



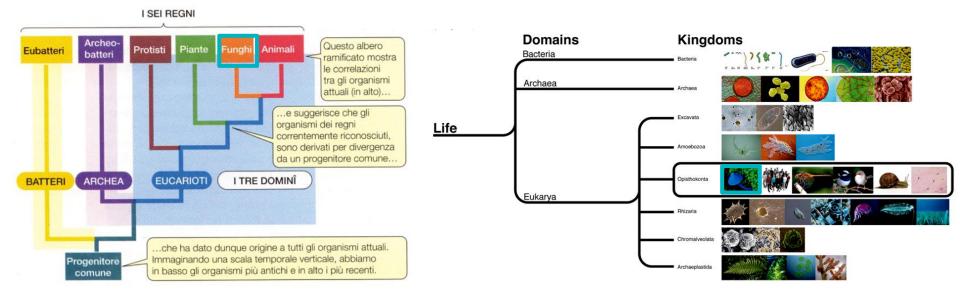


LA BIODIVERSITÀ DEI FUNGHI

Docente: Anna Maria Persiani

12 marzo 2019 Corso di aggiornamento per insegnanti

I funghi: un Regno a parte



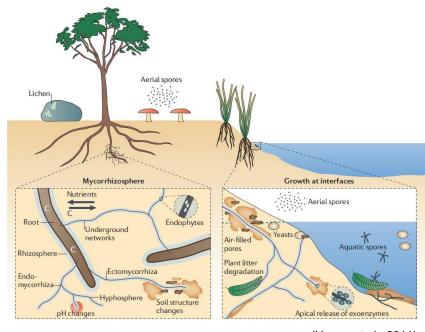
I FUNGHI - CHE TIPO DI ORGANISMI SONO?

Sono organismi eucarioti con metabolismo chemioeterotrofo, ottengono carbonio per ossidazione di composti organici preformati, occupano *habitat* terrestri, marini e di acqua dolce, sono associati ad un ampio *range* di piante e animali e loro prodotti con relazioni saprotrofiche, mutualistiche e parassitiche.

I funghi giocano un ruolo importante nei cicli del carbonio e dell'azoto, al pari dei batteri, come agenti decompositori. Riescono ad assorbire composti semplici (zuccheri, acidi organici e aminoacidi) e degradano molecole complesse (cellulosa, lignina, pectine) per mezzo di enzimi extracellulari. Presentano una parete cellulare costituita da chitina

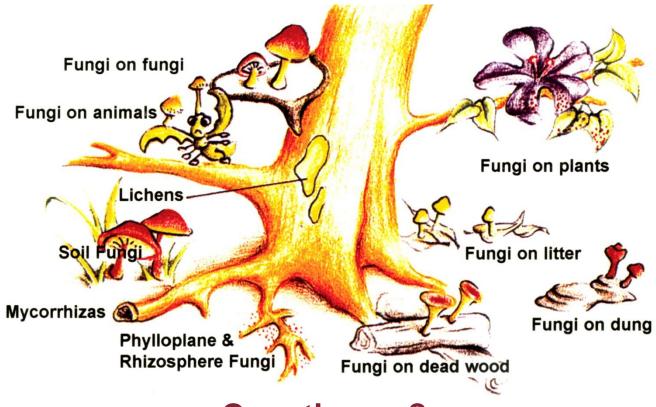
I Funghi

- I funghi costituiscono circa il 75% della biomassa della comunità microbica del suolo
- Sono i principali agenti geoattivi del suolo prendendo parte a numerosi cicli biogeochimici
- Attraverso la loro attività metabolica e la loro biomassa contribuiscono a mantenere la struttura del suolo e la disponibilità dei nutrienti
- Si accrescono per allugamento apicale delle ife
- Sono in grado di adattarsi ad ambienti eterogenei grazie alla loro struttura filamentosa, al trasporto bidirezionale dei nutrienti, alla specializzazione di parti del micelio come ife di esplorazione
- Sono ubiquitari negli ambienti terrestri e acquatici
- In natura hanno un ruolo chiave nei principali processi biogeochimici e nei servizi ecosistemici ad essi connessi
- Hanno capacità di penetrare e colonizzare il suolo mediante il sistema ifale



(Harms et al., 2011)

La Biodiversità dei Funghi



Quanti sono?

È stato stimato che la diversità globale vari tra i 2,2 e i 3,8 milioni di specie (Hawksworth & Lucking, 2017). Questa stima, rispetto alla precedente di 1,5 milioni di specie (Hawsworth, 2001), deriva dal crescente numero di studi basati su analisi genetiche

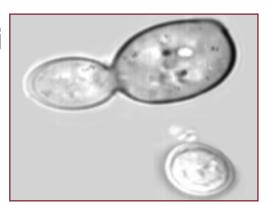
Importanza dei fungi

- Agenti di biodegradazione e biodeterioramento
- Responsabili della maggior parte delle malattie delle piante e di varie malattie degli animali (compreso l'uomo)
- Usati in processi di fermentazione industriale (es. Lieviti)
- Usati in produzione commerciali di molti prodotti biochimici (es. enzimi)
- Coltivati commercialmente per fornirci una diretta fonte alimentare (es: Agaricus bisporus, Pleurotus ostreatus)
- Usati nel biorimedio di suoli e acque inquinate attraverso la rimozione di sostanze nocive
- Benefici in agricoltura, orticoltura e selvicoltura (simbiosi micorriziche e biocontrollo)

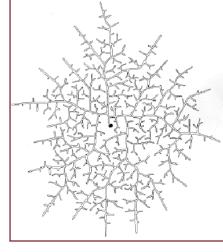
La struttura dei funghi

I funghi presentano una varietà di strutture e di organizzazioni vegetative che possono essere:

unicellulari (lieviti)



filamentose (ife, micelio)



Nelle organizzazioni filamentose le unità elementari, dette IFE, costituiscono il MICELIO. Le ife possono essere:

settate



asettate (cenocitiche)



La riproduzione dei funghi

Si riproducono per mezzo delle spore

La spora è l'elemento di dispersione nello spazio e nel tempo

Riproduzione sessuale Riproduzione asessuale

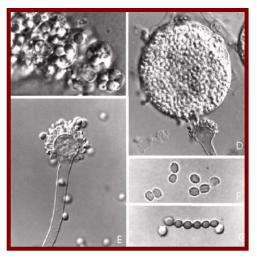


Fasi dello stesso ciclo vitale

Possono dar luogo ad organismi separati e morfologicamente distinti:

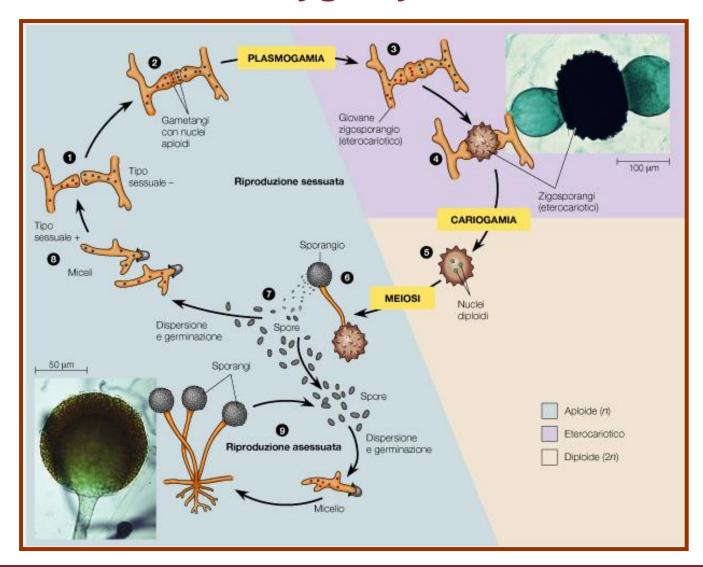
TELEOMORFO: FORMA SESSUALE ANAMORFO: FORMA ASESSUALE

SINANAMORFO: PRESENZA DI PIU' ANAMORFI OLOMORFO: TELEOMORFO + ANAMORFO

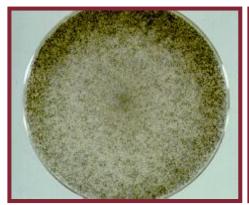


Olomorfo *Eurotium herbariorum* (fase di riproduzione asessuale: genere *Aspergillus*)

Ciclo Zygomycota



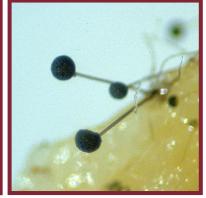
Rhizopus stolonifer



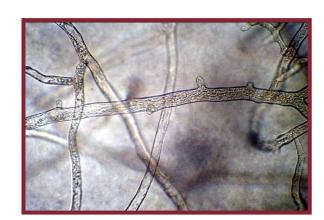
Colonia su piastra di Petri



Crescita sul pane



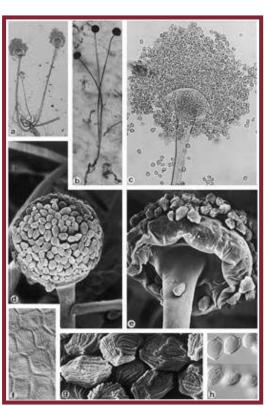
Sporangi allo stereomicroscopio



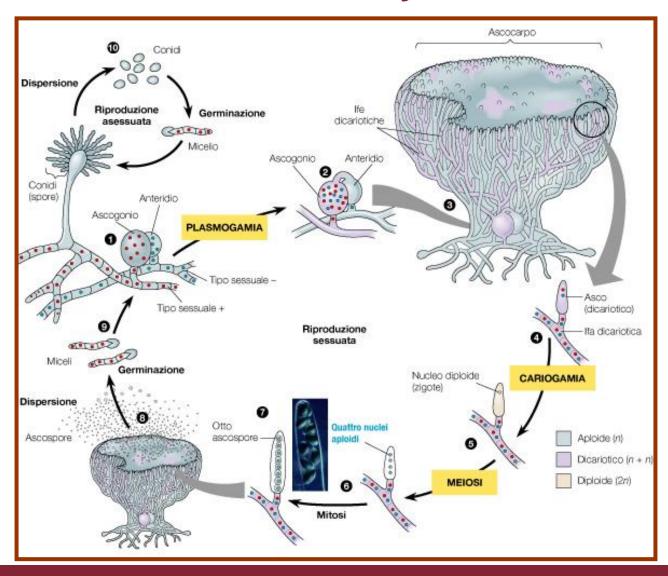
Ife cenocitiche



Sporangio e sporangiospore allo stereomicroscopio



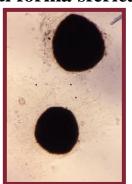
Ciclo Ascomycota



Strutture riproduttive degli Ascomycota

Principali tipologie di ASCOCARPI:

Cleistotecio: ascocarpo chiuso di forma sferica

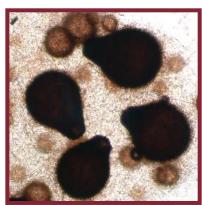


Peritecio: ascocarpo chiuso, provvisto di un ostiolo apicale



Apotecio: ascocarpo aperto, a forma di coppa









Asco con ascospore

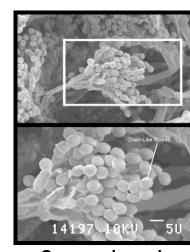
Il genere Penicillium



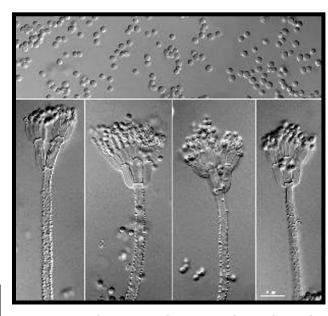
Crescita su piastra di Petri



Osservazione allo stereomicroscopio



Osservazione al microscopio elettronico a scansione



Ossevazione al microscopio ottico di strutture di *Penicillium raistrickii*

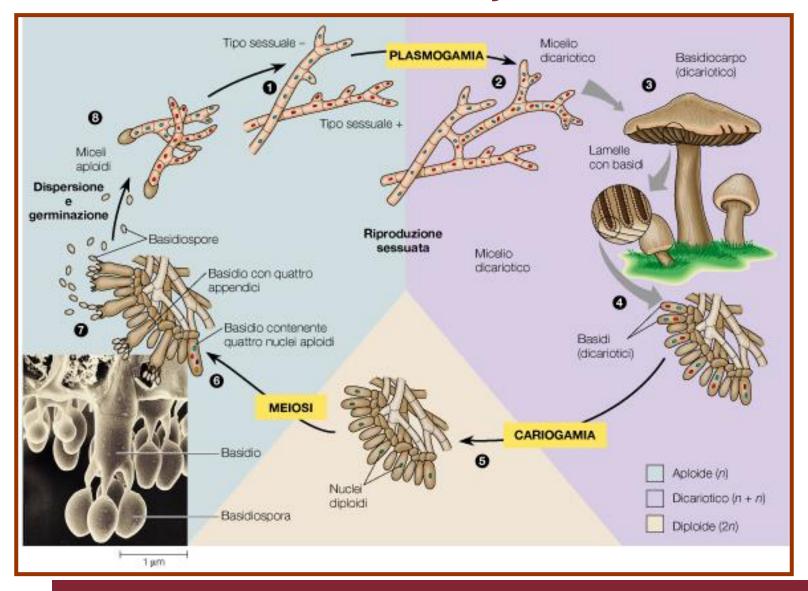


Sviluppo su arancia

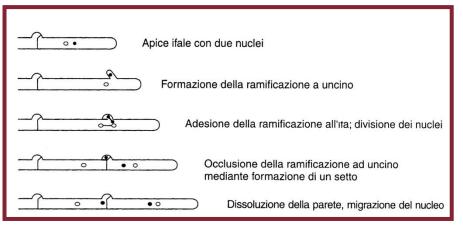
Conidiofori del genere *Penicillium*, strutture che producono i conidi

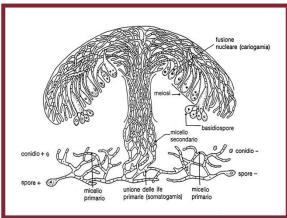
a-g. Morphological structures in *Penicillium*. a-b. Conidiophore structure; c. mononematous; d. synnematous; e. flask-shaped; f. lanceolate (= acerose); g. *Paecilomyces*-type.

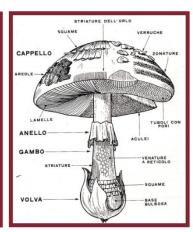
Ciclo Basidiomycota



Basidiomycota *Agaricus bisporus*

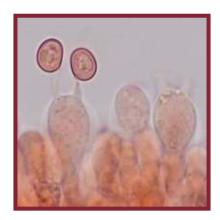








Basidiocarpo



Basidi e basidiospore



Micelio dicariotico, unioni a fibbia per trasferimento nuclei



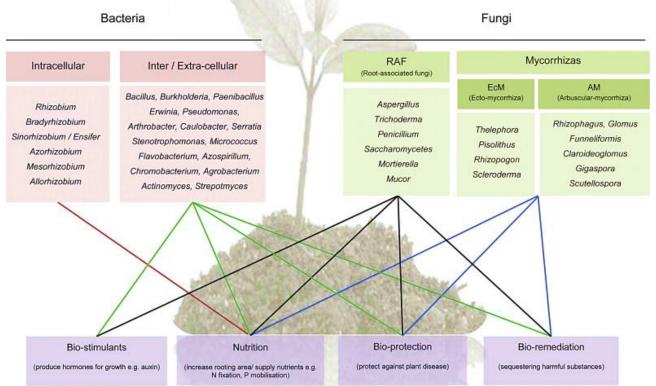
La Biodiversità dei funghi 12/03/2019 Pagina 15

I Funghi come biorisorse per il suolo

Definizione

Qualsiasi materiale organico applicato al suolo per migliorare la qualità di esso, la disponibilità dei nutrienti e la crescita delle piante (Owen et al., 2015)

Plant growth-promoting microorganisms (PGPM)



(Owen et al., 2015)

La contaminazione: una delle principali minacce del suolo





La *mycoremediation*: una soluzione sostenibile

La dimensione del problema nel mondo

- Il 25% dei suoli nel mondo sono altamente degradati e più di 22 milioni di ettari di suolo inquinati nel mondo (FAO, 2011; 2018)
- In Cina il 16% di tutti i suoli e il 19% di tutti i suoli agricoli sono considerati inquinati (CCICED, 2015)
- In Australia si stimano circa 80.000 siti contaminati (DECA, 2010)

In America, sono attualmente censiti 1333 siti di importanza

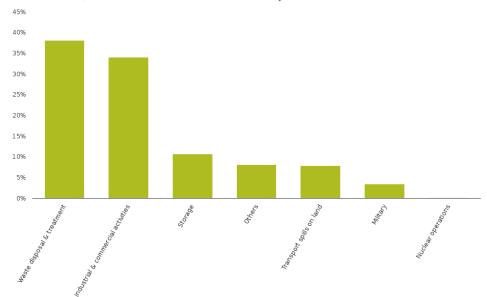
nazionale, di cui il 40% caratterizzato da contaminazione sia da elementi tossici, es. As, Cd, Pb e Hg, che da composti organici, es. petrolio, solventi clorurati e pesticidi (EPA, 2019; FAO, 2018; Ceci et al., 2018)



https://epa.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=33cebcdfdd1b4c3a8b51d416956c41f1

La dimensione del problema in Europa

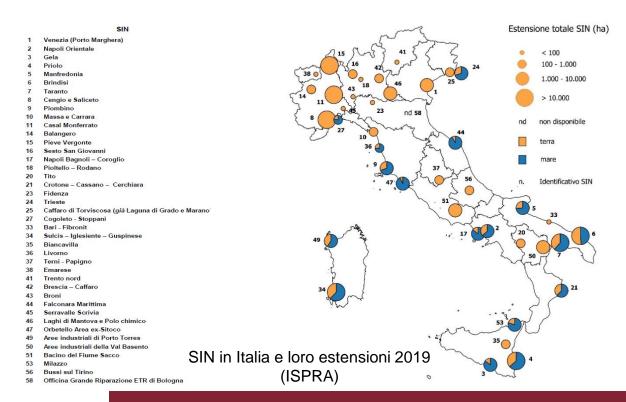
- Circa 3 milioni di siti potenzialmente contaminati sono stimati essere presenti nell'EEA-39 (EEA, 2014)
- Del totale stimato di 342 000 siti contaminati nell'EEA-39, circa un terzo è stato identificato e tra questi il 15% è stato riqualificato (EEA, 2014)
- 60% della contaminazione è dovuta ad oli minerali ed elementi potenzialmente tossici (Ceci et al., 2019)



Principali sorgenti della contaminazione del suolo in Europa. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/key-sources-of-local-soil-contamination#tab-chart 1

La dimensione del problema in Italia

- Attualmente 41 SIN sono presenti in Italia per un'estensione superiore a 171.000 ha su superficie terrestre (ISPRA)
- Su 1.966.912 campioni analizzati sono stati rilevati pesticidi per il 67,0% dei punti delle acque superficiali e nel 33,5% di quelle sotterranee (dati 2016). Sempre più evidente è la presenza di miscele, con un numero medio di circa 5 sostanze e un massimo di 55 sostanze in un singolo campione (ISPRA)





La Mycoremediation

 La mycoremediation è la tecnica di biorimedio che impiega i funghi nella rimozione di composti tossici; può essere applicata sia mediante funghi filamentosi che macrofunghi (Bosco e Mollea, 2019)

 Si utilizza per il trattamento di matrici ambientali e la rimozione di inquinanti da substrati derivanti da attività antropiche







Perché utilizzare i funghi?

- Gli enzimi coinvolti sono costitutivi, extracellulari ed hanno un'elevata aspecificità di substrato che gli permette di degradare un'ampia gamma di contaminanti
- Producono biosurfattanti

Organic pollutants Intracellular initial attack Extracellular oxidation E.g. cytochrome P450 monooxygenases and Laccase and peroxidase reactions and hydroxyl nitroreductases radical attack resulting in, e.g. · ether cleavage quinoid products hydroxylation Further catabolism Conjugate formation · aromatic-ring fission __ · CO. -Oxidations and/or Transferases, e.g. reductions O-glucoside oxidative-coupling • O-glucuronide products • O-xyloside · O-sulphate · O-methyl Fungal cell Formation of CO Metabolite excretion bound residues (Harms et al., 2011)

- c Fungus-metal interactions
- Me+ Dissolution Primary mineral) Uptake of Me+ Volatilization H+ Oxalate Biosorption of Met Vacuole Me or organo-Me To plant Me+ Phytochelatin Metallothionein Me+ Me+ Siderophore: Glomalin Secondary mineral Me+ Organic matter (Harms et al., 2011)
- Importanti agenti della biodegradazione naturale dei POPs
- Possiedono meccanismi metabolismo dipendente/indipendente di immobilizzazione di metalli e metalloidi

Vantaggi e svantaggi della mycoremediation

PRO

- Sostenibilità ambientale
- Ridotti consumi energetici
- Bassi costi economici

CONTRO

- Condizioni di crescita specifiche (esigenze nutrizionali e metaboliche)
- Durata della vitalità dell'inoculo
- Efficacia dell'attività di biorisanamento nel medio termine

Conservare la biodiversità dei funghi per conservare il futuro

- I funghi, rappresentano biorisorse di grande importanza per creare alternative sostenibili, economiche e rispettose dell'ambiente
- La mancata conservazione ed un'eventuale perdita di specie fungine, di conseguenza, rappresenta oltre alla perdita di capitale naturale, la perdita di potenziali biorisorse importanti nell'ambito della *Bioeconomy*, *Bioindustry* e *Bioscience*

Conservazione in situ e tutela degli habitat

RED° LIST

Conservazione ex situ

MICOTECHE

La micoteca del Laboratorio di Biodiversità dei Funghi



Isolamento e caratterizzazione ceppi fungini da matrici ambientali

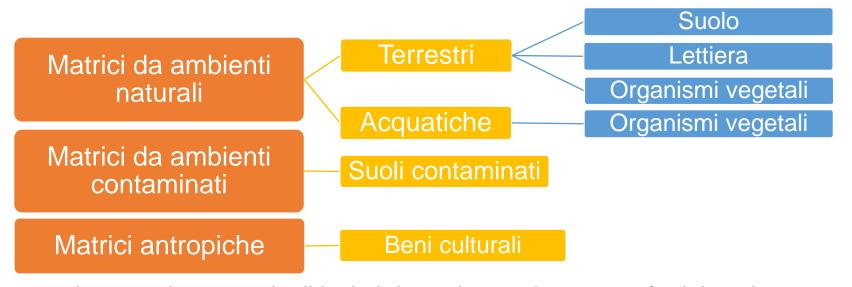
Conservazione e mantenimento dei ceppi della micoteca

Studi delle potenzialità dei funghi nel biorimedio

I funghi: biorisorse per la plant growth promotion

Attività

637 ceppi fungini isolati da: Italia, Europa (Regno Unito, Spagna, Repubblica Ceca, Polonia), Mondo (Costa d'Avorio, Ecuador), ambienti estremi (Antartide)



La maggior parte degli isolati riguarda specie saprotrofe del suolo (suoli naturali, agricoli, contaminati da metalli e pesticidi)

Esperienze con i funghi: l'impronta sporale





Agaricus bisporus (nome comune champignon)



Immergere in acqua il gambo per alcune ore per favorire l'apertura del cappello



Rimuovere il gambo ed eventuali residui presenti all'apertura del cappello



Imbibire d'acqua un disco di carta da filtro all'interno di una piastra Petri



Poggiare fermamente il cappello sulla carta imbibita e non muovere per 24 ore



Rimuovere il cappello ed osservare l'impronta sporale

Esperienze con i funghi: isolamento passivo di spore fungine aerodisperse



Piastre petri contenenti terreno di coltura Malt Extract Agar



Rimuovere completamente il coperchio ed esporre le piastre in diversi ambienti (all'aperto e al chiuso) per 30 minuti ad almeno un metro da terra. Richiudere il coperchio, sigillare le piastre e incubarle al buio in un ambiente con temperatura a circa 25° C



Dopo circa 4-7 giorni osservare le colonie sviluppatesi



Osservazione delle colonie mediante stereomicroscopio



Preparazione di vetrini ed osservazione al microscopio ottico

Bibliografia

- Bosco, F., and Mollea, C. (2019). Mycoremediation in Soil. In Environmental Chemistry and Recent Pollution Control Approaches [Working Title], (IntechOpen), p.
- Ceci, A., Pinzari, F., Riccardi, C., Maggi, O., Pierro, L., Petrangeli Papini, M., Gadd, G.M., and Persiani, A.M. (2018). Metabolic synergies in the biotransformation of organic and metallic toxic compounds by a saprotrophic soil fungus. Applied Microbiology and Biotechnology 102, 1019–1033.
- Ceci, A., Pinzari, F., Russo, F., Persiani, A.M., and Gadd, G.M. (2019). Roles of saprotrophic fungi in biodegradation or transformation of organic and inorganic pollutants in co-contaminated sites.
 Applied Microbiology and Biotechnology 103, 53–68.
- Harms, H., Schlosser, D., and Wick, L.Y. (2011). Untapped potential: exploiting fungi in bioremediation of hazardous chemicals. Nature Reviews Microbiology 9, 177–192.
- Hawksworth, D.L. (2001). The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. Mycological Research 105, 1422–1432.
- Hawksworth, D.L., and Lücking, R. (2017). Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. Microbiology Spectrum 5.
- Owen, D., Williams, A.P., Griffith, G.W., and Withers, P.J.A. (2015). Use of commercial bio-inoculants to increase agricultural production through improved phosphrus acquisition. Applied Soil Ecology 86, 41–54.



Grazie per l'attenzione

Anna Maria Persiani annamaria.persiani@uniroma1.it