



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente

Corso di Laurea in Scienze Biologiche

# **Parassiti, patogeni e altri simbionti dei copepodi**

Parasites, pathogens, and other symbionts of copepods

Tesi di laurea di:  
**Candito Claudia**

Docente referente:  
**Corinaldesi Cinzia**

Anno accademico **2022/2023**

# Cosa sono i Copepodi

Forme  
zooplanctoniche  
onnipresenti nei  
sistemi acquatici

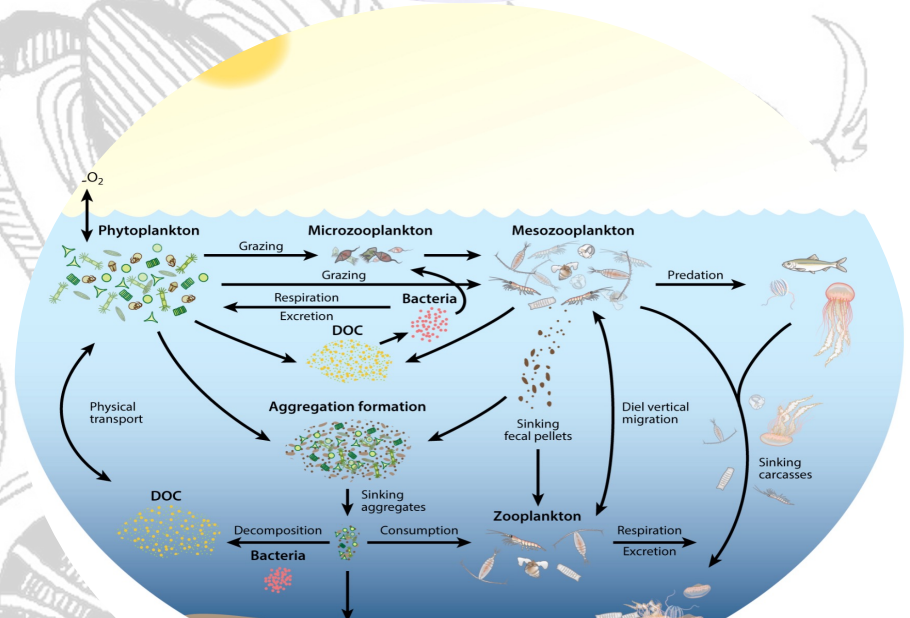
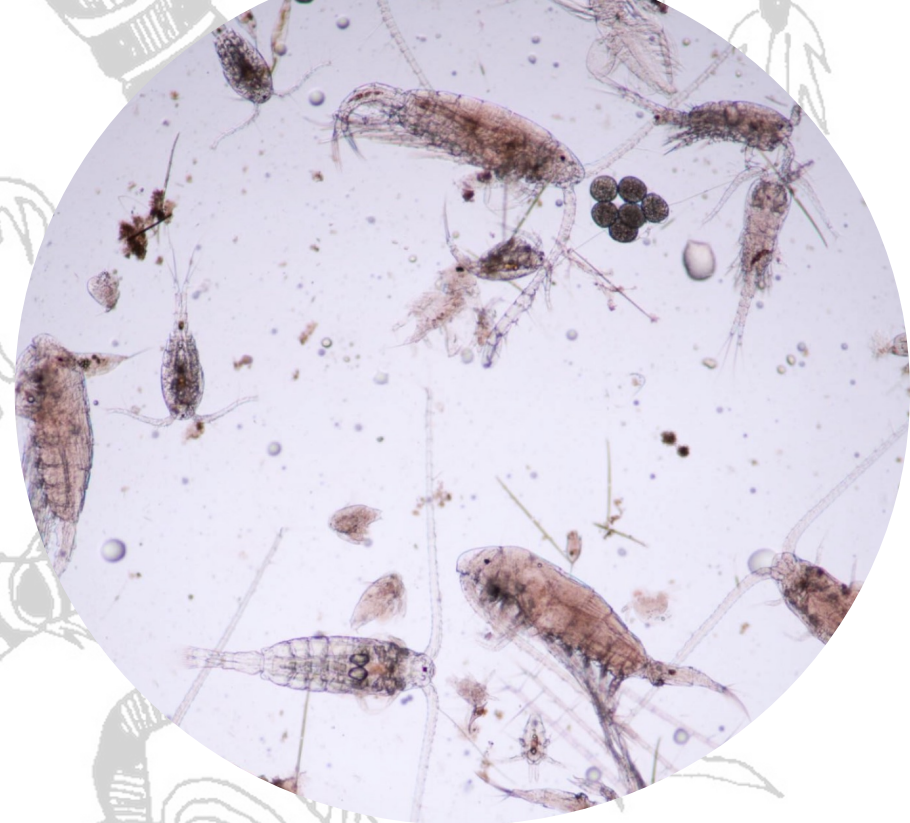
Consumatori  
alimentari  
primari

Contribuiscono a  
processi  
biogeochimici

>11.300 specie

Alla base di  
numerosi reti  
trofiche

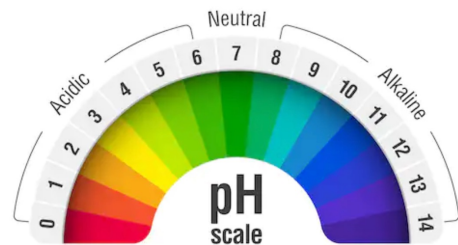
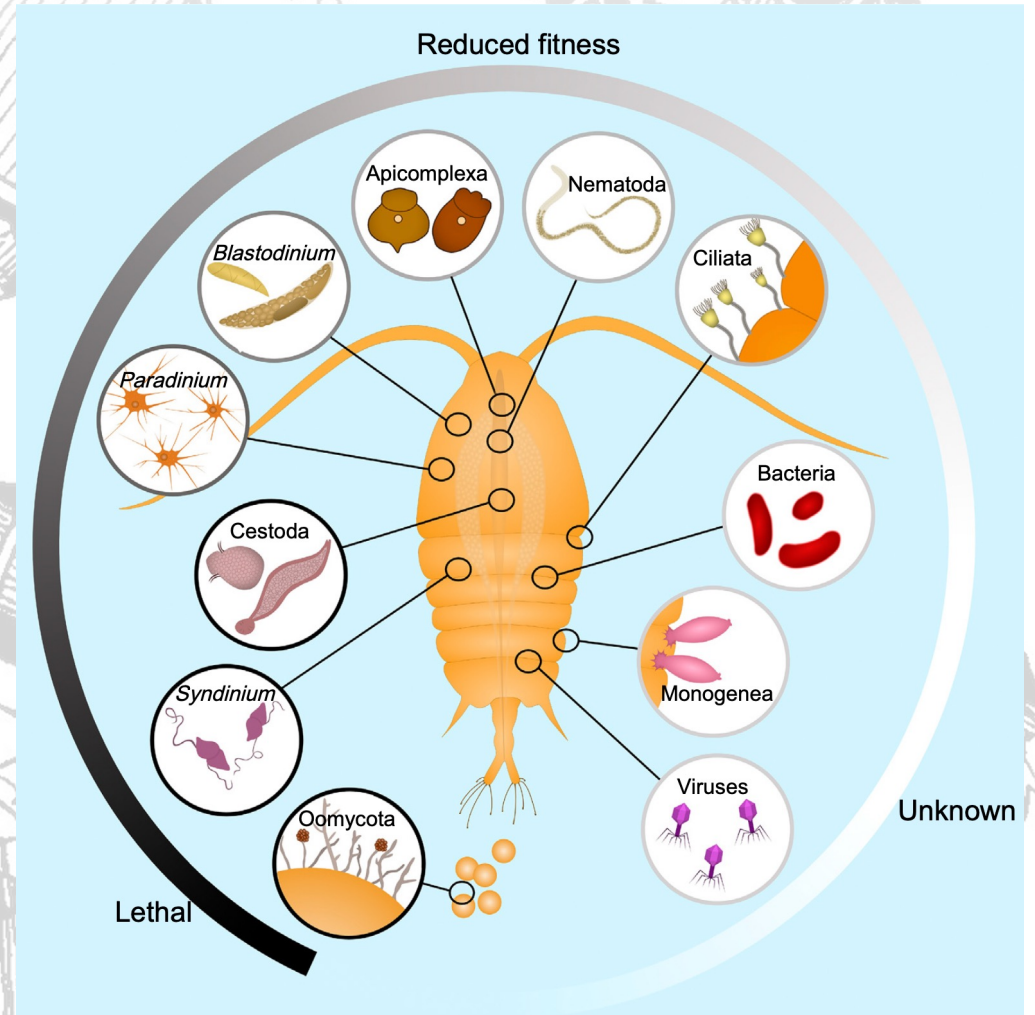
es. Ciclo del  
Carbonio





# Perché è importante analizzarne i simbionti?

- Comprendere gli organismi con cui interagiscono permette di **comprendere i meccanismi alla base dei cambiamenti nelle comunità di copepodi, ancora oggi in parte sconosciuti**



Cambiamenti in risposta a fattori ambientali e antropogenici

# OBBIETTIVI

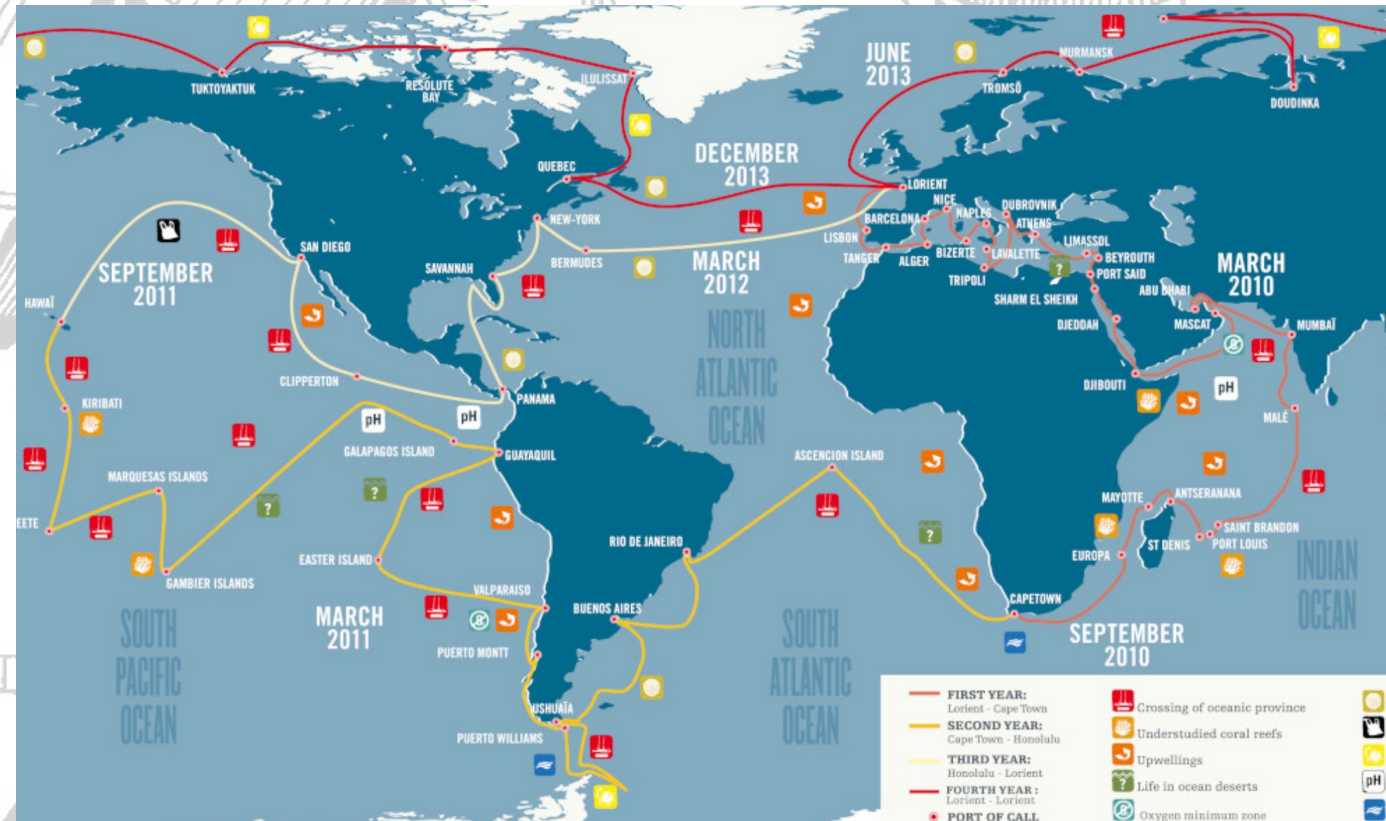
Analizzare sulla base dell'indagine globale di Tara Oceans:

Parassiti metazoi

Simbionti microeucariotici

Simbionti batterici

Virus





# Parassiti Metazoi

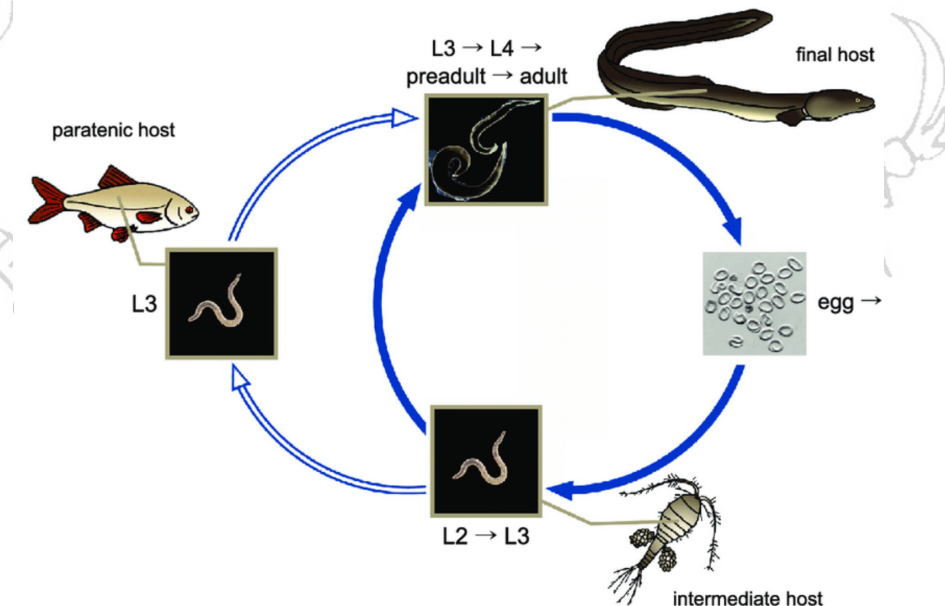
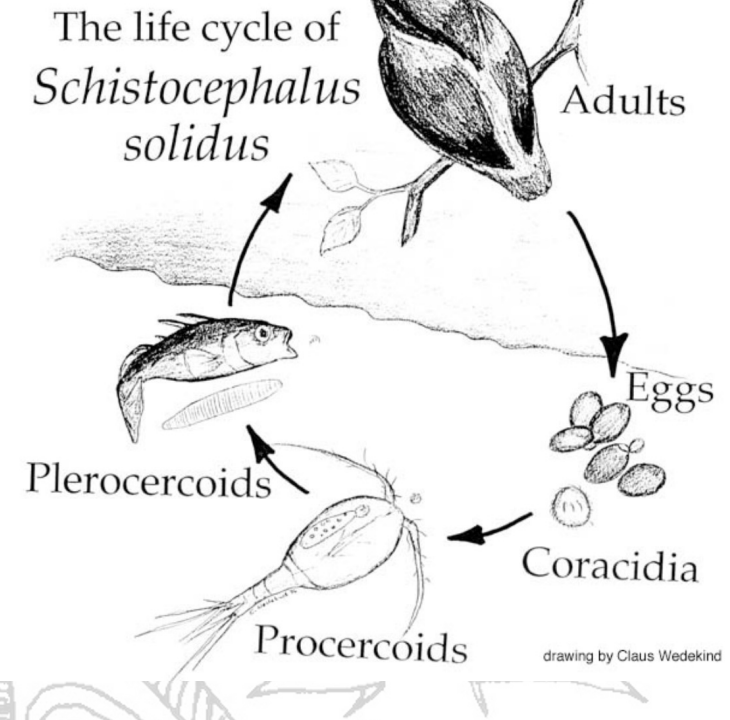
- I copepodi sono ospiti intermedi essenziali per metazoi parassiti come Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala

➔ Specie di acqua dolce sono state utilizzate per **esperimenti** di infezione in laboratorio

La maggior parte dei parassiti metazoi **infestano il celoma** dell'ospite copepode e ne inducono **cambiamenti comportamentali**

-**Cestode** *Schistocephalus solidus* evita la predazione prima dell'infezione e ne aumenta l'attività dopo

-Il **Nematode** *Anguillicoloides crassus* (*specie invasiva di successo*) parassita la vescica natatoria delle anguille utilizzando il copepode come vettore





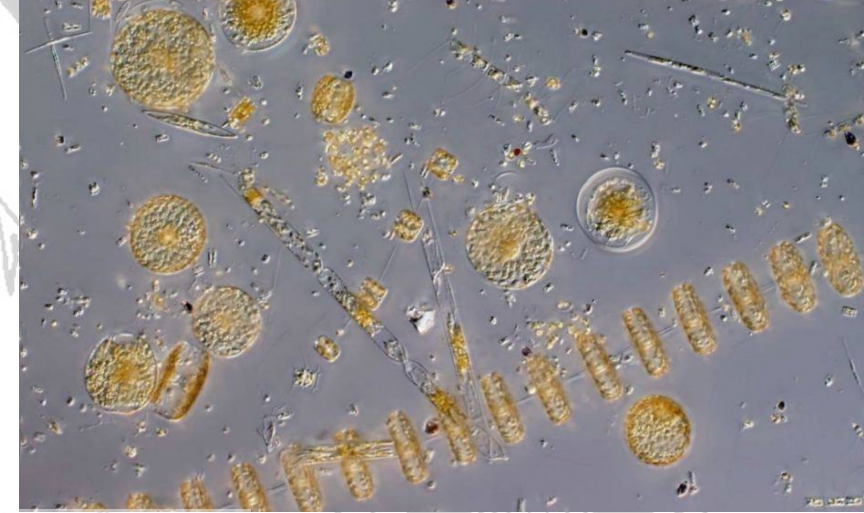
# Simbionti microeucariotici

- Eucarioti unicellulari solitari, coloniali e funghi microscopici  
In particolare Apicomplexa che comprendono:

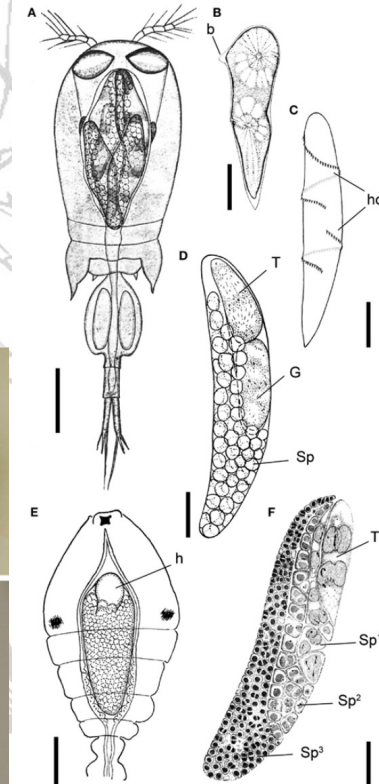
**Ciliati** : gruppo più ricco di specie rilevate MA probabilmente a causa di errori di osservazione epibiotici, grosse dimensioni -> facili da rilevare

## Dinoflagellati

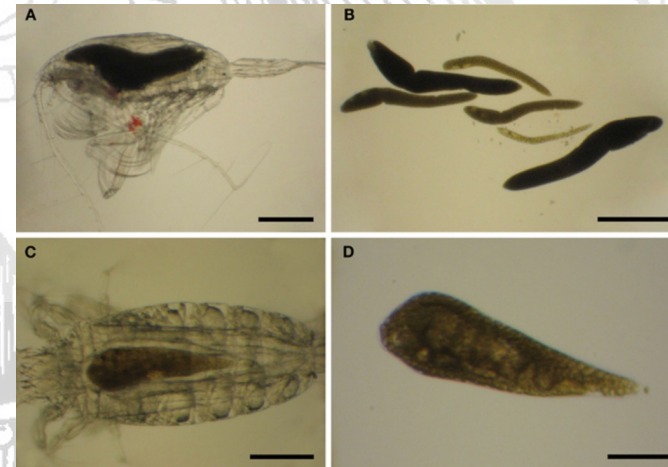
- Dinophyceae* : parassiti intestinali come *Blastodinium*
- Syndiniales* : sporulano internamente e generalmente uccidono i loro ospiti all'espulsione dei dinospori



*Syndiniales*



*Blastodinium*

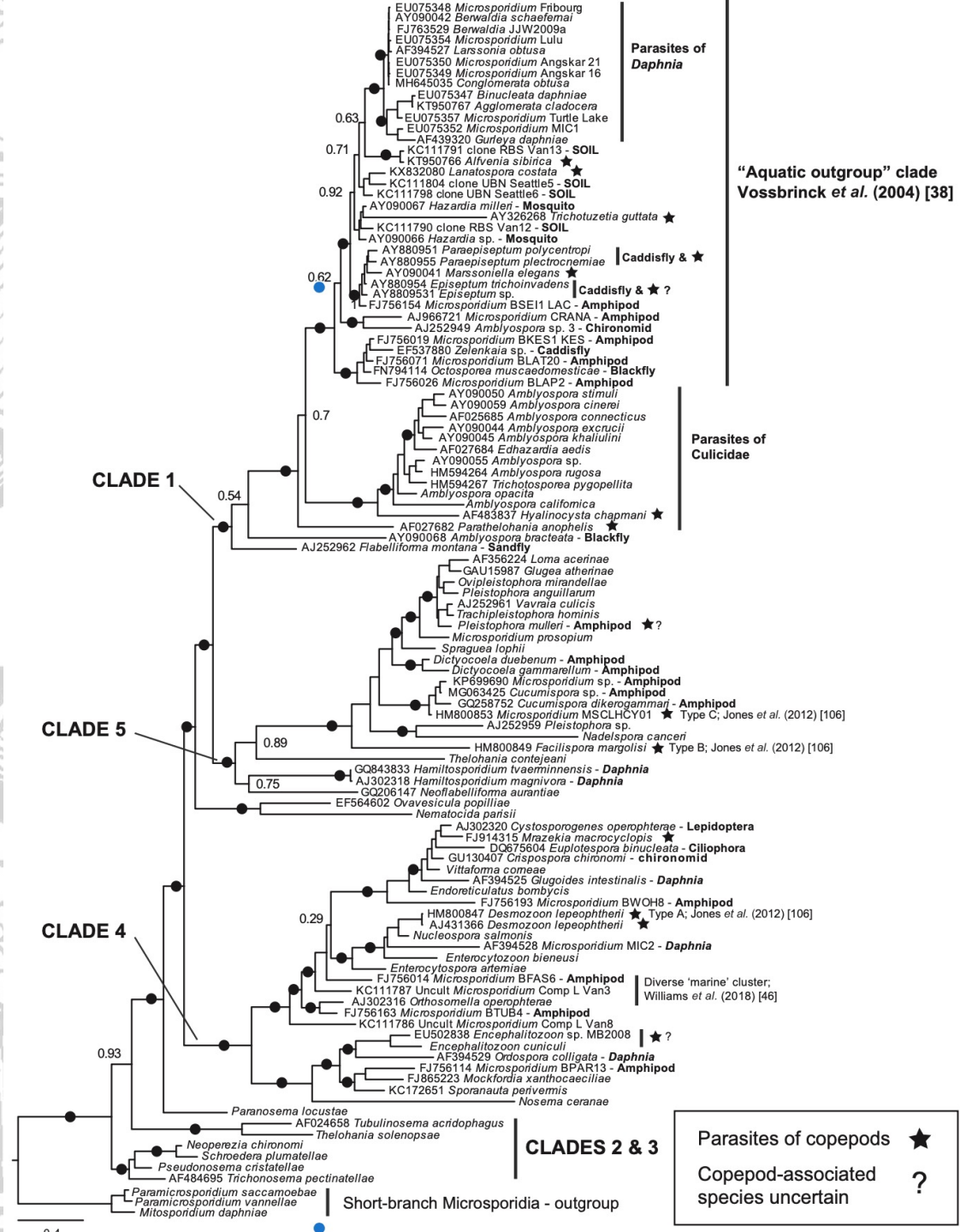




# High-throughput sequencing

- **Metabarcoding** : analizzare e identificare una vasta gamma di organismi presenti in un campione ambientale
- **Metagenomica** : campo della genomica che si concentra sull'analisi del materiale genetico ottenuto direttamente da campioni ambientali complessi, occupandosi dell'analisi collettiva del DNA o dell'RNA di intere comunità microbiche presenti

Filogenesi bayesiana basata su sequenze parziali del gene 18S rRNA di microsporidi che infettano copepodi e altri taxa.



# Batteri

Caratteristiche delle comunità batteriche ospitate:

## Epibiotiche o Endobiotiche

- Antennunule, mandibole o Intestino

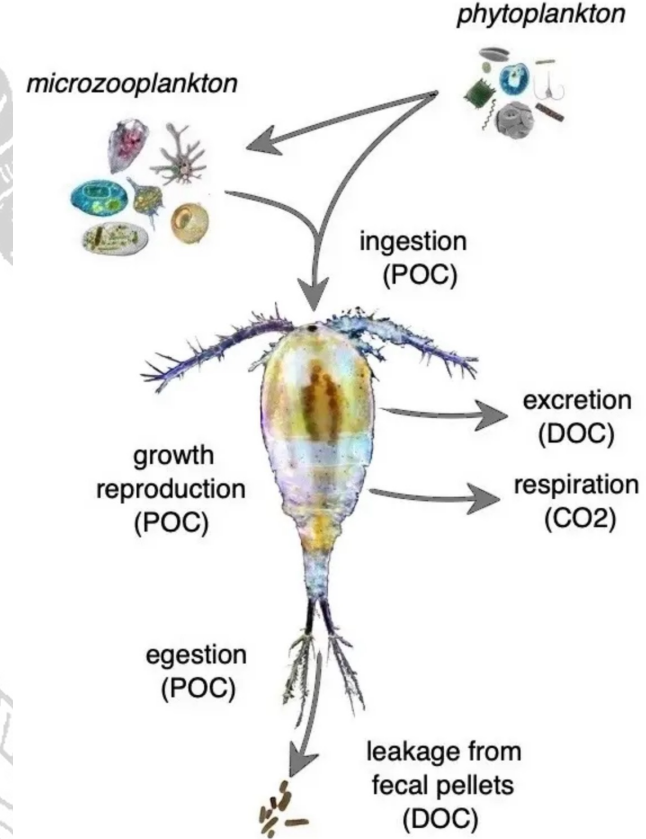
## Permanenti o Transitorie

- Sempre presenti o influenzate dallo stadio di vita dell'ospite

## Patogeni o Non patogeni

- Utili/Non dannosi ma possono anche facilitare condizioni secondarie o serbatoio di patogeni

↳ Es. *Vibrio Cholerae*





# Comunità batteriche endobiotiche

Includono sia membri transitori associati all'alimentazione dell'ospite che associazioni a lungo termine

Le comunità più studiate sono quelle associate al microbioma presenti nell'intestino che offre un ambiente

- Povero di ossigeno
- Acido



Coinvolti nei **Processi Biogeochimici**

Es. metanogenesi, rimineralizzazione del ferro, fissazione dell'azoto

Interazioni negative:

si conoscono pochissimi endoparassiti batterici copepodi rispetto a quelli a vita libera o associati al microbioma

# Virus

Nonostante l'abbondanza di virus attualmente si sa ancora poco sull'argomento

La maggior parte degli studi si riferiscono a virus di copepodi parassiti di interesse economico e al potenziale ruolo del virus in relazione all'ospite finale (pesce)

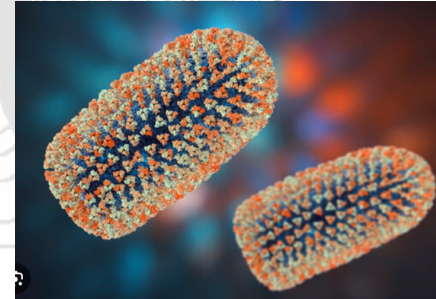
**LSRV-No9 e LSRV-No127** (*Lepeophtheirus Salmonis Rhabdovirus*, virus a Rna ss (-))



identificati dal «pidocchio del salmone» *Lepeophtheirus Salmonis* proveniente da siti di allevamento di salmone in Norvegia

I copepodi infetti da virus sembrano suscitare una ridotta risposta infiammatoria da parte del loro ospite rispetto ai copepodi non infetti

Inoltre il copepode può agire come vettore meccanico del virus della necrosi ematopoietica infettiva e del virus dell'anemia infettiva del salmone



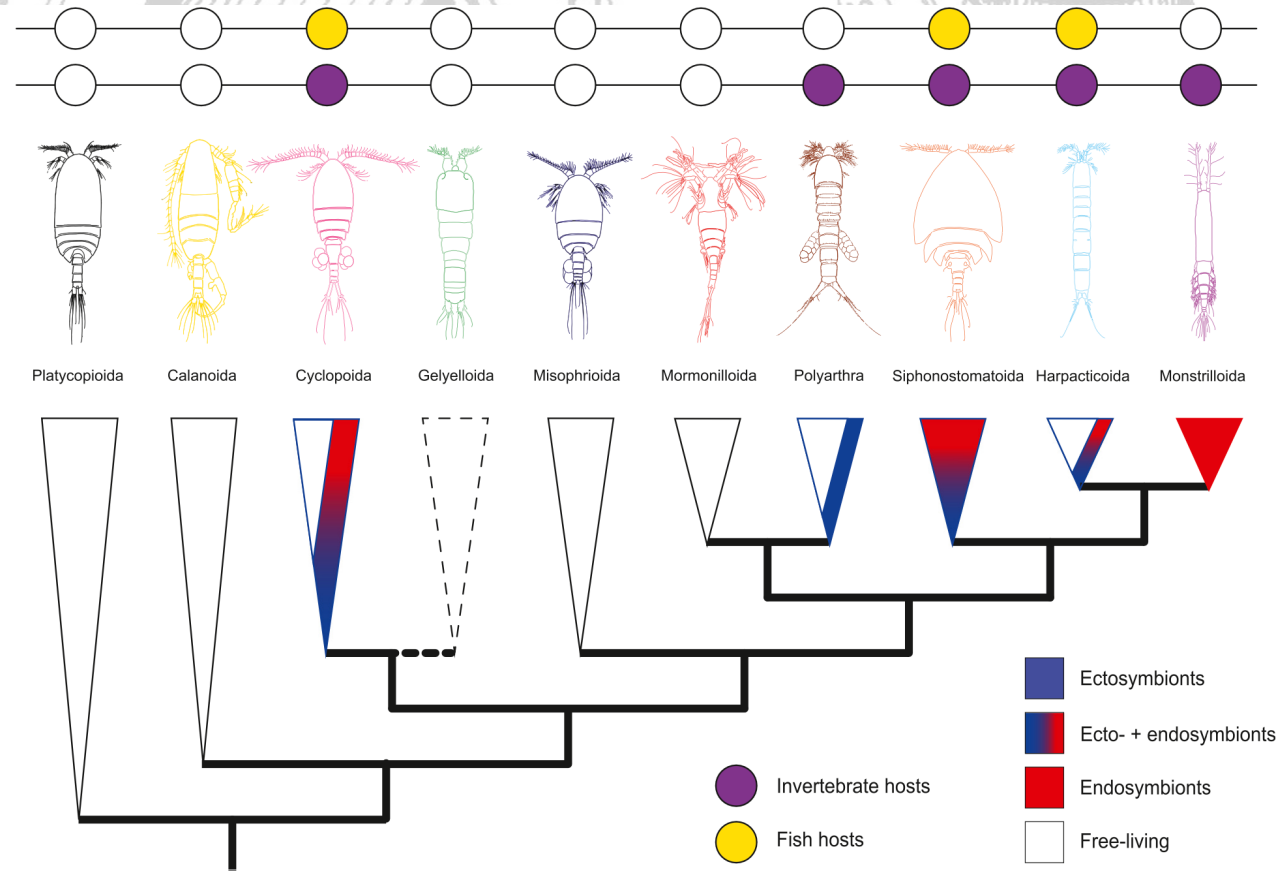


# Conclusioni : la diversità funzionale dei simbionti copepodici

- Abbiamo analizzato diverse relazioni ospite-simbiote e gli effetti positivi e negativi sull'ospite copepode

Sottolineiamo ancora che:

**l'impatto** della maggior parte degli organismi (e dei virus) associati agli ospiti dei copepodici è **sconosciuto** e in molti casi può dipendere dal contesto, inoltre sono sconosciute spesso fattori scatenanti la patogenesi e i cambiamenti fisiologici



L'ombreggiatura del colore nel filogramma (dal rosso al blu) indica il numero relativo di specie in questi cladi di copepodici che sono a vita libera (bianco), endosimbiotici (rosso) o ectosimbiotici (blu). I cerchi nella parte superiore del grafico indicano se i copepodici parassitano ospiti invertebrati (viola) o pesci (giallo)

# Conseguenze dei cambiamenti climatici futuri

Un aspetto criticamente trascurato è il modo in cui le dinamiche ospite-parassita stiano cambiando in un mondo in fase di riscaldamento



poiché i limiti di adattamento termico vengono superati  
(in quanto queste relazioni spesso variano a seconda delle condizioni ambientali)



# Grazie per l'attenzione

## ***Bibliografia***

- [www.marinespecies.org/copepoda](http://www.marinespecies.org/copepoda)
- [www.annualreviews.org/](http://www.annualreviews.org/)
- [www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0913855107](http://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0913855107)
- [www.sciencedirect.com/](http://www.sciencedirect.com/)
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25999517/>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12003070/>
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bies.201600060>
- <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2012.00305/full>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959803094900310>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967064518302509>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10904360/>