ondulato negli esemplari maturi, ricoperto da una fine pruina biancastra nel giovane che poi tende a scomparire; cuticola all'inizio finemente vellutata, presto vischiosetta, superficie grinzosa specialmente nella zona marginale; bruno castano, nocciola, bruno scuro, salvo che all'estremo margine ove permane un filo bianco, decolora all'ocra pallido verso il margine o a zone.

TUBOLI fino a 30 mm, depresso-adenati, bianco latte poi giallastri, infine olivastri, immutabili al taglio; pori molto piccoli, concolori ai tuboli, immutabili al tocco.

GAMBO fino a 150 × 100 mm, obeso, poi ventricoso o cilindraceo, con base arrotondata; nel giovane bianco latte, più tardi nocciola o bruno pallido; reticolo a maglie fini, concolore al fondo, esteso su gran parte della superficie.

CARNE soda e compatta nel giovane, poi un po' molle a maturazione; bianca, appena bruno-rossastra per qualche millimetro sotto la cuticola; con profumo tipico, gradevole; sapore estremamente gradevole, dolce, come di nocciola.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali-fusiformi, con debole depressione soprailare, 13,2-15,9 × 4,5-5,1 μm, giallo pallido al MS; bruno oliva in massa; basidi in larga parte bi- e trisporici.

HABITAT: ubiquitario, nei boschi, spesso associato a *Fagus*, *Picea*, *Abies*, ma anche a molte altre essenze (castagno, pino, betulla, nocciolo, etc.). In periodi temperati o freschi, da fine estate al tardo autunno, molto comune e diffuso.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È il "porcino autunnale", comune e conosciuto in quasi tutti i continenti, ove manifesta una sostanziale stabilità di caratteri e si associa a numerosissime essenze. È caratteristico per il cappello vischiosetto, tendente a decolorare specialmente al margine. Gli sono simili *B. aereus* e *B. aestivalis* che hanno però cappello asciutto e gambo più colorato sin dall'inizio; *B. pinophilus*, pure a cuticola vischiosa, ha il cappello su tonalità più brunovinoso e gambo di forma obclavata.



Boletus pinophilus Pilát & Dermek

[= *B. pinicola* Vittadini, non Swartz]

CAPPELLO 80-220 (300) mm, molto carnoso, da emisferico a pulvinato-convesso, infine appianato; orlo a lungo incurvato, infine disteso, cosparso da una pruina biancastra che tende a dissolversi a maturazione; cuticola all'inizio finemente vellutata, presto vischiosa, rugolosa; bruno vinoso, granata, bruno rossastro, rosso rame, qua e là con parti decolorate.

TUBOLI lunghi fino a 30 mm, depresso-adnati, da bianco latte a giallo paglia, poi giallo-verdi, infine olivastri, immutabili al taglio; pori molto piccoli, concolori ai tuboli, che a maturazione spesso sono lievemente rugginosi, immutabili al tocco.

GAMBO fino a 100-200 × 50-120 (150) mm, caratteristicamente obeso, poi un po' più allungato, ma sempre relativamente breve e tozzo e quasi sempre dilatato-arrotondato alla base; biancastro, ben presto sfumato di bruno rossastro. Reticolo a maglie fini, concolore al fondo, che ricopre per gran parte.

CARNE soda e compatta, poi un po' molle e acquosa; bianca, porporina per qualche millimetro sotto la cuticola;

con profumo tipico, gradevole, ma assai debole; sapore molto gradevole, dolce.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali-fusiforimi, con debole depressione soprailare, 13,6-16,3 × 4,5-5,2 μm, giallo pallido al MS; bruno olivastro in massa.

HABITAT: prevalentemente associato a *Picea*, *Pinus*, *Fagus*, *Castanea*. Fruttifica tipicamente due volte all'anno: in tarda primavera, a basse quote, e dalla tarda estate all'autunno inoltrato in montagna ed alta montagna. Ricorrente.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Certo più noto con il nome *B. pinicola* Vitt. (nome inutilizzabile in quanto già usato per designare un fungo lignicolo, oggi noto come *Fomitopsis pinicola*), è conosciuto volgarmente come 'porcino rosso'. Il nome lo vorrebbe legato da stretta affinità con i pini, invece il *B. pinophilus* è, come l'*edulis*, specie di larga diffusione ed è più frequente sotto i faggi e/o gli abeti.



Boletus regius Krombholz

CAPPELLO fino a 150 (200) mm, da emisferico a convesso, poi appianato-guancialiforme; orlo regolare, margine un poco eccedente. Superficie pileica finemente feltrata, di colore inizialmente rosa-rosso, corallo, rosa lampone, decolorante con l'invecchiamento verso tonalità giallastre, talvolta anche con toni oliva, screpolata ad areole con il tempo secco.

TUBOLI lunghi circa quanto lo spessore della carne del cappello a carpoforo maturo, arrotondati al gambo; da giallo oro a verde oliva; immutabili, di rado appena viranti al blu se sezionati longitudinalmente; pori piccoli, rotondi poi un po' angolosi; da giallo oro a verde oliva, immutabili o appena viranti al blu se premuti.

GAMBO solitamente più breve del diametro del cappello a maturazione del carpoforo, fino a 40 (50) mm di diametro; tozzo, con base ingrossata, più di rado cilindraceo; giallo cromo pallido, spesso con macchie innate rosso lampone verso la base; superficie immutabile al tocco. Reticolo solitamente limitato alla metà superiore, a maglie fini, nette ma poco rilevate, concolore al fondo.

CARNE inizialmente molto soda, nel cappello tale anche nel carpoforo adulto, mentre nel gambo tende a diventare fibrosa; di colore giallo pallido, giallo più intenso sopra i tuboli e sotto la corteccia del gambo, talvolta rossastra solo alla estrema base del gambo, non virante o di rado appena virante all'azzurro al taglio nella zona sopra i tuboli; odore debole, appena fruttato; sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore giallo pallido al MS, fusiformi, di dimensioni 11,3-14,5 × 3,5-4,5 µm. Sporata bruno oliva.

HABITAT: isolato o a gruppi poco numerosi sotto latifoglie, in prevalenza *Fagus sylvatica* e *Castanea sativa* in terreno acido; dall'estate al primo autunno.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - Specie bellissima e confondibile solo con il *Boletus pseudoregius*, che ha però proporzioni più slanciate e la carne che manifesta un viraggio di una certa intensità. Per questa specie sono stati segnalati casi di avvelenamento per consumazione di carpofori poco cotti.



Boletus satanas Lenz

CAPPELLO 120-300 mm, molto carnoso, da emisferico a convesso; cuticola finemente vellutata nel giovane, presto glabra, asciutta, di colore bianco latte, grigio pallido, crema, talvolta con riflessi olivastri, infine brunastro oliva, talvolta appena rosata al margine negli esemplari sviluppatisi con tempo umido.

TUBOLI fino a 25 mm, arrotondati al gambo, da gialli, a giallo verdastro, infine olivastri, azzurri al taglio; pori molto piccoli, inizialmente gialli ma presto rossi, rosso carminio o rosso-arancio; raramente permangono gialli o debolmente aranciati anche a maturità; blu al tocco.

GAMBO 60-150 × 50-100 mm, più corto del diametro del cappello, molto tozzo, obeso, a forma di pera, più di rado cilindraceo; solitamente giallo presso l'inserzione con il cappello, rosso o rosa-porpora, fucsia, più in basso. Reticolo generalmente concolore al fondo a maglie fini, isodiametriche, limitato alla metà superiore del gambo; la superficie vira al blu al tocco.

CARNE molto soda e compatta nel giovane, molle nel vecchio, giallo pallido, virante all'azzurro in modo non intenso al taglio; di odore debole e particolare nel

giovane, cadaverico o di sostanze decomposte nel fungo maturo; sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, con debole depressione soprailare, 11,4-13,4 × 5,1-5,9 μm, gialle al MS; bruno oliva in massa

HABITAT: boschi caldi e calcarei, con *Quercus*, più di rado con *Castanea* o *Fagus*, a quote non elevate. Estate-autunno, non molto comune.

COMMESTIBILITÀ: **tossico**

NOTE - È uno dei boleti di maggiori dimensioni, caratteristico per il breve gambo panciuto e per l'odore cadaverico che emana quando matura. Il cappello chiaro, i pori rossi e la presenza di reticolo aiutano a distinguerlo da altre specie della sezione *Luridi* che gli potrebbero assomigliare. Di rado lo si può raccogliere con i pori ed il gambo completamente gialli ed in questi particolari aspetti cromatici può assomigliare a talune specie della sezione *Appendiculati* (*Boletus fechtneri*): in questo caso aiuta molto a distinguerlo l'odore particolare e inconfondibile. Tossico da crudo, sospetto (e certamente mal tollerato da molti) anche da cotto.



***Calocybe gambosa* (Fr. : Fr.) Donk**

[= *Lyophyllum georgii* (L. : Fr.) Kühner & Romagnesi;
Tricholoma georgii (L. : Fr.) Quélet]

CAPPELLO 40-80 mm, da convesso ad appianato, con il margine involuto, talvolta ondulato, liscio, sericeo, opaco, bianco, bianco sporco o crema sporco, talvolta macchiato di ocre o screpolato.

LAMELLE fitte, strette, adnate o smarginate, da biancastre a crema pallido, con il filo ondulato o crenulato, concolore.

GAMBO 40-70 × 10-20 mm, cilindrico, quasi clavato o attenuato verso il basso, pruinoso o fibrilloso, pieno, poi farcito, biancastro o crema sporco.

CARNE spessa, dura o un po' spugnosa, bianca, con odore forte di farina e sapore dolce, farinoso.

MICROSCOPIA: spore 5-6 × 2,5-3,5 µm, ellissoidali, lisce, ialine; basidi 20-25 × 3-5 µm, tetrasporici, strettamente clavati, provvisti di granulazioni siderofile; epicute formata da ife intrecciate, larghe 3-5 µm, le ife

dello strato superficiale subgelificate, con pigmentazione membranaria; solitamente con fibbie.

HABITAT: cresce isolato o in gruppi, più spesso in cerchi o semicerchi (detti cerchi delle streghe) in mezzo all'erba nei prati, o nelle radure in boschi di conifere o latifoglie, in particolare vicino a *Rosaceae*.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È un fungo molto ricercato, meglio conosciuto come prugnolo, spinarolo, maggengo o fungo di S. Giorgio (per il periodo di crescita). In letteratura sono state distinte alcune varietà sulla base dei diversi toni di colore che può assumere il cappello e, talvolta, anche dell'odore differente. Per esempio, *C. graveolens* (= *Tricholoma georgii* fo. *flavida*) avrebbe un cappello con colori più scuri e un odore poco gradevole.



Calvatia utriformis (Bull. : Pers.) Jaap

[= *Lycoperdon caelatum* Bull. : Pers.]

BASIDIOCARPO fino a 100 (150) mm, composto da una gleba fertile protetta da due strati corticali (endo- ed esoperidio) sorretta da una base sterile di consistenza sugnosa; subgloboso o subellissoidale con breve pseudogambo ± differenziato; all'inizio largamente convesso nella parte superiore, poi tronco-appianato; superficie esterna dell'esoperidio liscia, increspato-rugolosa e poi dissociata in areole; da bianco latte a grigio ocraceo pallido. Attraverso le fessurazioni prodotte dalle areole nell'esoperidio si può osservare l'endoperidio che, a maturazione, si presenta grigio-bruno ed infine bruno scuro; negli adulti il peridio si lacera in modo piuttosto esteso ed irregolare per consentire la dispersione delle spore e lasciando per molto tempo sul terreno la base spugnosa, poco marcescibile, ormai uniformemente bruna.

GLEBA bianca, poi giallognola, verdastra, oliva, infine bruno-olivacea o bruno cioccolato; di consistenza abbastanza molle, poi polverosa.

MICROSCOPIA: spore globose, con superficie verrucosa, di diametro 4-5 µm, brunastre al microscopio. Sporata bruno oliva in massa.

HABITAT: isolato o in gruppi di alcuni individui, talvolta con più esemplari uniti alla base, nei prati e nei pascoli di montagna, dall'estate all'autunno; ricorrente
COMMESTIBILITA': commestibile

NOTE - Da fine estate, passeggiando per i prati montani, ci si imbatte sovente nei resti brunastri ed incorruttibili di questa grossa "vescia"; tali residui, infatti, possono persistere sul terreno da un anno con l'altro. Si può confondere con alcune *Lycoperdaceae*, del pari commestibili, come *Langermannia gigantea*, più grande, con esoperidio liscio e pressoché priva di pseudogambo. *C. utriformis* è morfologicamente molto simile a *Vascellum pratense* del quale, di primo acchito, sembra essere una forma gigante.



***Camarophyllus pratensis* (Pers. : Fr.) Kummer**

[= *Hygrocybe pratensis* var. *pratensis* (Fr.) Murril; = *Cuphophyllus pratensis* (Pers. : Fr.) Bon]

CAPPELLO 25-80 mm, emisferico quindi convesso, sovente con umbone largamente ottuso, orlo sottile; glabro, asciutto, radialmente percorso da fibrille ± fini; di colore arancio albicocca pallido o ocrea carnicina, talora ricoperto da pruina bianca; cuticola asportabile per 3/4 del raggio.

LAMELLE arcuate, profondamente decorrenti, concolori al cappello o più pallide, assai spaziate, di notevole spessore, sovente intervenose, intercalate da numerose lamellule.

GAMBO 40-100 × 5-12 mm, di norma cilindraceo o attenuato alla base, più raramente obclavato, da biancastro a arancio pallido, vistosamente fibroso, asciutto, pieno, sovente invaso da larve o piccoli insetti, presto farcito.

CARNE spessa e soda, fibrosa nel gambo; biancastra o sfumata di arancio nel cappello, bianca altrove, inodore, di sapore grato.

MICROSCOPIA: spore largamente ellissoidali, 5-6,7 × 4,2-5 µm; basidi tetrasporici, talora bisporigi, e allora produttori di spore più grandi, fino a 8,6 µm.

HABITAT: zone erbose, prati, boschi molto radi di latifoglie; gregario; specie diffusa e comune dall'estate all'autunno inoltrato.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Si tratta di una buona specie commestibile, abbastanza redditizia, anche se a carne un po' fibrosa. Per i suoi colori aranciati può essere scambiato con *Hygrophorus nemoreus*; quest'ultimo però possiede un cappello ancora più fibrilloso, carne meno fibrosa con odore e sapore di farina, lamelle pallide, da bincastro-crema a soffuse di carnicina; ha inoltre, trama lamellare subbilaterale e non arruffata e cresce nei boschi (o, per lo meno, in prossimità di alberi). In letteratura si segnalano alcune varietà o forme per lo più differenziate in funzione della taglia e dei colori (var. *robustus*, di taglia maggiore, var. *donadinii* a margine dentellato, var. *vitulinus*, più gracile e pallida).



Cantharellus cibarius (Fr. : Fr.) Fries

CAPPELLO 30-70 (120) mm, inizialmente assai poco differenziato dal gambo, poi convesso, quindi disteso-pulvinato con orlo a lungo involuto, alla fine irregolarmente appianato-gibboso fino a ± profondamente depresso-imbutiforme, zona marginale assai assottigliata, con andamento accidentato, sinuoso-lobato, qua e là increspato; di aspetto brillante, minutamente vellutato con l'umidità, liscio-glassato per il secco, arancio albicocca, giallo tuorlo, pallidescente per l'asciutto.

IMENOFORO pseudolamellare, ossia composto da pliche molto ramificato-forcate, abbondantemente intervenose, anastomizzate, assai decorrenti negli adulti, strette, spesse, con filo piuttosto ottuso, concolori o subconcolori al cappello, talora con sfumatura debolmente rosata.

GAMBO 30-60 (90) × 12-25 mm, cilindraceo, di norma progressivamente svasato verso l'inserzione delle lamelle, talvolta anche un po' dilatato alla base, pieno, sodo, a maturità più molle-gommoso, glabro, subconcolore.

CARNE bianca, con sfumature giallo-rosate nelle zone periferiche, abbondante al disco, soda e compatta nel cappello, fibrosa e quasi coriacea nel gambo; di odore caratteristico assai gradevole, come di buccia di pesca

bianca e di albicocca, di caramelle alla frutta, sapore inizialmente mite, poi acidulo-astringente-piccante.

MICROSCOPIA: spore da ovoidali a ellissoidali, talora sublarmiformi, lisce o ± evidentemente granulose, 7,5-9,6 × 4,6-5,6 µm.

HABITAT: molto comune e diffuso ovunque, dai boschi collinari di latifoglie a quelli montani di conifere; dall'inizio dell'estate al tardo autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Ricercato ed apprezzato commestibile, è una delle poche specie che si consumano anche nel nord Europa. In letteratura si considerano molte varianti ora considerate specie autonome, ora semplici varietà o forme; la var. *bicolor* è più precoce e si presenta con cappello e gambo assai pallidi, biancastri, in contrasto con le lamelle giallo tuorlo, la var. *ferruginascens* ha sfumature olivastre e spiccata tendenza ad assumere tonalità rugginose alla manipolazione; la var. *amethysteus* decorata sul cappello da squamule adnate violette, preferisce le fagete.



Cantharellus lutescens (Pers. : Fr.) Fries

[= *C. aurora* (Batsch) Kuyper]

CAPPELLO 15-45 (65) mm, convesso-ombelicato, quindi appianato con ± ampia depressione centrale, imbutiforme, orlo a lungo ricurvo e sottile, con andamento plurilobato, qua e là crespo, fissile, revoluto negli esemplari attempati, sinuoso; di aspetto fibrillo-squamuloso e di colore bruno aranciato o bruno rossiccio.

IMENOFORO ridotto a venucolo basse con numerose ramificazioni e anastomosi, ad orlo largamente arrotondato, rugoloso, non di rado subliscio specialmente presso l'inserzione al gambo dove, sia pure poco distinto, decorre lungamente; giallo aranciato, giallo grigiastro o sfumato di rosa salmone nelle forme più pallide.

GAMBO 35-70 × 8-12 mm, di forma assai irregolare, di norma dilatato all'apice e progressivamente attenuato verso la base, sovente ricurvo, canalicolato-compresso, corrugato e gibbosetto, glabro, cavo-tuboloso, di colore arancio vivo o sfumato di rosa salmone, assai caratteristico.

CARNE esigua ovunque, di consistenza fibrosetta e piuttosto tenace-elastica, crema o giallastro pallido; odore fruttato, come di susine Mirabella o di fiori del genere *Muscari*, sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore da ellissoidali a ovoidali, lisce, guttulate, 9,6-11,4 × 6,5-7,8 μm.

HABITAT: in estate-autunno, nei boschi di latifoglie e in quelli di conifere, sovente nelle zone erbose o muscose, più raramente su terreno nudo, diffuso ovunque e abbondante nelle zone di crescita.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Qualora fosse accertata la sinonimia con *C. aurora*, questo avrebbe la priorità nomenclatoriale; tuttavia, essendo *C. lutescens* nome di larghissima applicazione, ci atteniamo a questo binomio auspicandone la conservazione. Buon commestibile, specialmente dopo essiccazione e rinvenimento in acqua e latte. La carne sottile e un po' fibroso-elastica lo accomuna a un'altra specie dai colori simili, *C. tubaeformis*; quest'ultimo però possiede un imenoforo con pseudolamelle abbastanza distinte, ha colori meno vivi, sempre sovrapposti da sfumature grigiastre o grigio-brunastre ed è meno profumato.



Clathrus ruber Mich. ex Pers. : Pers.

BASIDIOCARPO con l'aspetto, nel fungo giovane, di un ovolo arrotondato, internamente gelatinoso, mentre la superficie esterna è fragile, ceracea. Alla sezione sono ben evidenti le parti pronte per lo sviluppo.

ESOPERIDIO simile a una inferriata rotondeggiante a maglie poligonali allungate di colore rosso vivo; può raggiungere anche i 70 mm, di diametro a pieno sviluppo. All'estremità inferiore, collegata ai resti dell'ovolo primordiale formante una specie di volva, sono ben visibili sottili ife rizomorfe allungate, di colore biancastro. GLEBA formata da piccoli granelli verdi-nerastri mucillagginosi che contengono le spore, emana un forte odore sgradevole simile a quello del *Phallus impudicus*.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, $5 \times 6 \mu\text{m}$. Sporata di colore bianco-brunastro.

HABITAT: cresce piuttosto isolato nei luoghi umidi dei boschi, dall'estate all'autunno.

COMESTIBILITA': **non commestibile**

NOTE - È una specie rara, ma abbondante nei luoghi di crescita. Ha lo stesso odore cadaverico del *Phallus impudicus* e se ne percepisce la presenza ancor prima di notarlo visivamente. Lo si ritrova spesso invaso da mosche attratte da tale odore repellente.



***Clitocybe cerussata* (Fr. : Fr.) Kummer**

[= *C. phyllophila* (Pers. Fr.) Kummer; = *C. pytiophila* (Fries) Gillet]

CAPPELLO 40-90 mm, convesso poi appianato, tipicamente umbonato. Cuticola bianco puro, liscia, ricoperta da fibrille sericee, pruinosa, opaca; sotto le fibrille, concolore, al massimo un po' crema.

LAMELLE da adnate a subdecurrenti, molto fitte, bianco puro, talora un po' crema, con il filo intero, concolore.

GAMBO 40-70 × 10-15 mm, da cilindrico a subclavato, pieno, bianco, poco fibrilloso, con la base ricoperta da fiocchi bianchi.

CARNE biancastra, soda; con odore e sapore non significativi.

SPORATA bianca.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 5,0-6,0 × 3,0-4,0 μm, lisce, cianofile, negli exsiccata prevalentemente in tetradi, con base ottusa. Basidi 16-25 × 4-6 μm, tetrasporici. Trama imenoforale quasi regolare. Pileipellis con struttura di cutis di ife molto lasche, intrecciate.

HABITAT: gregario, in boschi di conifere; abbastanza comune e diffuso, da fine estate.

COMMESTIBILITA': **tossico**

NOTE - *C. phyllophila* appartiene a un gruppo di entità molto simili fra loro, che forse rappresentano aspetti diversi di una medesima specie. Volendo fare una distinzione fra *C. cerussata* (Fr. : Fr.) Kummer e *C. phyllophila* (Pers.: Fr.) Kummer, si citerà l'*habitat*, di conifere per la prima e di latifoglie per la seconda, e il differente colore della sporata (crema rosato in *C. phyllophila*). Non è parimenti facile distinguere *C. phyllophila* da *C. candicans* (Pers.: Fr.) Kummer e da *C. rivulosa* (Pers.: Fr.) Kummer. Normalmente *C. phyllophila* presenta una taglia più grande di queste due ultime specie e si distingue per le lamelle adnate, poco decorrenti, e le spore presenti in tetradi negli exsiccata. *C. candicans*, dal portamento slanciato, presenta lamelle più decorrenti e spore singole. *C. rivulosa* (= *C. dealbata* sensu auct. plur.) cresce normalmente nei prati.



Clitocybe geotropa (Bull.) Quélet

CAPPELLO 60-200 mm, più o meno profondamente imbutiforme, con umbone centrale emergente dalla cavità, non igrofano, non striato per trasparenza, ocraceo pallido, alutaceo, liscio, opaco, sericeo, finemente feltrato.

LAMELLE ± profondamente decorrenti, piuttosto fitte, biancastre, sfumate di bruno rosato, con il filo intero, concolore.

GAMBO 60-150 × 13-20 mm, da cilindrico a leggermente clavato, farcito, subconcolore al cappello, ornato da fibrille bianche longitudinali, con tomento bianco alla base.

CARNE bianca, con odore particolare, aromatico e sapore non significativo.

SPORATA bianca.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 6,0-7,0 × 5,2-6,0 μm, lisce, negli exsiccata tutte singole, con base sublacrinoide. Basidi 40-45 × 7-9 μm, tetrasporici. Trama imenoforale più o meno regolare, consistente di ife

incolori, larghe 3-8 μm. Pileipellis con struttura di cutis a ife intrecciate, larghe 3-7 μm, con pigmento membranario e minutamente incrostante.

HABITAT: terricolo, gregario, nei boschi di latifoglie e di conifere oppure nei prati e nei pascoli, a formare i cerchi "delle streghe"; non ovunque diffuso, ma abbondante nelle zone di crescita. Autunno anche inoltrato.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Inconfondibile per il tipico portamento caratterizzato da un gambo assai lungo rispetto al diametro del cappello e per la taglia piuttosto massiccia, questa specie tardiva è un ricercato commestibile.

Con i suoi basidi, piuttosto lunghi per una *Clitocybe*, *C. geotropa* si colloca nel sottogenere *Hygroclitocybe* Bon, nell'ambito del quale si caratterizza per la trama lamellare subregolare, per le spore sublacrinoide e per il pigmento misto.



***Clitocybe gibba* (Pers. : Fr.) Kummer**
 [= *Clitocybe infundibuliformis* (Schaeff.) Quélet]

CAPPELLO 30-80 mm, più o meno profondamente imbutiforme, con o senza umbone, con il margine involuto, poi diritto, talvolta costolato, non igrofano, non striato per trasparenza, ocraceo pallido o alutaceo rossastro chiaro, finemente feltrato, opaco.

LAMELLE decorrenti, piuttosto fitte, arcuate, bruno giallastro chiaro, talvolta con sfumature rosate, con il filo intero, concolore.

GAMBO 20-50 × 5-8 mm, da cilindrico a leggermente clavato, farcito, poi fistoloso, da biancastro a isabella chiaro, generalmente più chiaro del cappello, liscio o con fibrille bianche longitudinali, con tomento bianco alla base.

CARNE biancastra, con odore gradevole, "cianico" e sapore dolce.

SPORATA bianca.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 5,2-6,6 × 4-4,6 μm, lisce, non cianofile, negli exsiccata singole, con base

confluente, lacrimoide. Basidi 22-30 × 5-7 μm, tetrasporici. Trama imenoforale regolare di ife incolori. Pileipellis con struttura di cutis di ife più o meno coricate e intrecciate, con pigmento finemente incrostante.

HABITAT: a gruppi, anche numerosi, nei boschi di latifoglie e di conifere.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È il conosciuto e ricercato "imbutino", apprezzato commestibile, nonostante la carne piuttosto tenace. *C. gibba* appartiene al sottogenere *Clitocybe* le cui specie sono caratterizzate dal cappello tipicamente imbutiforme, spesso opaco e subvellutato, dalle lamelle decorrenti, dalla trama imenoforale (sub)regolare e dal pigmento parietale. Non è sempre facile distinguerla da *C. costata*, rispetto alla quale presenta, normalmente, il gambo più chiaro del cappello e una reazione negativa del rivestimento pileico con KOH.



Clitocybe nebularis (Batsch : Fr.) Kummer

CAPPELLO 80-150 mm, convesso, con il margine involuto, non igrofano, da grigio cenere a grigio-bruno, liscio, finemente feltrato, fibrilloso.

LAMELLE da adnate a leggermente decorrenti, piuttosto fitte, crema pallido, con il filo intero, concolore.

GAMBO 60-90 × 15-30 mm, clavato, farcito, subconcolore al cappello, striato longitudinalmente da fini fibrille, con la base coperta da un feltro miceliare bianco.

CARNE bianca, con odore forte, aromatico, più o meno sgradevole e sapore sgradevole.

SPORATA crema giallastro.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 6,0-7,5 × 3,5-4,5 µm, lisce, cianofile, negli exsiccata prevalentemente in tetradi, con base ottusa. Basidi 20-25 × 5-7 µm, tetrasporici. Trama imenoforale più o meno regolare di ife incolori. Pileipellis con struttura di cutis di ife più o meno parallele, con pigmento intracellulare.

HABITAT: ubiquitario, in gruppi numerosi; molto comune in autunno anche inoltrato.

COMMESTIBILITA': **sospetto**

NOTE - Si tratta di una specie conosciuta e, in molte zone, ± impunemente consumata; tuttavia, recenti studi (sulla base di una nutrita casistica) sembrano dimostrare la sua tossicità o, quanto meno, una sua scarsa tollerabilità da parte di alcuni individui.

Sulla base del colore della sporata, della cianofilia della parete sporale, che si presenta sottilmente verrucosa al microscopio elettronico (ma liscia al microscopio ottico) *C. nebularis* è stata inserita da alcuni autori, fra i quali Moser e Bon, nel genere *Lepista*. Noi preferiamo, in accordo con Kuypers, mantenerla nel genere *Clitocybe*, come numerose altre specie congeneri, che presentano una sporata colorata e spore cianofile, lisce al microscopio ottico.



Coprinus comatus (Müll. : Fr.) S.F. Gray

CAPPELLO 60-150 (220) × 30-70 mm, inizialmente da glandiforme a più o meno cilindrico poi, maturando, da campanulato a conico, con l'età più espanso, infine deliquescente a partire dal margine; superficie inizialmente sericea e bianca, presto lacerantesi in squame embricate da biancastre a bruno chiaro su fondo bianco; calotta spesso unita e ocreacea.

LAMELLE molto fitte, ineguali, assai larghe, libere al gambo, inizialmente bianche, poi, dal margine, rosate, alla fine nere, deliquescenti.

GAMBO 100-200-(300) × 10-25-(35) mm, separabile dal cappello, a maturità slanciato, attenuato alla sommità e più o meno bulboso alla base, bianco, ornato da fini fibrille bianche, in età vuoto; anello mediano o alla base, membranoso, minuto, bianco, a volte nero per le spore.

CARNE poco spessa, tenera nel cappello e presto fibrosa nel gambo, bianca; odore e sapore deboli e gradevoli.

MICROSCOPIA: spore da ellissoidali a ovoidali, lisce, con poro germinativo centrale, al MS bruno-neri, 11-14,5 × 6,5-8 mm; basidi tetrasporici. Sporata nera.

HABITAT: dalla primavera al tardo autunno nei luoghi erbosi e concimati, nei giardini, al bordo delle carraie, nelle golene, a gruppi numerosi; frequente.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Si tratta, verosimilmente, dell'unico *Coprinus* da considerare commestibile e, come tale, merita una certa attenzione; taluni AA., infatti, lo considerano eccellente o, addirittura, «la migliore specie edule»; l'esiguità della carne, tuttavia, ne sconsiglia la cottura prolungata; perciò si presta ad essere fritto oppure consumato crudo. In ogni caso si dovranno utilizzare solo esemplari giovani, con lamelle ancora perfettamente bianche.

Non si presta facilmente a confusione con le specie vicine: *Coprinus sterquilinus* cresce su sterco, solitario o a piccoli gruppi, è più esile e presenta spore più grandi; *Coprinus vosoustii*, molto più raro, ha una calotta rotta a stella non deliquescente e spore molto più grandi.



Cortinarius orellanus Fries

CAPPELLO 40-80 mm, carnosio, inizialmente campanulato-convesso, poi piano-convesso, alla fine disteso, gibboso o con largo umbone centrale, il margine involuto poi diritto, un po' lobato, la cuticola asciutta, non igrofana, opaca, sericea, densamente fibrilloso-feltrata o squamulosa, bruno rossiccio aranciato, bruno ramato.

LAMELLE adnato-smarginate, piuttosto spaziate, larghe, panciute, bruno ocraceo, bruno rossiccio aranciato poi rossiccio rugginoso per le spore, con il filo eroso, giallastro delle facce.

GAMBO 40-90 × 10-15 mm, piuttosto slanciato, cilindrico ma spesso attenuato alla base, più o meno flessuoso, pieno, sodo, giallo citrino, rossiccio arancio al centro, decorato longitudinalmente da fibrille concolori.

CARNE soda, non igrofana, ocracea, sfumato di rossiccio, con odore rafanoide e sapore acidulo.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali-amigdaliformi, 10-12,5 × 5,5-6,5 μm, densamente ricoperte da fini verruche. Epicute filamentosa, con pigmento incrostante.

HABITAT: isolato o gregario, soprattutto sotto querce, ma anche sotto faggi e noccioli; non ovunque diffuso, ma fedele alle zone di crescita; da fine estate a tutto l'autunno.

COMMESTIBILITA': **mortale**

NOTE - Caratterizzato dal portamento piuttosto robusto, dal cappello bruno-arancione, squamuloso, dalle lamelle spaziate, subconcolori, dal gambo giallastro e dall'odore rafanoide, *C. orellanus* è responsabile di uno dei più gravi avvelenamenti di ordine citotossico, che colpiscono particolarmente l'apparato renale. Dato il lungo periodo di latenza la cosiddetta sindrome orellanica è estremamente pericolosa. Del pari tossico è il *C. orellanoides* (= *C. speciosissimus*), dalle colorazioni analoghe, ma specializzato ai boschi di conifere; quest'ultimo ha il cappello caratteristicamente conico-umbonato e il gambo decorato da bande giallastre e cangianti, disposte a zig-zag.



Cortinarius praestans (Cordier) Gillet

CAPPELLO 50-200 mm, inizialmente subemisferico, poi convesso, alla fine piano-convesso, con il margine sottile, a lungo involuto, poi diritto, la cuticola molto spessa e tenace, viscosa con tempo umido, brillante, di colore bruno cioccolato un po' rossiccio, bruno porpora, più o meno mescolato a toni grigio-violetti oppure lilla, cosparsa di grossi lembi sericei di colore violetto argentato, residui del velo universale, segnata al bordo da vistose rughe o scanalature ad andamento radiale.

LAMELLE adnato-smarginate, piuttosto fitte, panciute, di un colore grigiastro o biancastro sporco, sfumato di violetto, poi bruno argilla, infine color ruggine per le spore, con il filo seghettato, biancastro.

GAMBO 70-150 (200) × 20-40 mm, molto robusto, progressivamente dilatato in un grosso bulbo non marginato, un po' radicante; pieno, sodo, all'apice quasi nudo, glabrescente, biancastro poi crema, segnato longitudinalmente da fibrille sericee, nei due terzi inferiori vistosamente decorato da spessi residui del velo universale che disegnano dei braccialetti sovrapposti di un colore blu-violetto argentato.

CARNE spessa, molto soda, bianca o crema, sfumata di violetto nella parte alta del gambo, con odore debole, un po' fruttato, gradevole e sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore da amigdaliformi a subcitriformi, 14,0-17,0 × 8,0-10,0 μm, ornate da verruche grossolane, evidenti. Epicute filamentosa, gelificata, costituita da ife gracili. Pigmento membranario.

HABITAT: poco comune ma abbondante nelle sue stazioni di crescita, che si trovano nei boschi calcarei di latifoglie.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È di gran lunga il più grande dei Cortinari, un vero e proprio gigante, e presenta qualità organolettiche tali da renderlo un commestibile pregiato e ricercato dai conoscitori. Oltre alla taglia e al portamento maestoso, i dati morfocromatici che consentono una facile determinazione sono l'assenza di un bulbo marginato, il colore biancastro delle lamelle che fa contrasto con quello bruno rossiccio del cappello, l'abbondanza del velo universale, almeno nel giovane, che lascia tracce vistose sul cappello ma soprattutto sul gambo, e le grandi spore. *C. cumatilis* è abbastanza somigliante, ma è di taglia più piccola e cresce sotto conifere.



***Entoloma bloxamii* (Berk. & Br.) Saccardo**

[= *E. madidum* (Fries) Gillet]

CAPPELLO 35-75 (90) mm conico-campanulato quindi disteso-pulvinato con ampio e poco accentuato umbone ottuso, piuttosto carnoso per il genere *Entoloma*; di colore blu acciaio con sfumature grigiastre, con l'età tende ad assumere una colorazione meno vistosa sul grigio-brunoviola e, sovente, con fiammature biancastre, asciutto, glabro e unito all'esordio, è presto dissociato in una fibrillosità riunita in fasci, alla fine ± rimoso; a maturità è sovente rugoloso-grinzoso. Cuticola sottile, separabile solo per piccoli lembi.

LAMELLE smarginato-adnate, ventricose, piuttosto larghe, con profilo irregolarmente ondulato; di colore bianco avorio, talora (viste di piatto) quasi crema pallido, presto rosate per la maturazione delle spore, alla fine rosa sporco.

GAMBO 30-70 × 12-25 mm, di norma ingrossato nella zona mediana e ± affusolato alla base, non di rado un po' canalicolato, sodo, pieno, fibrilloso-vergato longitudinalmente, concolore al cappello, talvolta con riflessi violacei specialmente all'apice, sempre più chiaro

o bianco alla base; con l'età perde buona parte dell'intensità dei toni di colore per schiarire al grigio azzurrognolo.

CARNE bianca, soda, un poco fibrosetta nel gambo sapore grato, odore farinaceo.

MICROSCOPIA: spore poligonali, subisometriche, con evidente apicolo 7,5-8,7 (9,5) × 6,2-8,2 (9,5) µm; giunti a fibbia presenti.

HABITAT: nei prati e nei luoghi erbosi ed aperti dei boschi; specie autunnale, presente dalla pianura alla media montagna, ma non comune, gregaria.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Si tratta di uno degli *Entoloma* dal portamento tricholomatoide più belli e colorati; vicino a *E. bloxamii* per abitudini di crescita e portamento, è *E. porphyrophaeum*, il quale però non possiede colorazioni bluastre ma grigio-violacee o grigio-porporine ed ha spore più allungate, 8,6-11,6 × 6-7,8 µm.



***Entoloma sinuatum* (Bull. : Fr.) Kummer**

[= *Entoloma lividum* (Bull. □) Quélet]

CAPPELLO 50-200 mm, inizialmente campanulato, poi convesso, alla fine appianato, con o senza un umbone basso, il margine ondulato, involuto, lobato, la cuticola grigio più o meno chiaro, con riflessi sericei, metallici, oppure grigio piombo, talvolta grigio brunastro, pruinosa, vergata radialmente da fini fibrille argentate.

LAMELLE profondamente smarginate, quasi libere, piuttosto spaziate, arcuate, poi più o meno ventricose, di un tipico colore giallo, presto rosa giallastro salmone o rosa ocreo, con il filo seghettato, concolore.

GAMBO 50-140 × 15-35 mm, slanciato, cilindrico o flessuoso, spesso allargato ma talvolta anche attenuato alla base, sodo, pieno poi farcito, bianco, pruinoso all'apice, segnato longitudinalmente da fibrille sericee.

CARNE bianca, soda, non igrofana, con odore forte, farinoso ma sgradevole e sapore sgradevole, disgustoso.

MICROSCOPIA: spore subsidiametriche, con 6 lati, 8,5-11,0 × 7,5-8,5 μm. Basidi tetrasporici, con giunti a fibbia.

Cheilocistidi assenti. Epicute formata da una (ixo)cutis. Pigmento intracellulare. Giunti a fibbia presenti.

HABITAT: nei boschi di latifoglie, preferibilmente Quercus e Fagus; da fine estate al tardo autunno; abbastanza comune.

COMMESTIBILITÀ: **tossico**

NOTE - Malgrado il suo aspetto carnosso, invitante, e l'odore, talvolta gradevole, di farina, questa specie è sicuramente pericolosa, essendo causa di sindromi gastroenteriche anche gravi. Un rischio supplementare deriva dalla sua somiglianza con *Clitocybe nebularis*, fungo largamente consumato in certe regioni d'Italia, con la quale spesso condivide *habitat* e periodi di crescita. Quest'ultima presenta il cappello non fibrillato, lamelle, più o meno decorrenti, separabili, color crema biancastro, e un odore molto particolare, differente.



Helvella crispa (Scop. : Fr.) Fries

ASCOCARPO stipitato e pileato.

MITRA fino a 35 mm, di forma irregolare vagamente evocante una sella da cavallo, con due-tre lobi protesi verso l'esterno, tanto da assumere un aspetto più o meno arricciato, di colore biancastro, avorio, fino a crema più o meno scuro. L'imenoforo ricopre la parte in vista della mitra, è liscio, ondulato. Superficie inferiore un po' più chiara, tomentoso-fioccosa. Orlo sinuoso-lobato, frastagliato.

GAMBO fino a 120 mm di altezza, cilindrico-clavato, ingrossato verso al base, profondamente solcato longitudinalmente, lacunoso sia esternamente che internamente, bianco o biancastro.

CARNE ceracea, ma piuttosto elastica, subcassante; di colore biancastro, senza odori o sapori distintivi.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali o largamente ellissoidali, lisce, 18-19 × 10-12 μm, ialine al MS, monoguttulate, uniseriate nell'asco; aschi cilindrici, non amiloidi, ottasporici; parafisi cilindriche, sottili, con apice clavato.

HABITAT: sul terreno, nei boschi di latifoglie o misti, anche tra l'erba, singola o in piccoli gruppi di alcuni individui. Comune in estate- tardo autunno. Talorasi può presentare anche in tarda primavera.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - *Helvella lactea* è di forma simile, ma è di dimensioni minori (fino a 30-40 mm di altezza), interamente bianco ghiaccio, con la superficie inferiore liscia, fruttifica su terreno o su detriti vegetali (*Fraxinus*) in autunno. *H. lacunosa* ha la mitra di colore molto più scuro, bistro-nerastro, gambo grigio brunastro, è ubiquitaria. *H. sulcata* è da taluni Autori considerata come una forma estrema di *H. lacunosa*; è più rara, di dimensioni maggiori e presenta una mitra di forma più regolare "a sella da cavallo", è quasi completamente di colore grigio. Infine, ha una mitra di colore giallastro-ocraceo o grigio giallastro, dimensioni mediamente inferiori, abitudini più meridionali e predilige i terreni sabbiosi delle leccete, *H. pityophila*.



Helvella pityophila Boud.

ASCOMI pileati e stipitati, formati da un apotecio (cappello) e da un gambo; fino a 100 mm di altezza complessiva.

APOTECIO irregolarmente lobato-arricciato, raramente subselliforme, composto da due, tre o più lobi variamente uniti, alto fino a 15-20 mm e di circa 30 mm di diametro. Superficie esterna (imieniale) irregolarmente increspato-ondulata, di colore avorio-giallastro; superficie inferiore (sterile) liscia o leggermente ruvida, biancastra. Orlo irregolarmente ondulato o sinuoso.

GAMBO fino a 80 × 10-20 mm, subcilindraceo o sensibilmente allargato in basso, plissettato-costolato, lacunoso all'interno, con colore con il cappello verso l'alto, ma con sfumature lilla o grigio-lilla, più marcate alla base.

CARNE elastica e piuttosto tenace, ma fragile, cassante, biancastro-giallognola; odore e sapore non significativi.

MICROSCOPIA: spore largamente ellissoidali, 18-20 × 11-12,5 µm, guttulate, con parete liscia, ialine, uniseriate nell'asco; biancastre in massa. Aschi cilindrici,

ottasporici, non amiloidi. Parafisi cilindracee, dilatate all'apice, a volte forcate, con alcuni setti.

HABITAT: specie non ovunque diffusa, che fruttifica solitaria o a piccoli gruppi generalmente su terreno sabbioso, nei boschi umidi di conifere (principalmente *Pinus* sp.) e di latifoglie, sia in area mediterranea che alpina o subalpina; estate-autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Molto simile a *H. crispa* (Scop. : Fr.) Fr., si distingue solo per la colorazione tendente al grigiastro con riflessi crema dell'apotecio e per l'assenza di tonalità grigio-lilla sul gambo. *H. crispa* può inoltre raggiungere dimensioni maggiori (fino a 120 mm di altezza) ed è generalmente rinvenibile solo in boschi di latifoglie. *H. lactea* Boud. ha dimensioni minori (fino a 40 mm di altezza), interamente bianca, diviene però ocreo-brunastra con scarsa umidità; forma spore più piccole (16-18 × 11-12 µm), e fruttifica in autunno nei boschi ricchi di detriti vegetali in decomposizione.



Hygrocybe coccinea (Schaeff. : Fr.) Kummer

CAPPELLO 15-50 mm, dapprima largamente campanulato o subemisferico, alla fine convesso o convesso-appianato, glabro, di aspetto lucido-lubrificato per l'umidità, brillante-asciutto per il secco; in quest'ultima condizione evidenzia fibrille radiali molto appressate (lente!). Orlo piuttosto regolare, inizialmente inflesso, sottile, tendente a fendersi radialmente; colore rosso-ciliegia o rosso-carminio intenso, pallidescente fino al bianco a partire dal disco ma sempre con un caratteristico anello rosso nella zona periferica. Cuticola sottile, asportabile fino al disco.

LAMELLE adnate o brevemente decorrenti, sinuoso-ventricose, raramente arcuate, larghe, spesse, ineguali, piuttosto rade, intercalate da numerose lamellule di lunghezza diversa; dapprima gialle, presto rosso-aranciato o rosso-ciliegia, conservano il filo giallo.

GAMBO 30-80 × 5-8 mm, irregolarmente cilindrico, talora compresso-canicolato, sovente ricurvo, fragile, asciutto; concolore al cappello all'apice, più sfumato altrove e con base bianca; cavo.

CARNE sottile, da giallo aranciato a rosso aranciato, anche rosso ciliegia nelle zone periferiche, acquosa, inodore e di sapore mite ma non significativo.

MICROSCOPIA: spore a profilo ellittico o amigdaliforme, 8-10 × 4,2-5,2 μm; basidi tetrasporici.

HABITAT: nell'erba di prati umidi e muschiosi, pascoli, radure; gregario ed abbondante nei luoghi di crescita, frequente; fine estate-autunno anche inoltrato.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Dalle piccole *Hygrocybe* rosse si distingue per il cappello assolutamente glabro e mai desquamato-tomentoso come si riscontra nel gruppo di *H. miniata*. Meno agevole può essere la distinzione con altre specie rosse a cappello glabro: *H. reae* è più piccola, ha l'orlo striato, la carne amara ed è abbondantemente vischioso-glutinosa; *H. insipida* è una replica della precedente a carne dolce e taglia verso *H. coccinea*; *H. punicea* ha taglia notevolmente più grande, cappello campanulato, gambo giallo e vistosamente fibrilloso-vergato di rosso, carne bianca.



***Hygrocybe psittacina* (Schaeff. : Fr.) Kummer**

CAPPELLO 10-30 mm, campanulato o emisferico-umbonato, quindi disteso-umbonato per una papilla ± prominente e acuta o disteso e largamente umbonato, abbondantemente vischioso-glutinoso, fragile, con orlo sottile e striato per trasparenza; assai policromo, giallo ocraceo olivastro, verde erba con fiammature giallo zolfo, giallo aranciato con sfumature verdi, talora il pigmento gilallo può essere assente e allora le tonalità verdastre evolvono verso toni azzurro-bluastri. Cuticola sottile, tuttavia separabile fino al disco.

LAMELLE smarginato-adnate, spaziate, ventricose, con filo regolare e unito; giallo dorato, giallo zafferano, talora con sfumature verdastre o fulve (pressoché bianche in assenza di pigmento giallo); intercalate da numerose lamellule di diversa lunghezza.

GAMBO 40-80 × 3-6 mm, cilindraceo oppure progressivamente allargato alla base, sovente flessuoso-incurvato, assai vischioso per un persistente e abbondante strato di glutine ialino; giallo verdastro, verde o verde bluastro all'apice, talora con venature fulvastre o mattone, presto cavo.

CARNE sottile, bianca, tuttavia concolore al cappello, anche abbastanza prondamente, nelle zone periferiche, molto acquosa; di odore nullo e sapore un po' terroso, come di muschio.

MICROSCOPIA: spore ovoidali, lisce, più raramente ellissoidali, (6,5) 7,4-9 × 4,5-5,6 µm.

HABITAT: nei prati, fra l'erba e il muschio, assai mimetizzato, in autunno; gregario, piuttosto frequente.

COMESTIBILITÀ: **senza valore**

NOTE - Si tratta di una specie inconfondibile per le caratteristiche colorazioni e la marcata glutinosità; tuttavia, anomalie non infrequenti nella distribuzione dei pigmenti (cfr. descrizione) possono talora farle assumere tonalità inconsuete. *H. perplexa* (= *H. sciophana*) è un sosia a lamelle molto larghe, color mattone ± sfumato di verdastro, piuttosto raro, anche *H. laeta* può ricordare per policromia e vischiosità *H. psittacina*, tuttavia ha cappello convesso e, soprattutto, lamelle lungamente decorrenti non smarginato-adnate.



Hygrophorus chrysodon (Batsch : Fr.) Fries

CAPPELLO 30-60 mm, emisferico, presto convesso, vischioso, inizialmente bianco, col tempo assume per chiazze ± estese una colorazione giallastra; orlo con andamento abbastanza regolare, finemente peloso, decorato da granuli fioccoso-cotonosi presto gialli; cuticola sottile, asportabile.

LAMELLE decorrenti, abbastanza larghe e piuttosto spaziate, spesse, intercalate da numerose lamellule di diversa lunghezza; bianche, a maturità con vago riflesso carnicino, quindi tendenti ad ingiallire come il resto del carpoforo a partire dall'orlo.

GAMBO 30-70 × 8-14 mm, slanciato, cilindraceo, di norma attenuato alla base; residui cortiniformi sono visibili all'apice che, come l'orlo del cappello, è adornato da fioccosità granulose con la medesima, caratteristica, tendenza ad ingiallire, appena vischioso per l'umido, presto asciutto, fibrilloso; inizialmente pieno, presto midolloso.

CARNE assai sottile verso il margine, compatta al disco, bianca, assume per imbibizione un riflesso citrino; sapore

non distintivo, odore non particolarmente pronunciato, ma nettamente del tipo "cossus".

MICROSCOPIA: spore lungamente ellissoidali, lisce, 8-9,2 × 4,2-5 µm.

HABITAT: nei boschi montani di latifoglie, con preferenza per le faggete, ma anche nei boschi di conifere e misti; gregario, da fine estate a tutto l'autunno, piuttosto comune e diffuso.

NOTE - Si tratta di un igroforo di bellissimo aspetto, specialmente quando le granulazioni che adornano l'orlo del cappello e l'apice del gambo assumono la caratteristica colorazione giallo intenso. Potrebbe essere scambiato con le specie del gruppo "eburneus-cossus" che sono però assai vischiose, non fiocose, né vistosamente ingiallenti; a quest'ultima prerogativa fa eccezione l'*H. discoxanthus* (= *H. chrysoaspis*) che, per disidratazione, diventa nettamente fulvo rugginoso (l'intero carpoforo è bruno rugginoso negli essiccati).



Hygrophorus eburneus (Bull. : Fr.) Fries

CAPPELLO 15-45 mm, convesso, poi appianato con ampio umbone ottuso, infine anche depresso nella zona prediscale, con orlo a lungo ricurvo, eccedente; bianco puro, solo negli esemplari vetusti si rilevano vaghe sfumature pallido-ocracee o carnicine al disco, assai vischioso-glutinoso, cuticola spessa, elastica, separabile.

LAMELLE adnate o poco decorrenti, sinuose, appena ventricose, poi arcuate, assai spesse, non molto spaziate, bianche, infine leggermente carnicine; intercalate da lamellule di lunghezza diversa.

GAMBO 40-100 × 8-15 mm, slanciato, cilindraceo, talora flessuoso, ora un po' dilatato, ora attenuato alla base, asciutto e fiocoso all'apice, glutinoso-calzato nei 3/4 inferiori; bianco, con l'età sovente con sfumatura ocracea o rosata alla base.

CARNE bianca, più spessa al disco, di sapore non sgradevole, al contrario l'odore è pronunciato e nauseabondo, con componenti fruttate, ma fondamentalmente acre e dolciastro al contempo, del tipo "cossus", ossia come di crostacei in cottura, definito in letteratura di larva di cosso (tarlo rodilegno).

REAZIONI CHIMICHE: l'idrato di potassio (KOH) colora di giallo caldo, giallo aranciato, la base del gambo.

MICROSCOPIA: spore lungamente ellissoidali, talora subcilindracee, lisce, 7,4-8,5 × 4,5-5,6 μm.

HABITAT: nei boschi di latifoglie con predilezione per quelli di faggio, ma non esclusivamente; da fine estate a tutto l'autunno, non molto comune.

COMMESTIBILITÀ: **non commestibile**

NOTE – *H. eburneus* è verosimilmente una specie collettiva alla quale possono essere ricondotte altre entità che taluni AA. Considerano quali specie autonome. Così *H. querceto rum* è una variante appena più robusta dei querceti; *H. cossus* è da noi considerato quale semplice varietà con reazione giallo pallido alla potassa. *H. discoxanthus* (= *H. chrysapsis*), pur essendo morfologicamente assai simile, ci pare meriti la dignità specifica per il suo viraggio (di tutte le parti) al fulvo rugginoso, al bruno rossastro, per disidratazione, ancor più evidente sugli essiccati.



***Hygrophorus latitabundus* Britzelmayr**

(= *Hygrophorus limacinus* Scop. ex Fr. ss. Auct.)

CAPPELLO 50-120 (160) mm, convesso con umbone centrale ampio e ottuso, poi disteso e anche depresso attorno all'umbone, molto carnoso, sodo; glutinoso, grigio-fuliginoso o grigio-verdastro, talvolta con sfumature vagamente lilla (così da ricordare *Gomphidius glutinosus*); generalmente il disco e le zone periferiche sono più scuri, altrove presenta spesso ampie zone decolorate in bianco avorio. Cuticola spessa, grassa, molto aderente.

LAMELLE arcuato-decorrenti, biancastre, poi sfumate di oca-carnicino pallido; spesse, larghe, venose sul fondo, non molto spaziate, intercalate da numerose lamellule, per lo più minuscole e di lunghezza ridotta.

GAMBO 60-150 x 20-50 mm, pieno, massiccio, fusoide, obeso nella zona mediana poi subradicante, bianco, ricoperto di glutine ialino (solo a maturità o essiccando può colorarsi qua e là di bruno-olivastro), all'apice presenta decorazioni fioccosse.

CARNE spessa, compatta, soda, bianca; senza odori o sapori particolari.

HABITAT: esclusivo dei boschi di *Pinus* sia montani che litoranei e piuttosto tardivo; raro, ma abbondante nelle zone di crescita.

MICROSCOPIA: spore ± lungamente ellissoidali 8,5-11,5 x 4,7-7 µm. Basidi tetrasporici.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Si tratta di un *Hygrophorus* di taglia assai massiccia per il genere. Appartiene alla sezione *Olivaceoumbri* con *Hygrophorus olivaceoalbus*, decisamente più gracile, con gambo snello e associato al Peccio e con *H. personii* (= *H. dichrous*), fungo che può assumere taglie ragguardevoli, ma che fruttifica associato alle querce e ha una peculiare reazione in verde con i fumi d'ammoniaca; altre specie della medesima sezione sono facilmente distinguibili per caratteri morfocomatici diversi.



Hygrophorus penarius Fries

CAPPELLO 35-100 (150) mm, convesso-emisferico, presto disteso con ampio umbone ottuso, infine anche depresso nella zona prediscale, con orlo a lungo ricurvo, assottigliato; inizialmente bianco o biancastro avorio, negli adulti evidenzia una sfumatura crema o giallo-rosata al disco dove si può riscontrare qualche escoriazione; appena vischiosetto per l'umido, presto asciutto, mantiene generalmente un aspetto piuttosto brillante.

LAMELLE adnate, \pm decorrenti negli adulti, arcuate, spesse e spaziate, concolori al cappello o \pm uniformemente crema pallido; intercalate da lamellule.

GAMBO 30-70 (90) \times 12-25 (30) mm, caratteristicamente affusolato alla base, sodo e carnoso, difficilmente raggiunge in lunghezza la dimensione del diametro del cappello; asciutto o appena viscidulo per l'umidità, bianco, eventualmente ocreaceo alla base negli adulti; pieno.

CARNE abbondante al disco, soda e compatta, più fibrosa nel gambo, bianca; di sapore grato, talora con retrogusto debolmente amarognolo, odore non molto deciso ma caratteristico e inconfondibile, come di latte bollito.

REAZIONI CHIMICHE: la carne del gambo reagisce in giallo con KOH.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, talora brevemente ellissoidali, lisce, $6-7,4 \times 4,5-5 \mu\text{m}$.

HABITAT: in autunno, nei boschi di latifoglie, specialmente nei querceti; abbondante nelle stazioni di crescita.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Ricercato per le buone caratteristiche organolettiche, e redditizio data la carnosità, *H. penarius* si è meritato la fama di migliore fra gli igrofori commestibili. Gli sono simili altri igrofori bianchi e asciutti: *H. karstenii*, delle peccete montane con lamelle albicocca; *H. poetarum*, delle faggete, a cappello opaco, sfumato di rosa e con odore balsamico; *H. fagi*, replica delle faggete, di statura inferiore, con riflesso rosato sulle lamelle; infine *H. barbatulus*, rara specie a cappello crema ocreaceo pallido, piuttosto villosa, all'orlo, con lamelle decisamente crema-ocree.



***Hygrophorus russula* (Schaeff. : Fr.) Quélet**

[= *Tricholoma russula* (Schaeff. : Fr.) Gillet]

CAPPELLO: 35-100 (135) mm, convesso con orlo a lungo involuto ed eccedente il margine, quindi da pulvinato a ± disteso, talora lobato, molto carnoso; inizialmente biancastro, presto ± disordinatamente maculato da chiazze e/o vergature rosso vinoso, più fitte al disco, poi con zone ± ampie di un delicato rosa lampone, talora anche completamente colorato sui medesimi toni, occasionalmente ingiallente in vetustà; leggermente vischioso per tempo umido, presto asciutto. Cuticola molto sottile, asportabile per 1/2-2/3 del raggio.

LAMELLE: da orizzontali-adnate a leggermente arcuato-adnate, talora smarginate; molto fitte per il genere *Hygrophorus*, spesse, di larghezza irregolare ma sempre piuttosto scarsa; bianche o biancastro-carnicino, a maturità ± fittamente maculate di rosso vinoso, intercalate da lamellule in rapporto di ca. 1:1.

GAMBO: 35-70 × 10-25 mm, irregolarmente cilindraceo, talvolta un poco attenuato alla base, fiocoso all'apice, bianco quindi ± estesamente maculato di rosso-porporino; asciutto, sodo, pieno.

CARNE: bianca, molto soda, può assumere leggere sfumature rosate specialmente verso il piede del gambo; di sapore assai variabile anche all'interno della medesima raccolta, da mite (ca. 50%) ad amarognolo fino a nettamente amaro, di odore non significativo.

MICROSCOPIA: spore ovoidali o ellissoidali (6) 7-9,3 × 4,5-5,2 μm.

HABITAT: nei boschi di latifoglie con preferenza per i querceti, in autunno anche inoltrato, gregario in gruppi di numerosi individui, raramente solitario.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - In alcune zone è assai ricercato ed utilizzato per la conservazione sott'olio. Il carattere più affidabile per la distinzione specifica nei confronti del vicino *H. erubescens* consiste nella particolare fittezza delle lamelle; di valido aiuto possono inoltre risultare l'ambiente di crescita, la scarsa attitudine all'ingiallimento, le spore un poco più piccole.



Laccaria amethystina (Huds.) Cooke

CAPPELLO 20-50 mm, dapprima convesso, poi da appianato a depresso al centro, con il margine a lungo involuto, in seguito disteso, un po' ondulato, smerlato e solcato; interamente viola-ametista vivo più o meno scuro, impallidente, col secco, verso il grigio-bluastrò, l'ocra-crema o il bianco sporco con riflessi lillacini; rivestimento pileico opaco, liscio o feltrato, un poco squamuloso al centro; igrofano.

LAMELLE largamente adnate al gambo o un po' decorrenti, piuttosto spaziate, larghe e spesse, anastomosate alla base; violetto vivo, pruinose; con il filo irregolare.

GAMBO 40-60 (100) × 4-8 mm, cilindrico, sovente ondulato, talvolta più largo alla sommità, striato da fibrille longitudinali bianche su fondo violetto-ametistino scuro; biancastro verso la base, fortemente impallidente con il secco e lacerantesi nel senso della lunghezza, così da scoprire la carne biancastra.

CARNE del cappello sottile, violetto pallido; carne del gambo fibrosa, elastica, bianca e soda, con odore e sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore 9,0-10,0 × 8,5-10,0 μm, globose, con aculei alti fino a 2 mm; basidi tetrasporici. Cheilocistidi abbondanti, 30-80 × 6,0-10,0 μm, filiformi, irregolari, talora ramificati, ialini. Pileipellis una cutis di ife cilindriche disposte radialmente.

HABITAT: cresce su suolo ricco di humus, dalla collina alla montagna, gregaria o in gruppi, nei boschi di latifoglie e di conifere.

COMMESTIBILITÀ: senza valore

NOTE - Questa specie non può essere confusa con altre *Laccaria*. Solo i vecchi esemplari particolarmente decolorati per il secco, che hanno, cioè, perso il loro tipico colore violetto, possono presentare qualche difficoltà di determinazione.



Laccaria fraterna (Sacc.) Pegler

CAPPELLO 10-35 mm, inizialmente convesso, poi appianato e depresso, striato per trasparenza quasi fino al centro; margine da intero a crenulato. Cuticola igrofana, oca-beige, finemente squamulosa con tempo asciutto, con zona marginale quasi liscia, bruno-fulva, finemente verrucosa-granulosa con tempo umido.

LAMELLE largamente adnate o leggermente decorrenti, piuttosto spaziate, larghe, rosa salmone o rosso-brunastre, con il filo intero, concolore.

GAMBO 30-60 × 1-3,5 mm, cilindrico, ispessito alla base, da pieno a cavo, ricoperto da fini fibrille longitudinali bianche su fondo bruno-rosso, pruinoso all'apice, con micelio bianco alla base.

CARNE sottile, rosso-brunastro, acquosa. Odore gradevole, sapore dolce, di fungo.

MICROSCOPIA: spore 8,5-10,5 × 7,0-9,5 μm, da subglobose a largamente ellissoidali, echinulate, ialine, con aculei che raggiungono 1 μm di lunghezza; basidi bisporici e monosporici.

HABITAT: basidiomi gregari o cespitosi, presso *Eucalyptus*, *Pinus*, *Cupressus* sp. pl., in ambiente mediterraneo. Estate-autunno.

COMMESTIBILITÀ: **senza valore**

NOTE - È quasi impossibile determinare una *Laccaria* con i dati morfocromatici come quelli che si riscontrano in *L. fraterna*, senza l'ausilio del microscopio. La nostra specie si fa riconoscere per i basidi prevalentemente bisporici, le dimensioni sporali, la lunghezza degli aculei e l'habitat tipicamente mediterraneo.



Laccaria laccata (Scop. : Fr.) Berkeley & Broome

CAPPELLO 10-35 (45) mm, all'inizio emisferico, poi convesso ed infine appianato e depresso al centro; margine striato per trasparenza, ondulato e denticolato; da bruno-arancio, bruno rossastro, a rosso rosato col tempo umido, che impallidisce a beige o ocreo sbiadito col secco; superficie opaca, liscia, a fibrille radiali molto fini, un po' forforacea al centro, igrofana.

LAMELLE largamente adnate o leggermente decorrenti, larghe, spaziate; carnicino chiaro all'inizio, poi brunorosa, con il filo intero.

GAMBO 35-100 × 3-5 mm, cilindrico, talvolta un poco ingrossato alla base, pieno poi cavo, elastico; superficie da bruno-rosso a bruno sporco, liscia o appena striata, ricoperta di fibrille longitudinali biancastre.

CARNE acquosa, da bruno-grigio a biancastra, sottile; odore erbaceo debole; sapore dolce di fungo.

MICROSCOPIA: spore da subglobose a ellissoidali, ialine, 8,0-10,0 × 6,5-8,0 μm; aculei lunghi 1-2 μm. Basidi clavati, 28-45 × 8-15 μm, tetrasporici, fibbiati; sterigmi lunghi fino a 10 μm. Trama lamellare regolare. Cheilocistidi cilindrici, più o meno flessuosi, 25-60 × 3-7 μm. Cuticola formata da ife parallele, intrecciate, larghe 7-15 μm, con alcune ife sparse ad andamento perpendicolare. Fibbie presenti.

HABITAT: isolata o gregaria, nei boschi di latifoglie e di conifere o ai loro margini, nei luoghi scoperti, su tappeti d'aghi, tra il muschio.

COMESTIBILITÀ: **senza valore**

NOTE - *L. laccata* var. *laccata* con i suoi carpofori piccoli e gracili, si distingue dalle altre varietà, soprattutto per le spore ellissoidali aventi un rapporto lunghezza/larghezza pari a più di 1,2.



Lactarius deliciosus (L. : Fr.) S.F. Gray

CAPPELLO 50-150 mm, all'inizio convesso, poi appiattito, infine depresso-imbutiforme, giallo-aranciato, arancio-ocraceo, con zonature concentriche più sature, il margine involuto, poi più o meno ondulato-lobato, la superficie glabra, un po' vischiosa a tempo umido, poi asciutta, pruinoso, più evidentemente all'orlo.

LAMELLE leggermente decorrenti, fitte, rigide, forcate, arancio pallido poi di un colore rosso carota nelle fratture, infine, molto lentamente, sporche di verdastro.

GAMBO 30-60 × 15-25 mm, farcito poi cavo, pruinoso-feltrato, arancio pallido, più o meno ornato da scrobicoli rosso-arancio.

CARNE pallida, alla frattura si colora di rosso carota per il lattice, poi molto lentamente diventa verdastra (in 24 ore), con odore fruttato e sapore mite.

LATICE: rosso carota, immutabile o pallidescente, con sapore mite.

MICROSCOPIA: spore da largamente ellissoidali a ellissoidali, 8,1-10,3 × 6,5-8,0 μm, con verruche unite in creste piuttosto spesse, formanti un reticolo quasi completo; basidi tetrasporici, subclavati; pileipellis, un'ixocutis.

HABITAT: esclusivamente associato a *Pinus*; frequente nelle pinete dall'estate ai primi rigori invernali.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Fra le specie, associate con conifere, con lattice arancione o rosso, *L. deliciosus* è facilmente determinabile per il cappello arancio-ocraceo zonato, per il gambo cosparso di scrobicoli rosso-arancio, per il lattice immutabile e per l'*habitat* sotto Pino. Fra i Lattari "sanguinelli", commestibili abbastanza ricercati, è, probabilmente, quello migliore sul piano culinario



Lactarius deterrimus Gröger

CAPPELLO 30-100 mm, inizialmente convesso poi appianato, infine depresso al centro, arancio vivo, poi arancio rugginoso, verdeggiante in ogni sua parte con l'età, non zonato o con zonature fitte al margine, poco evidenti, il margine arrotondato poi aperto, la superficie poco vischiosa a tempo umido, poi asciutta, pruinoso-rugolosa.

LAMELLE adnato-decorrenti, molto fitte, forcate, ocraranciate, si macchiano di verde-brunastro nelle fratture.

GAMBO 30-60 × 10-25 mm, farcito, presto cavo, concolore al cappello, in genere non scrobicolato, pruinoso, ornato da un cercine bianco alla sommità, interamente verdeggiante alla fine.

CARNE crema-arancio, vira al rosso vinoso lentamente, poi al verde scuro, con odore fruttato o di carote e sapore mite o leggermente acre e amaro. Guaiaco, grigio vinoso.

LATICE: poco abbondante, arancio, vira al rosso-vinoso in 15 minuti, con sapore mite, poi un po' acre e amaro.

MICROSCOPIA: spore da subglobose a largamente ellissoidali, 8,0-11,4 × 6,6-8,7 μm, con verruche unite in creste sottili, formanti un reticolo molto incompleto; basidi tetrasporici, subclavati; pileipellis, un'ixocutis.

HABITAT: simbiote di *Picea abies*; assai diffuso e comune nelle abetaie di abete rosso; dall'estate al tardo autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Caratteri peculiari di questa specie sono il cappello non zonato e il gambo, che presto si macchiano di verdastro, il gambo, non scrobicolato, con un tipico cercine bianco all'apice, il lattice che da arancio vira, lentamente, al rosso vinoso, l'*habitat* con *Picea abies*. A dispetto del nome che significa "pessimo"... è considerato un buon commestibile, anche se meno pregiato di *L. deliciosus*.



Lactarius piperatus (Scop. : Fr.) S.F. Gray

CAPPELLO 50-150 mm, all'inizio convesso, poi piano-depresso, infine imbutiforme, bianco-crema, presto punteggiato di bruno-ocraceo, con qualche sfumatura rugginosa alla fine, il margine sottile, involuto nel giovane, poi lobato-ondulato, la cuticola adnata, asciutta, glabra, un po' rugolosa, con tendenza a screpolarsi.

LAMELLE da adnato-decorrenti a nettamente decorrenti, molto fitte e strette, sottili, con numerose lamellule, bianche con riflessi crema carnicino pallido, brunastre nelle fratture.

GAMBO 60-10 × 15-25 mm, corto o slanciato, cilindrico o attenuato alla base, talvolta eccentrico, pieno, sodo, liscio, bianco, macchiantesi di crema sporco, bruno-ocraceo, a partire dalla base.

CARNE spessa, dura, bianca al taglio, ma presto assumente un colore crema, con sapore molto acre e senza odore significativo.

LATICI: bianco immutabile se isolato, ma leggermente giallo olivaceo, seccando sulle lamelle, con sapore molto pepato.

MICROSCOPIA: spore da subglobose a oblunghe, 7,2-10,4 × 5,2-7,5 μm, con verruche unite in creste e formanti un reticolo incompleto; basidi bisporigi o tetrasporici, subclavati; pileipellis, un epitelio.

HABITAT: boschi di latifoglie e di conifere, molto comune, cresce a gruppi, sovente precoce; estate-autunno.

COMMESTIBILITÀ: **non commestibile**

NOTE - *L. piperatus* si differenzia da *L. pergamenus* per la reazione negativa del lattice con KOH e per le lamelle e la carne che non si macchiano di grigio-verdastro. *L. vellereus* e specie affini sono di norma più robuste e tozze e possiedono lamelle spaziate; *L. controversus*, simbionte dei pioppi, ha lamelle decisamente rosate.



Lactarius sanguifluus (Paulet) Fr.

CAPPELLO 40-80 mm, da convesso a piano-depresso, sodo, carnoso, con il margine a lungo involuto, poi arrotondato, ondulato-lobato, finemente feltrato. Cuticola leggermente vischiosa con tempo umido, poi asciutta, pruinosa, non o poco zonata, di colore arancione chiaro, arancione-ocraceo, arancione-grigiastro, infine con macchie verdastre non uniformi.

LAMELLE fitte, sottili, da adnate a leggermente decorrenti, forcate, lilla-rosate, grigio-lilla-arancioni, grigio-rosso vinoso, rosso-brunastre nelle fratture poi macchiate di verde scuro.

GAMBO 20-40 × 10-20 mm, sodo, farcito, presto cavo, cilindrico o un po' attenuato in basso, pruinoso, bianco-grigiastro alla sommità, rosa-violaceo, rosa-grigiognolo, grigio-violaceo nella parte inferiore, liscio o con piccoli scrobicoli di colore piu' scuro

CARNE soda, biancastra, poi rosa mattone, rosso-mattone. Odore fruttato, sapore mite, poi leggermente amarognolo.

LATICE poco abbondante, rosso-vinoso, immutabile, di sapore mite poi amarognolo.

MICROSCOPIA: spore 7-9 × 6-7 μm, largamente ellissoidali, crestato-reticolate, con poche maglie completamente chiuse.

HABITAT: specie termofila, cresce esclusivamente sotto *Pinus*. Estate-Autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Specie termofila, abbastanza frequente nelle pinete marittime. Si distingue per avere il cappello con toni arancioni e lamelle lilla-rosa; si può confondere con *Lactarius vinosus* Quél., il quale però, presenta un cappello con tonalità rossastre-violacee, zonato, e lamelle inizialmente rosso-vinoso-violacee, talvolta con inverdimento quasi totale.



Lactarius torminosus (Schaeff. : Fr) S.F. Gray

CAPPELLO 40-110, inizialmente convesso poi appiattito, infine depresso, più o meno ombelicato, vischioso se umido, asciutto e ruvido col secco a causa delle fini e corte fibrille innate, da rosa carnicino a rosa-aranciato-rossastro, con zonature concentriche rosa-rossastro scuro, il margine involuto, ornato da peli lanosi aggrovigliati.

LAMELLE adnato-decorrenti, fitte, strette, forcate, crema rosato.

GAMBO 25-50 (80) × 10-20 mm, pieno, poi cavo, biancastro-crema, sovente con un cerchio rosa alla sommità, talvolta con qualche scrobicolo rosato.

CARNE spessa, dura, biancastra, a volte con sfumature carnicine, con odore fruttato o di pelargonio e sapore molto acre.

LATICE bianco, immutabile, ma ingiallente lentamente su un fazzoletto o su un foglio di carta bianca.

MICROSCOPIA: spore da largamente ellissoidali a ellissoidali, 8,3-9,8 × 6,2-7,5 μm, con verruche connesse in modo da formare parecchie maglie chiuse; basidi tetrasporici, subclavati; pileipellis, un'ixocutis.

HABITAT: boschi di latifoglie in presenza di Betulle; fruttifica da fine estate a tutto l'autunno; abbastanza comune.

NOTE - Si distingue dalle specie vicine, con latte bianco, immutabile, per il cappello più o meno rosso rosato, nettamente villosa-feltrato e per la simbiosi con *Betula*. *L. Pubescens*, è una replica più piccola e pressoché bianca o bianco-rosata. *L. tesquorum* e *L. mairei*, su tonalità più giallastre, sono specie dalle abitudini più meridionali e non legate alle betulle. Anche se qualche testo, per la verità, un po' spericolatamente, lo dà commestibile, magari dopo prolungata cottura, *L. torminosus* è **certamente velenoso** e dà origine a una sindrome di tipo gastrointestinale. Questa sua caratteristica, tristemente sperimentata da chi lo ha confuso con i "sanguinelli" (lattari a latte rosso o arancio carota e commestibili) gli vale, infatti, l'appellativo di "peveraccio delle coliche".



Lactarius volemus (Fr. : Fr.) Fries

CAPPELLO 50-120 mm, inizialmente convesso, poi pianeggiante, infine depresso, da giallo-rossiccio a fulvo-arancio, con il centro più scuro, la superficie adnata, asciutta, opaca, pruinosa all'inizio, da liscia a leggermente rugolosa, vellutata, il margine involuto, poi disteso, sovente screpolato radialmente per il secco.

LAMELLE da adnate a un po' decorrenti, fitte, forcate al gambo, di colore crema, giallo-ocra pallido, si macchiano di bruno scuro nelle fratture.

GAMBO 30-80 (100) × 15-30 mm, sodo, pieno poi farcito, pruinoso, cilindrico o un po' attenuato alla base, concolore al cappello, ma più chiaro all'apice, imbrunente nei punti manipolati.

CARNE spessa, soda, compatta, biancastro-crema al taglio, imbrunente nel cappello, con odore caratteristico di pesce (aringa).

LATICE: molto abbondante, denso, bianco, brunastro essiccando all'aria, con sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore da globose a subglobose, 9,2-11,2 × 8,4-10,6 μm, con verruche evidenti unite in creste formanti un reticolo quasi completo; basidi bisporici o tetrasporici, subclavati; pileipellis, un epitelio.

HABITAT: soprattutto nei boschi di latifoglie, più raramente in quelli di conifere; non ovunque diffuso, è fedele alle proprie stazioni di crescita; non molto comune.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - *L. volemus* è caratterizzato, oltre che dal cappello asciutto, dalla carne che dà una reazione verdastra con solfato ferroso, dal lattice molto abbondante sgorgante dalle fratture e dal caratteristico odore di aringa (molto simile a quello che si riscontra nelle *Russula* del gruppo *amoena*).

È commestibile non da tutti gradite e si presta soprattutto alla cottura alla gratella; così mantiene un retrogusto vagamente di affumicato.



Langermannia gigantea (Batsch : Pers.) Rostkovius

BASIDIOCARPO globoso, a profilo irregolarmente tondeggiate, con circonferenza che può passare dai 50 ai 600 mm e, in casi eccezionali, può raggiungere dimensioni ancora più ragguardevoli. Sessile, con base sterile, radiceforme.

ESOPERIDIO costituito da una solo strato, a mo' di una sorta di corteccia bianca e vellutata, liscia, poi giallastro-crema; a maturità si lacera in frammenti irregolari, piuttosto grossolani, lasciando libero l'endoperidio sottile, biancastro, poi grigiastro-fuliginoso o grigio-bruno-ocraceo, di consistenza papiracea, friabile, deiscende gradatamente per erosione, a partire dalla sommità.

GLEBA bianca, soda e compatta nel giovane, con odore debole, fungino e di sapore gradevole, poi molliccia, da giallo-ocracea a bruno-olivacea, polverulenta a maturità.

MICROSCOPIA: spore sferoidali o largamente ellissoidali, 3,6-5,6 µm, con breve peduncolo, finemente verrucose. Sporata brunastra.

HABITAT: in luoghi erbosi, nei pascoli, nei coltivi, in paschi e giardini, da fine estate a tutto l'autunno. Solitaria, gregaria. Poco comune.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Fungo spettacolare per le dimensioni che può assumere: siamo a conoscenza di segnalazioni di esemplari di oltre un metro di diametro e che raggiungevano il ragguardevole peso di 20-25 kg. Le specie ascritte al genere *Calvatia*, che presenta un esoperidio a due strati, possono altresì raggiungere dimensioni notevoli; fra queste *C. lilacina*, dai colori violaceo-brunastro pallidi, predilige i terreni coltivati o i sentieri che li costeggiano; *C. utriformis*, bianca, con l'esoperidio ornamentato da verruche piramidali, cresce preferibilmente nei pascoli alpini.



Leccinum aurantiacum (Bulliard) S.F. Gray ss. Pilát

CAPPELLO 40-120 (150) mm, subgloboso, poi strettamente parabolico, infine disteso-pulvinato; orlo regolare, vistosamente appendicolato da eccedenze della cuticola; finemente vellutato-feltrato, talora con squamule adnate, appena untuoso a tempo umido; uniformemente rosso, rosso-aranciato, rosso-fulvo, a maturità decolora al laterizio o al giallo aranciato, asciutto.

TUBOLI rotondato-depressi o quasi liberi al gambo, alti anche oltre 30 mm; grigio-biancastri, poi grigi, grigio verdognolo sordido per la maturazione delle spore, grigio scuro al taglio, attraverso una temporanea colorazione violacea. Pori assai piccoli, rotondi, concolori ai tuboli; si macchiano di grigio brunastro al tocco.

GAMBO 60-130 (150) × 15-30 (45) mm, progressivamente attenuato verso l'apice; biancastro, fittamente ricoperto da squamule via via più fitte e grossolane verso la base, inizialmente bianche, diventano poi bruno-rossastre, sempre più scure, quasi nere in vetustà o per manipolazione; nella parte basale si riscontrano spesso macchie di colore verde-blu. Di consistenza presto legnoso-fibrosa, pieno.

CARNE piuttosto soda nel cappello, molto fibrosa nel gambo; biancastra, lentamente virante al grigio-lilla, quindi viola sporco, infine antracite. Odore tenue, non significativo, sapore grato.

MICROSCOPIA: spore fusiformi, 13,5-16 × 3,8-5 µm, bruno chiaro al MS; grigio brunastro oliva in massa.

HABITAT: nei boschi umidi, associato a *Populus tremula*, in estate-autunno, ricorrente.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È il più comune tra i "porcinelli rossi". È molto facile la confusione con gli altri *Leccinum* rossi: *L. quercinum* più massiccio, ha squamule più precocemente colorate di rossastro, e si associa a latifoglie diverse da *Populus*; *L. vulpinum* e *L. piceinum* sono simbionti di conifere.

L. versipelle è arancio ed è simbionte di *Betula*. Nella nostra esperienza pratica di raccolta abbiamo avuto svariate volte l'impressione che la correlazione tra i caratteri dei carpofori descritti in letteratura e la simbiosi con la pianta ospite non segua sempre regole ben precise, bensì solamente tendenze preferenziali.



Lepista nuda (Bull. : Fr.) Cooke

CAPPELLO 50-125 mm, dapprima convesso, poi ottusamente conico ed infine appianato, talora con largo umbone; margine involuto, talora un po' intaccato, a lungo incurvato verso il basso, tardivamente disteso, sinuato-ondulato; superficie liscia, opaca, un po' untuosa a tempo umido; di colore violetto, lilla, bluastro, tendente a divenire bruno fulvo soprattutto verso il centro del cappello, decolorante all'ocraceo-viola o ocraceo-rosato con l'invecchiamento.

LAMELLE adnato-uncinate o appena decorrenti, fitte e con molte lamellule, larghe; di colore grigio-lilla, lilla bluastre, poi con tonalità brunastre.

GAMBO 50 -90 × 15-30 mm, cilindrico o ingrossato verso la base, clavato, talora bulboso; base ricca di residui miceliari che tipicamente ingloba il substrato quando il carpoforo viene raccolto; fibroso ed elastico; di colore lilla, lilla-grigio-violetto, violetto, ricoperto da una pruina bianca specialmente alla sommità.

CARNE soda, presto molle e un po' acquosa; di colore grigio chiaro, con tonalità violacee; odore caratteristico forte, aromatico, piccante, indefinibile.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, leggermente verrucose, di dimensioni 7-8,5 × 3,5-5 µm; in massa rosa salmone.

HABITAT: ubiquitario, su substrato ricco di humus vegetale; a gruppi numerosi, spesso in linee o cerchi; dall'autunno all'inverno, talvolta anche in primavera.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È un commestibile ricercato, dal sapore un po' aromatico. Si può confondere con *L. sordida*, dal portamento più esile e dal colore solitamente più intenso e "sporco", sul viola-grigio scuro. È stata anche descritta una *L. nuda* var. *lilacea*, dai colori violetti intensi in tutte le sue parti e di taglia minore. *L. glaucocana* presenta un cappello molto più pallido, tendente al lilla-grigiastro, ed ha un odore più debole e meno gradevole. *L. personata* assomiglia molto a *L. nuda*, ma combina un cappello caffellate grigiastro con un bel gambo violetto. Alcuni altri funghi possono presentare una generale colorazione blu-violetta (p. es., *Cortinarius violaceus* ed *Entoloma bloxamii*) ma presentano differenti caratteri generici; cfr. le rispettive descrizioni di genere.



Lycoperdon echinatum Pers. : Pers.

BASIDIOCARPO alto 30-80 mm, di diametro 20-60 mm, subgloboso, obovoide o piriforme. Esoperidio costituito da aculei convergenti, composti, fitti, lunghi 3-6 mm, inizialmente bianchi, poi bruno scuro, che si staccano piuttosto facilmente lasciando un endoperidio reticolato. Endoperidio papiraceo, bruno chiaro.

GLEBA da grigio-bruno violaceo a bruno cioccolato, con pseudocolumella indistinta. Subgleba areolata, con varie sfumature di bruno e di lilla.

MICROSCOPIA: spore globose, 4,0-5,0 μm , verrucose. Capillizio bruno chiaro, elastico, con piccoli pori arrotondati, piuttosto numerosi. Paracapillizio assente. Esoperidio con larghi sferocisti, a parete spessa, di forma

irregolare, bruno scuro. Polvere sporale bruno cioccolato oppure con toni lilla.

HABITAT: solitario o a piccoli gruppi, su suolo calcareo, principalmente in boschi di faggio.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - È una specie molto facilmente determinabile per l'insieme dei caratteri morfocromatici. Quando si ritrova in un bosco di castagno è confondibile sul serio con i ricci delle castagne! *Lycoperdon foetidum* possiede pure un esoperidio brunastro e un endoperidio reticolato, dopo la caduta degli aculei, ma questi sono significativamente più corti; anche *L. umbrinum* e *L. molle* presentano un esoperidio brunastro ma il loro endoperidio è liscio.



Lycoperdon perlatum Pers. : Pers.

[= *L. gemmatum* Batsch]

BASIDIOCARPI alti 30-90 mm, di diametro 20-40 mm, subglobosi, piriformi, subcilindrici o quasi a forma di pestello, bianchi, da crema a bruno chiaro. Esoperidio costituito da aculei conici, lunghi 1-2 mm, fragili, biancastri oppure crema, poi bruno chiaro, circondati da una fila di aculei più persistenti, disposti in cerchio. Quando gli aculei, che sono caduchi, si allontanano, producono un caratteristico disegno reticolato, poligonale, sull'endoperidio. Endoperidio papiraceo, grigio-bruno.

GLEBA bianca, poi bruna oppure bruno olivastro, con pseudocolumella ben sviluppata. Subgleba fortemente sviluppata, alveolata, da bruno olivastro a grigio-bruno.

MICROSCOPIA: spore globose, 3,5-4,5 μm , verrucose. Capillizio giallo-bruno, costituito da ife di 3-8 μm , con pareti relativamente sottili; pori più o meno numerosi. Paracapillizio, perlopiù, abbondante. Esoperidio con

sferocisti, di 20-30 μm , a parete sottile. Polvere sporale giallo-bruno, bruno olivastro oppure grigio-bruno.

HABITAT: ubiquitario, in boschi di latifoglie e di conifere.

COMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - *L. perlatum* è ben caratterizzato sul piano macroscopico dalla forma del basidiocarpo e dalle caratteristiche dell'esoperidio e, microscopicamente, dalle spore piccole. Occasionalmente si può trovare anche su legno morto ma la confusione con *Lycoperdon piriforme* non dovrebbe essere possibile. Quest'ultimo presenta, infatti, la gleba bianca anche a maturità e dopo la caduta dell'esoperidio, il suo endoperidio appare liscio. *L. nigrescens* ha aculei più scuri e più persistenti e spore più grandi e meno ornamentate.



Lycoperdon pyriforme Schaeff. : Pers.

BASIDIOCARPI alti 15-60 mm, piriformi, clavati, raramente subglobosi, collegati da spessi rizoidi bianchi. La deiscenza avviene attraverso un opercolo arrotondato abbastanza largo. Esoperidio bianco, poi bruno più o meno scuro, verrucoso-granuloso, con squamule appressate, presto glabro all'apice. Endoperidio papiraceo, opaco.

GLEBA con pseudocolumella distinta, bianca poi olivastra, infine grigio-bruna, con forte odore sgradevole e sapore dolce. Subgleba soda, areolata, che rimane bianca.

MICROSCOPIA: spore globose, 3,5-4,0 μm , quasi lisce. Capillizio bruno, elastico, non poroide, largo 3-7,5 μm , con pareti spesse 0,7-1,0 μm . Paracapillizio abbondante. Esoperidio con larghi sferocisti spinosi, a parete spessa, di forma irregolare. Polvere sporale bruno oliva.

HABITAT: a gruppi numerosi su legno in disfacimento, talvolta su legno bruciato, in boschi, parchi e giardini.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE – Molto facile da riconoscere per le abitudini lignicole, l'esoperidio farinoso, poco consistente, la crescita cespitosa, la subgleba bianca, immutabile.



***Lyophyllum decastes* (Fr. : Fr.) Sing.**
 [= *Lyophyllum aggregatum* (Schaeffer) Kühner]

CAPPELLO 50-70 mm, emisferico, convesso, poi appianato, talvolta con largo umbone ottuso, con il margine spesso lobato e ondulato, più o meno involuto, poi disteso. Cuticola liscia o fibrillata radialmente, brillante, lardacea al tatto con tempo umido, bruno-grigio, bruno-ocra scuro, con il bordo più chiaro, spesso quasi biancastro.

LAMELLE adnate o uncinato, più o meno fitte, relativamente strette, da biancastre a crema, talvolta sfumate di rosa.

GAMBO 30-120 × 8-20 mm, da cilindrico a clavato, pieno, elastico-fibroso, biancastro, fibrilloso, con l'apice ricoperto da una pruina bianca.

CARNE elastica, biancastra, con odore fungino e sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore 5,5-7 × 5,0-6,5 μm, subglobose, lisce, ialine; basidi tetrasporici, clavati, con granulazioni

siderofile; epicute formata da ife più o meno parallele, intrecciate, con pigmento parietale brunoastro, fibbiate.

HABITAT: cresce generalmente fascicolato e in gruppi o in cerchi in boschi di latifoglie e di conifere, specialmente in zone aperte, ai bordi dei sentieri, nei parchi o nei giardini in mezzo all'erba.

COMMESTIBILITA': commestibile

NOTE - Le specie della sezione *Difformia* con silhouette tricholomatoide, colori brunastri-grigiastri e spore globose, costituiscono un insieme piuttosto omogeneo di specie, talora difficili da delimitare. Quando i carpofori sono connati alla base, ma non ramificati, oppure la crescita non è cespitosa, ci troviamo di fronte alla coppia *L. decastes-L. loricatum*. Il primo presenta una cuticola finemente fibrillosa, relativamente poco spessa, il secondo una cuticola glabra, spessa e tenace.



***Macrolepiota procera* (Scop. : Fr.) Singer**

CAPPELLO 100-250 mm, inizialmente sferico, ovoidale, poi emisferico-campanulato, infine appianato, con grosso umbone ottuso, la cuticola ornata da squame pileiche concentriche, di colore nocciola ocraceo, talvolta più o meno brunastro o rossastro, su fondo chiaro, il margine eccedente, frangiato.

LAMELLE libere, fitte, bianche, poi ocre.

GAMBO fino a 200-350 (500) × 10-20 mm, slanciato, cilindrico, con la base dilatata in un bulbo evidente, farcito, poi cavo, screziato da bande brunastre distanziate che lasciano intravedere la carne crema sottostante, subliscio al di sopra dell'anello. Anello doppio, mobile, biancastro all'esterno, con la pagina inferiore brunastra.

CARNE bianca, immutabile, con odore gradevole, fungino, e sapore di nocciola.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, lisce, ialine, con poro germinativo, 12,5-17,8 × 8,5-11 μm. Basidi clavati, tetrasporici. Pleurocistidi assenti. Cheilocistidi clavati. Epicute formata da un tricoderma. Pigmento parietale dominante. Giunti a fibbia rari.

HABITAT: isolata o gregaria nei boschi di latifoglie e di conifere o nei prati; molto diffusa e comune, dall'estate a tutto l'autunno.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - È la "mazza di tamburo" per antonomasia, commestibile ricercatissimo, di buona qualità. Non ci sono problemi di determinazione. Basta osservarne la grande taglia e la silhouette, che giustificano il nome tedesco di "parasol", il gambo tigrato e il caratteristico anello doppio, mobile.



Macrolepiota rhacodes (Vittadini) Singer

CAPPELLO 80-150 mm, inizialmente campanulato, poi convesso, infine appianato, la cuticola escoriata fino al disco in squame larghe, grossolane, fitte, sovrapposte, di colore bruno più o meno chiaro, con una calotta centrale tipicamente piuttosto stretta, di colore bruno rossastro.

LAMELLE libere, biancastre, crema, poi sporche di rosa, arrossanti allo sfregamento, con il filo fioccoso.

GAMBO 100-160 × 10-15 mm, tozzo, cilindrico, progressivamente dilatato in una base bulbosa submarginata, cavo, liscio, bianco, col tempo o allo sfregamento gradualmente bruno-rossastro. Anello membranoso, robusto, biancastro, mobile.

CARNE bianca, virante, al taglio, all'arancione vivo e poi al rosso-vinoso, con odore di patata cruda e sapore dolce, di nocciola.

MICROSCOPIA: ellissoidali od ovoidali, lisce, ialine, con poro germinativo, 8,8-11,2 × 6,8-8,0 μm. Basidi clavati, tetrasporici. Pleurocistidi assenti. Cheilocistidi

clavati o piriformi. Epicute formata da un tricotoderma di ife più o meno erette. Pigmento membranario bruno. Giunti a fibbia presenti.

HABITAT: isolato o gregario, nei parchi, nei giardini, anche nei boschi, soprattutto di conifere miste. Da fine estate all'autunno, ricorrente.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - *M. rhacodes* è caratterizzata dal tipo particolare della desquamazione pileica, che produce squame embricate, concolori al fondo, ma soprattutto per la carne arrossante. La sua var. *bohemica* differisce per avere le squame di colore diverso da quello del fondo e per l'*habitat* fuori dai boschi. *M. venenata*, seriamente tossica, differirebbe per la disposizione radiale delle squame pileiche e per l'assenza totale di giunti a fibbia, carattere questo difficilissimo da verificare. Perciò, nel dubbio, sarebbe meglio evitare di consumare tutte le *Macrolepiota* con carne arrossante.



Marasmius oreades (Bolt. : Fr.) Fries

CAPPELLO 20-50 mm di diametro, inizialmente emisferico, campanulato, poi appianato, umbonato al centro, il margine acuto, liscio, talvolta leggermente crenulato, la superficie liscia, igrofana, da arancio-ocracea a brunastra con tempo umido, ma crema-nocciola chiaro con tempo asciutto.

LAMELLE libere, spaziate, inframmezzate da lamellule, sinuose, larghe, da biancastre a crema.

GAMBO 30-70 (100) × 3-5 mm, pieno, cilindrico, spesso un po' allargato alle due estremità, slanciato, tenace-elastico, biancastro sporco-crema all'apice, brunastro nella parte inferiore, da finemente pruinoso a vellutato per tutta la lunghezza, con micelio brunastro.

CARNE biancastra, elastica, sottile, igrofana, con odore caratteristico, come di mandorle, e sapore dolce, di nocciola.

MICROSCOPIA: spore da ellissoidali, più o meno allungate, ad amigdaliformi, (7,0) 8,0-10,5 (11,5) µm; basidi tetrasporici, strettamente clavati; pileipellis imeniforme. Fibbie presenti.

HABITAT: nei prati, in gruppi numerosi disposti in file o in cerchi; dalla primavera a tutto l'autunno.

COMMESSIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È un fungo piuttosto comune che cresce abbondante, dalla primavera all'autunno, nei prati, formando dei "cerchi delle streghe". Buon commestibile, molto ricercato dai micofagi, si può conservare e consumare anche essiccato. *M. collinus* (sulla cui commestibilità si avanzano alcune riserve), molto simile, si differenzia per il gambo liscio e sottile e per le lamelle fitte.



***Meripilus giganteus* (Pers. : Fr.) P. Karsten**

[= *Polyporus giganteus* Pers. : Fr.]

BASIDIOCARPO pileato, privo di gambo oppure con gambo rudimentale, ridotto a un punto di attacco del cappello.

CAPPELLO con larghezza fino a 300 mm, spessore di 10-20 mm e sporgenza di circa 100-150 mm; di forma irregolarmente circolare o a ventaglio, con parecchi individui riuniti insieme attorno a una base comune. Superficie pileica ondulata, bruna o bruno-rossiccia, marcatamente zonata, ruvida per la presenza di scagliette appressate. Orlo ondulato, intero.

IMENOFORO a tuboli e pori, che segue l'andamento ondulato della superficie pileica. Tuboli spessi circa 15 mm, monostratificati, da biancastri a ocraceo scuro, annerenti se manipolati. Pori di 0,2-0,3 mm di diametro, tondeggianti.

CARNE fibrosa e tenace, ma non dura (contesto di costituzione monomitica), bianco crema, con odore fungino e sapore dolciastro.

MICROSCOPIA: spore subglobose, a forma di castagna, monoguttulate, non amiloidi, lisce e ialine, di dimensioni 5,5-6,5 × 4,5-5,5 µm; basidi 20-25 (45) × 5-10 µm,

cilindrico-claviformi, tetrasporici, senza giunto a fibbia basale; cistidi assenti.

HABITAT: saprofita o parassita di alberi di conifere o di *Fagus*, a folti gruppi di esemplari embricati, dall'estate all'autunno; non diffuso.

NOTE - A prima vista potrebbe essere confuso con *Polyporus squamosus*, crescente esclusivamente su legno di latifoglie, che però ha superficie pileica nettamente squamata e pori più grandi, angolosi; è, inoltre, dotato di uno spiccato odore di cocomero, specialmente negli esemplari giovani.

L'aspetto zonato della superficie pileica è comune anche ad alcune specie del genere *Trametes*, dalla consistenza molto coriacea in quanto dotate di contesto a struttura ifale trimitica; tra queste ricordiamo, in particolare, *T. zonatella* e *T. versicolor*, la prima di colore crema ocraceo-marrone, la seconda grigio-bruna, o con tonalità decisamente bluastre. Entrambe producono spore cilindrico-allantoidi e vivono preferibilmente su legno guasto di latifoglie.



Morchella conica Persoon var. *costata* Ventenat

ASCOCARPO pileato e stipitato, di 120-130 mm di altezza e 40-45 mm di diametro.

MITRA allungato-conica, con apice poco appuntito, con alveoli determinati dall'intersezione di costolature longitudinali e trasversali disposte parallelamente tra loro. IMENOFORO disposto su tutta la parte in vista della mitra, liscio, di colore marrone-bruno, che annerisce sulle costolature con l'età. Orlo regolare, separato da una vallecola dal gambo.

GAMBO subcilindrico, talora rigonfio alla base, raramente solcato, ruvido, bianco soffuso di rosato, internamente cavo o farcito.

CARNE ceraceo-elastica, biancastra, con leggero odore spermatico e sapore dolciastro.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, $19-25 \times 12-13 \mu\text{m}$, lisce, con alcune piccole guttule disposte sulla superficie esterna delle zone polari, uniseriate nell'asco; aschi cilindrici, non amiloidi, ottasporici; parafisi cilindriche, leggermente allargate in alto, settate e talora forcate.

HABITAT: singola o a piccoli gruppi nei boschi di conifere, in primavera; non comune.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - *M. conica* var. *costata* è distinguibile dalle specie vicine per la caratteristica delle costolature parallele e annerenti, nonché per una tonalità rosata presente sul gambo. L'habitat e l'aspetto microscopico sono meno utili per la determinazione.



Morchella esculenta (Linné) Persoon var. *esculenta*

ASCOCARPO pileato e stipitato, fino a 100 a 250 mm di altezza e 50-80 mm di diametro.

MITRA irregolarmente ovoidale, subsferica, globosa, con costolature longitudinali e trasversali in rilievo, variabilmente incidenti tra loro, in modo da formare alveoli irregolarmente poligonali. Imenoforo liscio, da giallo crema a ocrea chiaro; bordi delle costole concolori. Inserzione al gambo senza vallecola.

GAMBO allargato in basso, a volte semibulboso, spesso parzialmente solcato, irregolarmente cilindrico, crema ocreo, granuloso, internamente cavernoso.

CARNE elastica, ocrea, con leggero odore spermatico.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, lisce, 18-25 × 14-16 µm, ialine al MS, a parete spessa, con alcune piccole guttule sulle estremità esterne, monoseriate nell'asco; aschi cilindrici, non amiloidi, ottosporici; parafisi cilindriche, clavate in alto, settate, semplici o ramificate.

HABITAT: singola o a piccoli gruppi sul terreno a matrice sabbiosa o argillo-sabbiosa dei boschi freschi di latifoglie, sotto *Fraxinus*, *Ulmus*, *Alnus*, in stazioni umide. Abbastanza comune, in primavera.

COMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - Si contano alcune altre varietà di *M. esculenta*, distinte sulla base di caratteri morfologici; var. *rigida* con mitra sensibilmente più globosa e di dimensioni più grandi (fino a 300 mm di altezza); var. *vulgaris* con mitra conico-allungata, di dimensioni (talora) più ridotte (da un minimo di 50 mm di altezza); var. *rotunda* con mitra ovoidale, subglobosa, che può raggiungere le dimensioni della var. *rigida* (difficilmente distinguibile da quest'ultima). *Morchella crassipes* è molto simile a *M. esculenta* (e forse ne è solo un'espressione gigante), ha mitra conico-arrotondata, ocrea grigiastra, gambo clavato che può raggiungere i 70 mm di diametro; *Morchella esculenta* var. *umbrina*, invece, si discosta dalla forma tipica per il colore marrone-bruno della mitra, che però presenta i bordi delle costole di colore ocreo chiaro. Cresce in vicinanza di alberi di latifolia come *Fagus* o *Fraxinus*.



Morchella esculenta (L.) Persoon var. *vulgaris* Persoon

ASCOCARPO pileato e stipitato, da 80 a 150 mm di altezza e 50-60 mm di diametro.

MITRA ovoidale-conica, con apice arrotondato o subappuntito, con alveoli irregolari, poligonali o tondeggianti, profondi.

IMENOFORO disposto su tutta la parte in vista della mitra, liscio, bruno chiaro, biancastro sulle costolature. Orlo regolare, separato da una vallecola dal gambo.

GAMBO subcilindrico, ma rigonfio alla base dove è spesso profondamente costolato o solcato, ruvido, bianco-ocraceo, internamente farcito.

CARNE elastica, biancastra, con leggero odore spermatico e sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 19-25 × 12-13 µm, lisce, con alcune piccole guttule disposte sulla superficie

esterna delle zone polari, uniseriate nell'asco; aschi cilindrici, non amiloidi, ottasporici; parafisi cilindriche, leggermente allargate in alto.

HABITAT: singola o a piccoli gruppi in vicinanza di alberi di latifoglie, specialmente di *Ulmus*, in primavera; non comune.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - È confondibile con altre specie dello stesso genere, sia per i colori che per l'aspetto, che non di rado sono influenzati dalle condizioni di crescita. Carattere peculiare è il colore dell'imenoforo bruno chiaro, che fa contrasto con le costolature biancastre.



***Morchella semilibera* De Cand. : Fr.**

ASCOCARPO stipitato e pileato, fino a 200 mm di altezza e circa 30 di diametro.

MITRA conico-appuntita, talvolta arrotondata, subcerebriforme, con costole longitudinali e trasversali poco in rilievo che determinano la formazione di alveoli irregolari. Imenoforo liscio, di colore bruno-marrone, più scuro sui bordi delle costole. Superficie inferiore liscia o minutamente ruvida, bianco crema.

GAMBO slanciato, subcilindrico, talvolta costolato longitudinalmente, ruvido, bianco crema.

CARNE tenace, elastica, ma a contempo fragile, dolce, con odore spermatico; di colore bianco crema.

HABITAT: in luoghi umidi, sul terreno a matrice generalmente sabbiosa o argillo-sabbiosa, sotto alberi di *Alnus*, *Crataegus*, *Fraxinus* e *Populus*, ma anche lungo i vigneti, più raramente sotto altre latifoglie; in primavera, si presenta in gruppetti di alcuni esemplari, ricorrente.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, lisce, 20-25 × 14-17,5 µm, ialine al MS, spesso con piccole guttule sulla

superficie esterna in corrispondenza delle estremità, uniseriate nell'asco; aschi cilindrici, non amiloidi, ottasporici; parafisi cilindriche, con apice allargato e spesso guttulato, settate.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - È stata a lungo considerata in un genere a parte, il genere *Mitrophora*, distinto da *Morchella* per la tipologia di inserzione della mitra al gambo: nelle *Mitrophora* la vallecola si prolunga maggiormente, saldandosi alla superficie inferiore a circa 1/3-2/3 della lunghezza della mitra stessa. Oggi questa differenza è ritenuta insufficiente per tenere in vita due diversi taxa generici.

Ha spore di soli 8-9 µm di larghezza *M. fusca*, più piccola (fino a 80 mm di altezza), mentre *M. gigas* può raggiungere i 200 mm di altezza, ed ha gambo clavato e largo alla base fino a 50 mm.



Mycena pura (Pers. : Fr.) Kummer

CAPPELLO 20-50 mm, da più o meno campanulato a piano-convesso, con o senza umbone ottuso, igrofano, striato per trasparenza, glabro; di colore rosa pallido con leggere sfumature lilla.

LAMELLE 25-30, da ascendenti a più o meno orizzontali, da adnate a smarginate, più o meno fitte, panciute, da lisce a venose, biancastre, soffuse di violetto molto chiaro, con il filo concolore.

GAMBO 40-70 × 3-8 mm, cilindrico, un po' allargato alla base, liscio, cavo, tenace, pruinoso all'apice, biancastro sporco, soffuso di violetto, più chiaro all'apice, con la base più o meno densamente ricoperta da fibrille biancastre.

CARNE sottile, biancastra, con odore e sapore rafanoidi.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, amiloidi, 7,0-9,5 × 3,5-4,5 μm. Basidi tetrasporici, clavati, con fibbie. Cheilocistidi fusiformi, clavati, più o meno allungati, generalmente lisci ma ricoperti da radi diverticoli in prossimità del margine del cappello. Pleurocistidi simili. Epicute costituita da ife filamentose lisce, molto sottili.

Ife del gambo lisce, con caulocistidi fusiformi o ellissoidali, lisci.

HABITAT: nei boschi di latifoglie e di conifere, fra gli aghi e le foglie caduti; è una specie a larghissima distribuzione e assai frequente ad ogni latitudine. Dalla fine della primavera.

COMMESTIBILITA': **sospetto**

NOTE - Fra le specie appartenenti al genere *Mycena*, *M. pura*, con le sue varietà e/o forme, è probabilmente quella che presenta la più ampia gamma di colori pileici. Seguendo l'orientamento proposto da Maas Geesteranus, le varianti di colore del taxon vanno considerate delle semplici forme e non delle varietà. Fra queste, citiamo, ad esempio, la fo. *alba* completamente bianca, la fo. *ianthina* con il cappello blu, sfumato di violetto o di grigio, e la fo. *lutea* che si distingue per il colore giallo del cappello ma anche per avere un gambo pallido, appena sfumato di violetto.



Mycena rosea (Bulliard) Gramberg

CAPPELLO 30-50 mm, da conico a campanulato, poi convesso o piano-convesso, mammellonato, rosa pallido, rosa-lilla, talora sfumato di vinoso, con il bordo più chiaro, igrofano, liscio, glabro, un po' untuoso, striato per trasparenza.

LAMELLE 32-36, larghe, ascendenti, panciute, adnate o smarginate, rosa più o meno chiaro, biancastre verso il filo.

GAMBO 70-110 × 5-10 mm, cilindrico, cavo, liscio o decorato da finissime fibrille, bianco, sfumato di rosa.

CARNE bianco rosato, igrofana, con odore rafanoide più o meno netto.

MICROSCOPIA: spore largamente ellissoidali, lisce, ialine, amiloidi, 7,5-10,2 × 3,8-4,5 μm. Basidi clavati tetrasporici, fibbiati. Cheilocistidi e pleurocistidi

fusiformi, clavati o sferopedunculati. Epicute costituita da ife parallele, intrecciate, lo strato superficiale gelificato. Fibbie presenti.

HABITAT: isolata o gregaria, su residui in decomposizione in boschi di latifoglie e di conifere; non molto comune, fruttifica preferibilmente in autunno.

COMMESTIBILITÀ: **sospetto**

NOTE - *M. rosea* fa parte della sottosezione *Puræ* (Konr. & Maubl.) Maas G. della sezione *Calodontes* (Fr. ex Berk.) Quélet e si distingue da *M. pura*, della quale viene talvolta considerata una varietà, oltre che per il colore del cappello, di un rosa particolare, per la forma di questo, più a lungo conico-campanulato o parabolico, e per la maggiore fragilità del gambo.



Phallus impudicus L. : Pers.

BASIDIOCARPO inizialmente contenuto in un peridio biancastro, globoso, spesso e ripieno di una sostanza gelatinosa, con superficie esterna membranosa, dapprima liscia, presto percorsa da vene rilevate; il peridio è dotato di evidenti radichette miceliari e a maturità si lacera alla sommità per consentire la fuoriuscita di un ricettacolo di forma fallica, costituito da gambo e cappello.

GAMBO 120-210 × 20-35 mm, cilindraceo, progressivamente rastremato all'apice, bianco, fragile e spongioso, sovente incurvato, a superficie fittamente scrobicolata.

CAPPELLO vagamente evocante una mitra, di diametro superiore a quello del gambo, alveolato, alla sommità evidenzia una apertura rotonda e a margine acuto; di colore biancastro ma a lungo ricoperto da una pasta mucillagginosa di colore di colore verde marcio, verde oliva scuro, costituente la gleba e contenente le spore; non di rado porzioni gelatinose di peridio adornano la sommità del cappello. Dopo la dissoluzione della gleba verdastra il cappello biancastro si rende alla fine evidente nella sua forma costolato-alveolata.

CARNE fragile nel cappello, fragile e spugnosa nel gambo. Odore dapprima, finché il carpoforo è ancora

chiuso nel peridio, non sgradevole, rafanoide, poi tendente all'odore cadaverico, di feci, o con componente di formaggio gorgonzola, sgradevolissimo; l'odore è avvertibile anche a diversi metri di distanza e segnala inequivocabilmente la presenza del fungo maturo ancor prima di vederlo.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, lisce, brunastre al MS, di dimensioni: 4-5 × 1-2 µm.

HABITAT: solitamente a gruppi nei recessi umidi dei boschi, spesso nascosto tra le sterpaglie e vicino a residui vegetali in decomposizione; non raro.

COMMESSIBILITÀ: **non commestibile**

NOTE - Fungo inconfondibile, dall'odore fecale o di sostanza organica fortemente corrotta, che attira le mosche demanate alla diffusione delle spore. *P. hadriani*, più raro, è molto simile ma presenta un peridio rosato, dimensioni un po' minori e cresce in terreno sabbioso ed arido. *Mutinus caninus* ha un gambo più slanciato, cappello a punta, dello stesso diametro del gambo che è colorato di rosa-aranciato all'intersezione con il cappello.



Pleurotus ostreatus (Jacq. : Fr.) Kummer

CAPPELLO: 50-100 (150) mm, convesso, poi più disteso con orlo a lungo involuto, infine appianato, molto eccentrico, a forma di ventaglio, di conchiglia, assottigliato nella zona marginale che talora è un po' striata; glabro, di aspetto grasso-brillante, grigio, grigio bluastrò acciaio, grigio-bruno, talora con sfumature ± violacee, cuticola asportabile.

LAMELLE: molto decorrenti, non molto fitte, con forature multiple e a vari livelli, sottili, ineguali, a filo intero, bianche o bianco-grigiastre, talora bianco-crema pallido.

GAMBO: 10-35 × 10-20 mm, talora pressoché assente, molto eccentrico o laterale, irregolarmente cilindraceo, di aspetto pruinoso, bianco, o appena sfumato di grigio; asciutto, sodo, pieno.

CARNE: bianca, abbondante in corrispondenza dell'inserzione del gambo, presto assottigliata, abbastanza elastico-tenace, subcoriacea negli adulti, specialmente in prossimità del gambo; odore vagamente di muffa negli esemplari attempati, sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore strettamente ellissoidali, subcilindracee, lisce, 8-11,6 × 3,2-4,2 μm.

HABITAT: su legno vivo o morto di svariate latifoglie, nei boschi o nei parchi, numerosi esemplari caratteristicamente a cappelli sovrapposti; tardo autunnale o invernale, comune nei luoghi di crescita, ma non ovunque diffuso. Si presta molto bene alla coltivazione.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - Si segnala una variante che cresce su legno di conifere, la var. *columbinus*, dai colori più azzurrati in tutte le parti. Si tratta di una specie molto conosciuta per la facilità con cui è possibile coltivarla; largamente commercializzata, è praticamente venduta in tutti i mercati nazionali ed europei in genere. Un tempo assai diffusa anche in natura, dalla pianura alla montagna, è sempre meno facile reperirla allo stato selvatico. Buono commestibile e pressoché impossibile da confondere con specie tossiche.



Ramaria botrytis (Pers. : Fr.) Ricken

BASIDIOCARPO coralloide, di 80-100 mm di larghezza e 50-120 mm di altezza, verticillato, composto da una base larga fino a 50 mm da cui si dipartono delle ramificazioni relativamente corte, in numero variabile. I rami principali culminano in apici ± appuntiti e di colore rosa vinoso, che contrastano con il resto dei rami e con la base che è bianca o biancastra.

IMENOFORO indistinto, disposto sulla superficie liscia delle ramificazioni per circa metà della loro altezza.

CARNE piuttosto compatta ma fragile (a struttura ifale monomitica), bianca, con odore e sapore gradevoli.

MICROSCOPIA: spore cilindrico-ellissoidali, $14-17 \times 4,5-8 \mu\text{m}$, con apicolo ± pronunciato, irregolarmente solcate in senso longitudinale, non amiloidi, ialine al MS; basidi $45-60 \times 9-11 \mu\text{m}$, cilindrico-claviformi, tetrasporici, dotati alla base di giunto a fibbia. Cistidi assenti.

HABITAT: sul terreno dei boschi di latifoglie e di conifere, a gruppi o a file di fruttificazioni confluenti che a volte ricoprono una grande superficie, in estate-autunno; non ovunque diffusa.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - Il colore rosa vinoso ± carico accomuna *R. botrytis* ad altre specie come *R. subbotrytis*, nella quale, tuttavia si notano sfumature tendenti al rosa corallo; quest'ultima ha carpofori di aspetto simile, fruttifica nei boschi di latifoglie e di conifere e ha spore più piccole, di $8-11 \times 3-4 \mu\text{m}$, ruvide. *R. holorubella* sembra essere una variante dei boschi di conifere con un importante tronco basale ± radicante e infisso nel terreno. Più comune è *R. rufescens*, sempre di colore bianco rossastro, con tendenza al giallastro nella parte bassa dei rami; ha il tronco basale di dimensioni rilevanti e vive in estate-autunno sul terreno dei boschi; le spore sono amigdaliformi, lisce, di $8-10 \times 3,5-4 \mu\text{m}$.

R. formosa presenta basidiocarpi con base attenuata che in alto si diramano cortamente; in essa sono rilevabili tre colori: giallo sulle estremità alte, rosa salmone sui rami e bianco sulla base. Ha spore di $9-13 \times 5-6 \mu\text{m}$, verrucoloso-crestate e vive sul terreno dei boschi di latifoglie.



Ramaria flavescens (Schaeff.) Petersen

BASIDIOCARPO inizialmente a forma di cavolfiore, poi coralloide, largo 100-200 mm e alto 100-150 mm, \pm verticillato, costituito da un tronco basale irregolarmente cilindrico, solido e piuttosto sviluppato dal quale s'innalzano numerosi rami, alla fine abbastanza lunghi, che a loro volta si dividono ulteriormente, fino a terminare in due brevi punte sull'estremità superiore. I rami sono gialli o giallo albicocca, mentre il tronco è biancastro.

IMENOFORO non distinto, disposto sulla superficie della metà superiore delle ramificazioni.

CARNE compatta (a struttura ifale monomitica), bianca, talora marmorizzata, senza odori particolari e con sapore debole, un po' acidulo.

MICROSCOPIA: spore cilindrico-ellissoidali, $9-13 \times 4-5,5 \mu\text{m}$, con apicolo evidente, dotate di verruche parzialmente unite tra loro, non amiloidi, ialine al MS; basidi cilindrico-claviformi, tetrasporici, con giunto a fibbia basale. Cistidi assenti.

HABITAT: sul terreno dei boschi di latifoglie o misti, in estate-autunno; occasionale.

COMMESTIBILITÀ: commestibile

NOTE - Sono numerose le specie del genere *Ramaria* di colore giallo; alcune di queste sono \pm tossiche; tra esse *R. formosa* è caratteristicamente contraddistinta per i suoi tre colori: bianco il tronco, rosati i rami e gialli gli apici. Altre specie possono essere consumate con cautela poiché possono produrre effetti lassativi. *R. flava*, ha il tronco basale meno sviluppato ed è distinguibile anche per le spore più grandi ($10-15 \times 4-6 \mu\text{m}$) e per la carne con odore sgradevole. *R. aurea* possiede un tronco meno sviluppato, dal quale s'innalzano numerose colonne che a loro volta si ramificano in appendici \pm lunghe, di colore giallo dorato; vive sul terreno dei boschi di *Fagus* e ha spore della medesima forma, verrucose, più piccole ($9-11 \times 3,5-5 \mu\text{m}$). Anche *R. largentii*, presenta qualche analogia con *R. flavescens* ma è di colore giallo-arancio molto vivo e possiede un odore sgradevole, come di pneumatici d'auto; perciò è considerata non commestibile.



Ramaria formosa (Pers. : Fr.) Quélet

BASIDIOCARPO coralloide, largo circa 150 mm e alto circa 200 mm, solitamente di aspetto robusto, molto ramificato, con base grossa, solitamente più larga che alta, ben distinta, bianca o biancastra, dalla quale si innalzano rami abbastanza grossi, eretti, cilindrici, di un bel rosa vivo negli esemplari molto giovani, poi, via via, rosacei, salmone, terminano con apici appuntiti di un colore giallo limone, infine concolori ai rami. Biforcazioni dei rami (selle) prevalentemente a U stretta. **IMENOFORO** non distinto, disposto sulla superficie delle ramificazioni.

CARNE abbastanza spessa, bianca, molle, marmorizzata con l'umidità, cassante col secco, talvolta un po' rosso-brunastra al taglio e alla manipolazione; odore leggero o insignificante, sapore amarognolo, asprigno.

MICROSCOPIA: spore cilindrico-ellissoidali, 9,0-13,0 x 5,0-6,0 µm, verrucose, ialine al MS; basidi strettamente clavati, tetrasporici, con giunti a fibbia; struttura monomitica, costituita da ife settate, con giunti a fibbia. Sporata gialla.

HABITAT: cresce sul terreno in boschi di latifoglie, soprattutto querce; estate-autunno, abbastanza comune un po' dappertutto.

COMESTIBILITÀ: **tossico**

NOTE – È una delle *Ramaria* più grandi (sono stati trovati carpofori di circa 300 mm di altezza!) e si riconosce facilmente per i suoi tre colori e per i suoi rami a portamento parallelo. È tossica, provocando una sindrome gastrointestinale con forti e continue diarree. *R. neoformosa* presenta rami divergenti, con biforcazioni prevalenti a V; *R. flavescens*, con la quale talvolta condivide lo stesso habitat, è la specie più prossima, per i colori simili, ma mostra i rami divaricati, con aspetto sparpagliato, le selle miste, a U e a V e gli apici dei rami color giallo mais; *R. fagetorum* ha base più allungata, stretta e con angolazioni prevalentemente a V; *R. cettoi* si differenzia per i rami con colori più rossastri scuri e per il sapore e l'odore gradevoli, dolciastri.



Ramaria largentii Marr & Stuntz

BASIDIOCARPO inizialmente subgloboso e con aspetto di cavolfiore per la presenza degli abbozzi dei rami, poi coralloide, di circa 150-180 mm di larghezza e di altezza, composto da un tronco basale solido, ma non molto sviluppato, bianco o biancastro-giallo, dal quale s'innalzano varie colonne che si suddividono a loro volta, per terminare in 1-2 corte punte, di colore giallo-arancio, arancio fuoco, talora rosso scarlatto.

IMENOFORO non individualizzato, disposto sulla metà superiore delle ramificazioni.

CARNE compatta (a struttura ifale monomitica), bianca, con odore \pm pronunciato di gomma di pneumatico o di "gabinetto dentistico" e con sapore dolce-acidulo.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali o cilindrico-ellissoidali, $12-14,5 \times 3,5-5 \mu\text{m}$, con apicolo evidente, verrucose, non amiloidi, ialino-gialline al MS; basidi claviformi, tetrasporici, dotati di giunto a fibbia basale. Cistidi assenti.

HABITAT: sul terreno dei boschi di conifere, in estate-autunno; piuttosto comune.

COMESTIBILITA': **non commestibile**

NOTE - *Ramaria aurea* è simile ma forma carpofori meno grandi che hanno tonalità giallo dorato, con rami che si dipartono da una base non molto sviluppata. Fruttifica sul terreno dei boschi di *Fagus* in estate-autunno e produce spore più piccole, di $9-11 \times 3,5-5 \mu\text{m}$, dotate di verruche parzialmente unite tra loro. Anche *R. flava* possiede colorazioni sul giallo e ha rami che si sviluppano da un tronco basale non molto differenziato; vegeta sul terreno dei boschi di conifere e ha spore di $10-15 \times 4-6 \mu\text{m}$, grossolanamente verrucose. Esistono altre specie dello stesso genere con colorazioni simili; la loro distinzione morfologica si basa principalmente sulle sfumature cromatiche dei rami, ma per determinazioni di una certa sicurezza, non ci si può esimere dall'analisi microscopica, particolarmente delle caratteristiche sporiali.



Ramaria pallida (Schaeff.) Ricken

BASIDIOCARPO dapprima simile ad un cavolfiore, presto coralloide, largo fino a 200 mm, può raggiungere un'altezza di oltre 150 (200) mm, composto da un tronco basale largo al massimo 40 mm dal quale s'innalzano vari rami che a loro volta si suddividono nuovamente, fino a terminare in due brevi punte. Il tronco è di colore biancastro avorio verso il basso, sfumato di ocreo altrove; i rami sono bianchi o debolmente giallastri, talora con sfumature incarnate, più scuri per la maturazione delle spore, spesso con andamento \pm sinuoso.

IMENOFORO non distinto, distribuito nella metà superiore della superficie dei rami.

CARNE compatta, poi molle (a struttura ifale monomitica), bianca, con odore insignificante o debole, di erba secca, e sapore non distintivo.

MICROSCOPIA: spore irregolarmente ellissoidali, a volte appiattite su un lato, $9-12 \times 4,5-5,5 \mu\text{m}$, dotate di verruche parzialmente unite tra loro, non amiloidi, ialino-gialline al MS; basidi claviformi, tetrasporici, senza giunto a fibbia basale. Cistidi assenti.

HABITAT: sul terreno dei boschi di conifere e misti, in estate-autunno; comune.

COMMESTIBILITÀ: **tossico**

NOTE - Il colore chiaro di *R. pallida* la accomuna ad alcune *Clavulina*, fra cui *C. rugosa*, che ha carpofori molto meno sviluppati, privi di tronco basale definito e con rami spesso anche appiattiti e rugolosi. Ha, inoltre, spore molto diverse, tondeggianti, globose, di $9-13,5 \times 7,5-10 \mu\text{m}$, lisce, e fruttifica comunemente sul terreno dei boschi. *R. gracilis* cresce nei boschi di conifere e presenta carpofori non più larghi di 60 mm, coralloidi, bianco-ocerei con sfumatura rosata; ha spore notevolmente più piccole, di $5-7 \times 3-4 \mu\text{m}$, ellissoidali e finemente verrucose. Con tonalità tendenti al grigio-violetto chiaro è *R. fumigata*, che produce carpofori di aspetto arboreo-coralloide; fruttifica nei boschi di latifoglie in estate-autunno e produce spore di $9,5-11,5 \times 4-5 \mu\text{m}$, con verruche parzialmente unite tra loro.



(Russula aurea Persoon

CAPPELLO 50-80 (100) mm, emisferico o tronco-emisferico, quindi convesso, infine appianato o appianato depresso, con orlo ottuso, solo in tarda età un poco scanalato; all'esordio di consistenza soda, dura, via via più fragile con la maturità del carpoforo. Superficie di aspetto grasso-brillante, vischiosetta con l'umido, ± corrugata, da rosso cinabro a rosso fuoco, arancio vivo, sovente con estese zone giallo zolfo, talora interamente gialla; cuticola sottile, separabile per 1/3 del raggio.

LAMELLE rotondate, sublibere, piuttosto larghe, assai sottili e fragili, piuttosto fitte; di colore biancastro, quindi crema pallido viste di piatto, infine anche estesamente giallastre, caratteristicamente con filo giallo (peculiarità non sempre evidente e, sia pure raramente, talvolta del tutto assente).

GAMBO 35-80 × 12-25 mm, da cilindraceo a subfusiforme, asciutto, corrugato-rugoloso, bianco, non di rado con evidente e ± estesa sfumatura giallo zolfo; pieno, presto farcito-midolloso.

CARNE piuttosto dura nei giovani esemplari, presto fragile e cassante, quasi friabile negli adulti; bianca, talora

gialla per un ± esteso tratto sottocuticolare, di sapore grato e di odore non distintivo.

REAZIONI CHIMICHE: Guaiaco rapidamente blu verdastro. FeSO₄ debole, rosa ocreo pallido.

MICROSCOPIA: spore da largamente ellissoidali a ovoidali, 7,5-9,0 × 6,2-7,5 μm, verrucose, parzialmente reticolate. In massa giallo chiaro.

HABITAT: ubiquitaria e largamente distribuita; si presenta sin dall'estate e fruttifica sino al tardo autunno.

COMMESTIBILITA': **commestibile**

NOTE - È una specie facile da riconoscere quando si presenta in tutta la sua tipicità, per le caratteristiche colorazioni, per il filo giallo che contorna le lamelle e per la fragilità della carne negli esemplari adulti; si deve tuttavia sottolineare che è sovente "capricciosa" presentandosi ora del tutto gialla, ora priva di lamelle bordate di giallo. Fra le specie commestibili, è a buona ragione ritenuta una delle migliori, nonostante la friabilità della carne e delle lamelle negli esemplari adulti.



Russula cyanoxantha (Schaeffer) Fries

CAPPELLO 50-140 mm, carnoso e compatto, subgloboso con sommità ± appiattita, gradualmente espanso, infine anche depresso, orlo a lungo ricurvo, subacuto; cuticola asportabile a metà raggio, lubrificato-brillante, anche grassa per tempo umido, da violetto lilacino a violetto bluastrò, ± variegato di verde, di grigio-verde, alle volte interamente rosa ciclamino (fo. *lilacea*), interamente verde oliva o verde pera (fo. *peltereaui*), eventualmente screpolata verso l'orlo (fo. *cutefracta*).

LAMELLE arcuato-adnate o un po' decorrenti, talora biforcate all'inserzione, strette, ± fitte, lardacee, biancastre, qualche volta di un crema abbastanza netto, alla lunga anche macchiate di bruno ocrea.

GAMBO 30-90 × 15-35 mm, cilindraceo, rugoloso, interamente bianco o soffuso di rosa lilacino, vagamente ingrignente per imbibizione, eventualmente un po' macchiato di bruno, ripieno di un midollo compatto, quindi cavernoso-farcito.

CARNE assai compatta, quasi dura, di norma lilacina sotto la cuticola, bianca altrove; di sapore mite, odore poco sensibile, nei soggetti un po' stagionati, dopo

sfregamento, si può avvertire qualche nota metallica sgradevole, come di FeSO_4 .

REAZIONI CHIMICHE: Guaiaco forte e rapido. Anilina tardivamente arancio sulle lamelle. FeSO_4 negativo, poi lentamente grigio-verde.

MICROSCOPIA: spore ellissoido-obovoidi o in parte reniformi, (6,4) 7,2-9 (9,5) × 5,8-7 μm , a verruche emisferiche di 0,4-0,5 μm , isolate o riunite in parte da connessioni poco amiloidi. Sporata bianco puro.

HABITAT: specie ubiquitaria, comune dall'inizio di stagione sotto latifoglie e conifere, dalla zona mediterranea fino al limite della vegetazione arborea.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Secondo Bon, le forme a lamelle crema, elastiche anziché lardacee, cappello violetto cupo, gambo quasi sempre sfumato di rosa lilacino, appartengono a una specie autonoma, denominata *R. langei*. Le raccolte dal cappello violetto lilacino subuniforme (fo. *lilacea*) possono somigliare a *R. grisea*, diversa per la sporata crema, le lamelle fragili e piccantine all'assaggio, la reazione rosso-arancio al FeSO_4 .



Russula delica Fries

CAPPELLO 60-140 (185) mm, carnosio e duro, emisferico, poi convesso, con fossetta ombelicale ottusa nel fondo, lentamente espanso, alla fine profondamente imbutiforme; orlo a lungo ricurvo, assottigliato; cuticola semiadnata, asciutta e opaca, scabrosetta o un po' feltrata, coperta di residui di terriccio e foglie difficilmente asportabili, biancastra all'origine, presto macchiata di oca bruno, poi di bruno ruggine, a iniziare dalle parti più esposte.

LAMELLE un po' decorrenti sul gambo, falciformi-arcuate, subacute in avanti, qua e là forcate, larghe 6-9 mm, intercalate da lamellule di diversa lunghezza, abbastanza spaziate, fragili ancorché rigide, crema, con il filo intiero e concolore, presto macchiate di bruno ruggine a iniziare dalle parti più esposte.

GAMBO 25-48 × 15-35 mm, duro, assai tarchiato e robusto, svasato in alto, oppure cilindrico subuguale, a superficie subliscia o finemente corrugata, pruinosetta, bianca, poi macchiata di bruno ruggine, raramente cinturata di glauco sotto le lamelle, il midollo compatto, solo alla fine un po' rammollente e verminoso.

CARNE assai spessa, dura e fragile, bianca, nettamente imbrunente nelle parti superficiali e lavata di oca all'aria dopo il taglio; odore forte e sgradevole, come di pesce o di salmastro, con componenti fruttate in gioventù, sapore pepato almeno sulle lamelle.

REAZIONI CHIMICHE: Guaiaco forte e rapido. FeSO_4 rosa pallido.

MICROSCOPIA: spore da obovoidali a subglobose, 8,5-11,2 × 7-9 μm , echinulate, crestate-catenulate, in parte connesse, subreticolate, con aculei ottusi; in massa crema biancastro.

HABITAT: specie comunissima sotto latifoglie e conifere, di preferenza in terreni calcarei, asciutti.

COMMESTIBILITÀ: **senza valore**

NOTE - *R. chloroides* si distingue per il cappello imbutiforme, abbastanza regolare, le lamelle molto strette e fitte. *R. pallidospora* è specie assai caratteristica per il sapore rinfrescante e amarescente, mai acre, le lamelle oca con riflesso arancio a maturità, la sporata crema carico.



Russula emetica (Schaeff. : Fr.) Persoon

CAPPELLO 50-100 (120) mm, carnosio, inizialmente sodo, a forma di elmetto, poi convesso, via via appianato, infine anche leggermente depresso; con margine ottuso e unito; cuticola separabile fino a metà raggio, lubrificata e brillante, di un bel rosso vivo e saturo, rosso mela, rosso sangue arterioso, alle volte con sfumatura nerastra al centro o con zone avorio-crema bruscamente delimitate.

LAMELLE arrotolate o quasi libere all'inserzione, da leggermente bombate a rettilinee, larghe 6-9 mm, sottili e fragili, finalmente spaziate, sparsamente forcate, intervenate, alle volte biancastre, con riflesso crema paglierino assai netto viste di taglio; intercalate da sporadiche lamellule.

GAMBO 50-80 (100) × 10-20 mm, slanciato, appena claviforme in gioventù, in seguito più o meno cilindrico, talvolta leggermente assottigliato all'apice, visibilmente corrugato, bianco, appena macchiato di giallo-bruno in certe condizioni, per il resto finemente striato e un po' satinato; midolloso, ben presto lacunoso.

CARNE fragile, un po' acquosa, bianca, appena ingiallente alla corruzione; sapore pepato in ogni parte, odore impercettibile o leggermente fruttato al taglio.

REAZIONI CHIMICHE: Guaiaco subnullo.

MICROSCOPIA: spore largamente obovoidi, 8,8-10,5 × 7,4-8,8 μm, echinulate, a grosse verruche conico-ottuse, talora brevemente crestate, reticolato-connesse. Sporata biancastra.

HABITAT: sotto conifere di montagna, soprattutto *Picea*, ma anche sotto betulle; di preferenza nelle torbiere alte con sfagni o altri tipi di muschio.

COMMESSIBILITÀ: **tossico**

NOTE - Fra le specie simili distinguiamo: *R. grisescens* sfagnicola, di statura quasi dimezzata, carne ingrignente per umidificazione, reazione positiva alla tintura di Guaiaco, spore assai più piccole e finemente ornate; *R. nana*, tipica delle microsilve alpine. *R. mairei* dei boschi freschi di latifoglie, con predilezione per il Faggio ha carne che si colora di azzurro a contatto della tintura di Guaiaco e lamelle che lasciano trasparire un riflesso glauco, incostante ma caratteristico. *R. silvestris* cresce in terreni più asciutti, su tappeti muschiosi alla base di querce, castagni o pini.



Russula foetens Pers. : Fr.

CAPPELLO 55-140 (200) mm, carnoso e rigido, subgloboso, progressivamente espanso, poi appianato, orlo scanalato-tubercolato per 20-30 mm, acuto; superficie scabrosa, cuticola separabile per un terzo del raggio, vischiosa, persistentemente brillante a secco, di colore giallo-bruno, miele, più pallido in periferia, poi chiazzato di bruno fulvo, anche di fulvo nerastro nelle parti contuse.

LAMELLE arrotondato-libere, in parte connate all'inserzione, larghe 8-16 mm, ineguali, abbastanza spesse, sparsamente forcate, non molto fitte, intervenate, fragili, avorio crema, gementi goccioline acquose per tempo umido, con macchie rugginose residuali sul taglio, imbrunenti con l'invecchiamento.

GAMBO 60-120 × 20-40 mm, cilindraceo, ± svasato alla sommità, corrugato, rugginoso in punta, altrove macchiato di bruno grigiastro, midolloso-lacunoso per tre o quattro cellule presto confluenti in un'ampia caverna, la corteccia fragile e di buon spessore, tappezzata da grumosità brunastre e mollicce al suo interno.

CARNE rigida e fragile, biancastra al taglio, non ingiallente, macchiata ben presto di bruno ruggine; sapore

pepato assai netto, odore sgradevole, complesso e di difficile definizione, con note fruttate in secondo piano e solo a tratti percettibili.

REAZIONI CHIMICHE: Guaiaco positivo. KOH negativa.

MICROSCOPIA: spore subglobose, 8-9,8 × 7-8,2 μm, con aculei ad apice smusso, incompletamente amiloidi.

HABITAT: specie gregaria, quasi ovunque presente e abbondante, sotto latifoglie e conifere.

COMMESTIBILITÀ: **non commestibile**

NOTE - *R. laurocerasi* si distingue per la statura piccola o appena media, l'assenza di glutine, l'odore forte di mandorle amare; le spore tondeggianti, contornate dalle spettacolari creste alate. Anche *R. illota* sviluppa effluvi di mandorle amare, sebbene meno marcati e mescolati a note sgradevoli più nette di *R. foetens*. Il gambo e il taglio delle lamelle mostrano una caratteristica punteggiatura bruno nerastro. Ma il miglior sosia è *R. subfoetens*, riconoscibile per la statura un po' più piccola, la superficie del cappello ordinariamente priva di glutine, la carne ingiallente, la reazione positiva al KOH.



Russula mustelina Fries

CAPPELLO 60-100 (130) mm, assai carnoso e duro, globoso o con sommità leggermente appiattita, pulvinato, infine disteso e un poco depresso, con orlo carnoso e rigido, ottuso, a lungo incurvato; cuticola separabile per un terzo del raggio, spessa, tenace-elastica, di aspetto grasso, brillante, raramente opaca o perfino pruinosetta, di colore bruno, bruno miele o castano.

LAMELLE attenuate, poi arrotondate, abbastanza fitte, con qualche forcutura, subacute in avanti, pressoché rettilinee, larghe 5-8 mm, intervenate, sublardacee, crema paglierino, poi macchiate di bruno sul filo; è presente qualche lamellula.

GAMBO 40-100 × 15-35 mm, massiccio, da cilindrico a subclavato, nettamente corrugato, macchiato di bruno e talvolta plicato alla base, avorio-crema, poi con macchie ± estese rugginose; pieno, a midollo compatto, infine cavernoso.

CARNE di notevole spessore e compattezza, dura, bianca, tinta di giallo sotto la cuticola, nettamente lavata di ocre bruno per esposizione all'aria ed invecchiando; sapore dolce e odore non distintivo.

REAZIONI CHIMICHE: FeSO₄ arancio vivo. Anilina sulle lamelle, lentamente gialla. Guaiaco piuttosto rapido e intenso.

MICROSCOPIA: spore obovoidi-allungate, 7-9,7 × 5,8-7,8 μm, verrucolose, cristulate, debolmente connesse, subreticolate. In massa crema ocreo pallido.

HABITAT: assai comune nelle abetaie alte dell'arco alpino dove cresce abbondante e piuttosto interrata; fine estate-autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Fungo commestibile molto redditizio per la carne soda e il sapore gradevole. Si identifica per le colorazioni da bruno fulvastro a bruno miele, evocanti *R. foetens* o *Boletus edulis*, la sporata crema pallido, la reazione vivamente arancio con il FeSO₄. Ama crescere piuttosto interrata in periodi temperati, da fine estate all'autunno, fino ai primi rigori. In alcune annate si presenta copiosa, in altre, pur essendo presente, è assai meno numerosa.



Russula queletii Fries

CAPPELLO 40-70 (100) mm carnosio e sodo, poi più fragile, all'inizio convesso-subemisferico, progressivamente appianato, infine largamente depresso, con orlo assottigliato ma ottuso, brevemente scanalato a maturità; cuticola asportabile fin quasi a metà raggio, umida e brillante alla raccolta, rosso porpora, violetto vinoso, violaceo scuro, spesso incupito di nerastro verso il disco, altre volte bruno violaceo, in parte brunastro, variegato di verde-grigio.

LAMELLE attenuate o leggermente arrotondate, ottuse in avanti, intervenate, sparsamente forcate, abbastanza fitte, larghe 4-8 mm, fragili, biancastre, quindi crema sporco, inframezzate da rare lamelle.

GAMBO 30-90 × 10-20 mm, cilindrico, alle volte un po' fusiforme, rugoloso, bianco alla base, altrove con sfumatura rosso carminio sotto una pruina biancastra addensata e fugace al tocco, talvolta interamente bianco, un po' ingrignante per imbibizione, il midollo compatto, poi rammollito e in parte lacunoso.

CARNE violetta sotto la cuticola, un po' ingrignante per imbibizione; odore intenso di composta di frutta, come di pere mature, sapore nettamente pepato.

REAZIONI CHIMICHE: Guaiaco positivo, lento. FeSO_4 rosa-arancio pallido.

MICROSCOPIA: spore ellissoide-obovoidi, 7,3-9 (9,8) × 6-7,3 (8,2) μm , da echinulate a spinulose, a verruche conico-ottuse. In massa crema carico.

HABITAT: assai comune dalla zona subalpina sotto *Picea* in terreni calcarei non troppo umidi, talora anche sotto abete bianco e *Pinus*.

COMMESTIBILITÀ: **tossico**

NOTE - *R. cavipes* è più piccola e cresce sotto *Abies* alba, più raramente sotto *Picea*, ha una cuticola umida e brillante, lamelle più spaziate, biancastre all'origine, gambo mai pigmentato di rosso violetto e sporata crema pallido; ha inoltre reazione subnulla alla tintura di Guaiaco e positiva, di arrossamento, con Ammoniaca, sapore pepato, odore gradevole e intenso di pelargonio. *R. sardonica*, si distingue per le lamelle solforino pallido, l'odore insignificante, l'*habitat* nelle pinete arenacee.



Russula sanguinea (Bulliard) Fries

CAPPELLO 30-100 (120) mm, da convesso ad appianato, infine depresso, sodo; margine sottile, incurvato, regolare, liscio, tutt'al più appena striato, per un breve tratto, negli esemplari adulti; di colore rosso vivo, rosso ciliegia, rosso carminio, privo di toni violacei, più pallido all'orlo, decolorante sino al rosa pallido, talora con chiazze bianco avorio; superficie ruvidetta per una fine granulosità, asciutta ed opaca, leggermente vischiosa e di aspetto brillante con l'umidità.

LAMELLE adnate e ± decorrenti, inizialmente arcuate, quindi orizzontali o un po' ventricosette, larghe da 3 a 10 mm, spesse, piuttosto fitte, talora biforcate, riunite sul fondo da sottili venature, intercalate irregolarmente da qualche lamellula; biancastre poi crema-ocracee, orlo sottile, a volte colorato di rosso.

GAMBO 30-80 × 10-30 mm, piuttosto tozzo, cilindraceo o attenuato alla base, rigido, pieno, alla fine farcito-cavernoso; di norma completamente soffuso di rosso o rosso-rosato, fino a quasi concolore al cappello, su fondo bianco-ocraceo, ± ingiallente a partire dalla base; superficie finemente rugoloso-reticolata.

CARNE soda, compatta, durezza, biancastra, rosso carminio sotto la cuticola, ingiallente in modo piuttosto lento; di odore fruttato, debole; sapore acre, piccante, nonché amaro. Reazione lenta ma positiva al Guaiaco.

MICROSCOPIA: spore in massa ocrea pallido, obovoidi, con verruche conico-ottuse alte circa 1 µm, qua e là riunite in rare creste, 7,8-9,4 × 6,5-8,2 µm.

HABITAT: nei boschi di conifere, principalmente sotto pini, piuttosto comune, in estate-autunno.

COMESTIBILITÀ: **tossico**

NOTE - *Russula sanguinea*, per le sue peculiarità morfocromatiche, presenta affinità con *R. persicina* che predilige però i boschi di latifoglie; con *R. helodes*, tipica delle torbiere d'alta montagna e legata alle conifere; con *R. rhodopus*, dal cappello rosso laccato, dei terreni acidi dei boschi di Abete rosso. In natura si riscontrano anche alcune varianti cromatiche, per lo più considerate al rango di forme o varietà.



Russula vesca Fries

CAPPELLO 45-100 (140) mm, carnoso e sodo, subgloboso, quindi irregolarmente appianato, alla fine depresso, con orlo assottigliato, ancorché ottuso, unito; cuticola asportabile per due quinti circa del raggio, talvolta un po' ritratta verso l'orlo, presto asciutta e opaca, rosa lilacino, bruno vinoso, talora con zone indefinite pallide, crema carnicino, occasionalmente sfumata di verde-grigio, vergata di strie più scure del fondo.

LAMELLE vagamente decorrenti e biforcute soprattutto all'inserzione, subacute in avanti, fitte e relativamente strette, delicatamente intervenate, sublardacee in gioventù, biancastre, macchiate di ruggine e infine di giallo alla corruzione.

GAMBO da subcilindrico a ± progressivamente attenuato verso il basso, corrugato, raramente sfumato di rosa su di un fianco, rugginoso in basso, con qualche macchia giallo-bruno, pieno, poi un po' farcito con l'età.

CARNE compatta, bianca, nettamente ingiallente alla corruzione e macchiata in parte di bruno; sapore interamente dolce e odore non distintivo.

REAZIONI CHIMICHE: FeSO_4 rosso-arancio. Guaiaco positivo. Anilina, gialla.

MICROSCOPIA: spore obovoidi o un po' allungate, $6,4-8 \times 5,3-5,8 \mu\text{m}$, a verruche isolate; eventuali connessioni zebranti alquanto sottili e del tutto sporadiche. Caratteristici crini aghiformi a parete rigida e spessa.

HABITAT: specie assai comune in terreni moderatamente acidi o neutri sotto diversi generi di latifoglie e sotto conifere di montagna; fin dalla tarda primavera.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - *R. vesca* si riconosce per le colorazioni lilacino carneo o bruno vinoso, la tendenza a macchiarsi di giallo-bruno nelle parti deteriorate, il sapore dolce, la reazione rosso-arancio con il FeSO_4 , la sporata bianca. Si tende sovente a dare eccessiva importanza a un carattere incostante e non troppo specifico: la tendenza della cuticola a ritrarsi verso l'orlo ("*habillé trop court*" secondo una metafora degli Autori francesi). Nel caso di raccolte verdeggianti o in parte discolori, il sapore interamente dolce, la sporata bianca e la reazione energica al FeSO_4 consentono di escludere diverse *Griseinae* macroscopicamente simili.



Sarcosphaera crassa (Santi ex Steudel) Pouzar

[= *S. eximia* Durieu & Lévillé; *S. coronaria* (Jacquin) Schroeter]

ASCOCARPO composto da un apotecio subsferico, sessile.

APOTECIO dapprima semiipogeo, globoso, fino a 160 mm di diametro, aperto superiormente soltanto per un opercolo piuttosto ridotto (talora in posizione non apicale), poi più sempre più aperto e più sporgente dal terreno, fino a mostrarsi cupolato ed epigeo. Imenoforo liscio, leggermente ondulato, dapprima di colore violetto, poi più scuro, tendente al marrone violaceo. Superficie esterna liscia, bianco grigiastrea. Orlo presto fessurato, laciniato, a punte incostanti dovute alla lacerazione del carpoforo durante le fasi di crescita.

CARNE fragile, ceraceo cassante, biancastra, spessa.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, regolari, con estremità ben arrotondate, lisce, $18-20 \times 7-8 \mu\text{m}$, ialine al MS, biguttulate nell'asco; aschi cilindrici, amiloidi, ottasporici; parafisi cilindriche, con apice leggermente allargato, settate e forcate.

HABITAT: ubiquitaria, sul terreno, tra aghi, foglie, erba o muschio, nei luoghi umidi; raramente isolata, si presenta più spesso in gruppi di numerosi esemplari, dalla primavera all'estate, raramente in autunno. Abbastanza comune.

COMESTIBILITÀ: **senza valore**

NOTE - *S. crassa* possiede aschi amiloidi come le specie del genere *Peziza*; il genere *Sarcosphaera* viene però distinto dal genere *Peziza*, per il modo di crescita seminterrato. Questa prerogativa, tuttavia, non ci pare del tutto convincente a giustificare e a mantenere questa separazione, poiché anche alcune "vere" *Peziza*, come per esempio *P. ammophila* e come in *P. pseudoammophila*, fruttificano pressoché interrate nella sabbia delle dune costiere in autunno.



Suillus granulatus (L. : Fr.) Roussel

CAPPELLO 40-120 mm, da emisferico a convesso, poi appianato; orlo da involuto ad incurvato verso il basso, poi disteso; cuticola debordante appena sull'imenoforo; superficie vischiosa con tempo umido, altrimenti viscidula, totalmente asportabile, liscia e lucente con il tempo secco; da bruno rossastro, a fulvo, a bruno giallastro.

TUBOLI fino a 10 mm, da adnati a debolmente decorrenti; gialli, poi giallo oro ed infine giallo-olivastri a completa maturazione sporale; pori inizialmente piccoli e rotondi, secernenti goccioline opalescenti gialle, a maturazione un po' angolosi, dello stesso colore dei tuboli, talora imbrunenti a chiazze.

GAMBO 40-90 × 10-25 mm, cilindrico, un po' ingrossato alla base, talora flessuoso o incurvato; ricoperto da una granulazione molto minuta, di colore giallo pallido, talora lattiginosa, concolore al fondo ed imbrunente solo tardivamente; corteccia di colore giallo cromo, giallo limone pallido, spesso a chiazze brunastre alla base.

CARNE soda nel giovane, poi più molle; di colore biancastro, giallo pallido in prossimità dei tuboli e sotto la

corteccia del gambo; immutabile alla sezione; odore debolmente fenolico, sapore dolciastro.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 7,8-9,1 × 2,8-3,5 µm, giallo pallido al MS; cuticola del cappello formata da un tricoderma gelatinizzato, costituito da ife cilindriche, che si trasforma presto una cutis. Sporata bruno-ocra.

HABITAT: specie a larga diffusione, ritenuta strettamente associata ai *Pinus* a due aghi, che vegeta prevalentemente in collina e montagna, dall'estate all'autunno inoltrato; comune.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Si tratta forse del *Suillus* più conosciuto, comunissimo, noto assieme alle specie consimili con il nome volgare di "pinarolo". Confondibile con *S. collinitus*, dalle identiche proprietà commestibili, si può riconoscere per il colore solitamente più bruno-rosso, l'assenza di fibrille radiali sulla cuticola del cappello, le decorazioni sul gambo più minute. Le spore di *S. granulatus* sono altresì apprezzabilmente più piccole.



Suillus luteus (L. : Fr.) Roussel

CAPPELLO fino a 120 (150) mm, dapprima emisferico poi convesso, pulvinato, di rado appianato; orlo a lungo incurvato verso il basso, regolare, acuto, un poco eccedente, sovente decorato da resti biancastri di velo parziale; cuticola liscia, molto vischiosa, asportabile, di colore bruno, giallo bruno, bruno violetto, bruno cioccolata, in fase di essiccazione spesso con fibrille radiali più scure.

TUBOLI fino a 12 mm, adnati o appena decorrenti, giallo chiaro, poi giallo cromo, infine giallo brunastro; pori piccoli, rotondi, angolosi solo in stato di avanzata maturazione, concolori ai tuboli, immutabili alla pressione.

GAMBO 40-70 × 12-30 mm, più lungo del diametro del cappello nel giovane, poi lungo quanto il diametro del cappello o più breve, cilindraceo, sovente un un poco allargato verso la base, pieno; con ampio anello membranoso, di colore biancastro, poi bruno violetto, alla base può essere presente qualche residuo volviforme aderente, da biancastro a bianco-grigio-violaceo. Superficie sopra l'anello con fine reticolo giallo, sotto l'anello con punteggiature gialle poi concolori al cappello.

CARNE dapprima soda, presto molle e acquosa nel cappello, più fibrosa nel gambo; di colore bianco, poi appena ingiallente; immutabile al taglio. Odore gradevole, fruttato, sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, 7,0-9,2 × 3,0-4,0 μm, giallo pallido al MS. Sporata di colore bruno oliva rugginoso.

HABITAT: solitamente a gruppi in boschi di *Pinus*, ricorrente dalla tarda estate al tardo autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È un *Suillus* molto comune, l'unico ad avere un gambo anellato ed a crescere con *Pinus* a due (*P. nigra*, *P. sylvestris*, più raramente anche *P. pinaster*) o a tre aghi (*P. radiata*). Cresce preferenzialmente in collina ed in montagna e di solito non è reperibile nelle pinete litoranee. Invecchiando la cuticola tende a disidratarsi e spesso allora può assumere un aspetto molto simile a quella di *S. collinitus*. Ne sono state descritte alcune forme o varianti: fo. *albus*, completamente bianco, e fo. *volvaceus*, con gambo breve sì che l'anello assume quasi l'aspetto di una volva.



Tricholoma argyraceum (Bull. : Fr.) Gillet

CAPPELLO 30-60 mm, poco carnoso, convesso campanulato, presto appianato, con umbone ottuso, il margine leggermente involuto, poi disteso e assottigliato, a volte fessurato. Cuticola asciutta, separabile, senza resti di velo al bordo, decorata da fini fibrille radiali che assumono l'aspetto di piccole squame, grigio-biancastra nel giovane, poi grigia.

LAMELLE smarginate e decorrenti con dentino, abbastanza fitte, sottili e fragili, con numerose lamellule, bianche con riflessi grigiastri, non ingiallenti con l'invecchiamento o alla manipolazione, con il filo ondulato-crenulato, talvolta un po' seghettato.

GAMBO 35-70 × 5-20 mm cilindrico, un po' incurvato, leggermente ingrossato alla base, bianco, sericeo, talvolta con resti di velo, più visibili nella parte apicale dei giovani esemplari.

CARNE compatta poi molle nel cappello, soda nel gambo poi fibrosa, bianca non ingiallente in modo vistoso dopo la raccolta, con odore e sapore forte di farina fresca.

MICROSCOPIA: spore 5-6 × 2,5-3,5 μm, ellissoidali, guttulate. Basidi clavati, tetrasporici. Epicute costituita da ife parallele, fascicolate, più o meno erette.

HABITAT: specie rara e tardiva, cresce in pochi esemplari, su terreni degradati normalmente presso latifoglie (carpini e noccioli).

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Specie appartenente alla Sezione *Scalpturatum*, si caratterizza per l'odore e il sapore di farina fresca e per i resti di velo sul gambo. Differisce da *T. scalpturatum* (Fr.) Quél. per il cappello grigio-argenteo e la carne non ingiallente, e dalle specie della Stirpe *Terreum*, in quanto queste non presentano odore e sapore di farina.



Tricholoma equestre (L. : Fr.) Kummer

CAPPELLO 50-100 mm, convesso o campanulato, poi appianato e con un largo umbone, la cuticola asciutta, leggermente vischiosa e brillante con l'umidità, quasi liscia o vellutata al disco col secco, ornata da squamule concentriche bruno ottone o talvolta con fibrille bruno rossastro più scure al centro, il margine lungamente involuto, poi disteso e lobato e irregolare, con l'età, giallo dorato.

LAMELLE smarginate o sublibere, piuttosto fitte, giallo intenso o giallo citrino, tendenti a scurire con l'età, con il filo intero, leggermente ondulato.

GAMBO 60-90 × 8-15 mm, subcilindrico o con la base leggermente clavata, a volte corto e panciuto, tozzo, ricurvo, concolore al cappello, con qualche fiocco sparso, bruno rossastro chiaro, verso la base.

CARNE ocraceo-giallastra o color ottone sotto la cuticola del cappello o nel gambo, con odore gradevole, leggermente farinoso o un po' aromatico e sapore dolce, farinoso, ma un po' amaro alla masticazione.

MICROSCOPIA: spore largamente ellissoidali o amigdaliformi, ialine, 6,0-7,5 × 3,5-4,5 µm. Basidi

clavati, tetrasporici. Epicute costituita da ife parallele, intrecciate, più o meno erette.

HABITAT: in boschi di conifere e di latifoglie dove pare preferire la presenza dei pioppi.

COMESTIBILITÀ: **sospetto**

NOTE – Specie piuttosto variabile nel colore. Gli esemplari asciutti e totalmente gialli sono confondibili, a prima vista, con *T. sulphureum*, che però ha lamelle spaziate, di un giallo meno intenso e odore sgradevole di gas illuminante. Conosciuto e apprezzato come buon commestibile sino a pochi anni or sono, è oggi sospettato di avere procurato intossicazioni (anche mortali) dopo il consumo abbondante e in pasti ravvicinati; gli episodi sotto inchiesta si sono verificati in una circoscritta zona della Francia e a tutt'oggi necessitano di ulteriori verifiche. Tuttavia, per precauzione e in attesa di certezze, la raccolta e il consumo di questa specie (e di tutte le entità riconducibili al suo gruppo n.d.r.) sono stati interdetti (per legge) su tutto il territorio italiano e francese.



Tricholoma portentosum (Fr. : Fr.) Quélet

CAPPELLO 60-150 mm, convesso, campanulato, con largo umbone ottuso, poi appianato, grigio-ocraceo, grigio scuro, grigio ardesia, nerastro fuliginoso, con sfumature verdastre o violacee su un fondo giallo poco visibile verso il centro, ma che spicca al margine che è talvolta nettamente grigio-giallo citrino, la cuticola fibrillosa radialmente, un po' vischiosa con tempo umido e lucente, altrimenti sericea, il margine un po' flessuoso poi lobato, fessurato, talvolta revoluta con l'età.

LAMELLE smarginate, poco fitte, abbastanza larghe, leggermente spesse, sinuose, bianche, poi grigio cenere con sfumature gialline, con il filo irregolare, a volte seghettato.

GAMBO 50-110 × 8-20 mm, robusto, cilindrico o fusiforme, fibrilloso-satinato, biancastro, sempre con sfumature gialle specialmente verso l'alto, l'apice bianco forforaceo, si macchia al tocco di giallo-brunastro-oliva.

CARNE soda nel cappello e fibrosa nel gambo, bianca, un po' giallastra nel gambo, o più o meno grigiastria sotto la

cuticola del cappello con odore e sapore farinosi, gradevoli.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali, ialine, 5,5-7,0 × 4,0-5,0 μm. Basidi clavati, tetrasporici. Epicute costituita da una ixocutis di ife parallele, intrecciate, più o meno erette.

HABITAT: in boschi di conifere e di latifoglie, in autunno anche inoltrato.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - Quando il cappello sbiadisce lasciando intravedere il colore giallastro-ocraceo, può essere scambiato con *T. sejunctum*, che però ha sapore amaro-farinoso. Anche *T. virgatum* ha un cappello fibrilloso-vergato ma possiede odore e sapore sgradevoli. Attenzione alla confusione con il tossico *T. josserandii*, che presenta un cappello asciutto, vellutato e un caratteristico odore di cimice.



Tricholoma terreum (Schaeff. : Fr.) Kummer

CAPPELLO 30-90 mm, campanulato, conico, poi appianato, spesso irregolare, umbonato ottusamente, la cuticola opaca, quasi liscia o un po' lanoso-feltrata all'inizio, poi con fini fibrille fitte, quasi uniformi, grigio fumo, bruno scuro o quasi nere, il margine involuto o incurvato per lungo tempo, spesso con orlo debordante.

LAMELLE smarginato-adnate o uncinato, poco fitte, biancastre o un po' grigiastro chiaro, il filo leggermente crenulato con l'età.

GAMBO 30-70 × 8-12 mm, cilindrico, tozzo, pieno e fibroso, fragile, cavo o un po' fistoloso con l'età, liscio, sericeo, interamente bianco o con fibrille grigiastro chiaro che negli esemplari vecchi lo scuriscono leggermente.

CARNE fibrosa, fragile, bianca, grigiastra sotto la cuticola, con odore nullo o leggero, fungino, e sapore erbaceo o leggero di farina

MICROSCOPIA: spore largamente ellissoidali, subglobulose, ialine, guttulate 6,0-7,5 × 4,5-5,5 µm.

Basidi clavati, tetrasporici. Epicute costituita da ife parallele, intrecciate, più o meno erette.

HABITAT: generalmente abbondante nelle zone di crescita, si presenta in gruppi di numerosi esemplari; in boschi di conifere (pino o abete), da fine estate fino alle prime gelate.

COMMESTIBILITA': commestibile

NOTE - Specie tipo della Stirpe *Terreum*, è uno dei funghi più ricercati a scopi gastronomici ed è conosciuto col nome popolare di "Moretta". Viene spesso confuso con *T. myomyces* ancora più piccolo ed esile, con resti di velo argenteo alla sommità del gambo e con odore farinoso; con *T. triste* che ha il filo delle lamelle più scuro e il gambo con sfumature bruno-nerastre; oppure con le specie con tonalità grigie dei gruppi *sculpturatum* e *atrosquamosum*, ma l'odore quasi nullo, le lamelle non larghe, bianche o più o meno grigie e il gambo biancastro senza cortina, lo distinguono immediatamente sul campo.



Tricholoma ustaloides Romagnesi

CAPPELLO 50-120 mm, emisferico, convesso, poi un po' appianato, infine depresso, rosso-bruno vivace, la cuticola molto vischiosa o glutinosa, col secco tendente a macchiarsi e a scolorire verso il margine in ocraranciato, il margine a lungo involuto, con costolature molto evidenti.

LAMELLE uncinatae, sinuato-adsinate, non molto fitte, strette, bianche, macchiate di rossiccio negli esemplari adulti, il filo un po' sinuoso.

GAMBO 50-120 × 10-20 mm, cilindrico o più o meno clavato o fusiforme, pieno poi cavo, bianco forforaceo all'apice, macchiato di bruno-rossastro a partire dalla linea anulare che è più evidente negli esemplari giovani, con fibrille concolori o talvolta più chiare, un po' vischioso con tempo umido.

CARNE soda, bianca, con odore forte di farina o di cetriolo e sapore farinoso.

MICROSCOPIA: spore subglobose, subovoidi, ialine, guttulate 5,5-6,5 × 4,5-5,0 µm. Basidi clavati, tetrasporici.

Epicute costituita da un ixotrichoderma di ife parallele, intrecciate, più o meno erette.

HABITAT: sotto latifoglie (Quercia Castagno, Faggio, Carpino), in autunno; abbastanza comune.

COMMESTIBILITÀ: **non commestibile**

NOTE - Questa specie è caratterizzata da una cuticola vischiosa che tende, seccando, a lasciare delle tracce di muco raggruppate verso il margine. Viene spesso confuso con *T. ustale*, che però ha il margine del cappello liscio, il gambo senza zona anulare delimitata e la carne della base del gambo che al taglio vira in bruno-rossastro; oppure con *T. fracticum* e *T. striatum* con cappello liscio provvisto di fibrille radiali e crescita principalmente sotto conifere di montagna. *T. ustaloides*, comunque, si determina facilmente sul campo soprattutto per l'odore e il sapore.



Tricholomopsis rutilans (Schaeffer : Fr.) Singer

CAPPELLO 30-140 mm, conico, emisferico, poi appianato, talvolta con umbone ottuso, rosso vinoso, rosa-rosso porpora intenso su fondo giallo vivo o giallo oro, la cuticola con ornamentazioni lanose appressate al centro e piccole squamette gradualmente e radialmente appressate verso il margine, l'orlo involuto per molto tempo.

LAMELLE da smarginate a largamente adnate, in parte anastomizzate, larghe, moderatamente fitte, giallo zolfo intenso o giallo dorato, il filo finemente fiocoso o fimbriato.

GAMBO 50-120 × 10-25 mm, cilindrico o fusiforme, sovente sinuoso, pieno, cavo con l'età, concolore al cappello o più chiaro, decorato da squamule, più fugaci verso la base che alla fine diventa gialla, l'apice bianco-giallastro.

CARNE molle, spessa al centro, giallo-crema, con odore acidulo di muffa o leggero, di legno, e sapore dolce, leggero, di nocciola o un po' amarognolo.

MICROSCOPIA: spore largamente ellissoidali, ialine, guttulate $7,0-8,5 \times 5,5-6,5 \mu\text{m}$. Basidi clavati, tetrasporici. Epicute costituita da ife parallele, intrecciate, più o meno erette.

HABITAT: crescita fascicolata o a gruppi su ceppi marcescenti di conifere, in particolare abeti e pini.

COMMESTIBILITÀ: **senza valore**

NOTE - Specie inconfondibile per l'habitat lignicolo, il colore vinoso del cappello, le lamelle gialle che fanno contrasto con il colore del cappello. *T. decora* si trova nello stesso habitat, ma ha il cappello molto più chiaro senza tonalità vinoso ed è generalmente più esile; *T. flammula* è una specie molto piccola, con il diametro del cappello che arriva solo fino a 15 mm, squamule fibrillose bruno-violacee e gambo giallo pallido; *T. ornata* ha il cappello giallo-oliva pallido con squamule abbastanza rade, bruno-fulvo intenso, il gambo giallo pallido, con fibrille quasi concolori, e cresce su detriti legnosi.



Xerocomus subtomentosus (L. : Fr.) Quélet

CAPPELLO 50-120 (150) mm, carnoso, da emisferico a convesso, pulvinato, infine appianato; orlo molto presto disteso, regolare o un po' ondulato; cuticola vellutata nel giovane, asciutta, talora screpolata; con colorazioni molto variabili, da giallo puro, a giallo con riflessi citrini, a bruno alutaceo con riflessi verdastri, bruno aranciato a tempo secco, bruno ruggine, bruno rossastro, fino a rosso fegato a tempo umido. Scalfando la cuticola con il dito, si osserva uno strato sottocuticolare bruno ruggine.

TUBOLI fino a 15 mm, adnati e talora subdecorrenti, giallo cromo, poi con componente verdastra, infine olivastri, lentamente viranti al blu al taglio; pori concolori ai tuboli, rotondi, presto aperti, poi ampi e angolosi, virano al blu al tocco.

GAMBO 50-80 (100) × 10-20 (25) mm, cilindraceo, incurvato alla base, flessuoso, quasi sempre dilatato all'apice e attenuato alla base; giallo molto pallido, tende ad imbrunire lentamente per la vecchiaia; si riscontra sovente una fine punteggiatura o delle costolature longitudinali che disegnano una sorta di reticolo.

CARNE soda e compatta, presto molle nel cappello e fibrosa nel gambo, giallo cromo pallido, tipicamente oca-

rosata alla base del gambo, più evidente a tempo umido; vira lentamente al blu al taglio; odore debole un po' acido; sapore dolce.

MICROSCOPIA: spore ellissoidali-fusiformi, con depressione soprailare, 10,6-13,2 × 4,3-5,0 μm, giallo pallido al MS, bruno oliva in massa.

HABITAT: a quote relativamente basse, piuttosto indifferente al substrato, isolato o a piccoli gruppi; ricorrentemente associato a querce e castagni; estate-autunno.

COMMESTIBILITÀ: **commestibile**

NOTE - È uno degli *Xerocomus* più noti e comuni. La variabilità cromatica del cappello è in gran parte funzione delle condizioni climatico-ambientali: esemplari a cappello bruno rossastro sono comuni dopo le piogge, nelle stesse stazioni che producono normalmente carpofori a cappello bruno olivastro. Le varianti a cappello giallo hanno sono probabilmente da considerare nella variabilità intraspecifica. *X. ferrugineus* è molto simile, ma predilige terreni silicei e, generalmente, quote più elevate.

EUR 24415 IT – Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability

Title: Elementi Chimici nei Funghi Superiori – I Funghi di Riferimento come Strumento di Lavoro per la Bioindicazione e la Biodiversità

Authors: R. M. Cenci, L. Cocchi, O. Petrini, F. Sena, C. Siniscalco, L. Vescovi

Luxembourg: Publications Office of the European Union

2010 – 232 pp. – 18 x 24 cm

EUR – Scientific and Technical Research series – ISSN 1018-5593

ISBN 978-92-79-16023-3

doi:10.2788/11507

Abstract

I funghi in natura sono tra i principali agenti dei cicli biogeochimici, i cicli di materia ed energia alla base del funzionamento degli ecosistemi.

Le informazioni relative alla biodiversità delle specie fungine italiane e l'utilizzo dei valori di concentrazione di elementi chimici nei medesimi potrebbero permettere di usare i funghi quali indicatori biologici della qualità di ambienti forestali, boschivi e semi naturali. L'archivio dati dell'EUR Report raccoglie le concentrazioni, su materiale secco, di 35 elementi chimici, metalli pesanti compresi, per oltre 9000 campioni di funghi superiori che rappresentano circa 200 generi e un migliaio di specie. Il raggiungimento della stabilità statistica dell'archivio ha consentito di definire il concetto di "fungo di riferimento". L'uso del "fungo di riferimento" potrebbe essere importante, anche solo come approccio metodologico, in vari campi della ricerca micologica e ambientale; dalla biodiversità e bioindicazione, alla tassonomia fino all'impatto igienico sanitario.

La vastità di dati riportata potrà essere utilizzata per un raffronto con informazioni che saranno raccolte in studi futuri. Questi risultati dovrebbero inoltre permettere una migliore e più esaustiva interpretazione della bontà delle norme per la protezione e salvaguardia dell'ambiente messe in atto per minimizzare o annullare gli effetti dei cambiamenti climatici in corso e i danni ambientali dovuti all'attività antropica.

Gli studi riguardanti la frequenza e l'ecologia delle varie specie fungine rinvenute sul territorio nazionale hanno favorito l'abbinamento agli *habitat* di riferimento in uso presso i sistemi europei di classificazione (Natura 2000, CORINE Land Cover, CORINE Biotopes ed EUNIS). Sono stati così creati i presupposti per l'utilizzo dei funghi come indicatori biologici per la valutazione della qualità del suolo e degli ecosistemi

How to obtain EU publications

Our priced publications are available from EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>), where you can place an order with the sales agent of your choice.

The Publications Office has a worldwide network of sales agents. You can obtain their contact details by sending a fax to (352) 29 29-42758.

The mission of the JRC is to provide customer-driven scientific and technical support for the conception, development, implementation and monitoring of EU policies. As a service of the European Commission, the JRC functions as a reference centre of science and technology for the Union. Close to the policy-making process, it serves the common interest of the Member States, while being independent of special interests, whether private or national.



■ Publications Office

ISBN 978-92-79-16023-3

