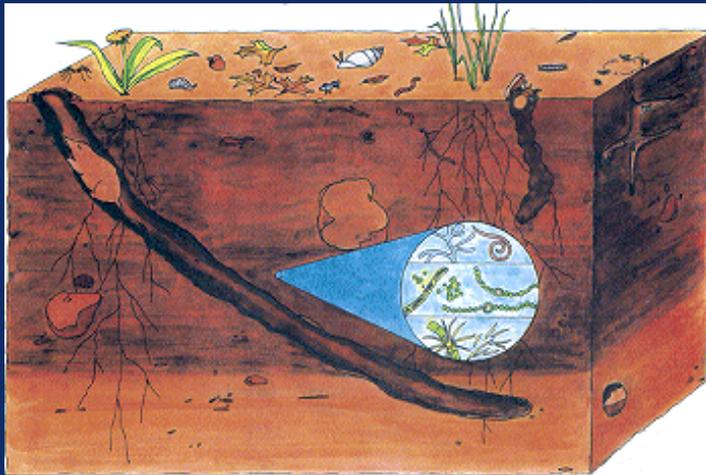




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,
TERRITORIO, AGROENERGIA

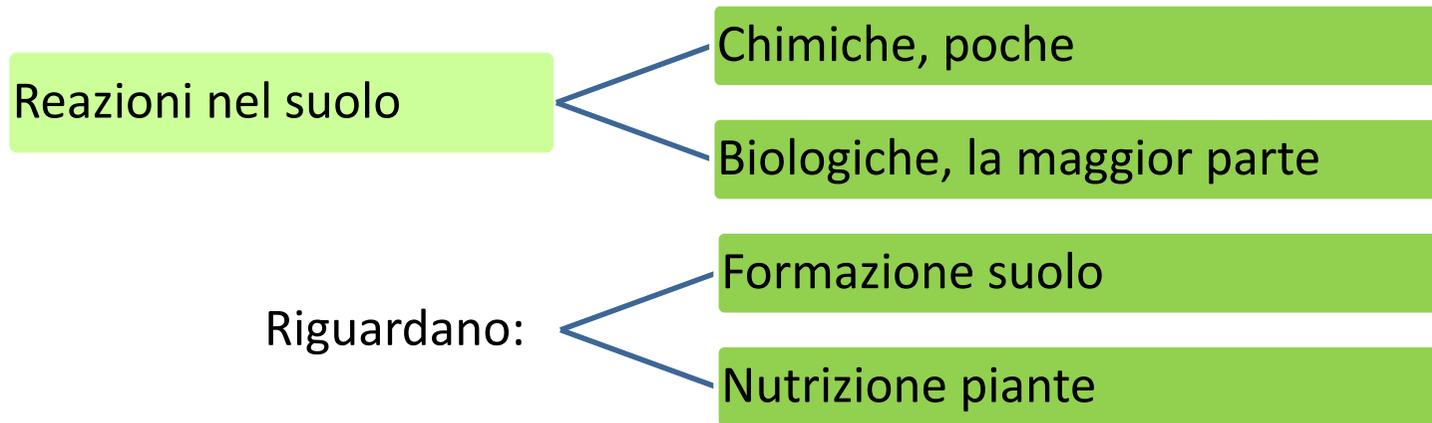
BIOLOGIA DEL SUOLO



Marco Acutis

Corso di studi in Produzione e Protezione delle Piante e dei Sistemi del Verde

BIOLOGIA del SUOLO



POPOLAZIONE nel SUOLO:

- Molta biomassa: 2,5 t ha⁻¹
- Varietà: molte specie, differenziate per:
 - Dimensioni
 - Esigenze alimentari
 - Sorgente di energia



FAUNA

ATTIVITA':

Meccanica

- Lombrichi: frammentazione grossolana
- Miriapodi e collemboli: divisione microscopica
- Trasporto di sostanza organica nel profilo
- Aumento porosità

Chimica

- Trasporto in superficie elementi di lisciviati
- Rilascio di elementi fertilizzanti: escrementi ricchi di K, P e Mg assimilabili, ottenuti attaccando con enzimi minerali non utilizzabili

Sulla Microflora

- La S.O. sminuzzata è più attaccabile
- Disseminazione microrganismi con escrementi
- Controllo dei funghi (regolazione equilibrio batteri/funghi)

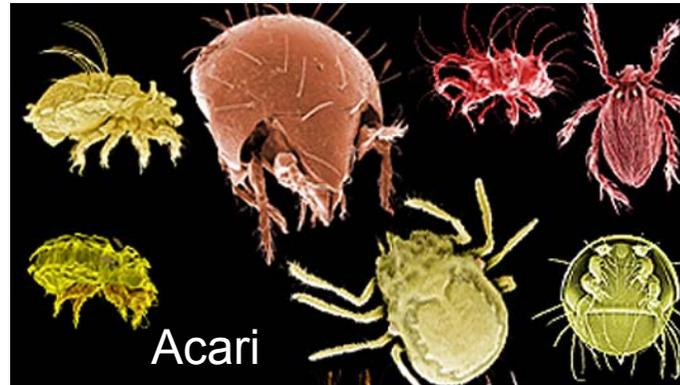


FAUNA

Macrofauna
(>2 mm)



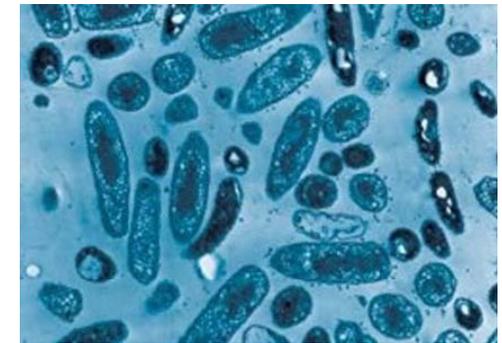
Mesofauna
($2 - 0.2$ mm)



Microfauna nematodi
(<0.2 mm)



Protozoi



FAUNA

Animali:

- Vertebrati: roditori, topi, arvicole, serpenti
- Artropodi: ragni, formiche, insetti, larve, miriapodi
- Anellidi: lombrichi (se ne conoscono 7000 specie)
- Molluschi: lumache
- Nematodi

Organismo	Numero per grammo di suolo
Acari	1 - 10
Nematodi	10 – 100
Protozoi	> 100 mila
Alghe*	> 100 mila
Funghi*	> 1 milione
Actinomiceti*	> 100 milioni
Batteri	> 1 bilione

* fanno parte dalla flora



Macrofauna

Fauna > 2mm

Composta da topi, talpe, lombrichi.

- **Topi e talpe:** trinciano e danneggiano le radici
- **Lombrichi:** terreni poveri di S.O.: $\sim 100 \text{ m}^2 \Rightarrow 500 \text{ kg ha}^{-1}$
terreni ricchi di S.O.: $\sim 1000 \text{ m}^2 \Rightarrow 5000 \text{ kg ha}^{-1}$

biologia:

- cercano umidità e temperature medie: in profondità in estate, in superficie primavera e autunno.
- nutrimento: quasi esclusivamente residui vegetali, prelevati in superficie e portati in profondità mescolati a terreno
- escrementi: da alcune specie in superficie, altre in profondità
- occorrono circa 10 anni per il passaggio di tutta la S.O. di un prato nel loro apparato digerente
- Condizioni per lo sviluppo:
 - Umidità non eccessiva
 - presenza di ossigeno
 - presenza di calcio
 - pH neutro



Mesofauna - Microfauna

Mesofauna: fauna 2 - 0,2 mm

Composta da insetti, aracnidi, miriapodi.

- Collemboli e acari: fino a 200.000 m²

Biologia:

- nutrizione: sostanze organiche in decomposizione, funghi, batteri, deiezioni, altri animali.
- non mescolano al terreno l'ingerito.
- relativamente poco importanti. Eccellenti indicatori biologici di «salute» del suolo
- Importanti per danni alle piante: elateridi, larve di coleotteri (maggliolini)
⇒ geodisinfestazione

Microfauna: fauna < 0.2 mm

- Protozoi:

abbondanti nei primi cm di suolo, se umidi e ricchi di S.O.; da 1 a 100 mila per grammo di terreno ⇒ 100 kg ha⁻¹;

nutrizione: predatori di batteri



FLORA

Composta da alghe, funghi, attinomiceti e batteri

- **Alghe** (blu, verdi, brune):
 - autotrofe: da 20 a 60 kg ha⁻¹ nei primi 2 cm
 - eterotrofe: più in profondità, attaccano la S.O.
 - fissazione N atmosferico (poche)
 - agenti primari della pedogenesi: attacco delle rocce
 - rilascio sostanze ormonali: auxine, vitamine, inibitori
- **Funghi:**
 - Genere *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Tricoderma*
 - biomassa: 1000-1500 kg ha⁻¹
 - nutrizione eterotrofa:
 - parassiti delle colture
 - saprofiti
 - parassiti di microrganismi (*Tricoderma*, lotta biologica a patogeni fungini)
 - simbionti con piante superiori (micorizze)
 - preferiscono ambiente acido
 - azioni:
 - degradazione cellulosa e lignina (formazione humus)
 - ammonizzazione



Alga azzurra



Rhizobium
(noduli)



FLORA

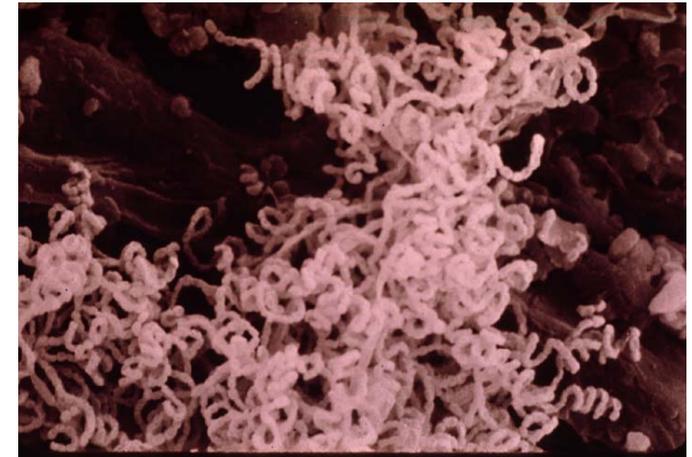
Attinomiceti

popolazione: fino a 700 kg ha⁻¹

pH ottimale 6 - 7,5

Attività:

- attacco di cellulosa e lignina: umificazione
- degradazione dell'humus stabile
- produzione vitamine gruppo B e antibiotici
- (odore di terra bagnata)



Attinomicete (Streptomicete)

Batteri

popolazione: variabilissima, da 1-2 a 70 kg ha¹

apporto di N: la S.O. contiene il 10 - 20% di corpi batterici, con circa il 6,5% di N, ottenuto da:

- decomposizione S.O.
- minerali (nitrati e ammonio)
- aria (azotofissazione)
- aerobi: ossidanti, in genere utili; anaerobi: riducenti, in genere dannosi
- eterotrofi: la più parte, degradano amido, cellulosa, proteine, urea (mineralizzazione e umificazione)



Batteri

- Autotrofi:
 - nitrosi (Nitrosomonas, Nitrosococcus)
 - nitrici (Nitrobacter)
 - riorganicatori
 - denitrificanti
- Semiautotrofi:

Utilizzano l'N dell'aria del suolo e C organico

 - simbionti: rhizobium (C da zuccheri delle piante)
 - non simbionti o parzialmente simbionti: azotobacter, azospirillum (qualche utilizzazione su mais) C da sostanza organica in decomposizione



Sviluppo batterico dipende da:

- aerazione (pochi batteri in profondità)
- T° : optimum 21-30 ° C
- Umidità: livello ottimale alla CC
- pH 6 - 8
- Presenza di Ca scambiabile (neutralizza gli acidi organici prodotti dal loro metabolismo)



Batteri

Batteri su ife fungine



- Flora microbica di decomposizione:
all'apporto di S.O., segue forte proliferazione microbica con:
 - inibizione dello sviluppo radicale
 - inibizione germinazione
- Flora microbica di assimilazione:
dopo 1-3 mesi:
 - senza vegetazione, le sostanze organiche e minerali costituiscono una “riserva”;
 - con vegetazione in prossimità dei semi che germinano o delle radici, proliferazione microbica e formazione di una rizosfera che stimola lo sviluppo (ormoni) l'escrezione radicale seleziona la microflora utile alla pianta

Si formano quindi associazioni nutritive: la microflora partecipa all'assimilazione da parte della pianta con

 - sostanze organiche specifiche
 - degradazione humus e attacco minerali insolubili
 - resistenza ai parassiti (competizione? ..Non ben definito)



Batteri: AZOTOFISSAZIONE

- Non simbiotica (o simbiosi parziale)
solo a pH neutri, con calcio disponibile, da 10 a 60-70 kg ha⁻¹ di N per anno

- **Simbiotica: Rhizobium**

da 100 a 300 kg ha⁻¹ anno⁻¹ (anche 400)

Occorre:

- aerazione del suolo
- pH idoneo (il Rhizobium della medica non si sviluppa a pH acidi)
- presenza di H₂O
- presenza di Ca e microelementi
- Difficile stimare l'azotofissazione: per confronto con varietà della stessa specie non azotofissatrici in assenza di concimazione, con l'uso di N marcato, con l'isotopia naturale dell'N: l'N tratto dal suolo ha composizione isotopica più "pesante" di quello atmosferico.

Il terreno è normalmente ricco dei rizobi specifici per medica, trifoglio, pisello, fagiolo.

Povero per quanto riguarda la soia: occorre un inoculo, trattando i semi con colture di batteri allo stato polverulento, e eventualmente una piccola dose di N (20-40 kg ha⁻¹) detta *concimazione di lancio*.



DOMANDE

1. In quali categorie si suddivide la fauna presente nel suolo e per ognuna fare qualche esempio.
2. Composizione e caratteristiche della mesofauna nel suolo.
3. Caratteristiche e condizioni per l'azotofissazione nel suolo.
4. Descrivere quali generi di funghi sono presenti nel suolo e le loro diverse funzioni.

