cefap
CENTRO PER L'EDUCAZIONE E LA FORMAZIONE AGRICOLA PERMANENTE

RIGENERA FVG

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA



L'INCREMENTO DELLA BIODIVERSITÀ MICROBICA E DELL'HUMUS

PER LA SALUTE DELLE PIANTE, DEGLI ESSERI UMANI E DELLA TERRA

Giovedì 12 novembre 2026, dalle 15.00 alle 18.00 | CeFAP c/o EnAIP Pasian di Prato

Relatore:
Anna Strohmenger
Agronoma, Libera Professionista

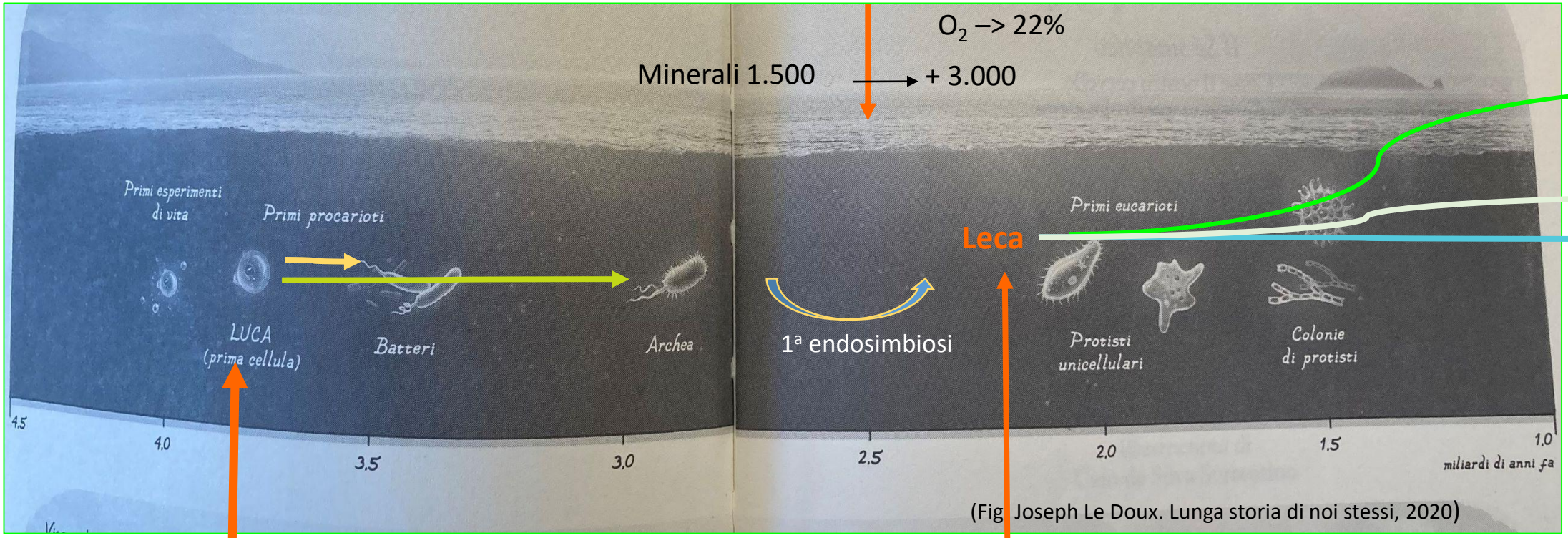
DI COSA PARLEREMO

- Vita microbica del suolo: microrganismi, radici e cicli dei nutrienti.
- Analisi microbiologiche: biodiversità e valutazione dello stato biologico del terreno.
- Umificazione: trasformazione della materia organica e ruolo dell'humus nella fertilità.
- Pratiche rigenerative: compost, apporti organici, coperture vegetali e gestione agronomica.

VITA MICROBICA

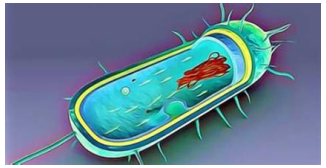
Ambiente Anaerobico

1° Grande Evento Ossidativo



(Fig. Joseph Le Doux. Lunga storia di noi stessi, 2020)

LUCA: Last Universal Common Ancestral
(L'Ultimo Ancestro Universale Comune)



LECA: Last Eucariotic Common Ancestor
L'Ultimo Ancestro Comune degli Eucarioti)



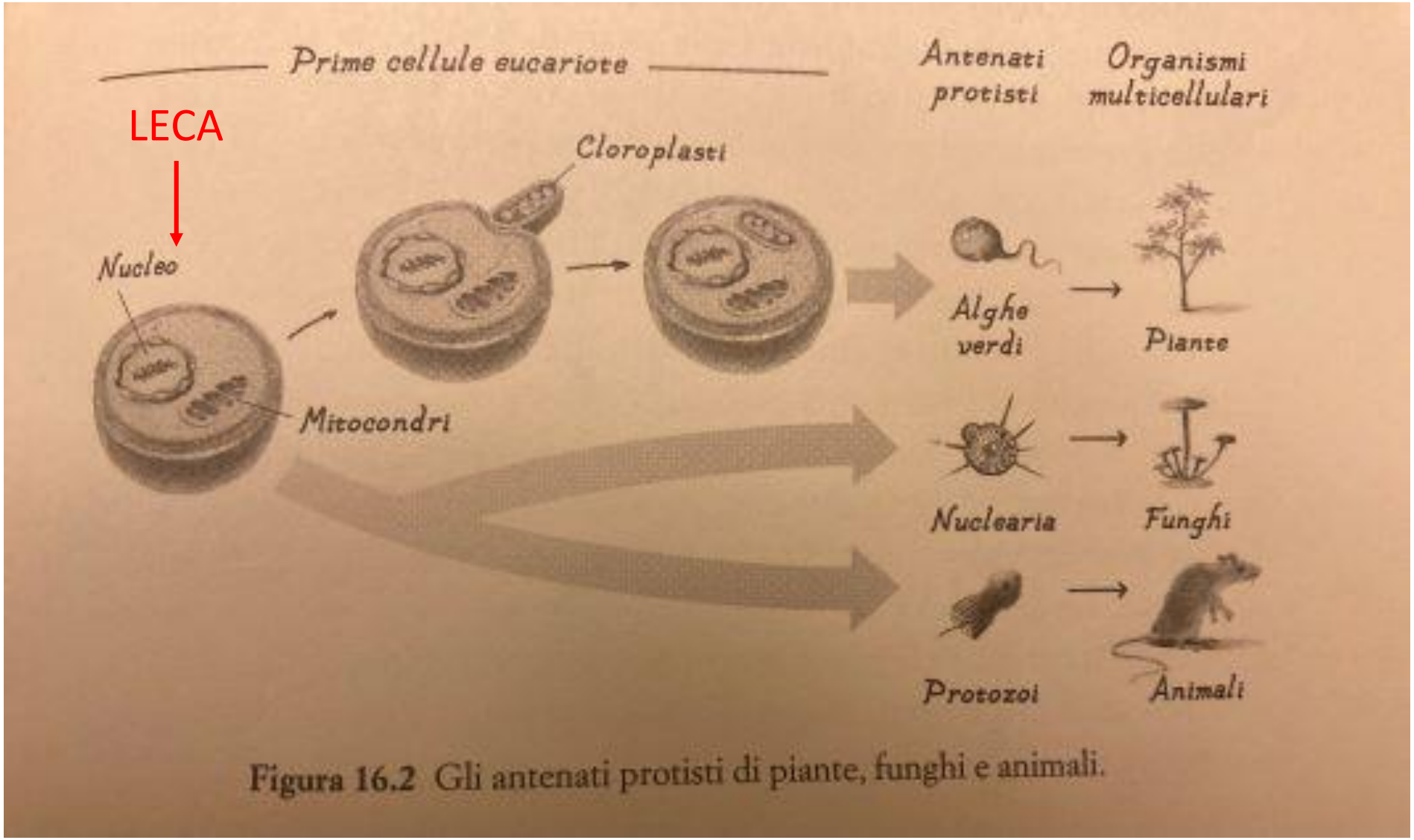
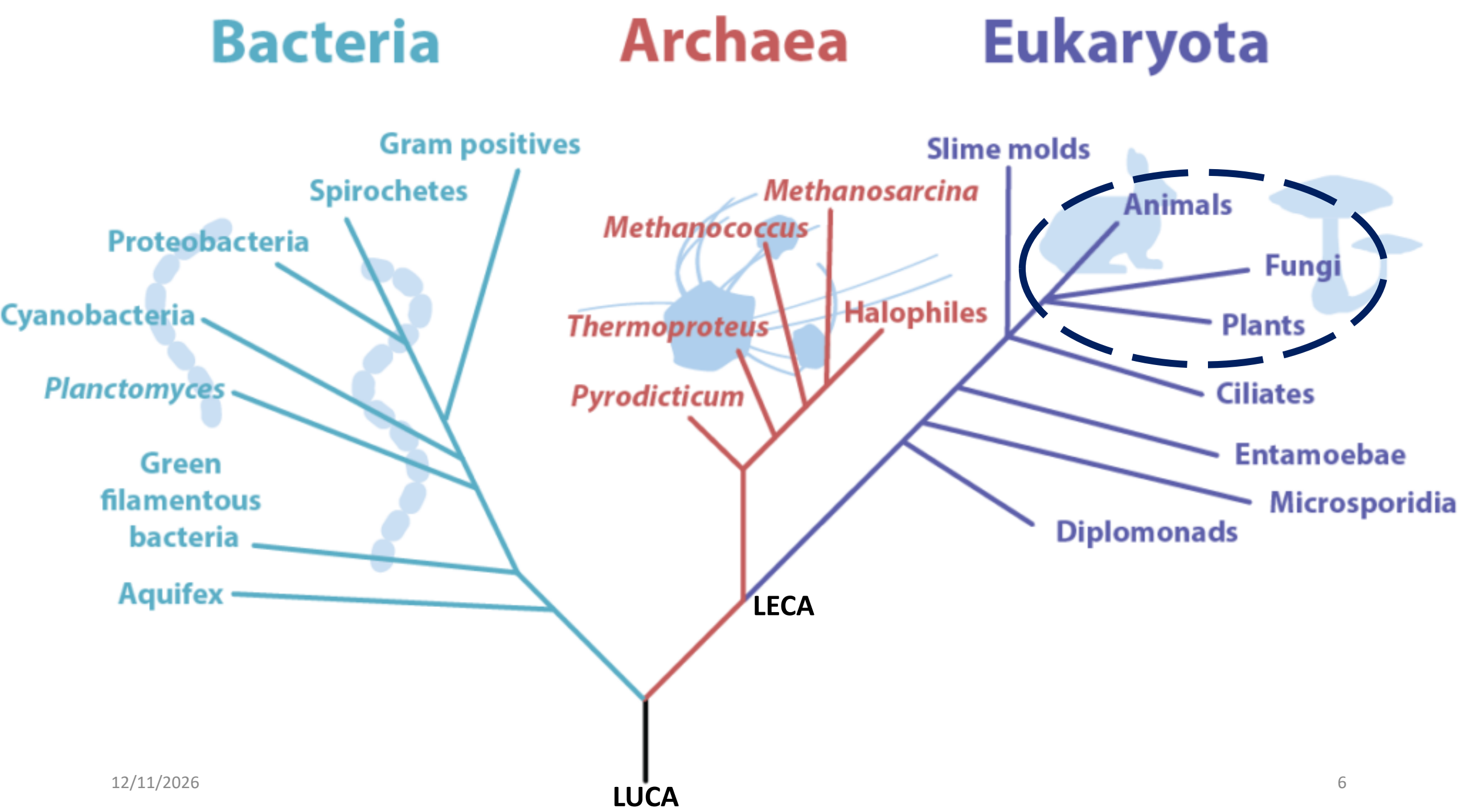


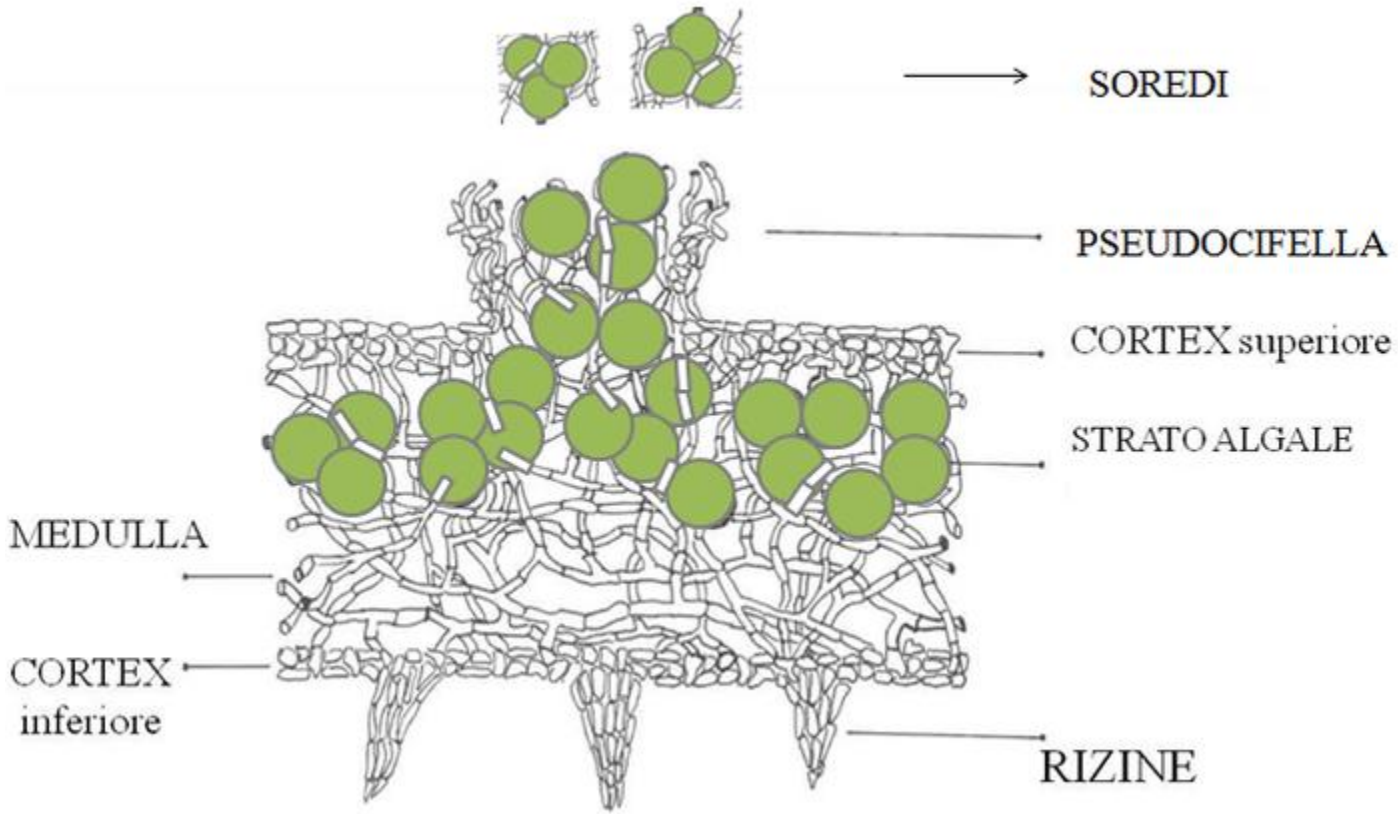
Figura 16.2 Gli antenati protisti di piante, funghi e animali.

(Fig. Joseph Le Doux. Lunga storia di noi stessi, 2020)

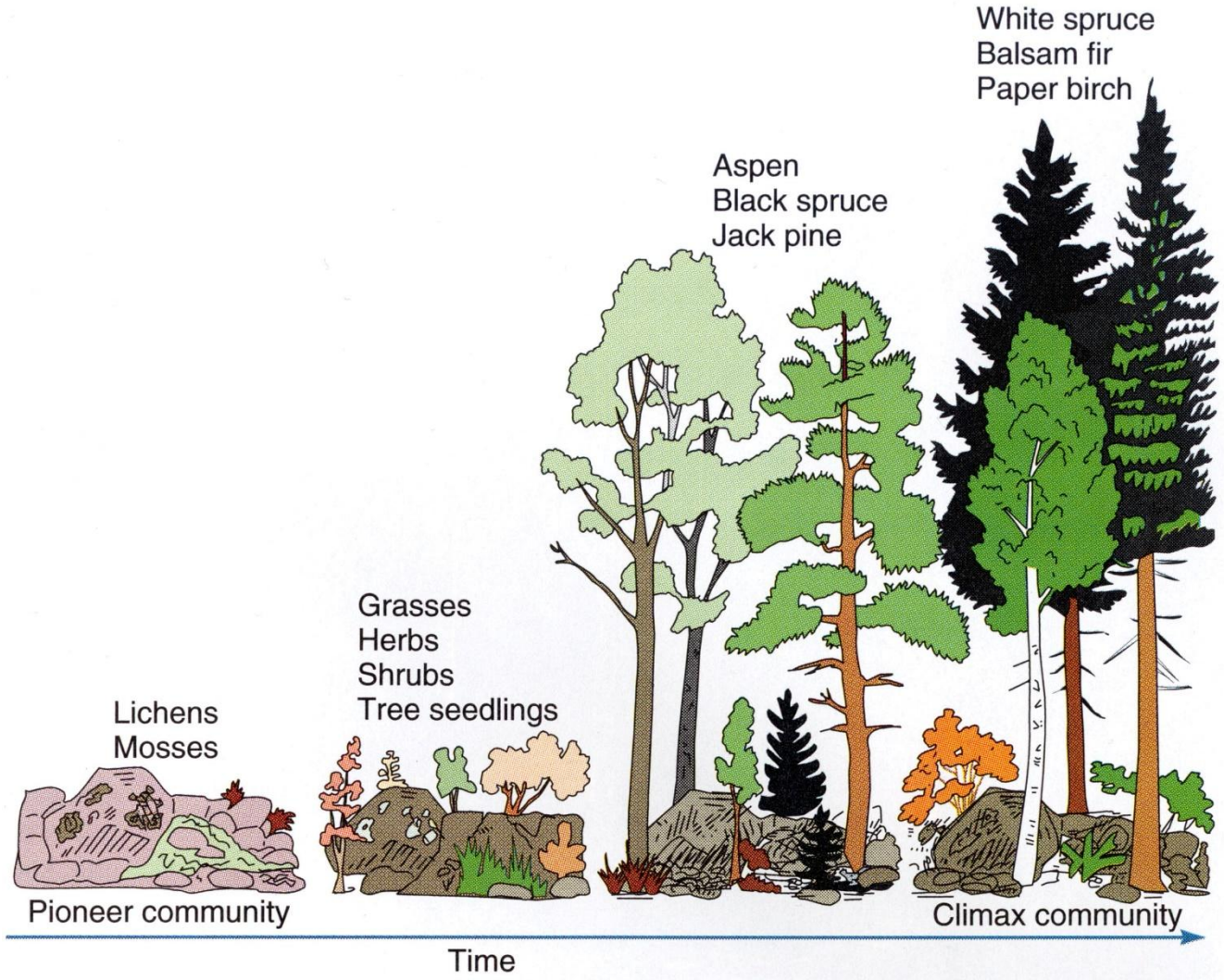

Bacteria
Archaea
Eukaryota
Gram positives
Spirochetes
Proteobacteria
Cyanobacteria
Planctomyces
Green filamentous bacteria
Aquifex
Methanosarcina
Methanococcus
Thermoproteus
Halophiles
Pyrodicticum
Slime molds
Animals
Fungi
Plants
Ciliates
Entamoebae
Microsporidia
Diplomonads
LECA
LUCA

LE PRIME FORME VEGETALI TERRESTRI

I LICHENI: associazione di Funghi con Alghe



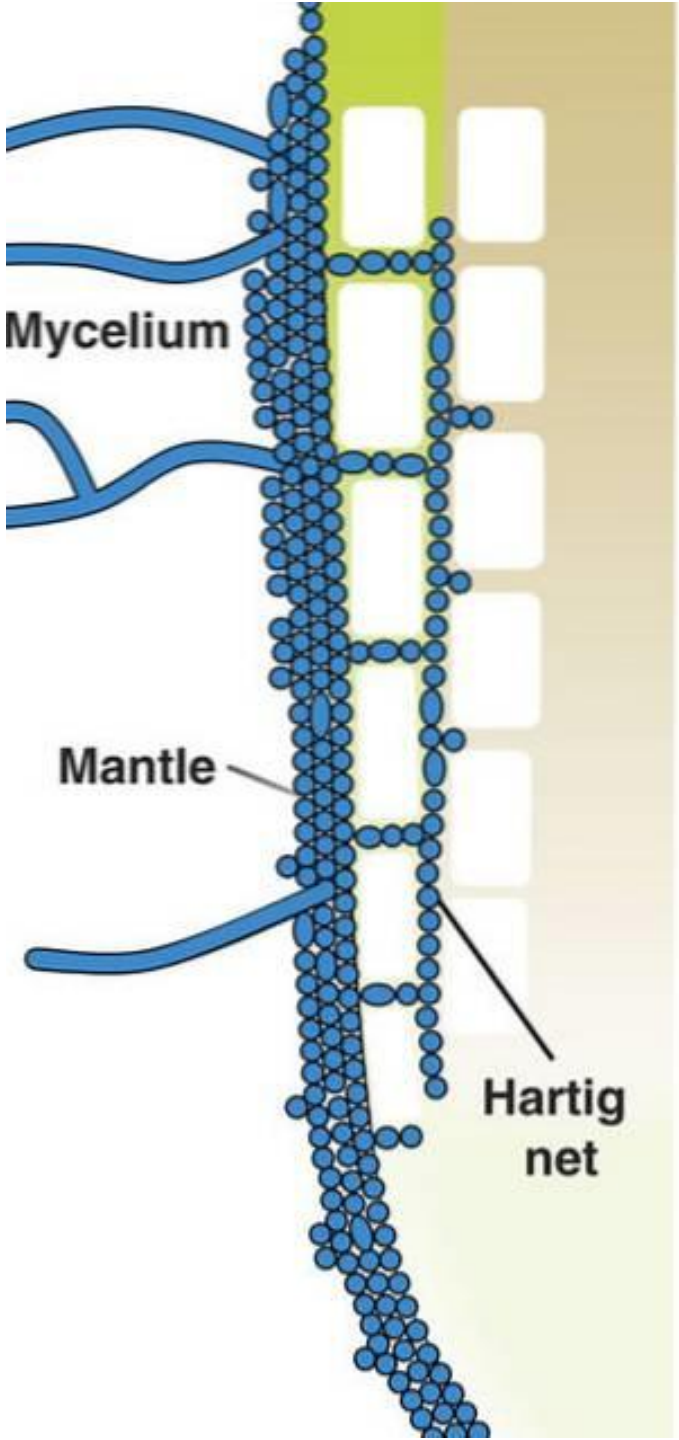


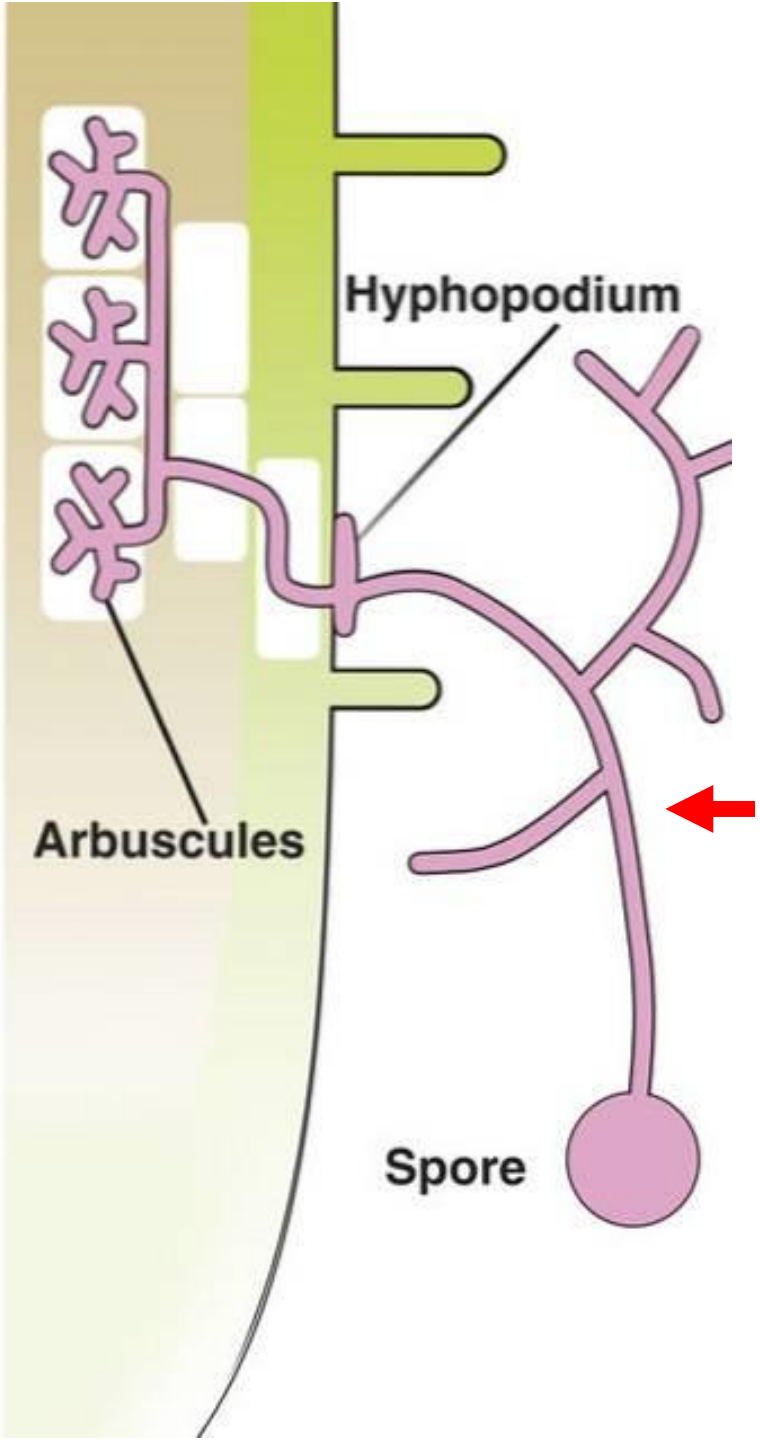


….. «I funghi funzionarono come sistemi radicali per decine di milioni anni, finché le piante non ne svilupparono di autonomi» (Merlin Sheldrake, 2020).

DAI FUNGHI MICORRIZZICI DIPENDE BUONA PARTE DELLA NUTRIZIONE DELLE PIANTE

ECTOMICORRIZE (piante forestali)

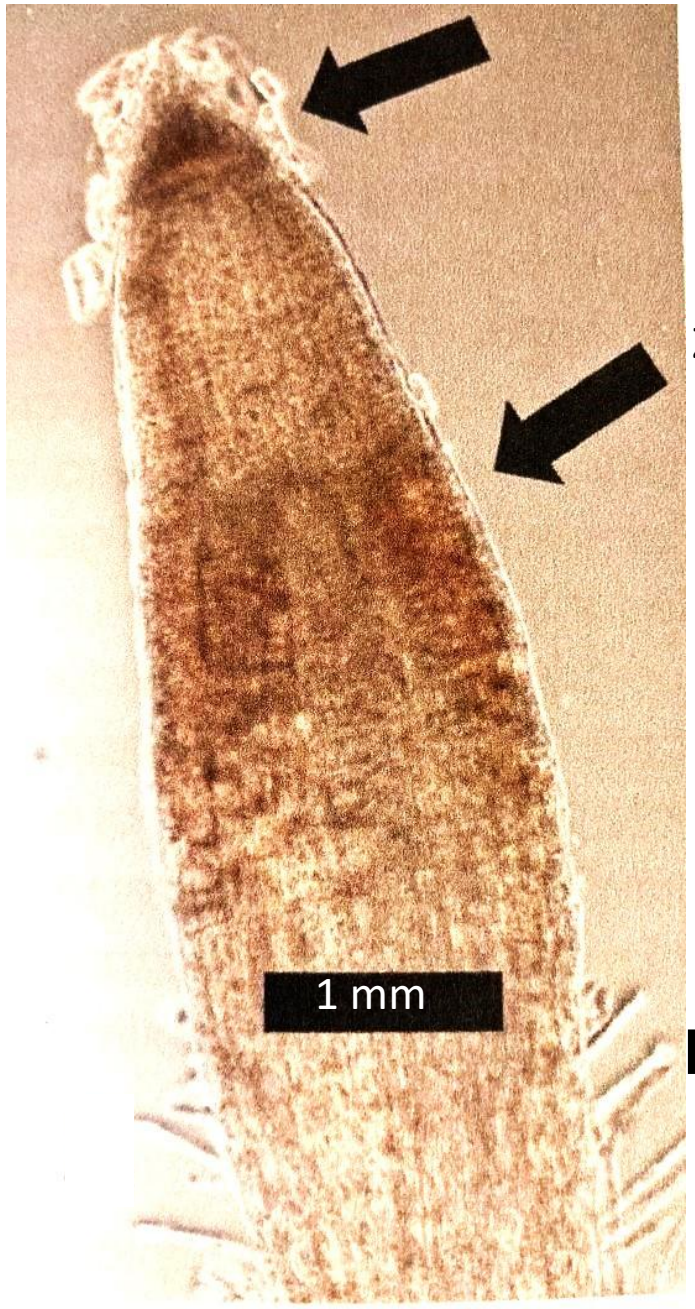




ENDOMICORRIZE (piante agricole)

DAL CICLO RIZOFAGICO DEI BATTERI LE PIANTE OTTENGONO AZOTO ORGANICO

ZONA DELL'APICE RADICALE dove i batteri crescono, si moltiplicano e vengono fagocitati all'interno della radice



ZONA DEL MERISTEMA: l'ossigeno reattivo, prodotto dalle cellule vegetali, estrae i nutrienti trasportati dai batteri.

ZONA DI USCITA dei microbi esauriti di sostanze nutritive.

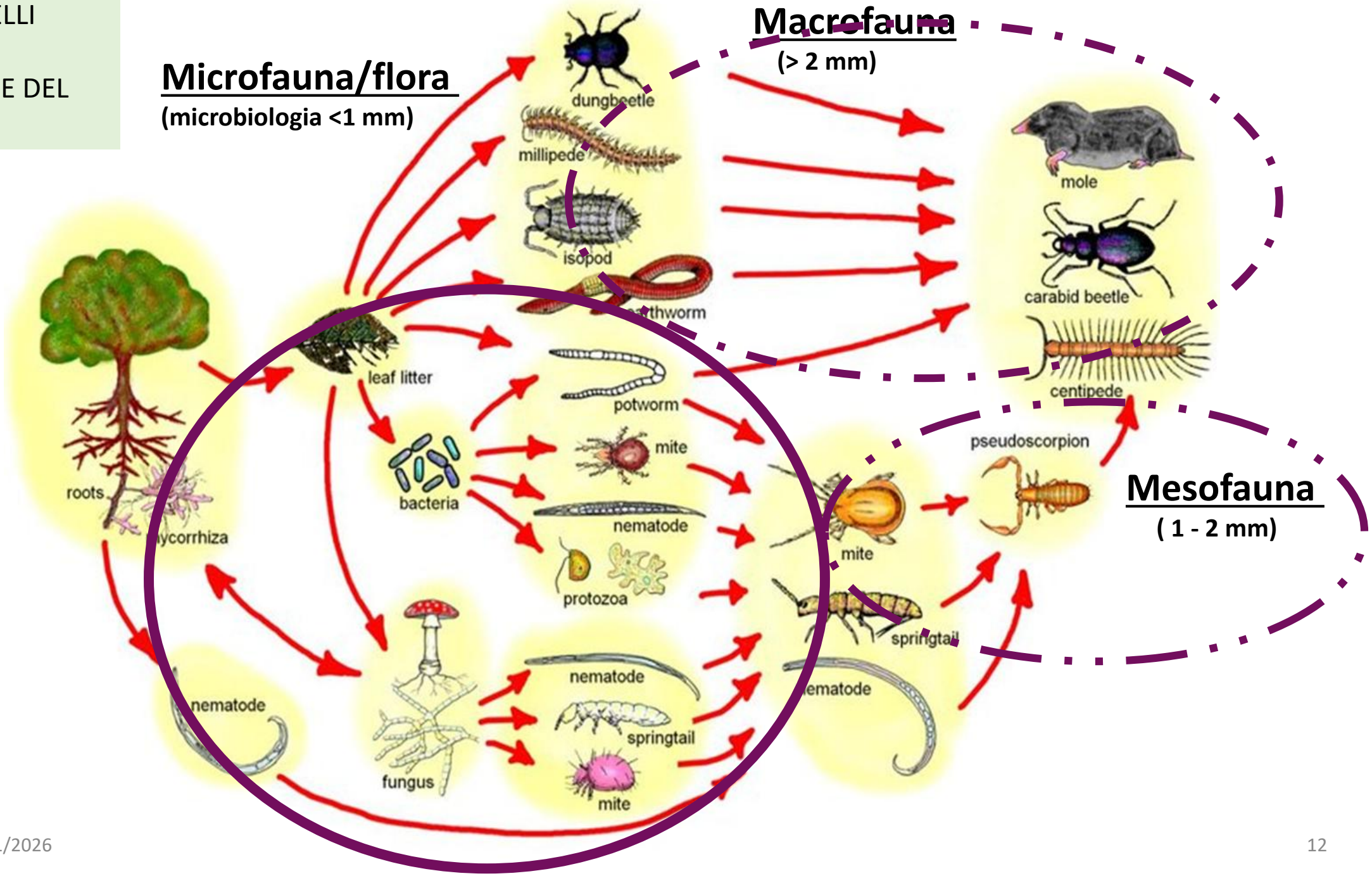
I microbi si ricaricano con i nutrienti della rizosfera

La Microbiologia occupa i primi anelli della Rete Alimentare del Suolo

- Include specie microbiche appartenenti a diversi regni della vita,
- Condividono lo stesso spazio
- Svolgono delle funzioni specifiche
- Vivono in un equilibro dinamico
- Nella rizosfera svolgono importanti scambi nutrizionali e biochimici con le Piante

.

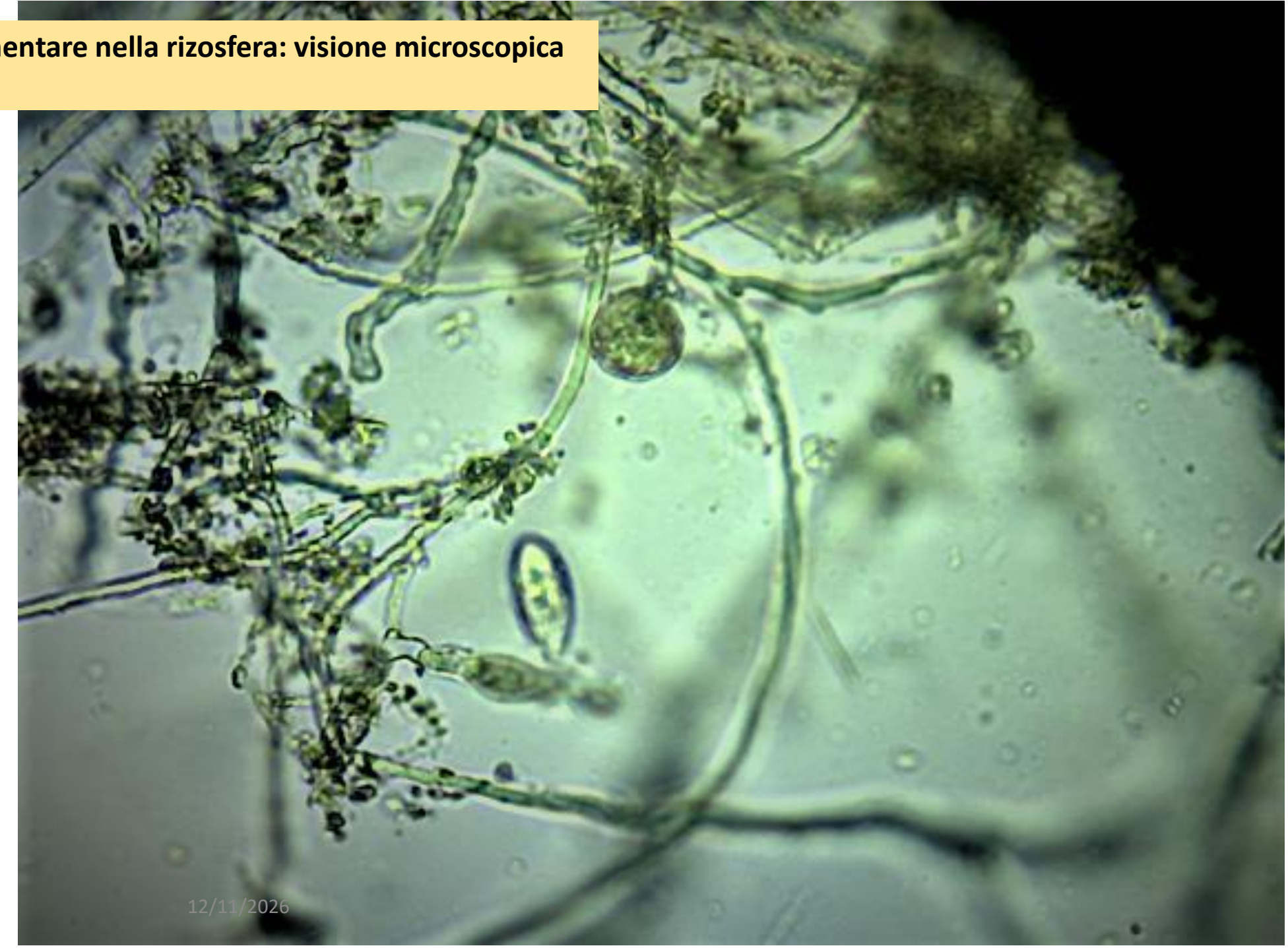
I PRIMI ANELLI DELLA RETE ALIMENTARE DEL SUOLO



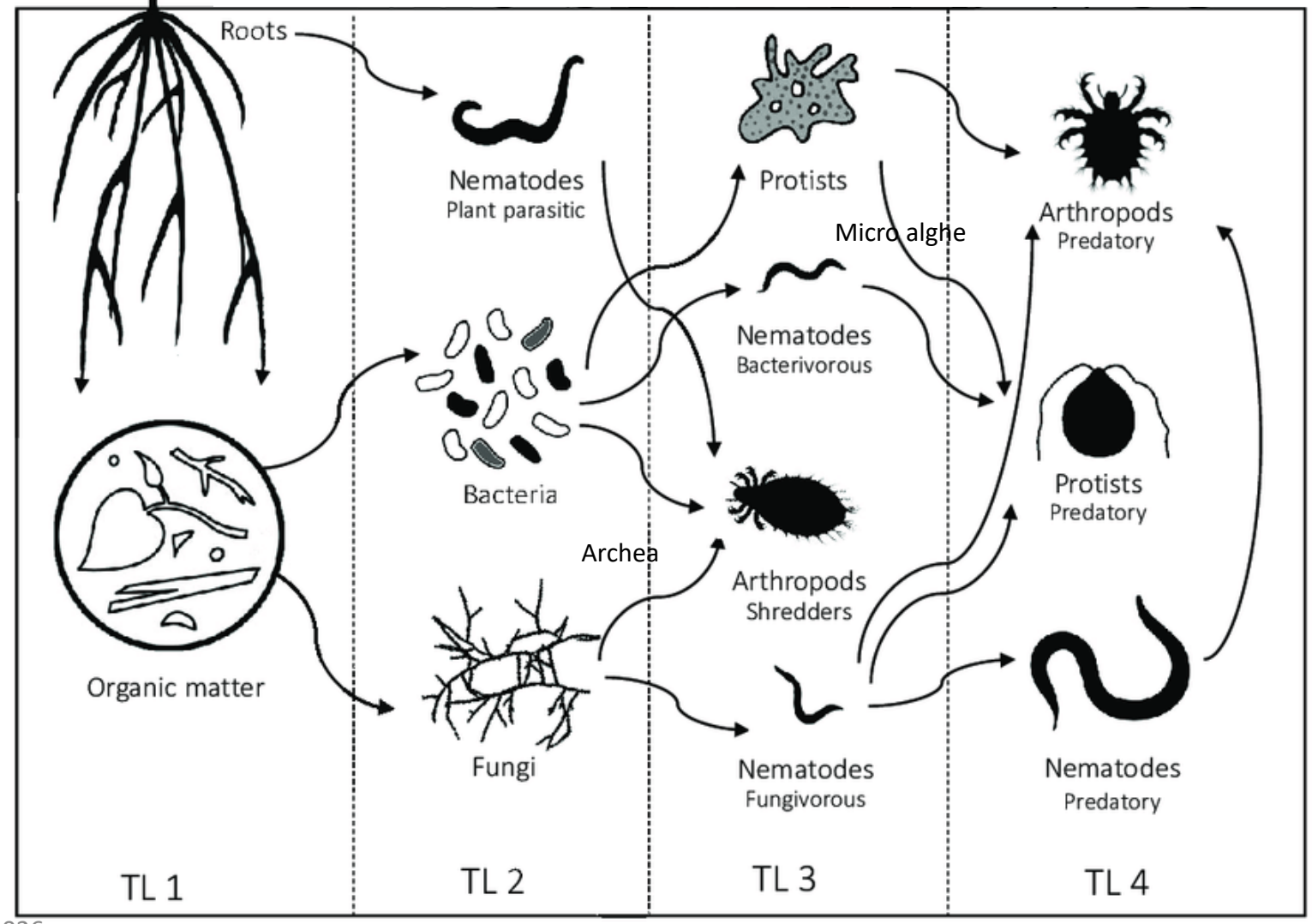
Rete Alimentare nella rizosfera: visione allo stereoscopio (40 x)



La rete alimentare nella rizosfera: visione microscopica (400 x)



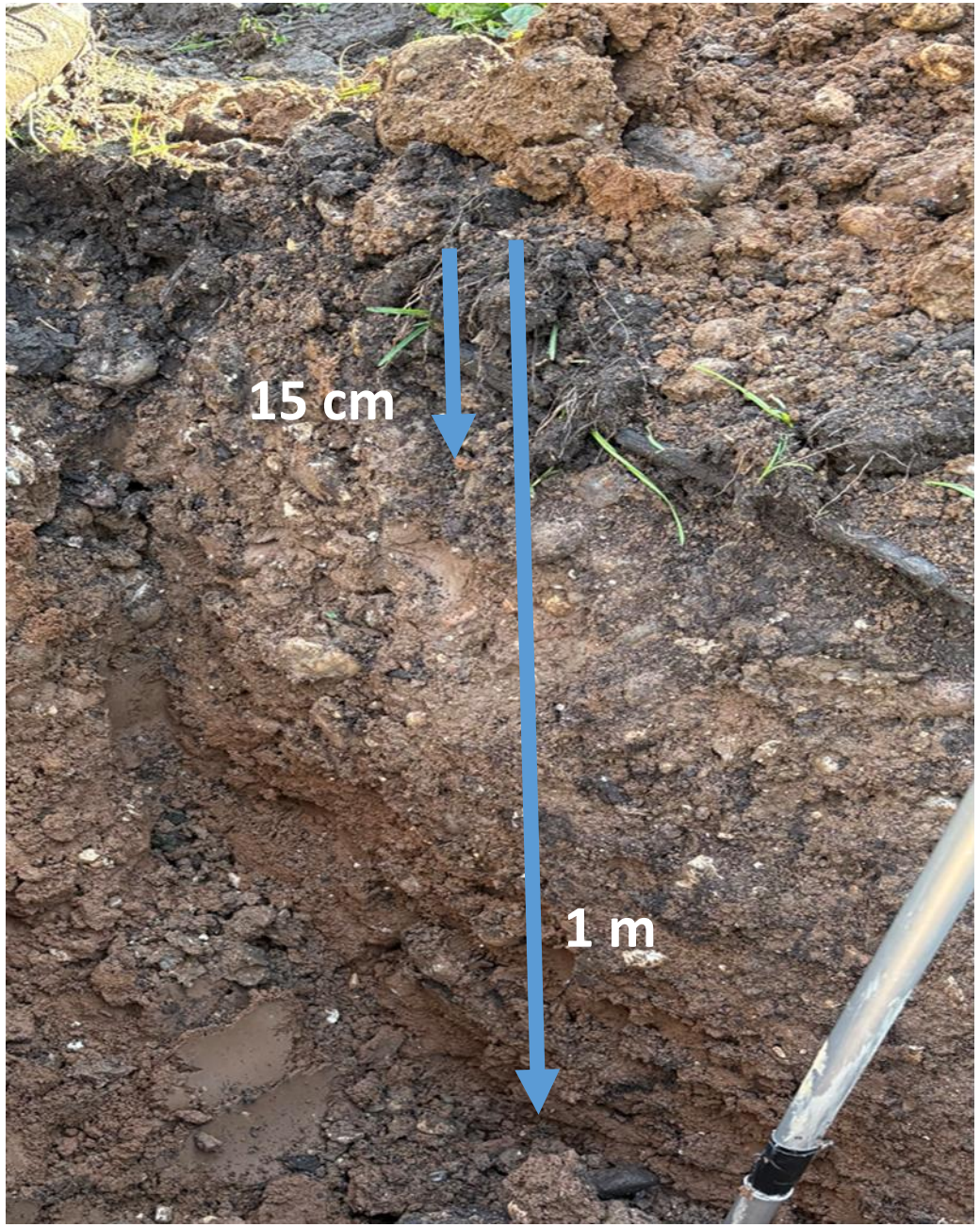
I PRIMI 4 LIVELLI TROFICI DEL SUOLO



TROFICO riguarda la nutrizione, la risorsa energetica di un gruppo

Il profilo del suolo

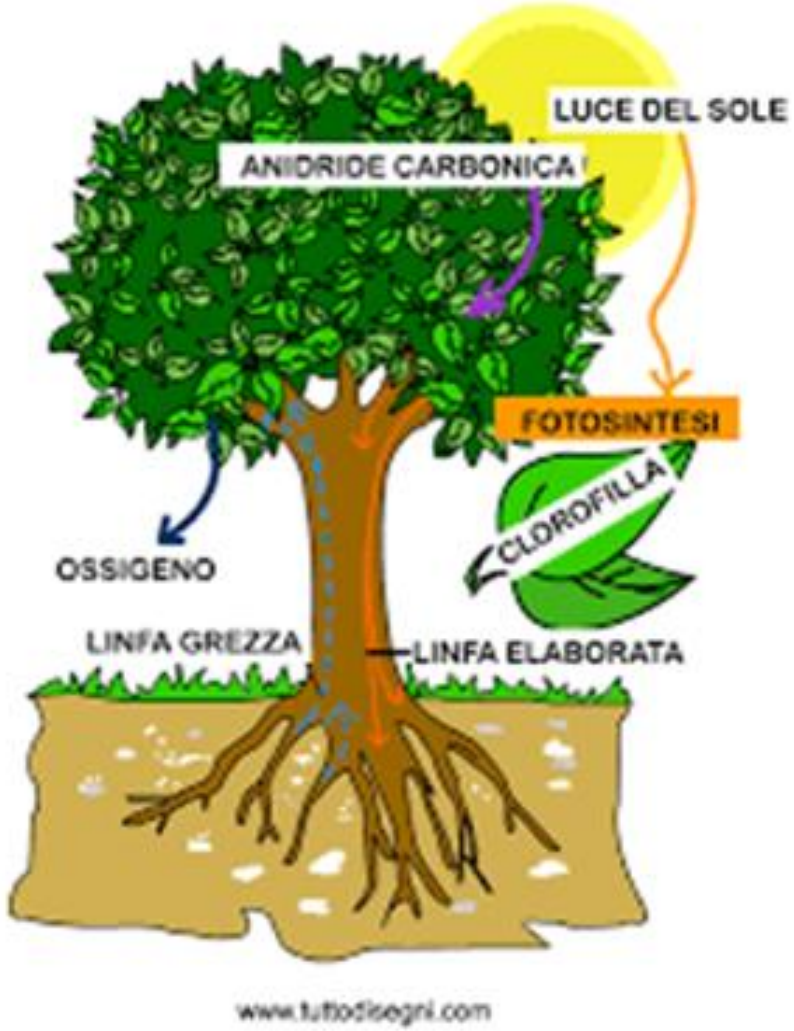



15 cm
1 m

Benefici Agroecologici della Rete Alimentare

- Struttura del terreno
- Areazione
- Fissazione dei nutrienti
- Permeabilità e trattenimento dell’acqua
- Drenaggio dell’acqua in eccesso
- Umificazione: «Sequestro del carbonio»

IL PRIMO LIVELLO TROFICO

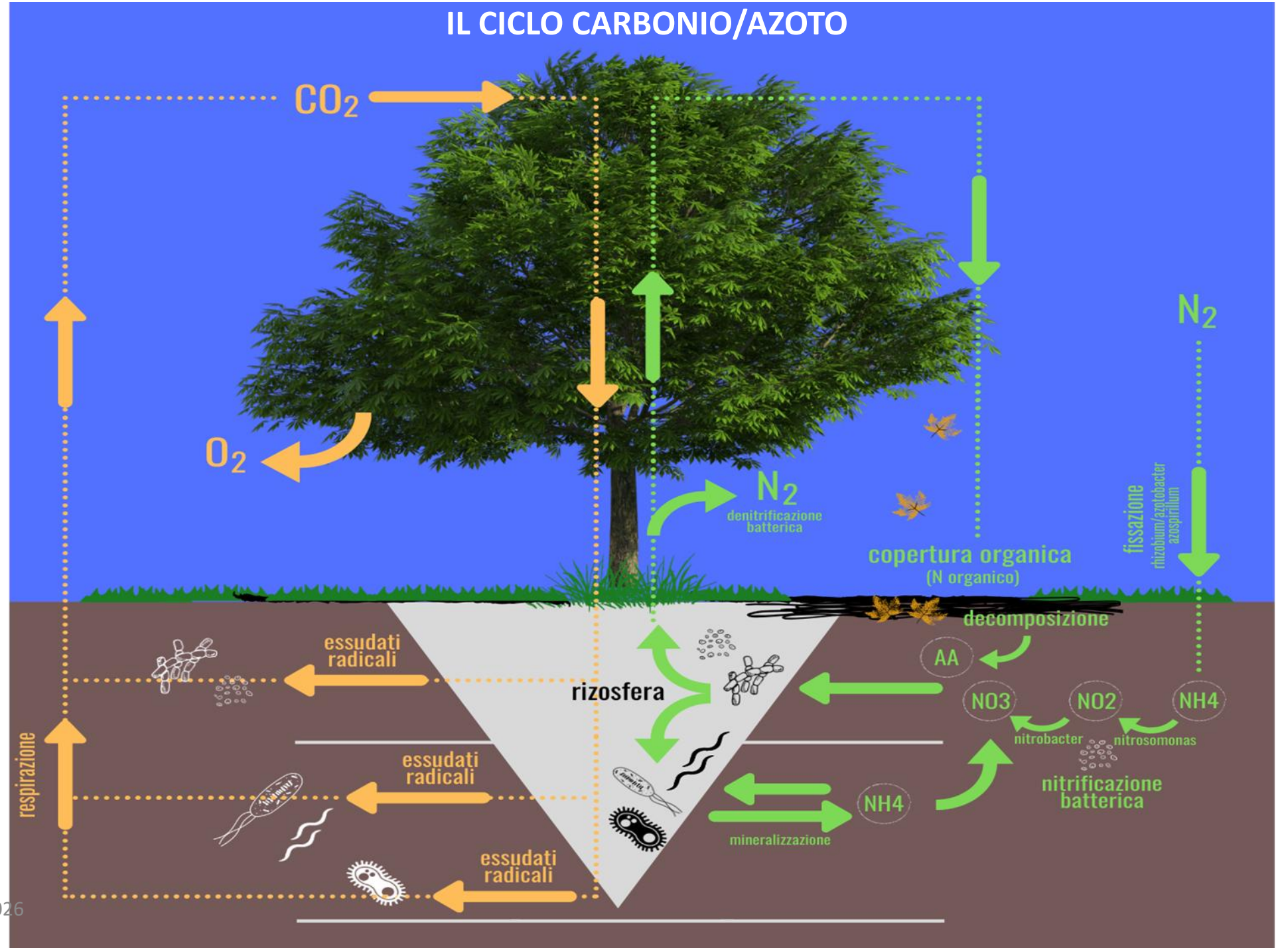


IL REGNO VEGETALE

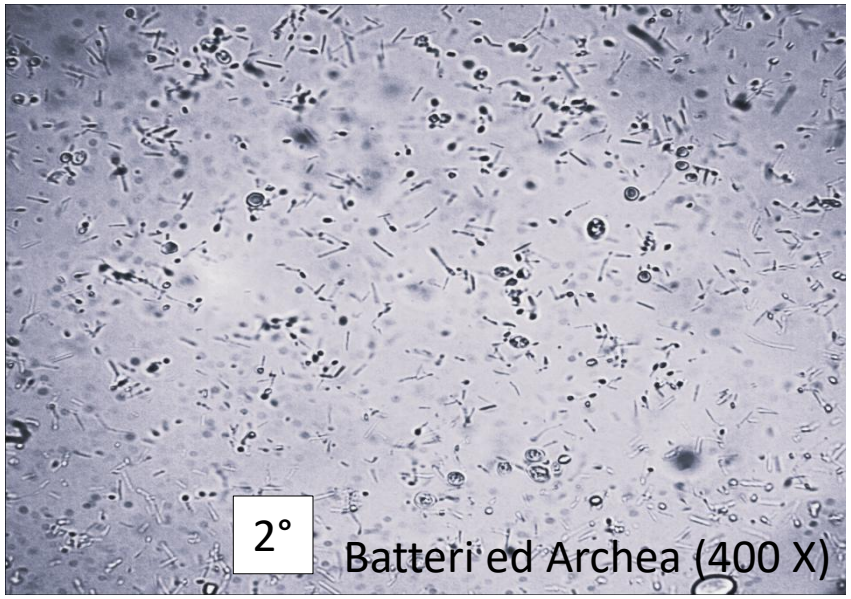
- →Fissa il carbonio
- →Produce zuccheri→ foglie, frutti, legno, radici, fiori…
- →Apporta residui organici sul terreno
- →Produce essudati radicali

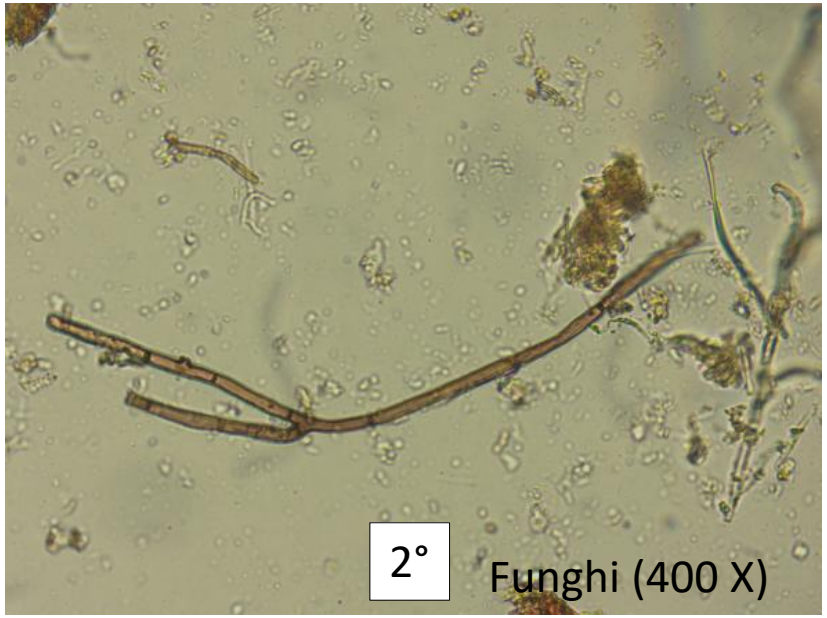
(30-40% del Carbonio fissato)

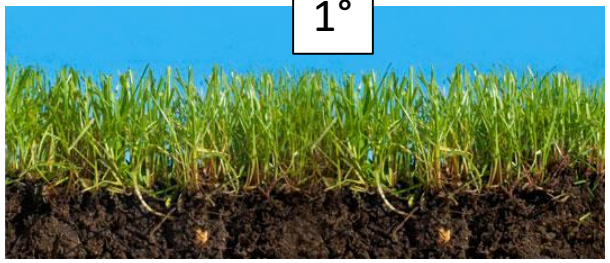
IL CICLO CARBONIO/AZOTO



PRIMO, SECONDO, TERZO e QUARTO LIVELLO TROFICO





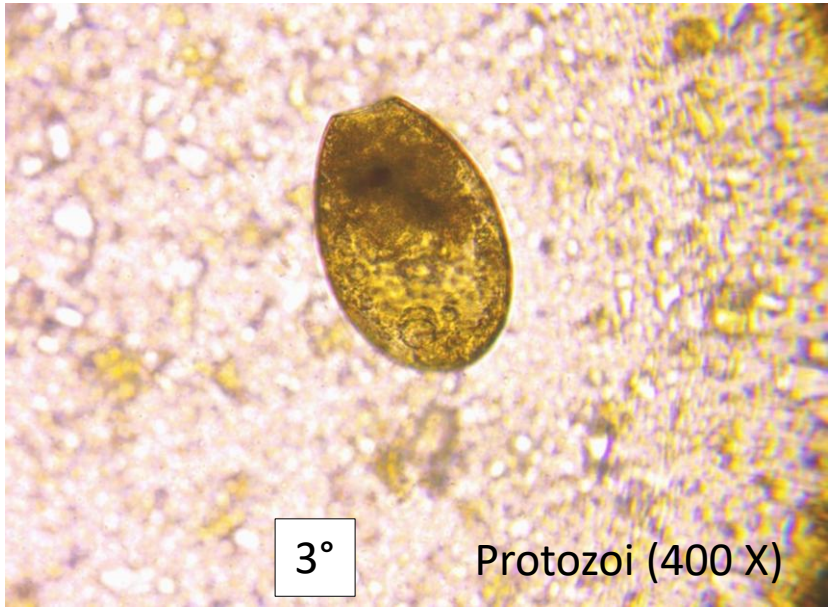


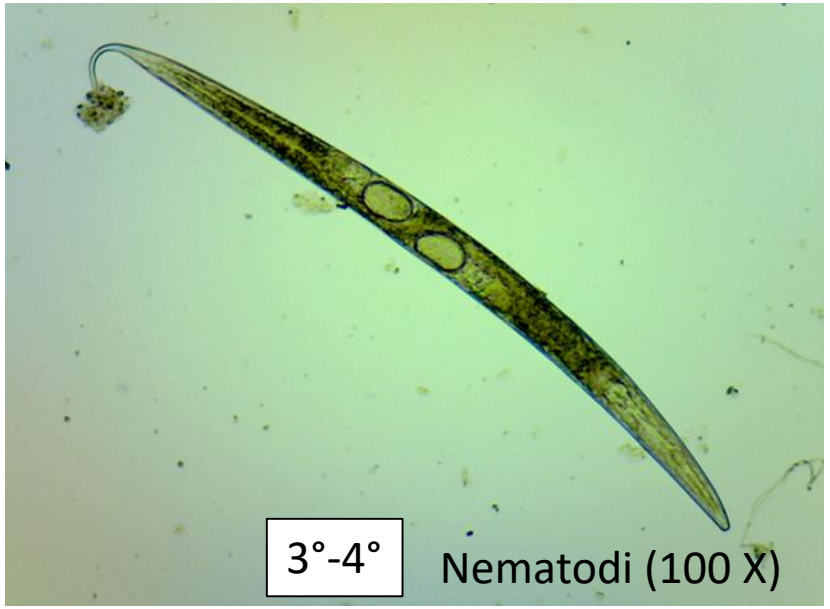
IN STRETTA SIMBIOSI CON LE PIANTE

DECOMPOSITORI

Consumatori primari

Produttori di sostanze umiche e fitostimolanti





LIBERANO SOSTANZE NUTRITIVE ASSIMILABILI

PREDATORI

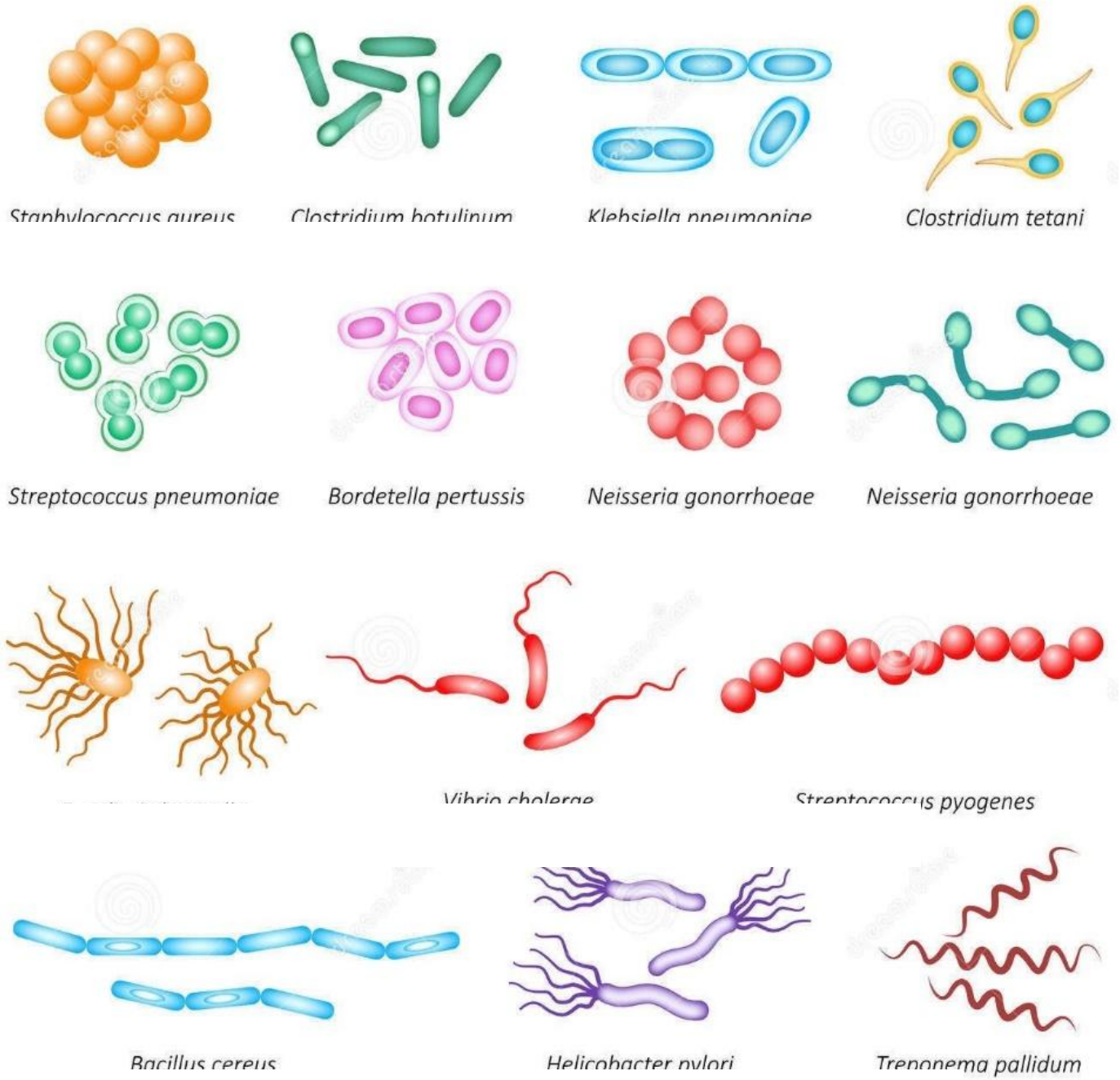
Consumatori secondari

Principali funzioni dei Batteri e dei Funghi in relazione alle piante

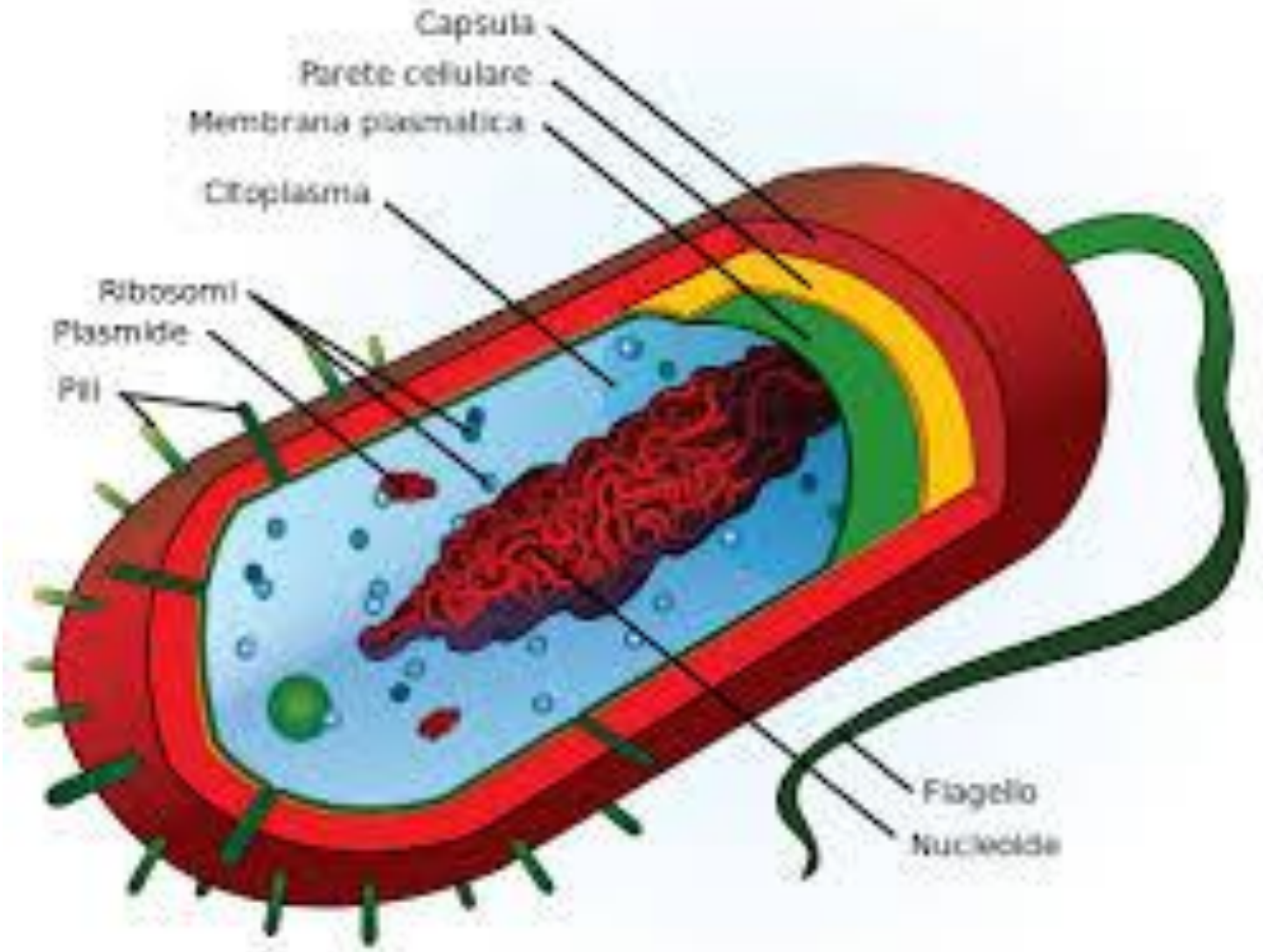
- Decompongono materia organica
- Fissano l'azoto atmosferico che trasformano in forme assimilabili per le piante: azoto ammoniacale, nitrico, amminico
- Solubilizzano i sali minerali: fosforo, ferro, calcio….
- Producono Fitoregolatori: vitamine, ormoni, enzimi, amminoacidi,….
- Proteggono: occupazione lo spazio, antagonismo e/o antibiosi
- Producono Fitostimolanti meccanismi di resistenza, tolleranza e immunizzazione delle piante verso patogeni/parassiti (stimolazione biochimica)

BATTERI NEL TERRENO

- Unicellulari
- Aerobi e/o anaerobi
- Veloce riproduzione
- Si aggregano in colonie

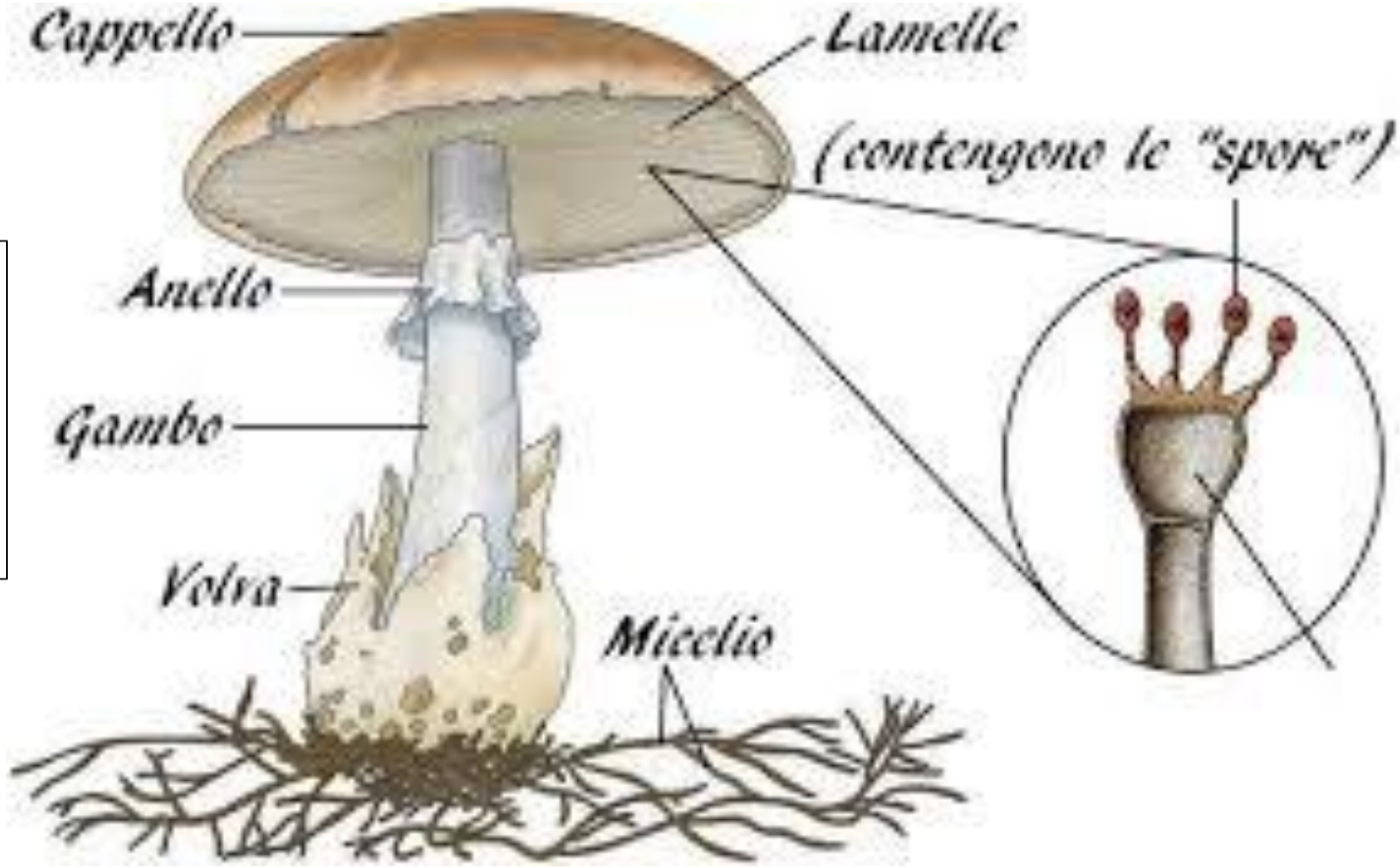


Struttura cellulare dei Batteri

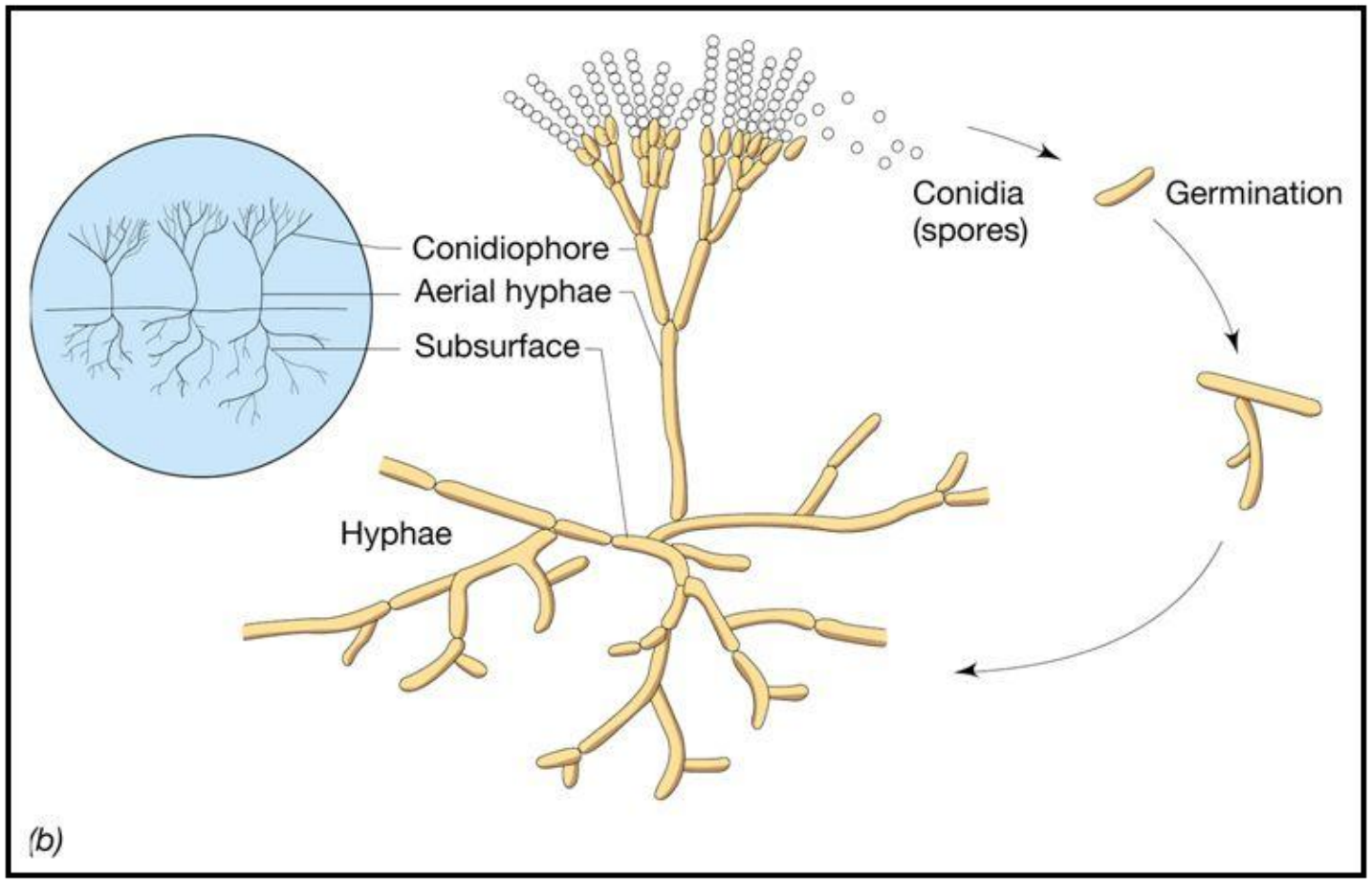


FUNGHI E MUFFE NEL TERRENO

- Pluricellulari
- Aerobi
- Spore-ife-micelio



Struttura e crescita di una muffa

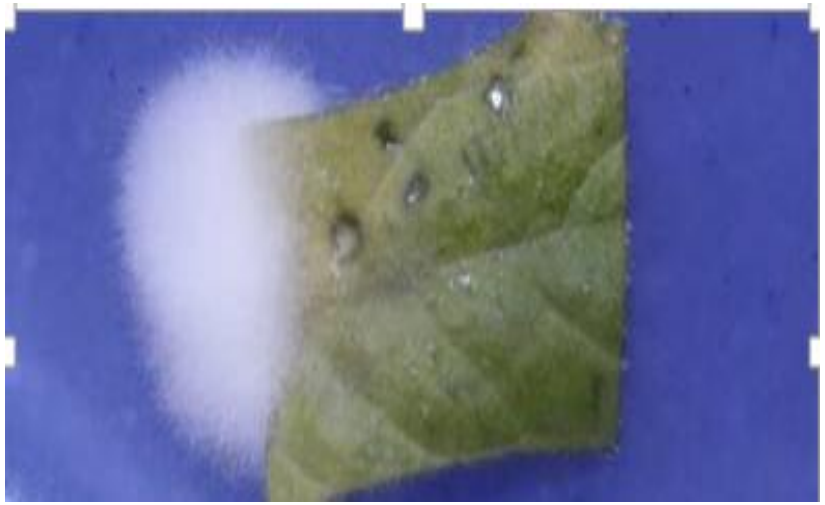


Schema di un ciclo di vita di una muffa.

COMPORTAMENTO DEI FUNGHI

- > 50% Saprofiti
- 25% Micorrize
- 10% Endofiti
- 5% Parassiti

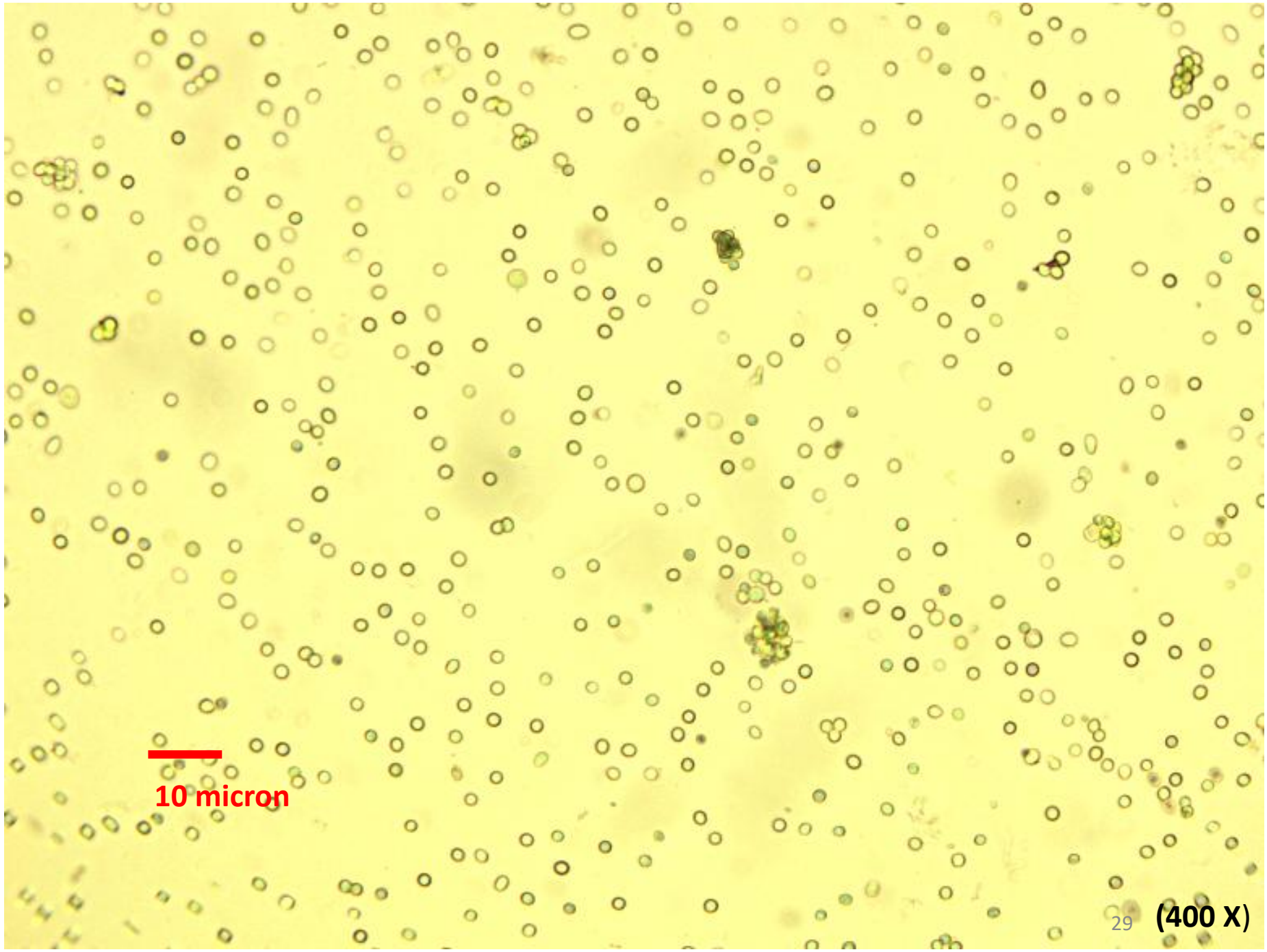

A
Ife fungine



FUNG0 ENDOFITA

Trichoderma sp.

- Saprofita
- Fitostimolante radicale
- Antagonista verso fitopatogeni

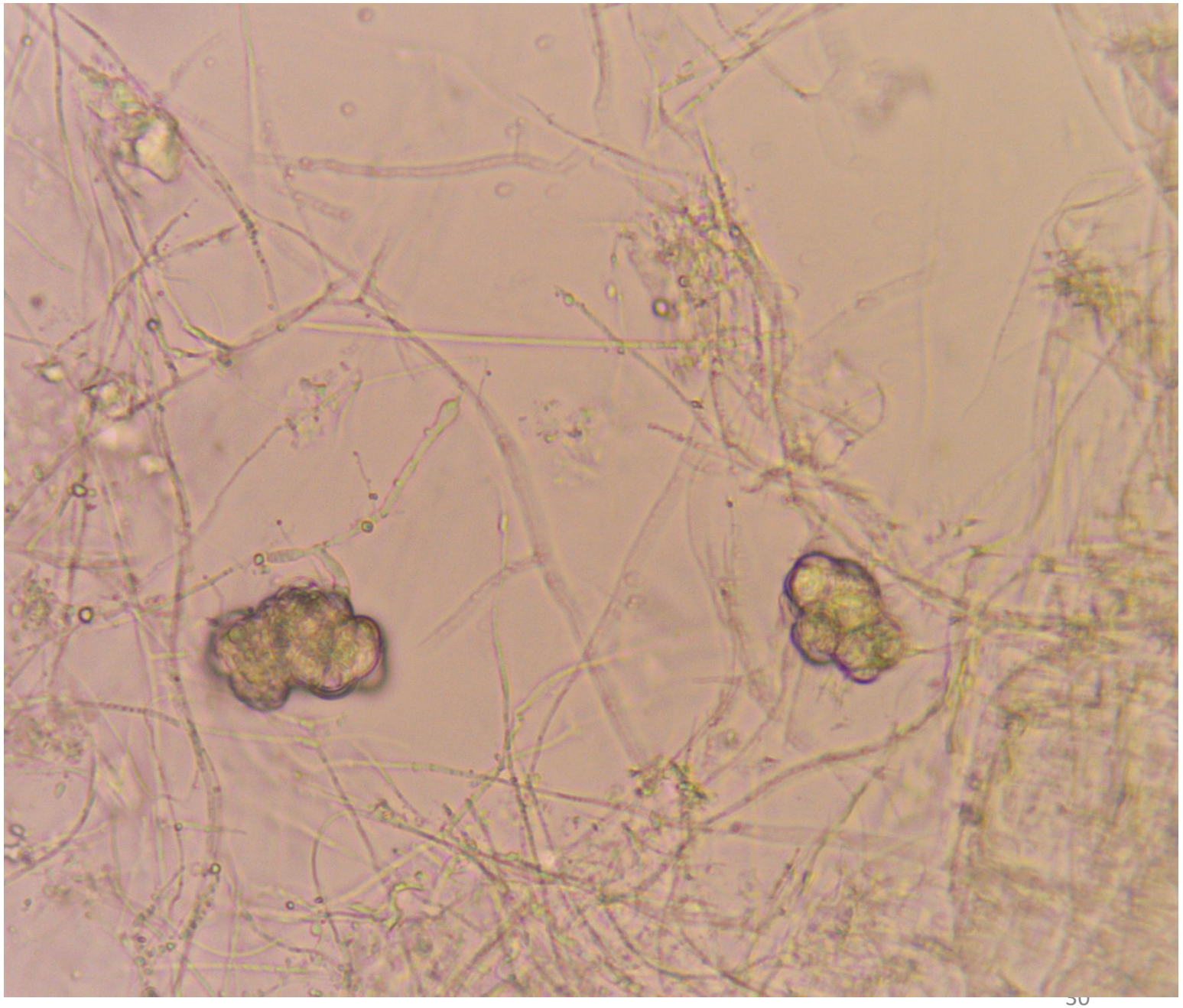


(400 X)

FUNGO ENDOFITA

Pochonia clamydosporia

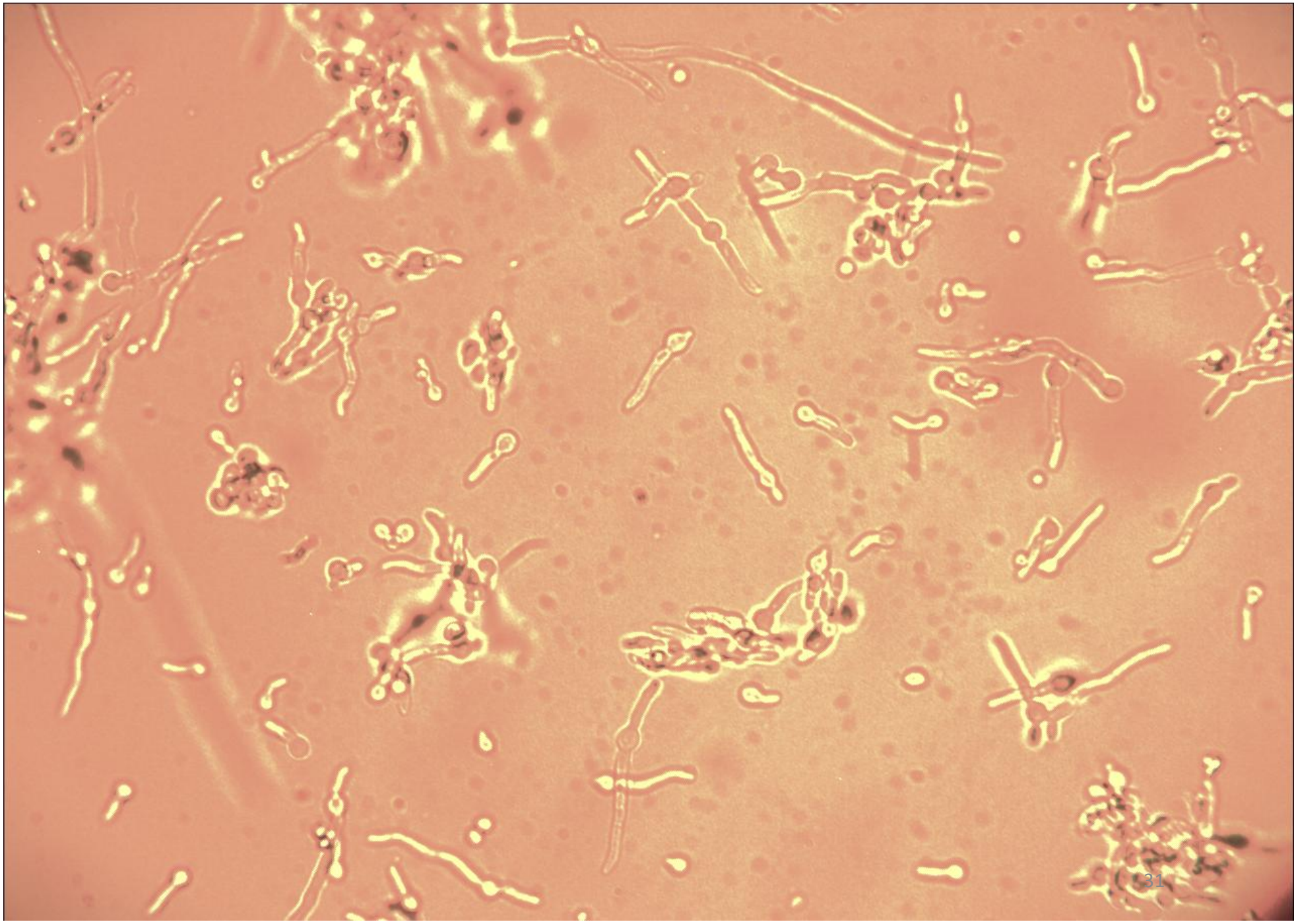
- Saprofita
- Fitostimolante radicale
- Nematopatogeno
- Induttore di resistenza



FUNGHI ENDOFITI

Beauveria bassiana

- Saprofita
- Entomopatogeno
- Fitostimolante



FUNGO ENDOFITA

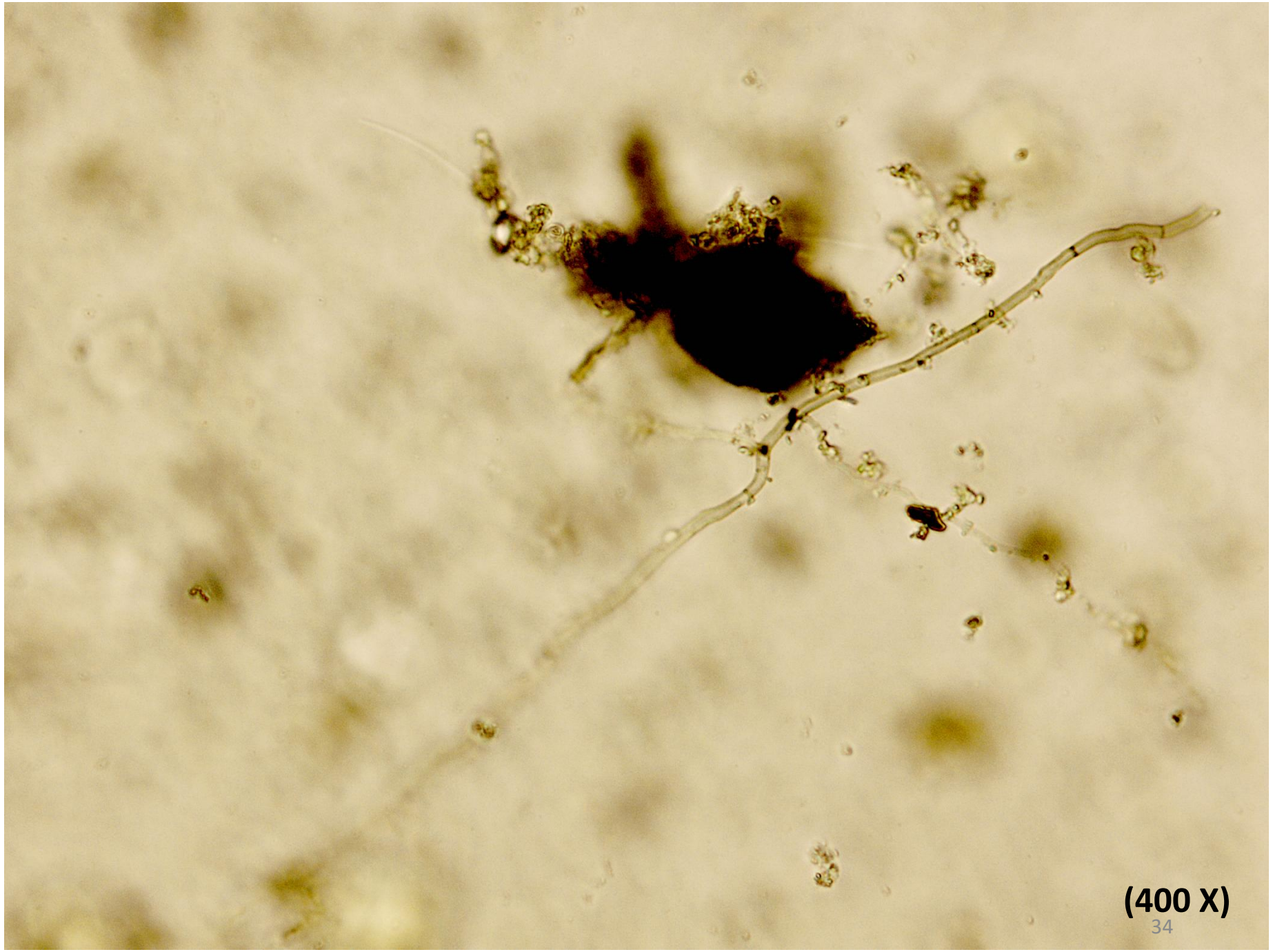
Metarhizium sp

- Saprofita
- Fitostimolante radicale
- Entomopatogeno



I funghi strutturano il terreno

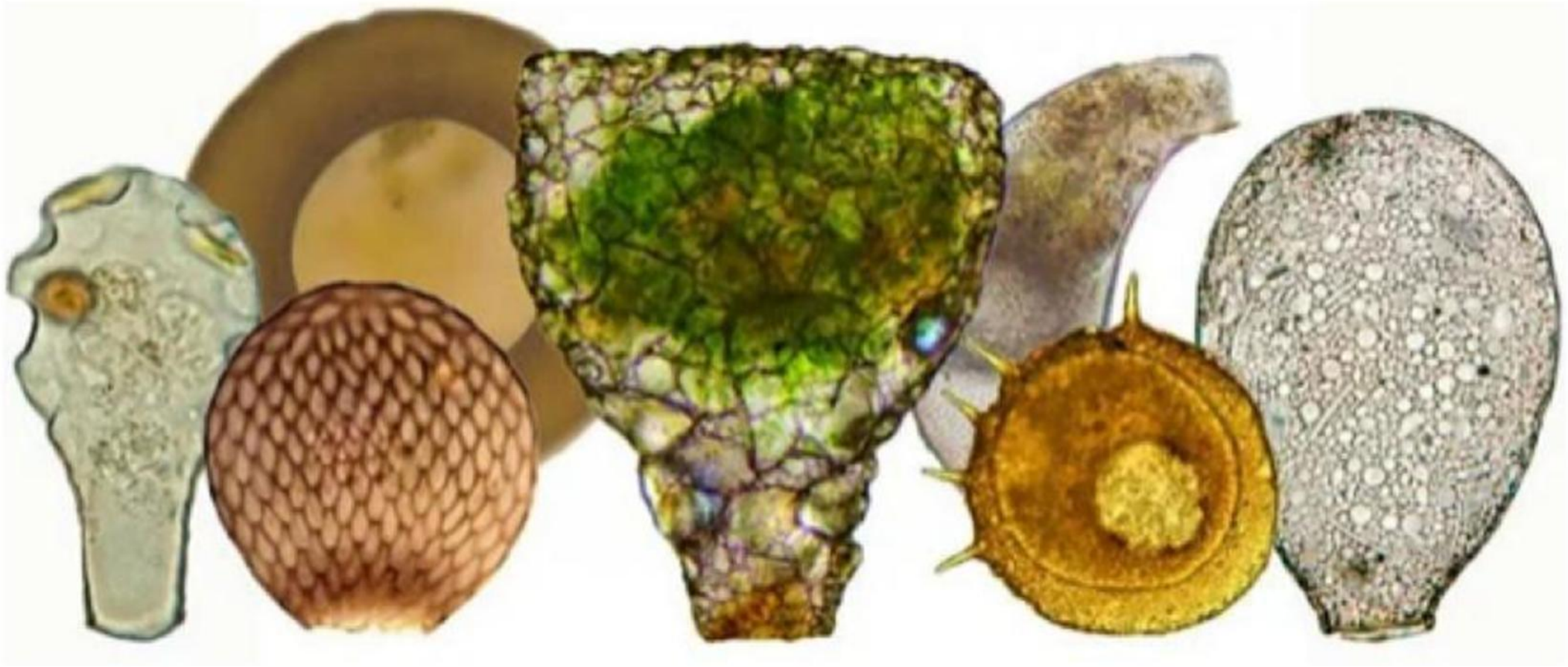



(400 X)

Principali funzioni dei Protozoi e dei Nematodi in relazione alle piante

- ***Predano*** e controllano le popolazioni dei batteri e dei funghi
- I loro scarti metabolici sono dei ***nutrienti assimilabili***
- ***Proteggono*** attivamente le piante da parassiti e dai patogeni che predano

Protozoi



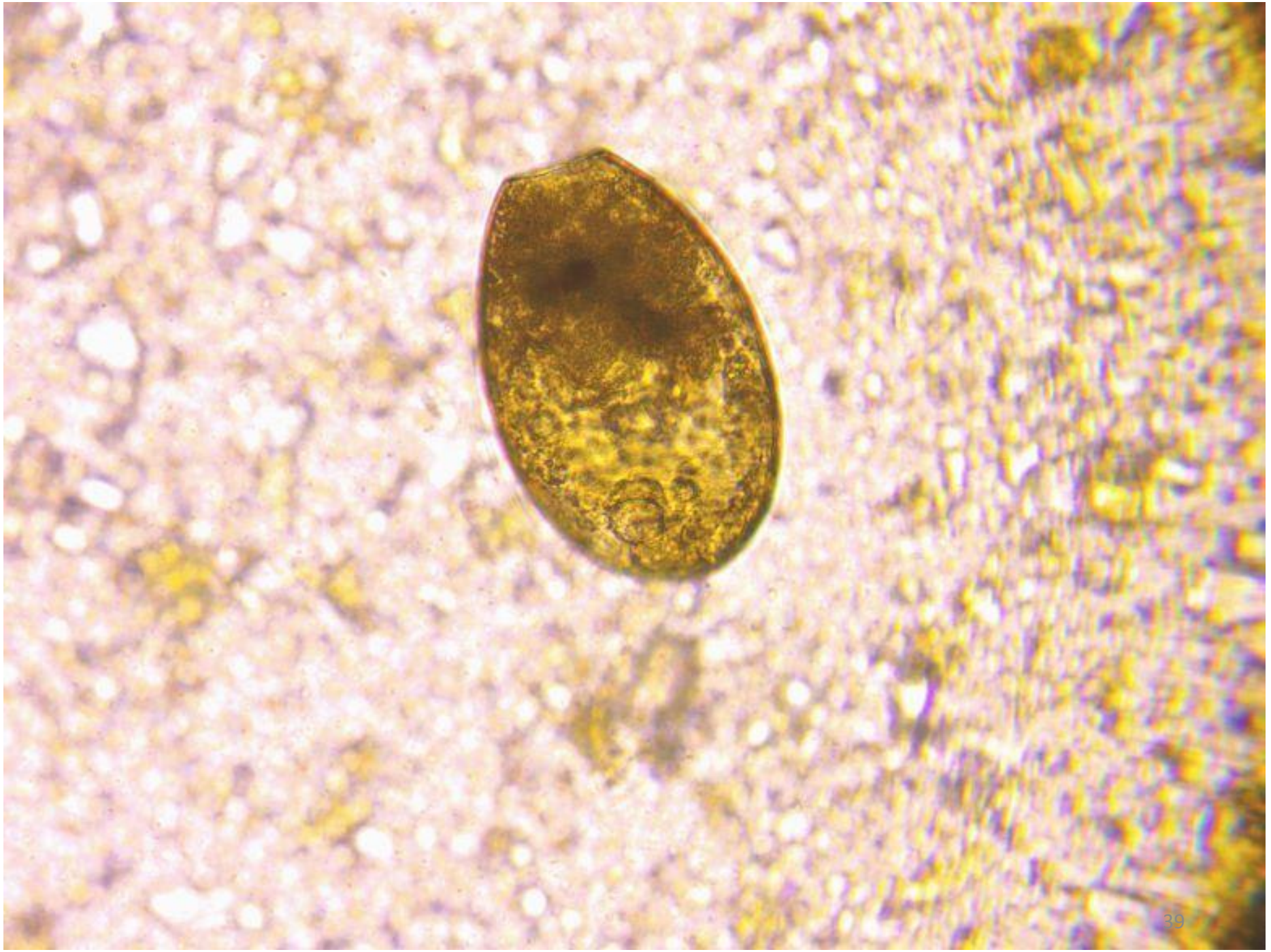
Ameba Arcella (400 X)
Diametro 20 µm



Testa ameba (400 X)
20 µm x 10 µm



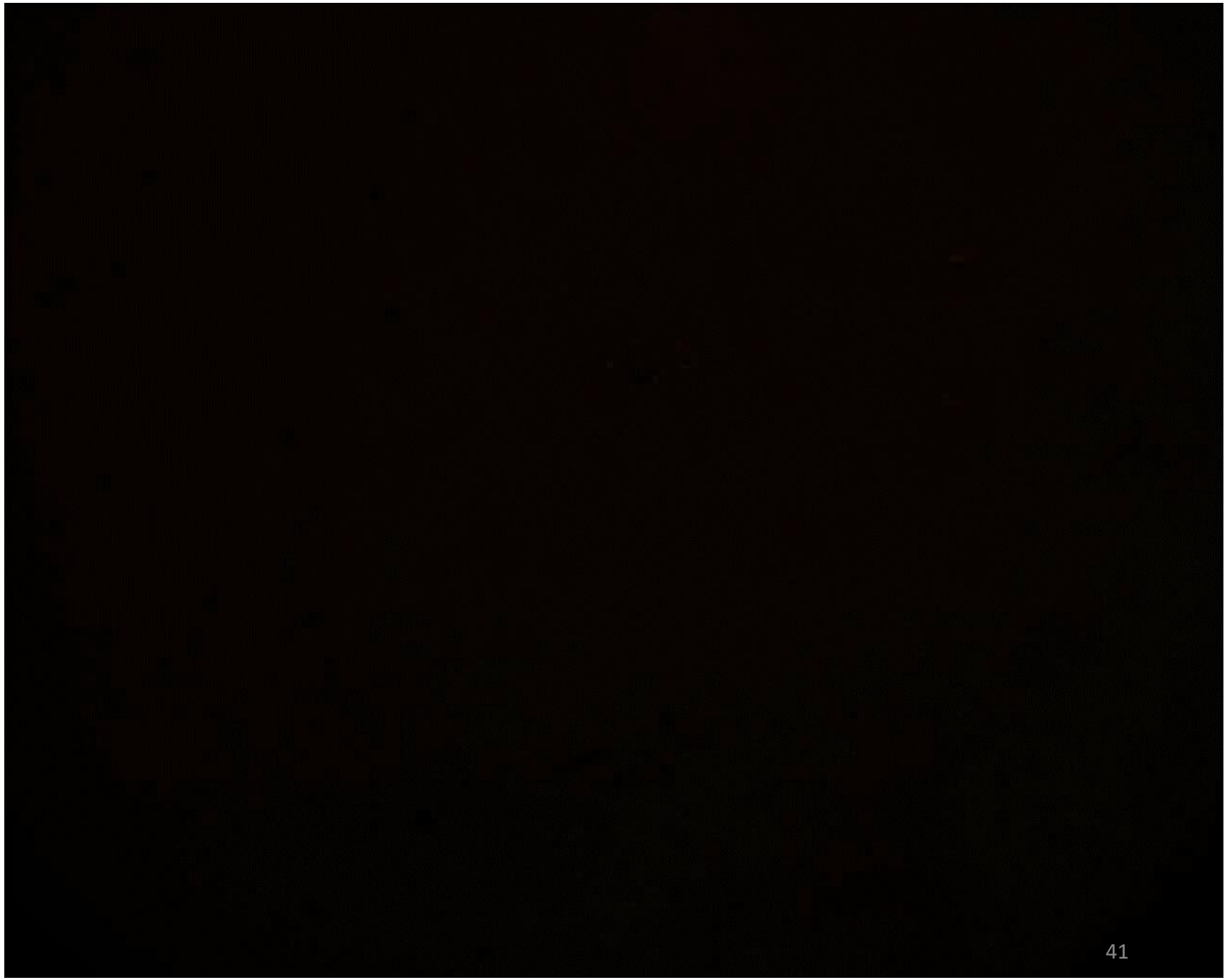
Testa ameba (400 X)
20 µm x 10 µm



Ameba radiosa
(400 X)

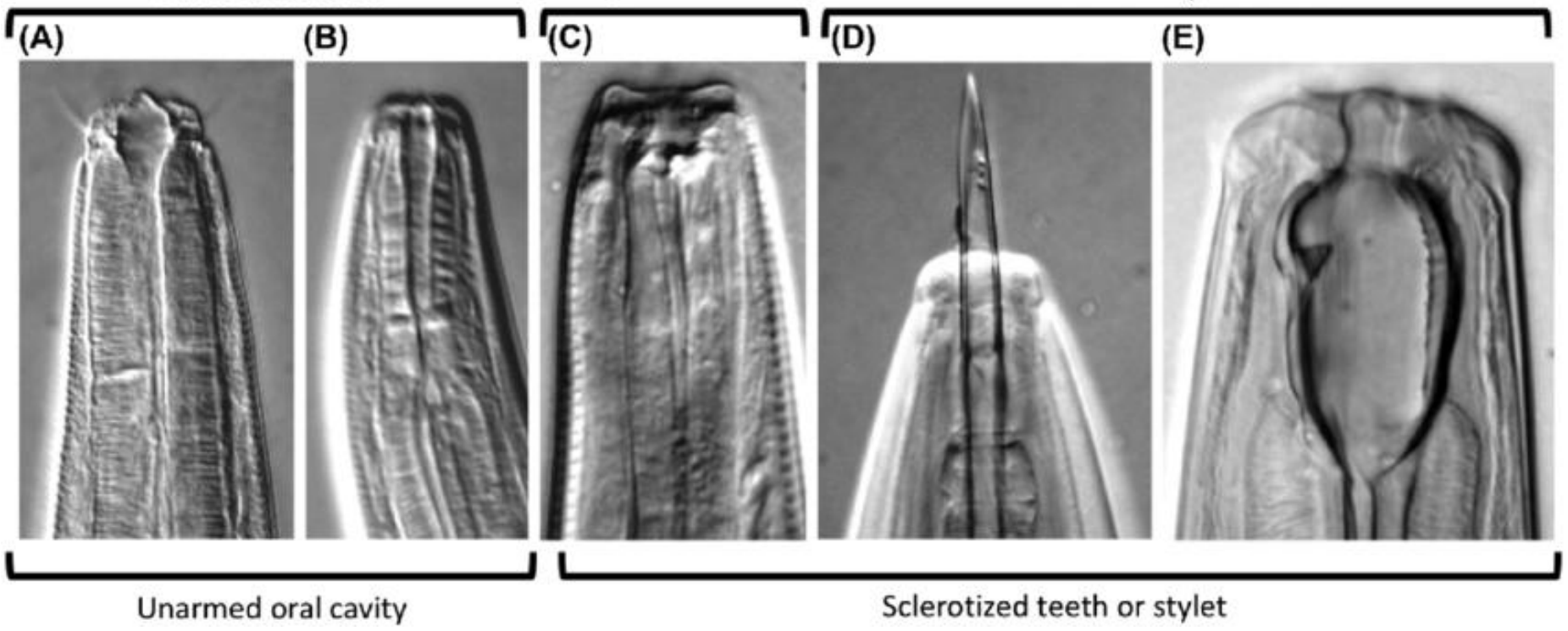


Ameba nuda
(400 X)



NEMATODI predatori:

Batteriofagi **Fungivori** **Onnivori** **Gran Predatori**



Batteriofago
(100 X)



Steinernema spp.
(400 X)



Nematode

Gran Predatore
(100 X)



Bocca con dente del Gran Predatore (400X)



Nematode Onnivoro
(400 X)



Nematode fitoparassita

Pratylenchus
(400 X)



Pratiche agricole che disturbano la Rete Alimentare del Terreno

- **Lavorazioni**: arature, rimozioni di terra superficiale, apporti di terra, livellamenti,……
- **Trattamenti:** fertilizzanti chimici, agrofarmaci, metalli pesanti, composti molto salini, sostanza organica mal compostata…..
- Lasciare il **terreno nudo e secco**
- **Assenza di sostanza organica**
- **Compattamento del terreno**

Evidenze di disturbo alla Rete Alimentare del Suolo

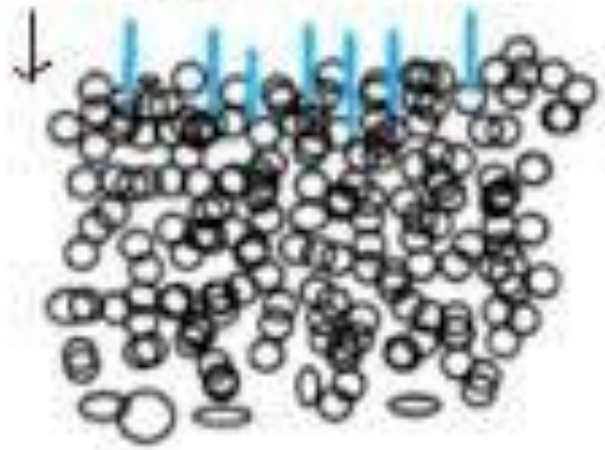
- Assenza di gruppi microbici
- Popolazioni in squilibrio: troppo basse o eccessive
- Gruppi poco complessi
- Perdita della struttura del terreno e compattamento
- Ridotta capacità di ritenzione d'acqua
- Piante deboli, suscettibili alle malattie ed ai parassiti
- Moria delle piante per perdita dell'apparato radicale

Terreno con
BASSA BIODIVERSITA’

Terreno con
BUONA BIODIVERSITA’









Al microscopio si visualizza:

- **particelle di terra disperse**
- soluzione torbida
- difficile individuare la microbiologia

Al microscopio, si nota:

- **disposizione coerente** degli elementi organici e minerali
- soluzione limpida,
- spazi liberi
- la microbiologia si osserva facilmente

Pratiche Agronomiche
di ripristino della fertilità del terreno

→ Analisi Microbiologica della Rete Trofica
→ Apporto di sostanza organica
→ Sovesci misti
→ Apporto di fermentati Microbici biostimolanti e nutrizionali
→Interventi di difesa mirati a salvaguardare la biodiversità

LE ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL TERRENO

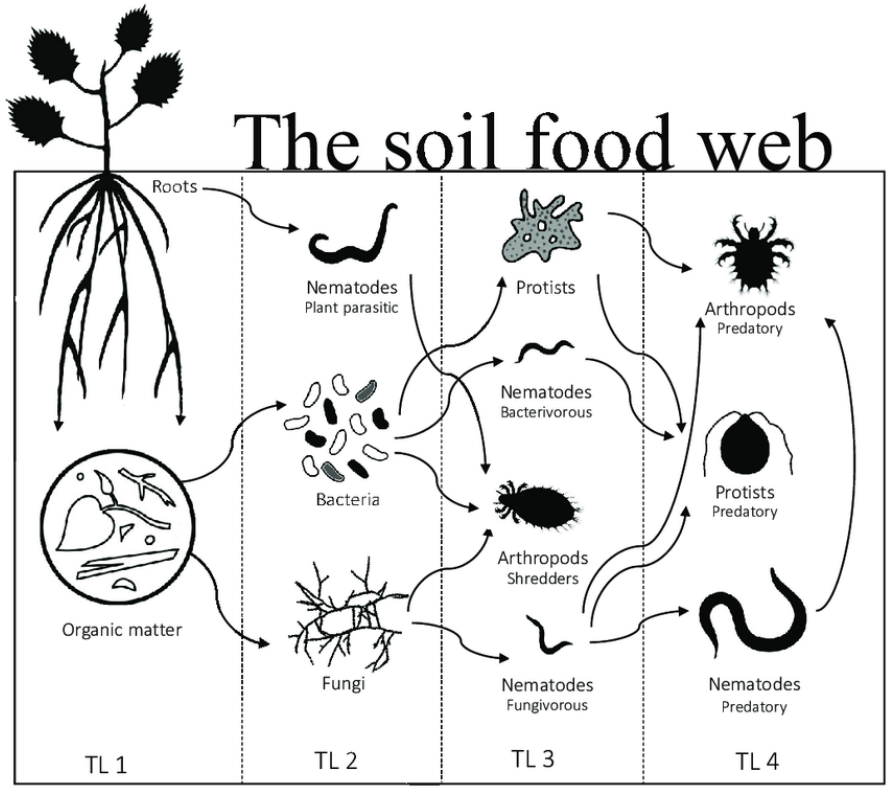

COMPOSTAGGIO
CARCIOFAIA
AROMATICHE
VIGNETO
FRUTTIFERI
ERBAIO
ANIMALI DA CORTE
OPTIKA
SOCOREX

L'ANALISI AL MICROSCOPIO

Ha lo scopo di **qualificare e quantificare** visivamente i 4 gruppi microbici che occupano i primi Livelli Trofici della Rete Alimentare del Terreno.

BATTERI

FUNGHI



PROTOZOI

NEMATODI

Decompositori/Consumatori primari
In stretta simbiosi con Piante

Predatori/Consumatori secondari
Liberano nutrienti assimilabili

Al microscopio osserviamo:

Gli elementi strutturali del terreno

- Particelle di terra, cristalli di sali, agglomerati organici
- Livello di aggregazione degli elementi
- Stato di umificazione

I gruppi microbici dei primi Livelli Trofici

- Batteri/Funghi
- Protozoi
- Nematodi
- Microalghe, Diatomee

Quando si ricorre ad una analisi

- Prima di un nuovo impianto
- Per conoscere lo stato di salute del terreno
- In colture suscettibili a malattie e poco produttive

- Per conoscere la microbiologia di un substrato organico
- Nel monitorare il processo compostaggio

- Ricerca, Sperimentazione, Indagini ecologiche….

Le analisi della Rete Alimentare del Suolo
(Soil Food Web)

Obiettivo:

- Identificare i gruppi presenti
- Quantificare e qualificare ciascun gruppo
- Conoscere il rapporto che esiste fra i diversi Livelli Trofici

Campionamento di un terreno





INFORMAZIONI SUL CAMPIONE

Azienda Agricola:……..

Lotto:……

Coltura:……

Data prelievo:……..

Conduzione:……..

METODO SOIL FOOD WEB ANALYSIS

DILUIZIONE DEL CAMPIONE:

1:10

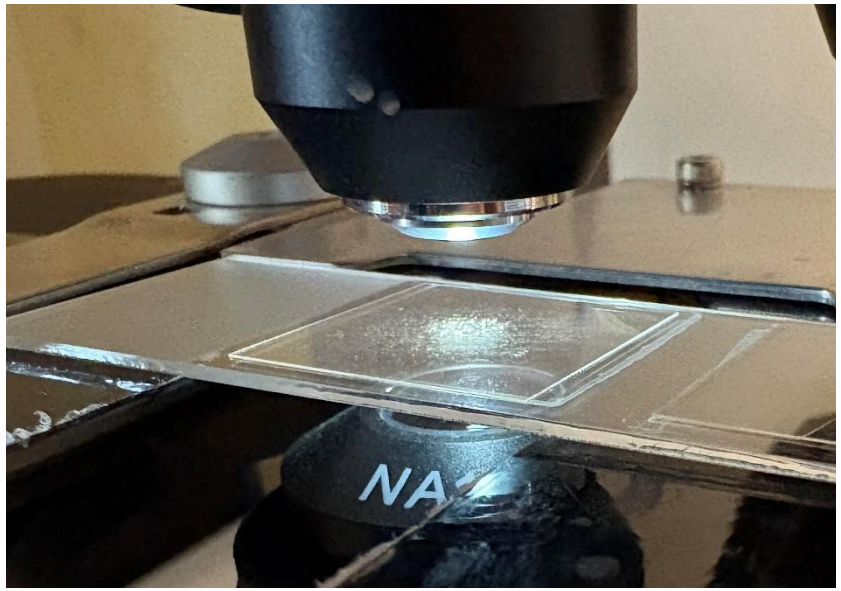
per il conteggio di funghi, protozoi e per la valutazione strutturale del terreno.

1:50 - 1:100 – 1:1.000

Per il conteggio batteri

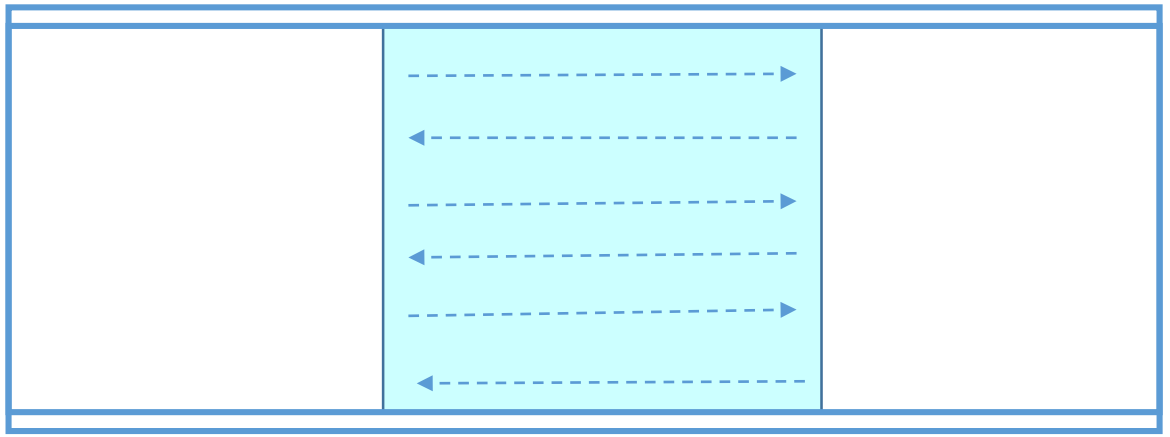


Lettura del campione al microscopio…….



Lente ad ingrandimento 400X

Percorso



LA QUANTIFICAZIONE DELLA RETE MICROBIOLOGICA

- Conteggio delle cellule BATTERICHE -------→ Massa µg/g
- Misurazione delle ife dei FUNGHI----------→ Massa µg/g
- Rapporto FUNGHI/BATTERI
- Conteggio dei PROTOZOI --------------------→ N°/g
- Estrazione e conteggio dei NEMATODI ----→ N°/100 g

- I nematodi si identificano in base alla loro morfologia
- Si valutazione la complessità di specie in ciascuno gruppo

LETTURA DEI NEMATODI

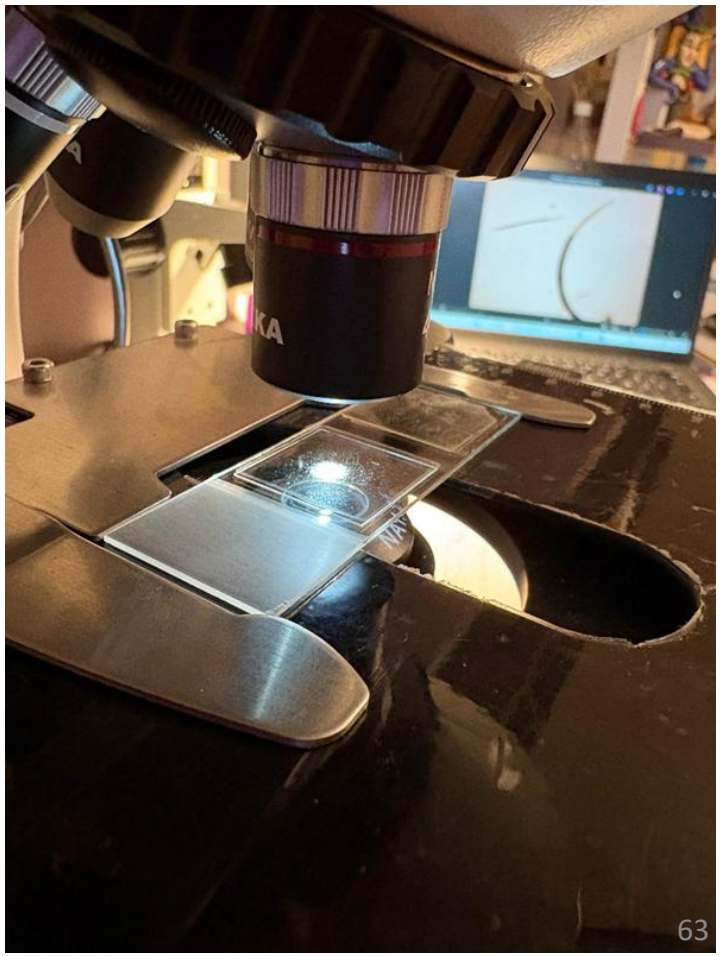
ESTRAZIONE
Metodo Imbuto Baermann

CONTEGGIO ALLO STEREOSCOPIO (40X)

IDENTIFICAZIONE AL MICROSCOPIO (400X)







Formazione e Acquisizione di competenze



SCHEDA RACCOLTA DATI

- **STRUTTURALI**
- **MICROBIOLOGICI**

ANALISI N°:	COMMITTENTE:
Data:	COLTURA:

OSSERVAZIONI: (odore, colore …)

AGGLOMERATI ORGANICI: **O inesistenti** **O non agglomerati** **O poco ogglomerati** **O ben agglomerati**

SALI CRISTALLIZZATI: **O Assenti** **O Pochi** **O Quantità media** **O Abbondanti**

FRAMMENTI UMICI: **O Assenti** **O Scarsi** **O Quantità media piccoli/grandi** **O Abbondanti piccoli/grand**

Fatt. Diluizione		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Compl.
	BATTERI											
	tipo morfologico	**O** solo forme piccole	**O** forme diversificate	**O** forme molte diverificate								
	FUNGHI											
	diametro ife											
	colore											
	ATTINOBATTERI											
	FUNGHI patogeni											
	diametro ife											
	PROTOZOI											
	Flagelllati											
	Amebe											
	Ciliati											

		TOTALE	BATTERICI	FUNGIVORI	GRAN PREDA.	ONNIVORI	FITOPARASSITI
	NEMATODI (N° e %)						
	ALTRE SPECIE						
	pH			EC			

CERTIFICATO DI ANALISI MICROBIOLOGICA SFW

ANALISI DELLA RETE MICROBIOLOGICA DEL SUOLO

COMMITTENTE	
Campione	
Coltura	

DATA campionatura 10/03/2026
DATA valutazione 16/03/2026

Parametri microbiologici

Microrganismi	Unità	Risultato	Range	Valutazione quantità e complessità
***II livello trofico** - Livello di fissazione dei nutrienti e protezione da patogeni e insetti dannosi delle piante*				
Batteri	µg/g	390	300 - 3000	*Popolazione minima e scarsamente vitale*
Funghi	µg/g	174	300 - 3000	*Popolazione minima*
diametro life	µ	3,5	2,5 - 7	
rapporto funghi/batteri		0,44	≥ 0,8	*Basso*
Attinobatteri	µg/g	0	0	*Assenti*
Funghi patogeni	µg/g	192	0	*Oomiceti*
Nematodi fitoparassiti	N°/ 100 g	73	0	*popolazione discreta, cfr ordine Tylenchidi*
***III livello trofico** - Livello di restituzione dei nutrienti e protezione da patogeni e insetti dannosi delle piante*				
Protozoi				
a) Flagellati	N°/g	0	≥ 200.000	*Assenti*
b) Amebe	N°/g	0		
c) Ciliati	N°/g	0	< 50.000	*Assenti*
Nematodi Batteriofagi	N°/100 g	81	≥ 100	*Popolazione bassa*
Nematodi Fungivori	N°/100 g	0	≥ 10	*Assenti*
***IV livello trofico** - Livello di restituzione dei nutrienti e protezione da patogeni e insetti dannosi delle piante*				
Nematodi Gran Predatori	N°/ 100 g	0	≥ 10	*Assenti*
Nematodi Onnivori	N°/ 100 g	24	≥ 10	*Popolazione buona*
Altro:				

***Valutazione complessiva** : L'Analisi individua la quantità e la qualità di microbiologia presente ed assegna un parametro di giudizio in una scala da 1 a 6 (da assente ad ottima biodiversità)*

2- BIODIVERSITA' MINIMA Il campione presenta una popolazione batterica attiva molto bassa e non complessa. La popolazione fungina benefica è minima. I protozoi sono assenti. Fra i nematodi benefici si sono evidenziati i Batteriofagi, in basso numero e gli Onnivori in un buon numero. E' presente una popolazione di nematodi fitoparassiti radicali dell'ordine dei Tylenchidi e funghi patogeni cfr Oomiceti. E' necessario favorire nel terreno una maggior vitalità attraverso una nutrizione organica; è importante favorire una maggior diversificazione apportando al suolo Funghi utili, Protozoi e Nematodi benefici.

Il tecnico
Dr.ssa Anna Strohmenger

ORDINE DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI - VERONA - Dott. Strohmenger Anna N°483

Parametri Pedologici

COMMITTENTE	
Campione	
Coltura	

Parametri	Unità	Risultato	Range	Livello
pH		7,35	6,5 - 7,2	*Neutro*
SALINITA'	mS/cm	0,15	0,1 - 0,4	*Bassa*
Aggregati microstrutturali	*Assenti*			
Altro	*Al microscopio si osservano particelle di terra disperse, frammenti umici e sali cristallizzati*			

Valutazione complessiva

L'analisi del campione ha evidenziato che il **pH è neutro** e la **salinità presenta un livello basso.** Al microscopio **non si visualizano aggregati strutturali.** Il terreno non presenta una microstruttura. Si consiglia apportare Humus di buona qualità.

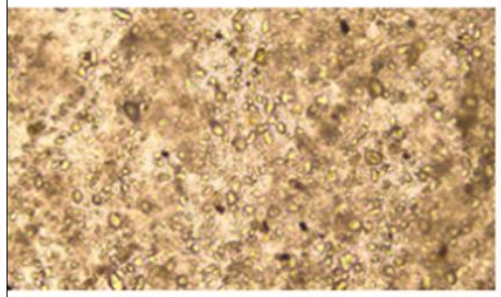


Fig 1: Nel terreno non si osserva una microstrutturali. Le particelle di terra sono diperse con frammenti umici e sali cristallizati (Ingrandimento 400X)



Fig 2: Esemplare giovanile di nematode fitoparassita cfr ordine Tylenchidae. (Ingrandimento 400X)

Metodo di analisi *SOIL FOOD WEB*

INFORMAZIONI STRUTTURALI

- **AGGLOMERATI ORGANICI:**

Inesistenti – scarsi – medi – abbondanti

Colore chiaro/scuro Dimensioni piccole/grandi

- **FRAMMENTI UMICI**

Inesistenti – scarsi – medi – abbondanti

Dimensioni piccole/grandi

- **SALI CRISTALLIZZATI**

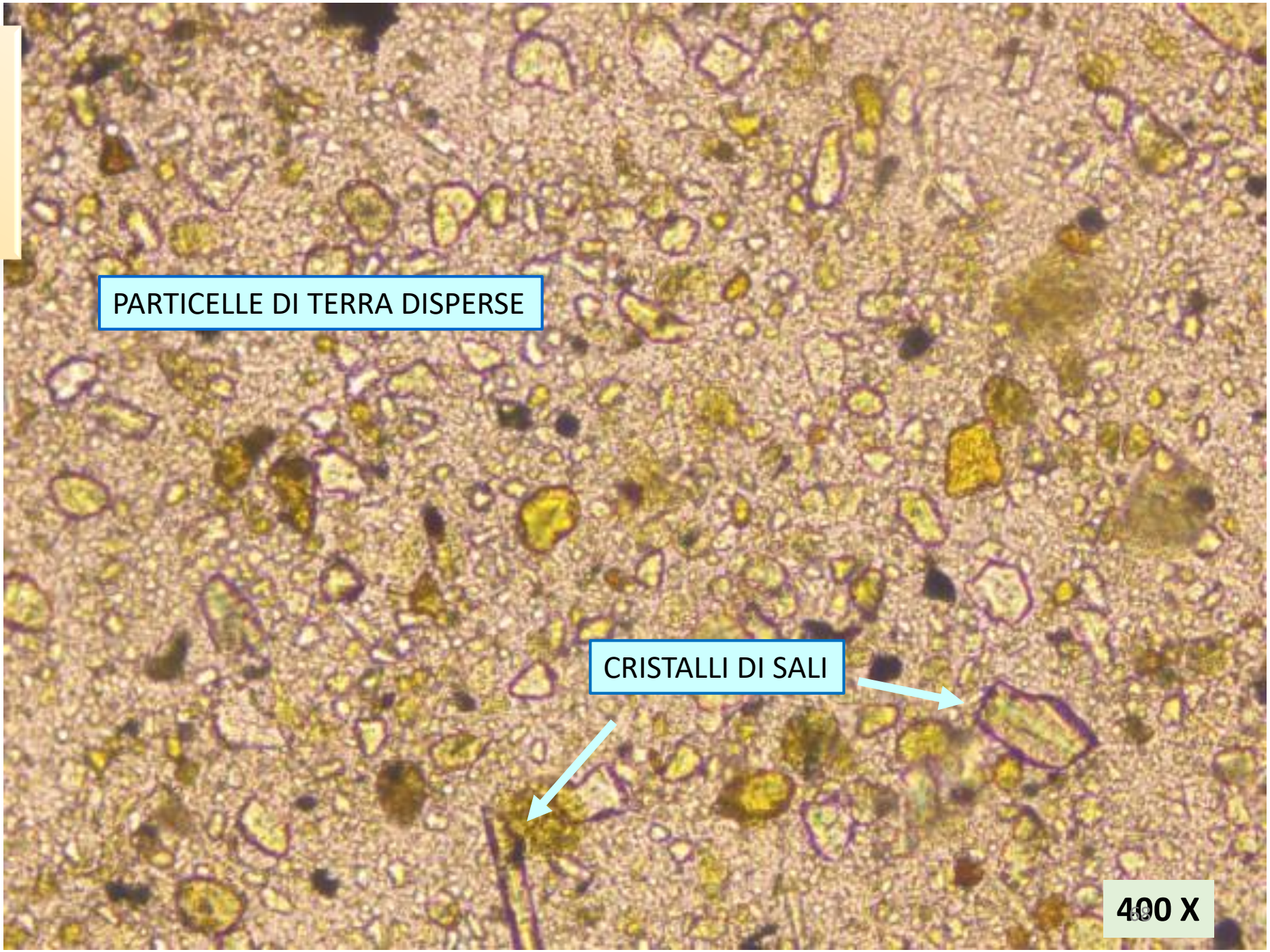
Inesistenti – scarsi – medi – abbondanti

- **TRASPARENZA DELLA SOLUZIONE**

Limpido - torbido

Visione al microscopio di un campione di terra prelevato da un vigneto.
Struttura: minerale
Livello Biodiversità: 2 Minimo





Visione al microscopio di un campione di terra prelevato da un Noceto.
Struttura: minerale
Livello Biodiversità: 1 Assente



400 X

Visione al microscopio di un campione di terra di Kiwi.
Struttura: scarsa con agglomerati organici molto dispersi
Livello Biodiversità: 4 sufficiente



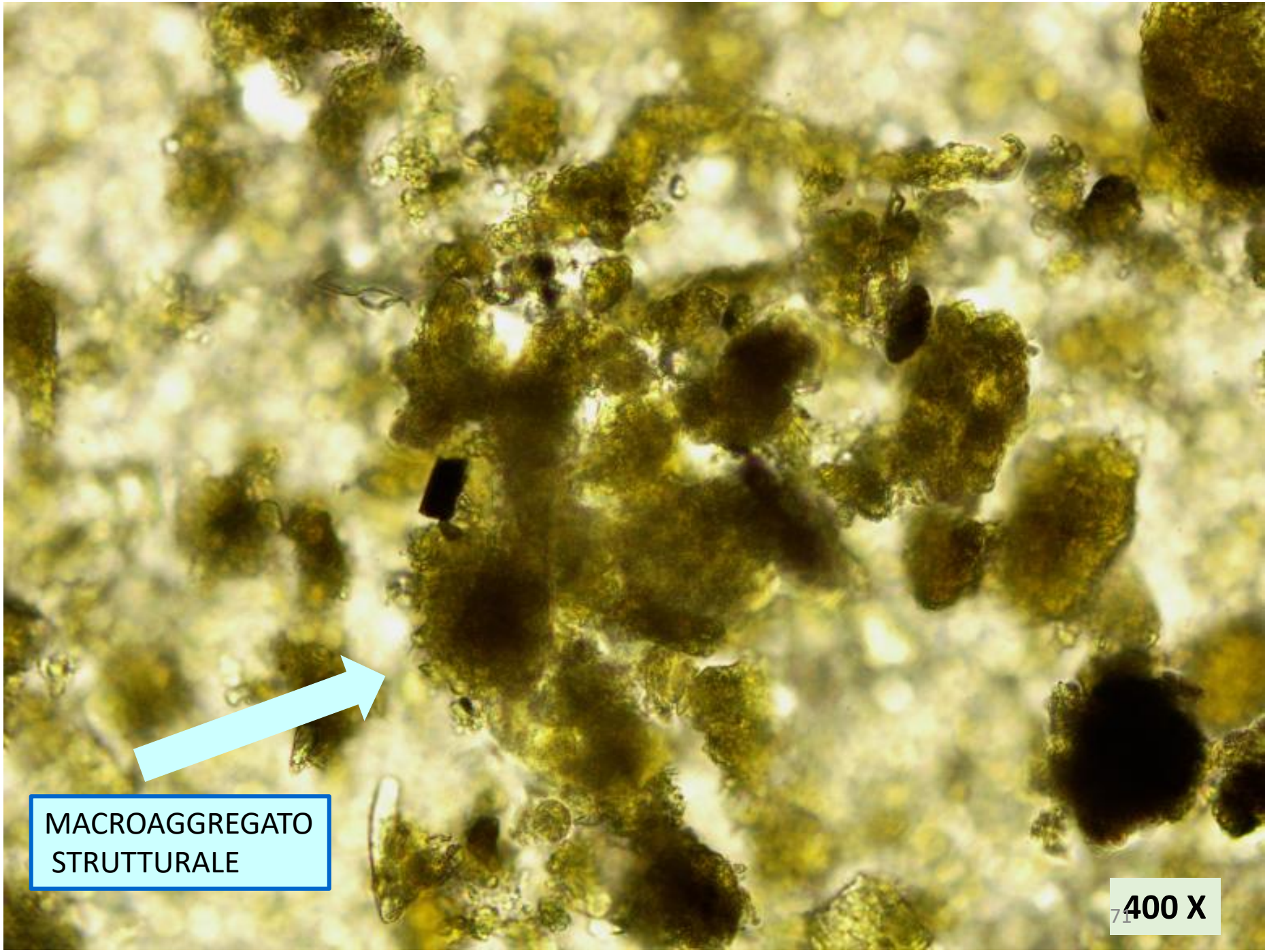
Agglomerato organico

IFA FUNGINA

400 X

Terreno coltivato a melanzane dopo 2 anni di interventi di ripristino della rete microbica.
Stato: Macroaggregati
Biodiversità: 6 Buona



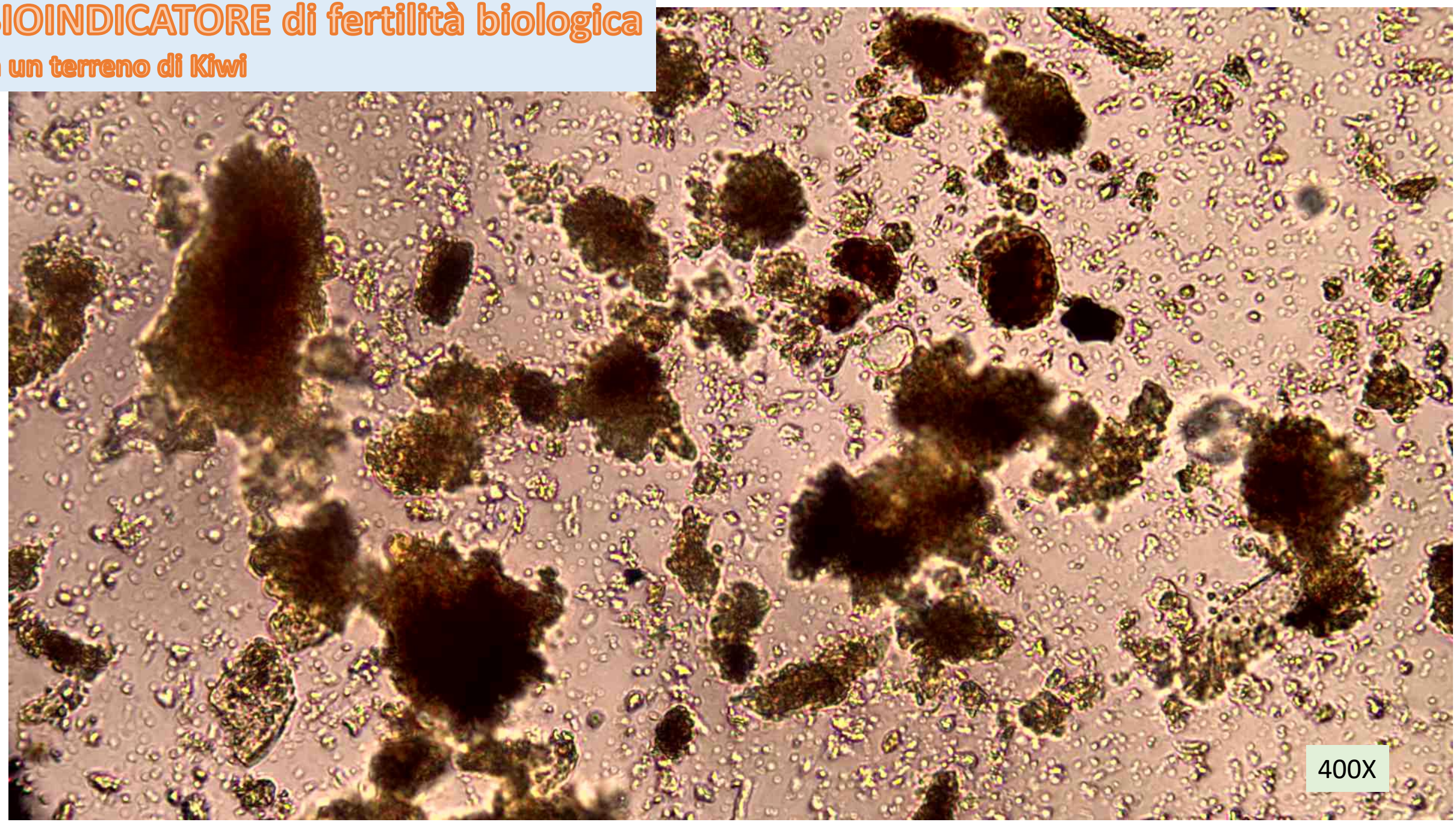


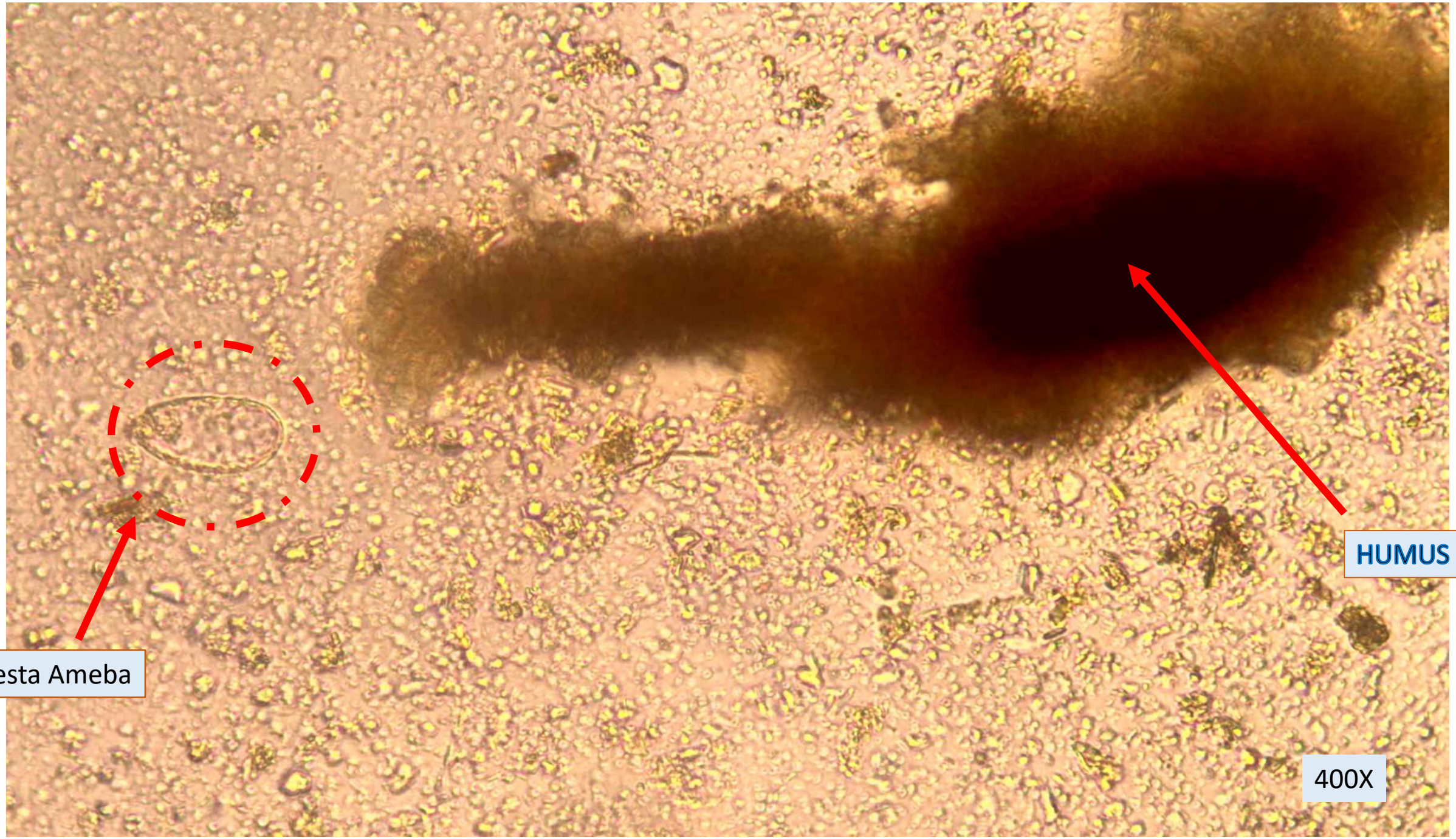
INFORMAZIONI SULLA VITA MICROBICA

- Gruppi presenti e loro diversificazione
- Bioindicatori
- Livello di Fertilità

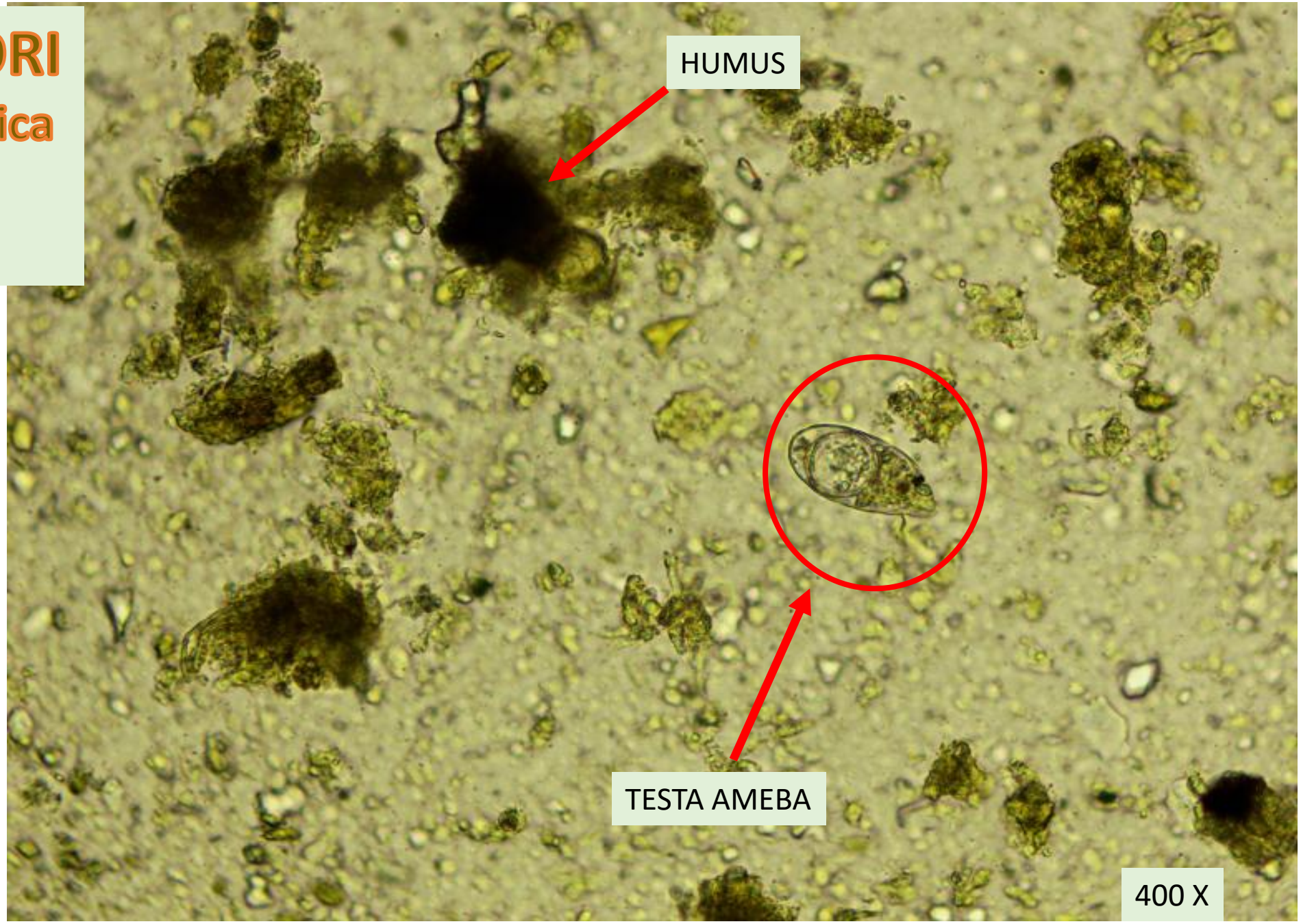
BIOINDICATORE di fertilità biologica

in un terreno di Kiwi




Testa Ameba
HUMUS
400X

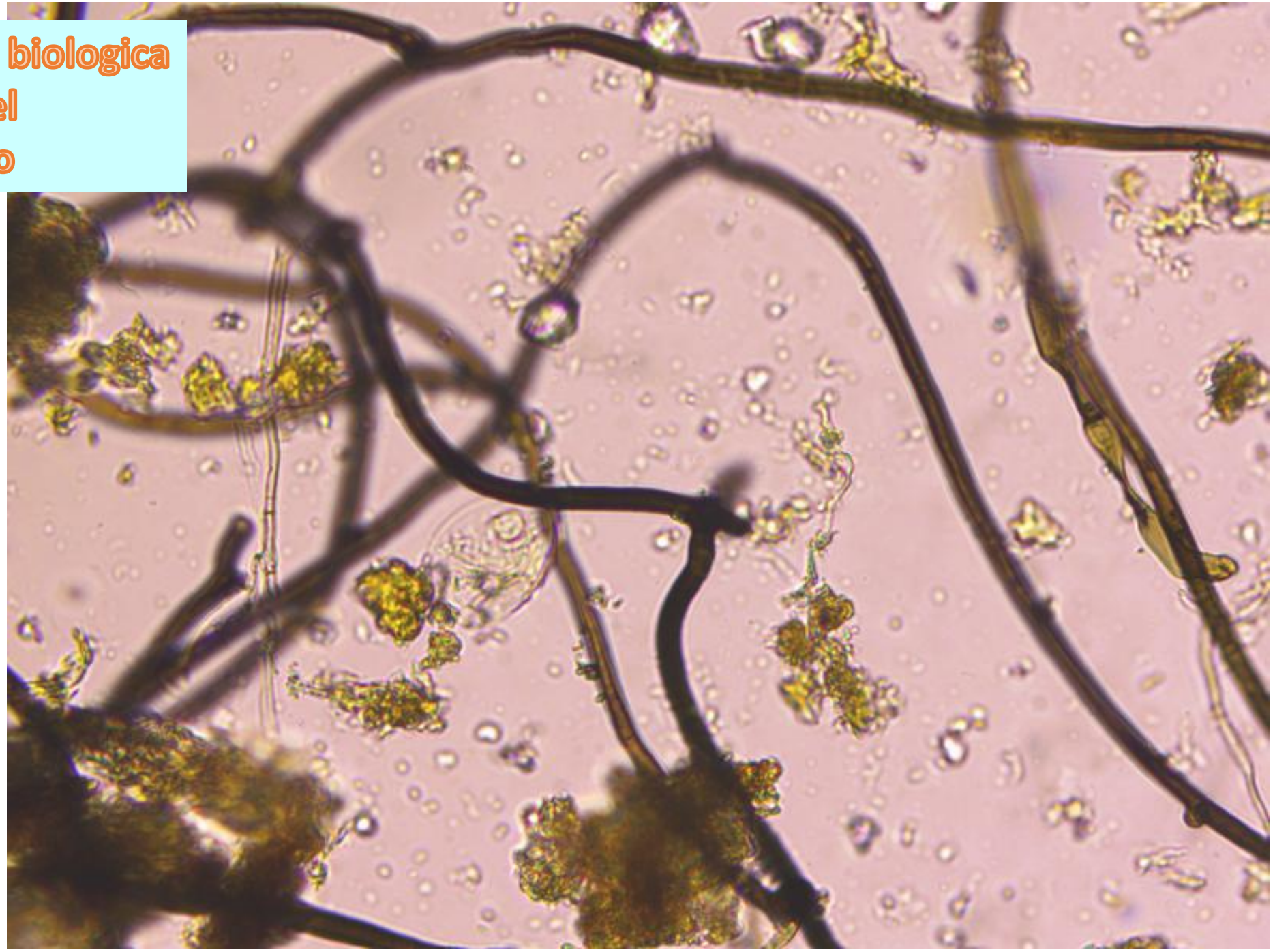
BIOINDICATORI
di fertilità biologica in una serra di melanzane



Biondicatore in aree naturali incontaminate



Biondicatore di fertilità biologica
Sulle sponde del
Torrente Arzino



Equilibrio funzionale fra I gruppi mirobiologici

	Microrganismi	*Unità di Misura*	*Intervallo*
BENEFICI	BATTERI	*µg/g*	*300-3.000*
	FUNGHI	*µg/g*	*300-3.000*
	Rapporto funghi/Batteri	*%*	*≥ 0,80*
	PROTOZOI	*N°/g*	*≥ 200.000*
	NEMATODI	*N°/100 g*	≥ 150
INDESIDERATI	Attinobatteri	*µg/g*	*0*
	Funghi patogeni (oomiceti, etc.)	*µg/g*	*0*
	Protozoi Ciliati	*n°/g*	*0*
	Nematodi fitoparassiti	*N°/100 g*	*0*

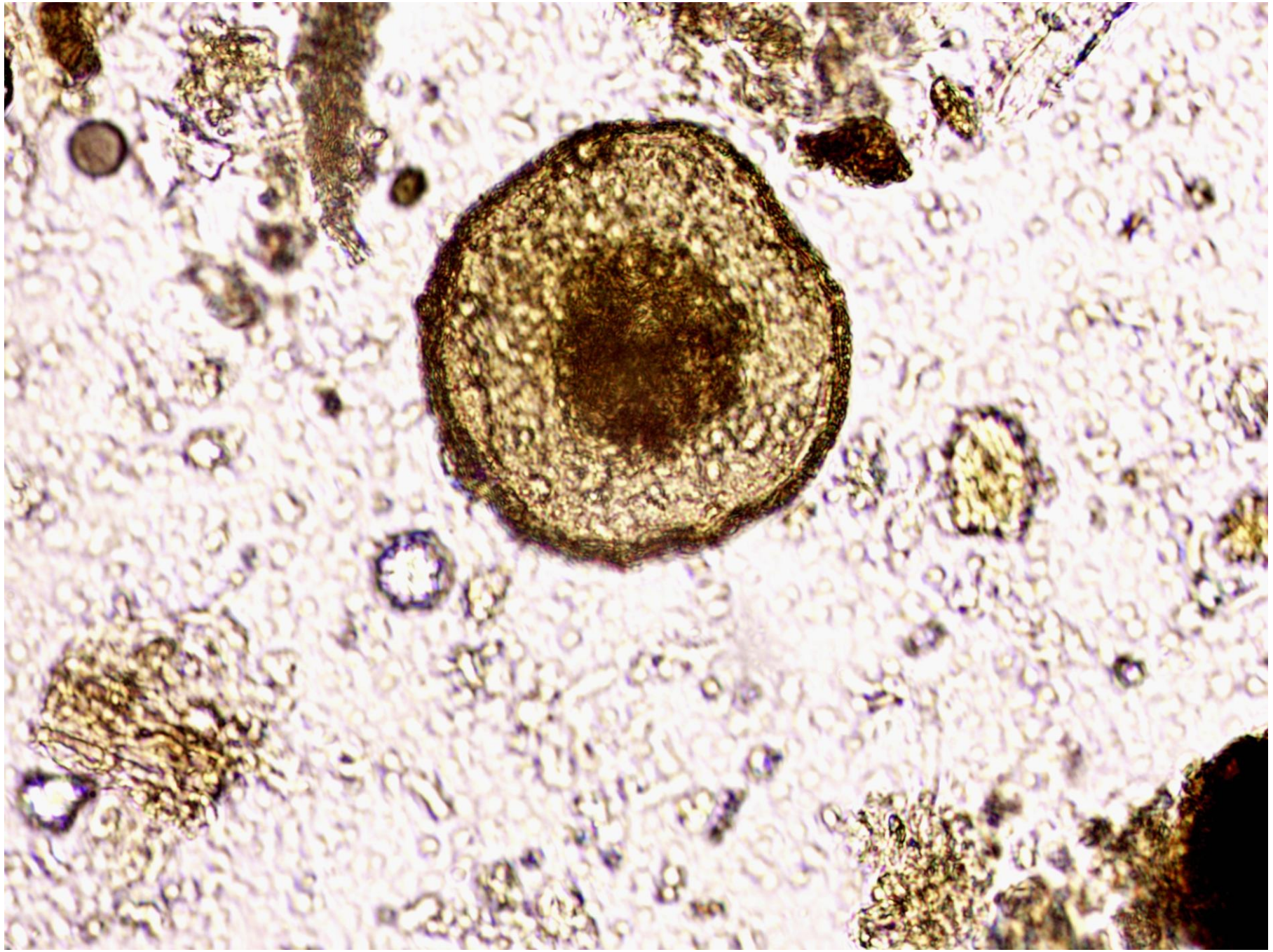
Equilibrio funzionale fra i gruppi della rete in un cumulo di compost

	Microrganismi	*Unità di Misura*	*Intervallo*
BENEFICI	BATTERI	*µg/g*	*≥ 1.000*
	FUNGHI	*µg/g*	*≥ 1.000*
	Rapporto funghi/Batteri	*%*	*≥ 1*
	PROTOZOI	*n°/g*	*≥ 900.000*
	NEMATODI	*N°/100 g*	*≥ 500*
INDESIDERATI	Attinobatteri	*µg/g*	*0*
	Funghi patogeni (oomiceti, etc.)	*µg/g*	*0*
	Protozoi Ciliati	*n°/g*	*0*
	Nematodi fitoparassiti	*N°/100 g*	*0*

BIOINDICATORE
Compost



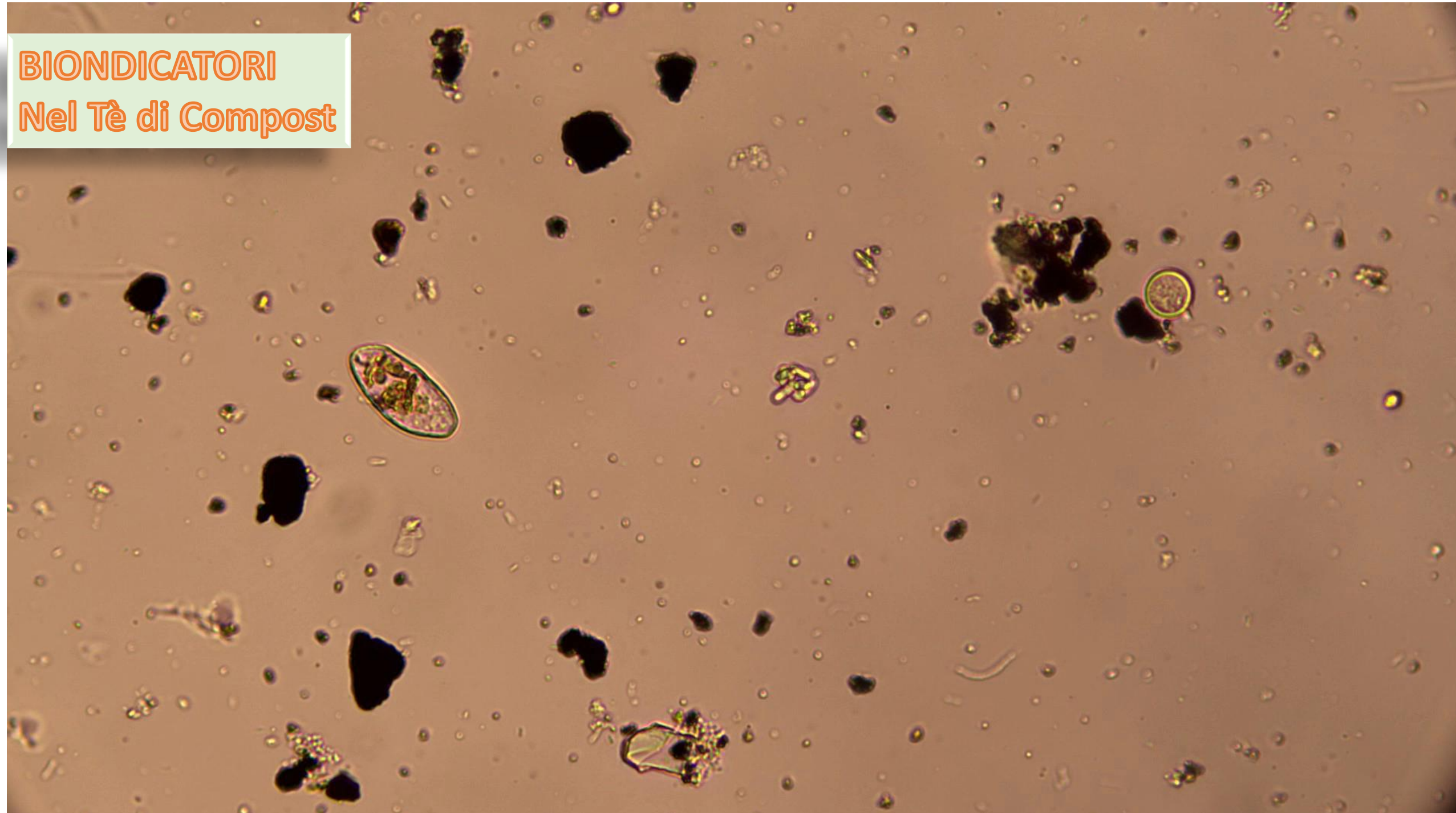
BIOINDICATORE
Compost



Bioindicatore di anossia nel compost



BIONDICATORI
Nel Tè di Compost



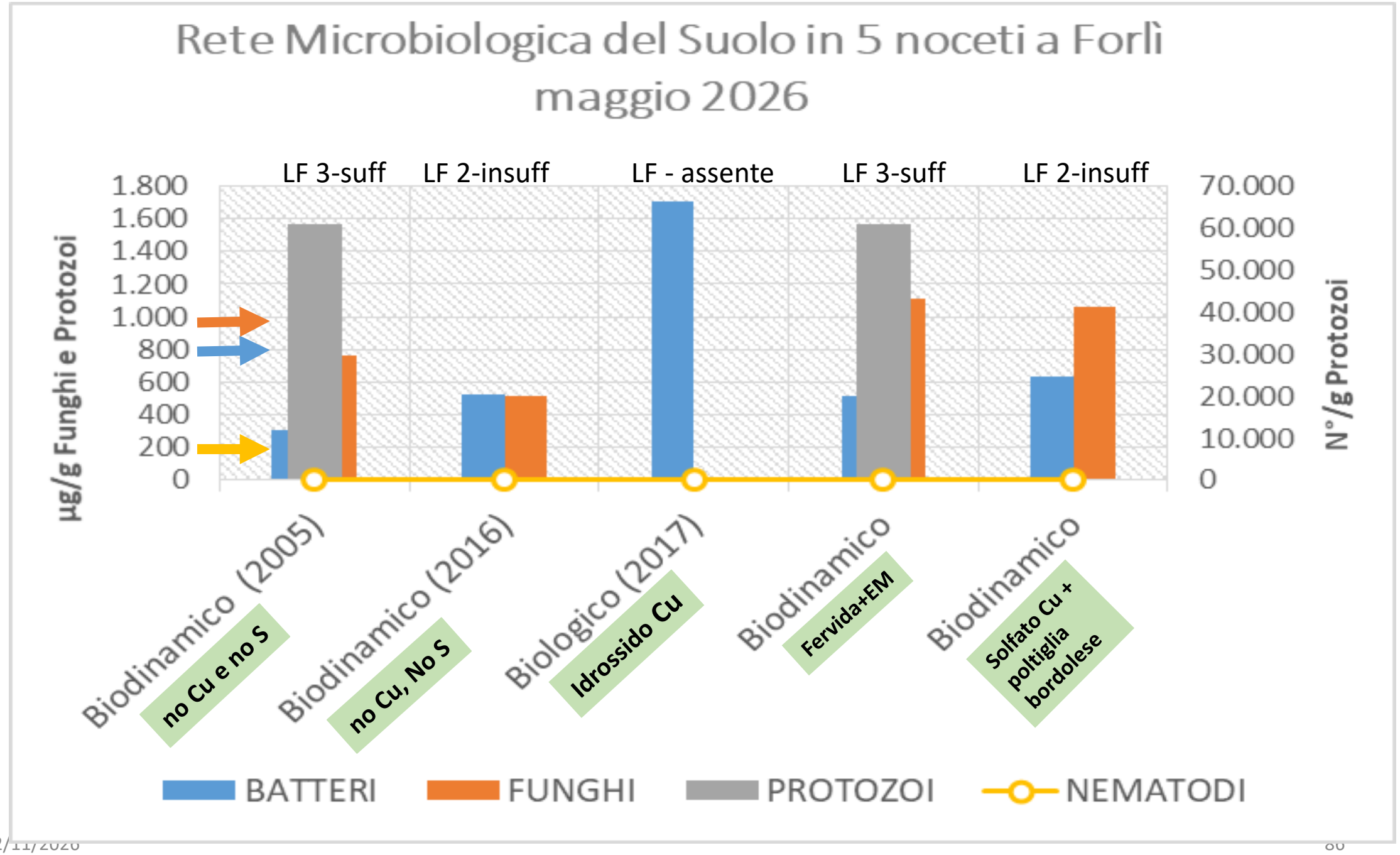
Livelli di Fertilità Microbiologica

1- ASSENTE
2- MINIMO
3- INSUFFICIENTE
4- SUFFICIENTE
5- DISCRETO
6- BUONO
7- OTTIMO

Il Livello di Fertilità assegnato dipende da:

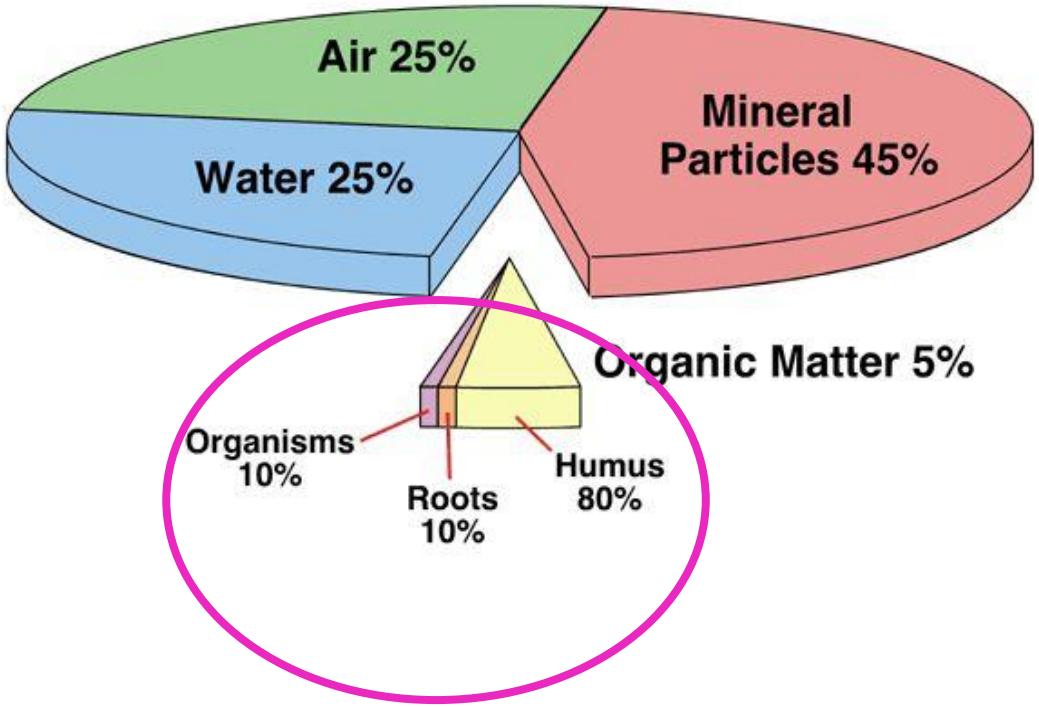
- Gruppi presenti
- Complessità di ciascun gruppo
- Rapporto fra Funghi/Batteri
- Quantità di Predatori.

LE ANALISI
NELLA RICERCA E NELLA SPERIMENTAZIONE
IN AZIENDE AGRICOLE


Rete Microbiologica del Suolo in 5 noceti a Forlì
maggio 2026
LF 3-suff
LF 2-insuff
LF - assente
LF 3-suff
LF 2-insuff
µg/g Funghi e Protozoi
N°/g Protozoi
1.800
1.600
1.400
1.200
1.000
800
600
400
200
0
70.000
60.000
50.000
40.000
30.000
20.000
10.000
0
Biodinamico (2005)
no Cu e no S
Biodinamico (2016)
no Cu, No S
Biologico (2017)
Idrossido Cu
Biodinamico
Fervida+EM
Biodinamico
Solfato Cu + poltiglia bordolese
BATTERI
FUNGHI
PROTOZOI
NEMATODI

APPORTO DI SOSTANZA ORGANICA

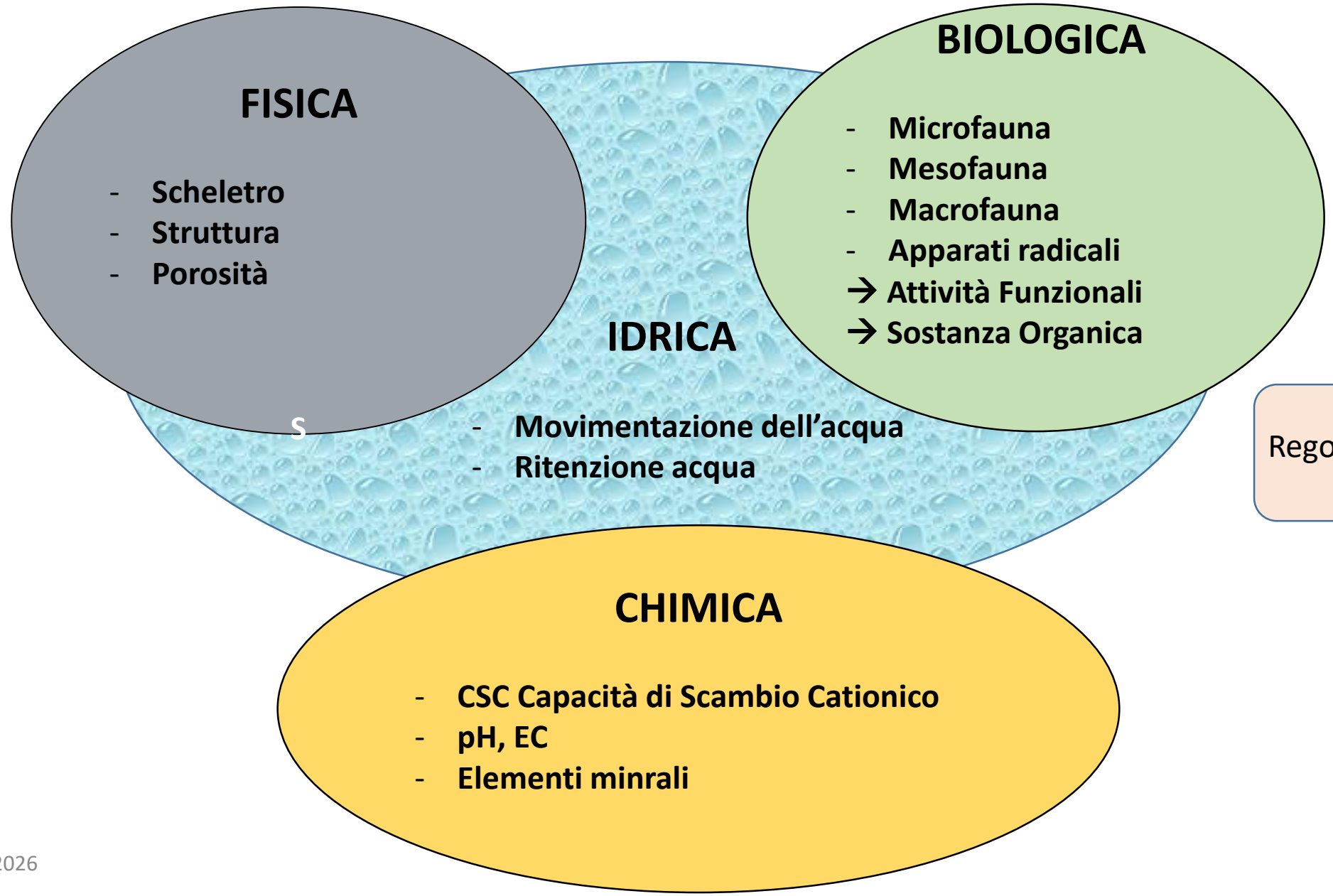
COMPOSIZIONE IDEALE DEL SUOLO



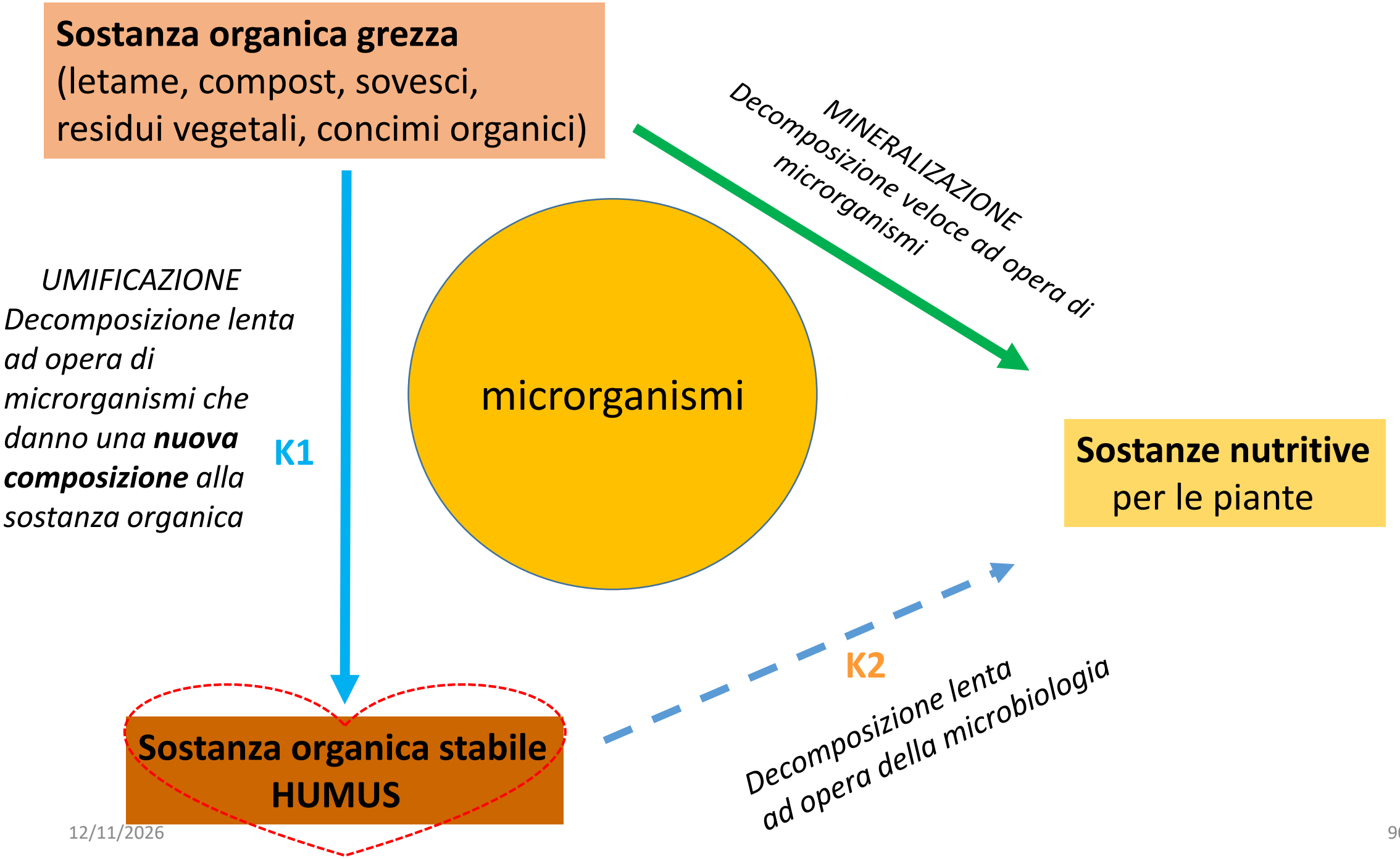
BIOMASSA TERRESTRE

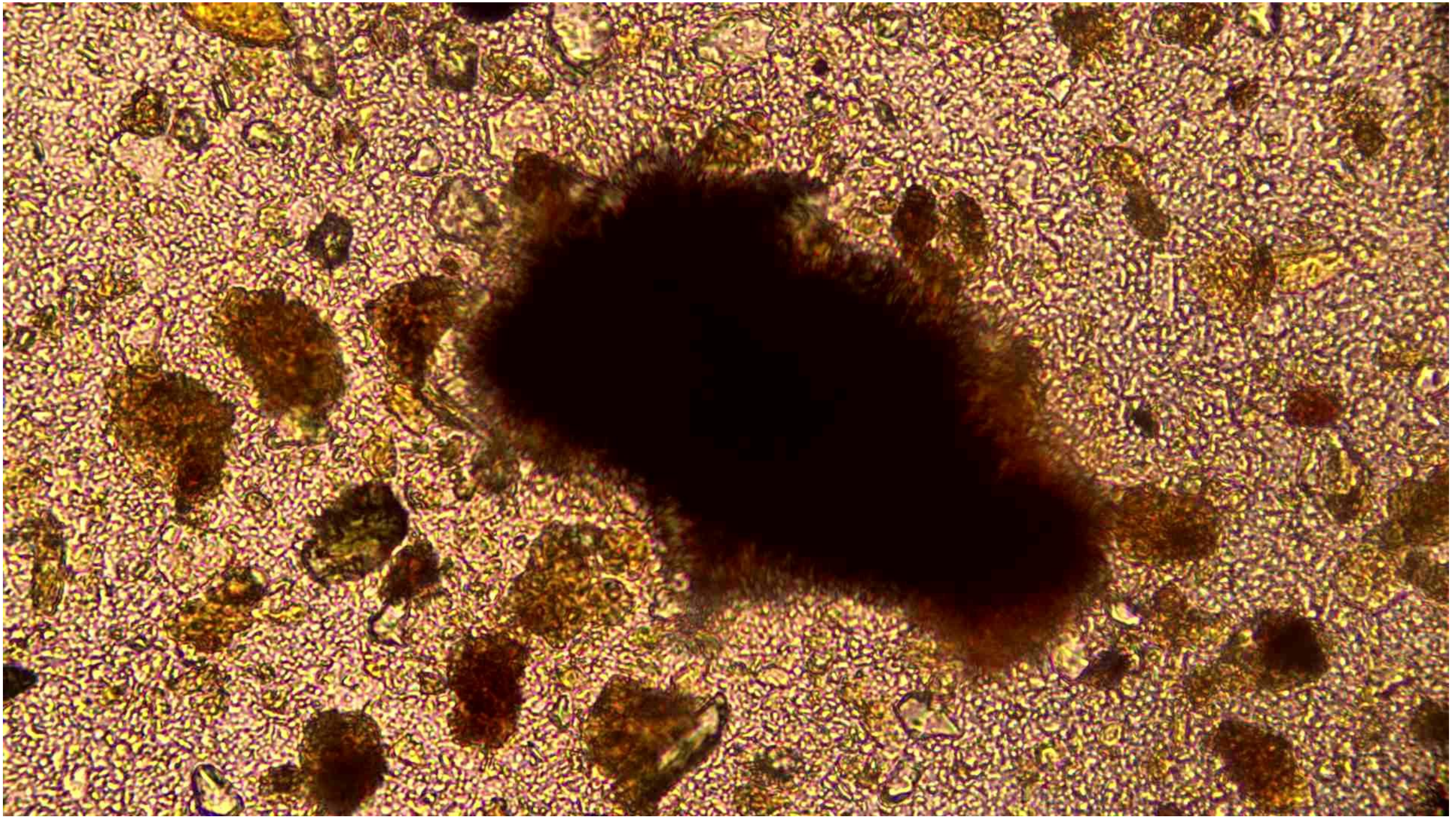
FAO, 2020

COMPONENTI DELLA FERTILITA' DEL TERRENO



Regolazione termica


Sostanza organica grezza
(letame, compost, sovesci, residui vegetali, concimi organici)
MINERALIZZAZIONE
Decomposizione veloce ad opera di microrganismi
UMIFICAZIONE
Decomposizione lenta ad opera di microrganismi che danno una nuova composizione alla sostanza organica
K1
microrganismi
Sostanze nutritive
per le piante
K2
Decomposizione lenta
ad opera della microbiologia
Sostanza organica stabile
HUMUS



ATTIVAZIONE E MANTENIMENNTO DEL CICLO DELLA MATERIA ORGANICA DEL TERRENO

Apporto al terreno:

- Compost stabile con un valore C/N = 10-15/1
- Fermentati microbici contenenti prebiotici e postbiotici

Pratiche agronomiche:

- Minime lavorazioni del terreno
- Pacciamatura del suolo / Ombreggiamento
- Eliminare i concimi di sintesi
- Limitare al minimo le irrorazioni di fungicidi, rame, erbicidi
- Irrigare il terreno in maniera corretta

IL TE’ DI COMPOST

E’ UN ESTRATTTO DI COMPOST
A CUI SEGUE
LA FERMENTAZIONE DEI MICRORGANISMI




AIR PUMP


EL-S
SEOH
AIR PUMP


CAUTION
SEOH
AIR PUMP
WARNING

COMPOST MADRE PER LA FERMENTAZIONE



Kg 2,5
per 1 t*ank* da1.000 litri acqua

Impiego:
100-200 litri/ha di Tè
Da diluire con l'acqua necessaria per la distribuzione nella coltura

IL COMPOST-MADRE NEL SACCHETTO FILTRO 200-400 MESH





L’ESTRAZIONE

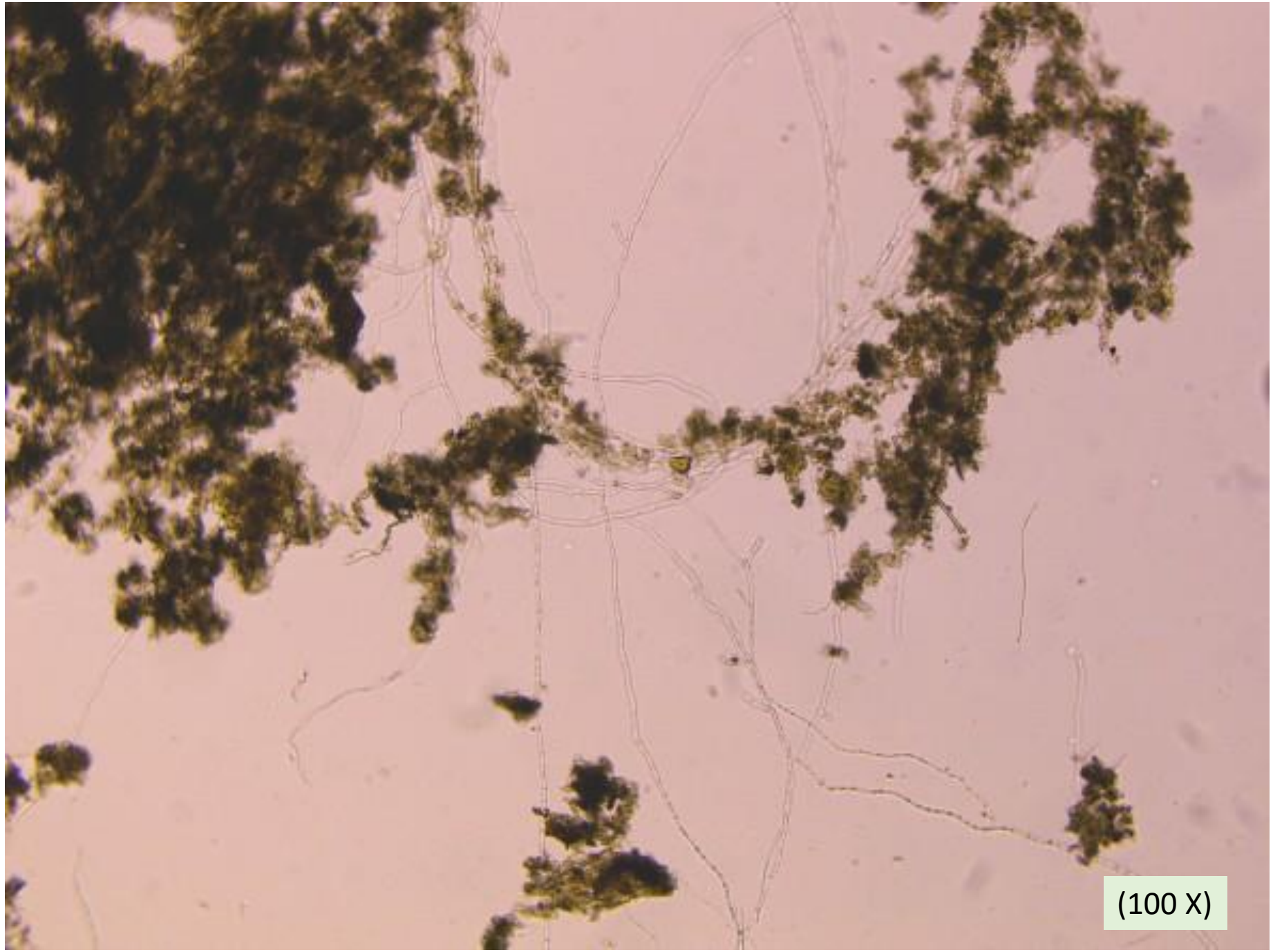


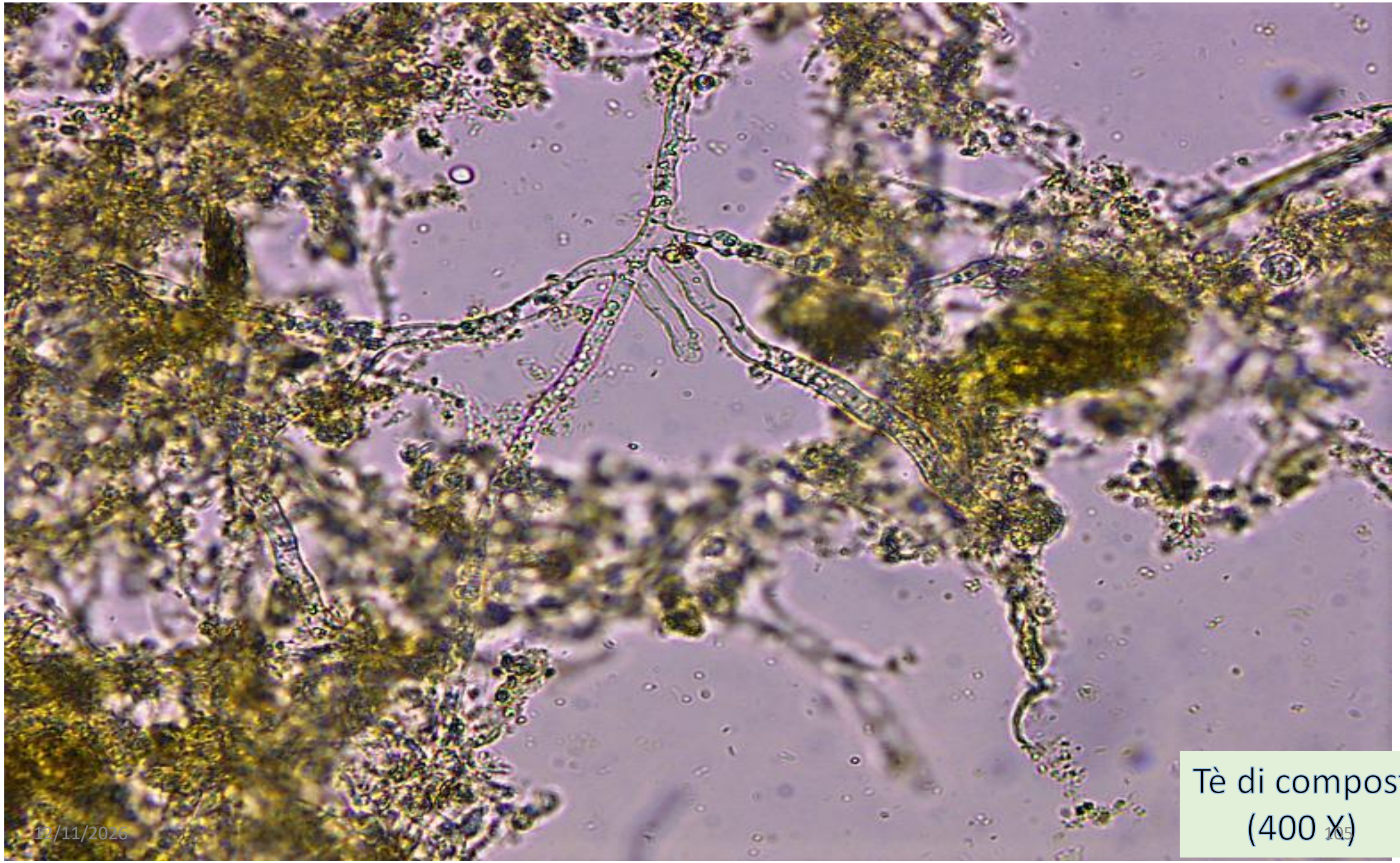






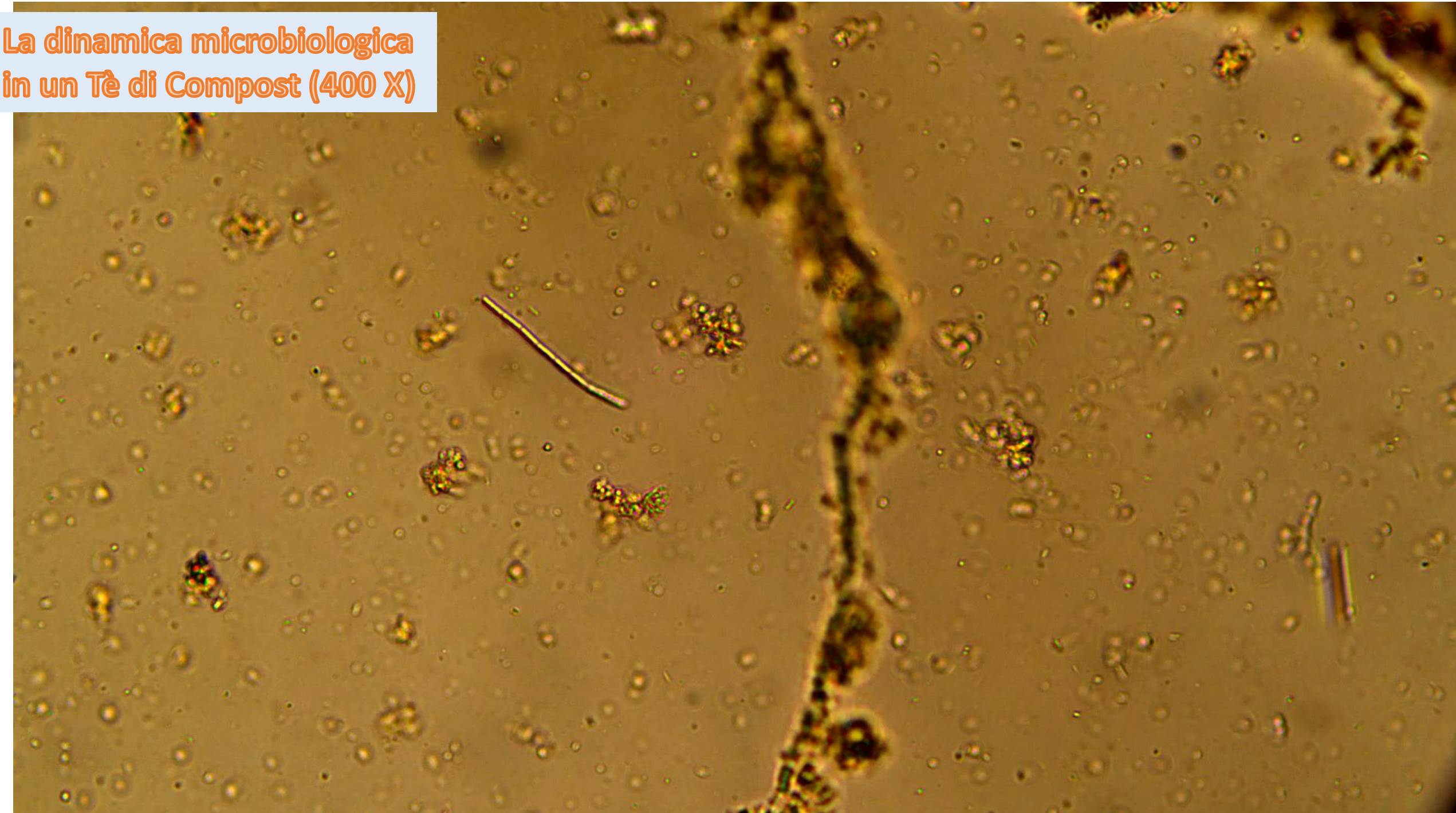
Rete microbiologica nel Tè



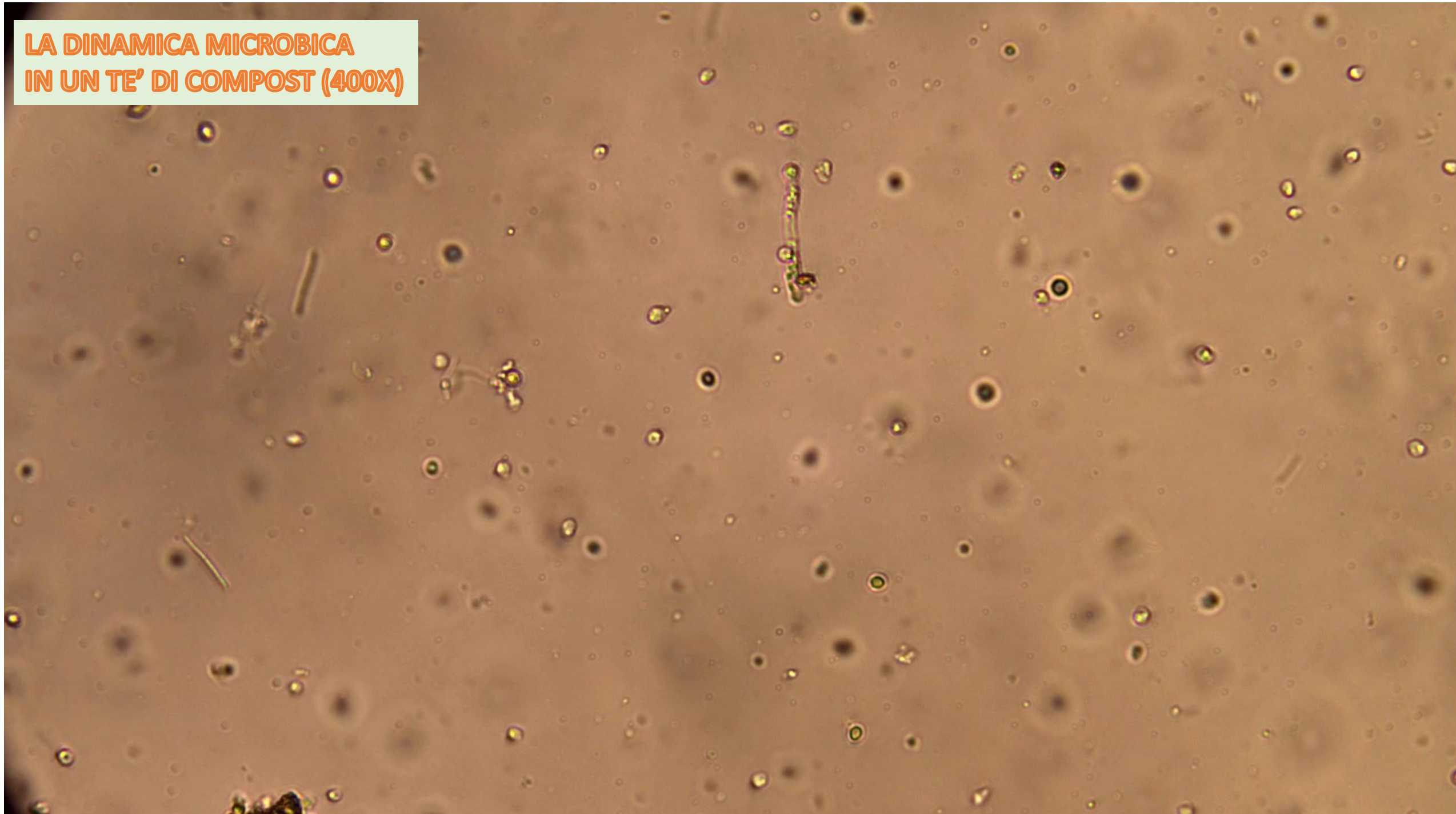


Tè di compost
(400 X)

La dinamica microbiologica in un Tè di Compost (400 X)



LA DINAMICA MICROBICA IN UN TE' DI COMPOST (400X)



Le microalghe nel Tè di Compost (400X)



La radicazione delle melanzane senza e con Tè di Compost



Novembre 2023 no Tè



Novembre 2024 con Tè





Kiwi:

- Compost 100-200q/ha/anno
- Tè di Compost 1-2/mese

Struttura: Macroaggregati
Biodiversità: 6-Buona

Copertura vegetale del suolo spontanea e ben diversificata



BIOSTIMOLAZIONE RADICALE DEL TE’ DI COMPOST SULLE RADICI DEL KIWI

Radici di pianta in moria

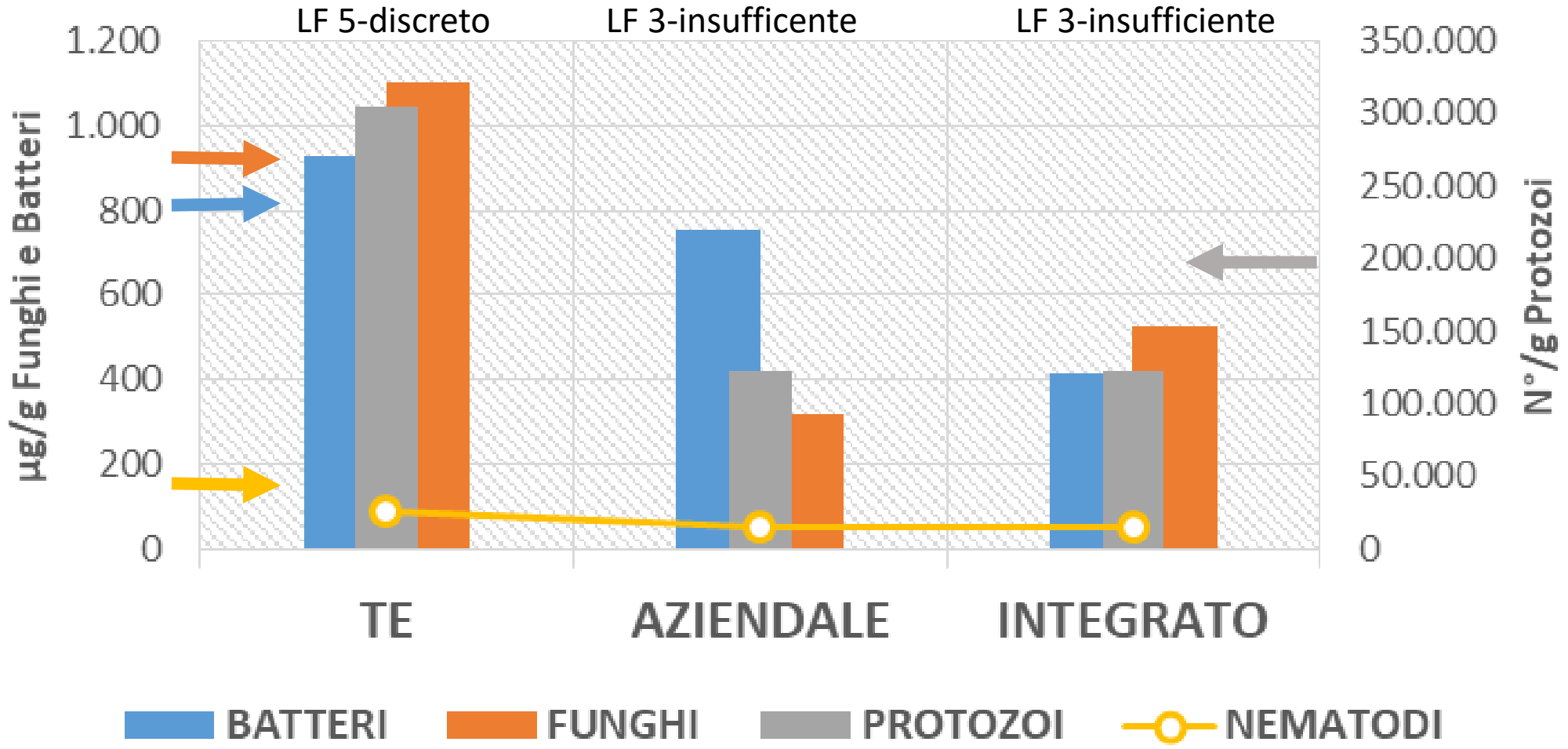


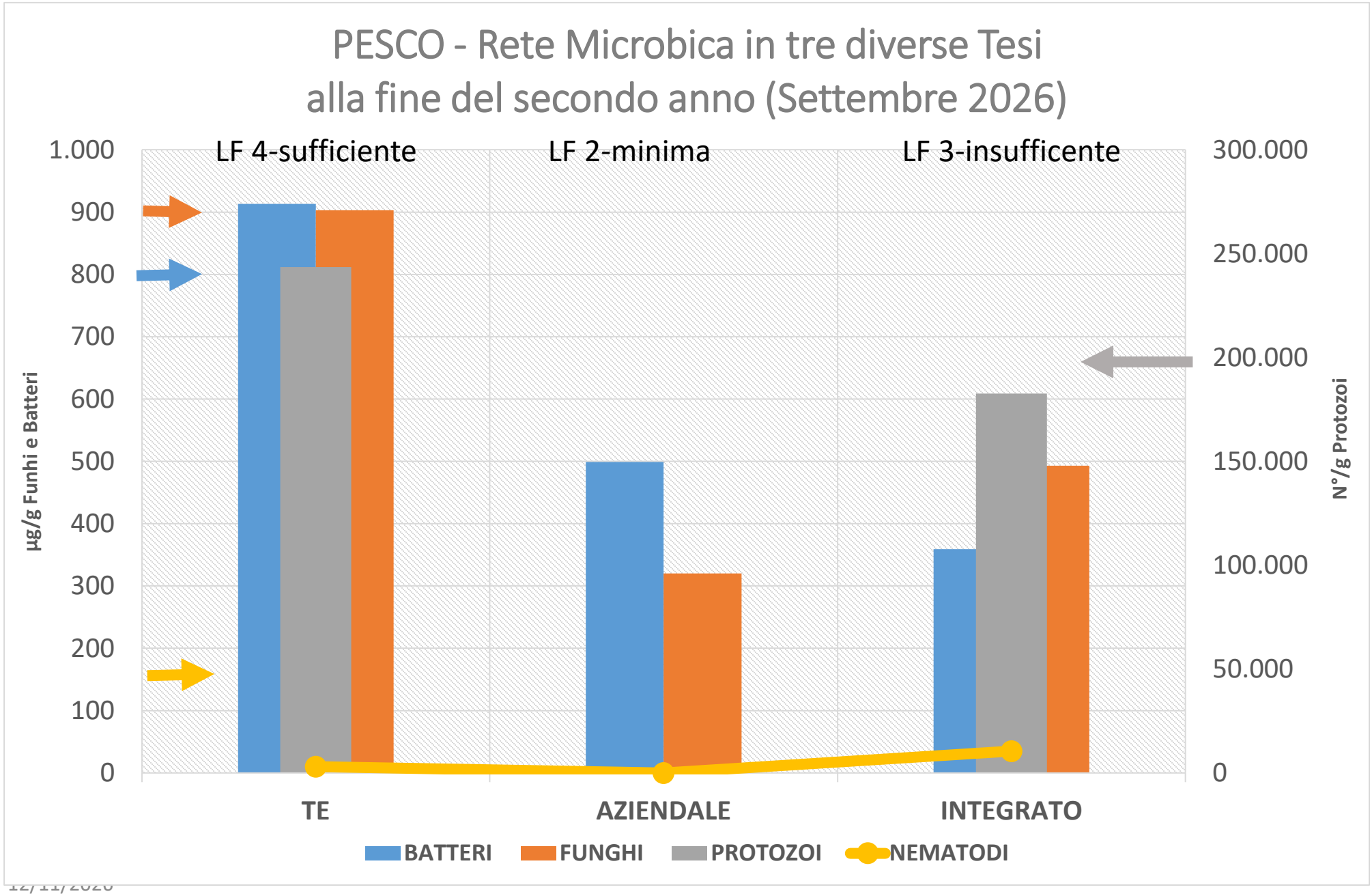
Radici in sviluppo





PERO: Rete Microbica del Suolo in 3 diverse Tesi alla fine del secondo anno (settembre 2026)




PESCO - Rete Microbica in tre diverse Tesi
alla fine del secondo anno (Settembre 2026)
LF 4-sufficiente
LF 2-minima
LF 3-insufficente
1.000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
µg/g Funhi e Batteri
300.000
250.000
200.000
150.000
100.000
50.000
0
N°/g Protozoi
TE
AZIENDALE
INTEGRATO
BATTERI
FUNGHI
PROTOZOI
NEMATODI


GRAZIE PER L’ATTENZIONE