



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE
CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE BIOLOGICHE

MICROBIOMI E SIMBIOSI OBBLIGATA DEGLI ORGANISMI ABISSALI
MICROBIOMES AND OBLIGATE SYMBIOSIS OF DEEP-SEA ANIMALS

Tesi di Laurea di
D'Adamo Valeria

Docente referente
Chiar.ma Prof.ssa
Corinaldesi Cinzia

Sessione Estiva (Luglio)
Anno Accademico 2025/2026

INTRODUZIONE



I microrganismi marini sono fondamentali negli ecosistemi perché, grazie alla loro plasticità genetica e fisiologica, possono vivere in ambienti abissali e adattarsi a condizioni estreme.

Christian Sardet, Plankton – Wonders of the Drifting World, Univ. Chicago Press 2015)

SIMBIOSI

1 I simbionti si dividono in:

- Simbionti chemiosintetici: Permettono l'utilizzo di energia chimica
- Simbionti bioluminescenti: producono luce bioluminescente sfruttata dall'ospite.
- Batteri eterotrofi (*Osedax*): nutrono sia loro stessi che l'ospite.

2 Sede della simbiosi:

- Endosimbionti
- Epibionti / Episimbiosi

3 Modalità di acquisizione:

- Trasmissione verticale
- Trasmissione orizzontale
- Trasmissione mista

STRUMENTI E METODOLOGIE

- Campionatore seriale ad alta pressione
- Campionatore di fluidi idrotermali e particelle
- Campionatore idraulico bentonico interattivo
- Sequenziamento di nuova generazione (NGS) e la metagenomica

Nuove tecnologie:

- Realizzazione di nuovi strumenti di coltura
- DNA ambientale (eDNA) e il metabarcoding



OBIETTIVI DELLO STUDIO

Analizzare le principali problematiche metodologiche e identificare le migliori strategie per il campionamento.

Conoscere le comunità e comprendere le variazioni spazio-temporali nei diversi habitat oceanici.

Misurare gli effetti che hanno sulla sopravvivenza dell'ospite.



Fotografia del Deep Discoverer della NOAA scattata dal ROV di supporto Seiros durante l'esplorazione dei fondali del "Paganini Seamount" a nord delle Hawaii.

MICROBIOMA ABISSALE

Caratteristiche del microbioma



Resistenza alle alte pressioni

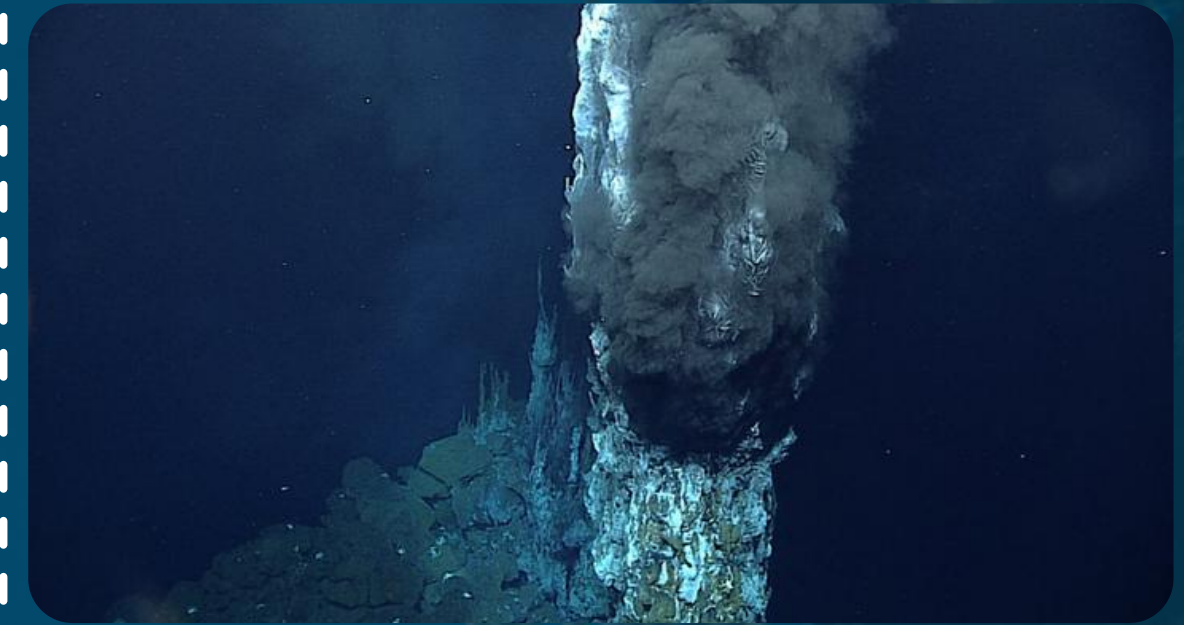


Adattamento metabolico,
dieta e alimentazione

Tipo di Organismo	Batteri Dominanti	Funzione Principale
Pesci/Animali Erbivori	Clostridium, Citrobacter, Epulopiscium	Degradano la cellulosa e i carboidrati complessi delle alghe.
Pesci Carnivori	Cetobacterium, Halomonas	Producono proteasi per digerire le proteine della carne.

LE OASI ENERGETICHE

- Sorgenti Idrotermali
- Infiltrazioni Fredde (Cold Seeps)
- Carcasce di balene e legno (Whale/wood falls)
- Habitat Anaerobici
- Relitti navali



Vermi zombie (*Osedax roseus*)



- Filo**sim**biosi:
L'evoluzione del microbioma coincide con quella degli ospiti

- Per Organo:
comunità batteriche differenti per ogni organo e tessuto

**Il microbioma varia
per permettere
all'ospite di adattarsi
all'ambiente**

- Per Ospite: Specie diverse nello stesso ambiente estremo

- Componenti per l'interazione:
 1. Core (Centrale)
 2. Di Nicchia Ambientale
 3. Dinamico

BIOGEOGRAFIA MICROBICA



La distribuzione spaziale dei microrganismi è regolata da 4 processi:

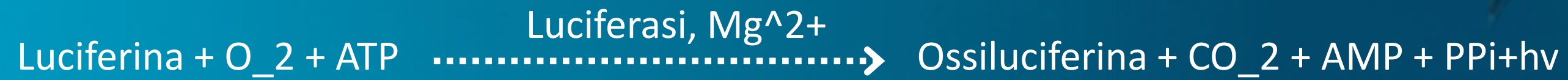
- Selezione
- Dispersione
- Deriva ecologica
- Speciazione

Nei fondali abbiamo due fenomeni:

Controllo Geografico: La composizione genetica dipende dal luogo.

Controllo Biologico: Alcune specie diverse hanno simbionti diversi, altri invece identici.

BIOLUMINESCENZA



CHEMIOSIMBIOSI

I microrganismi
fissano CO₂
utilizzando:

nitrati
idrogeno
ferro
metano
ammoniaca
monossido di carbonio

Policheti, dinoflagellati e Riftia pachytilache



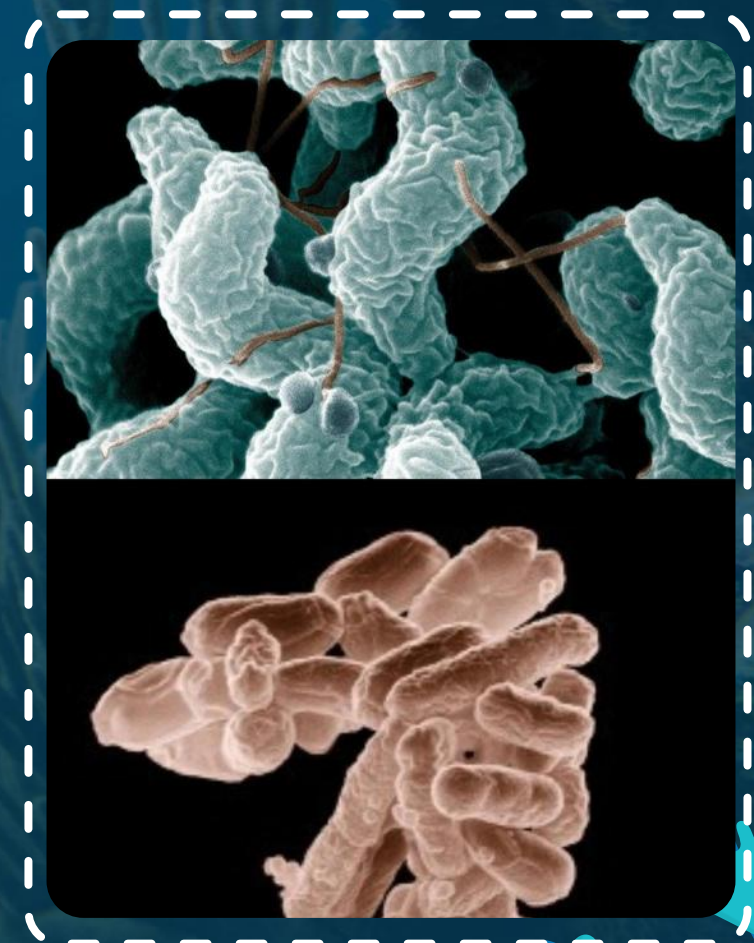
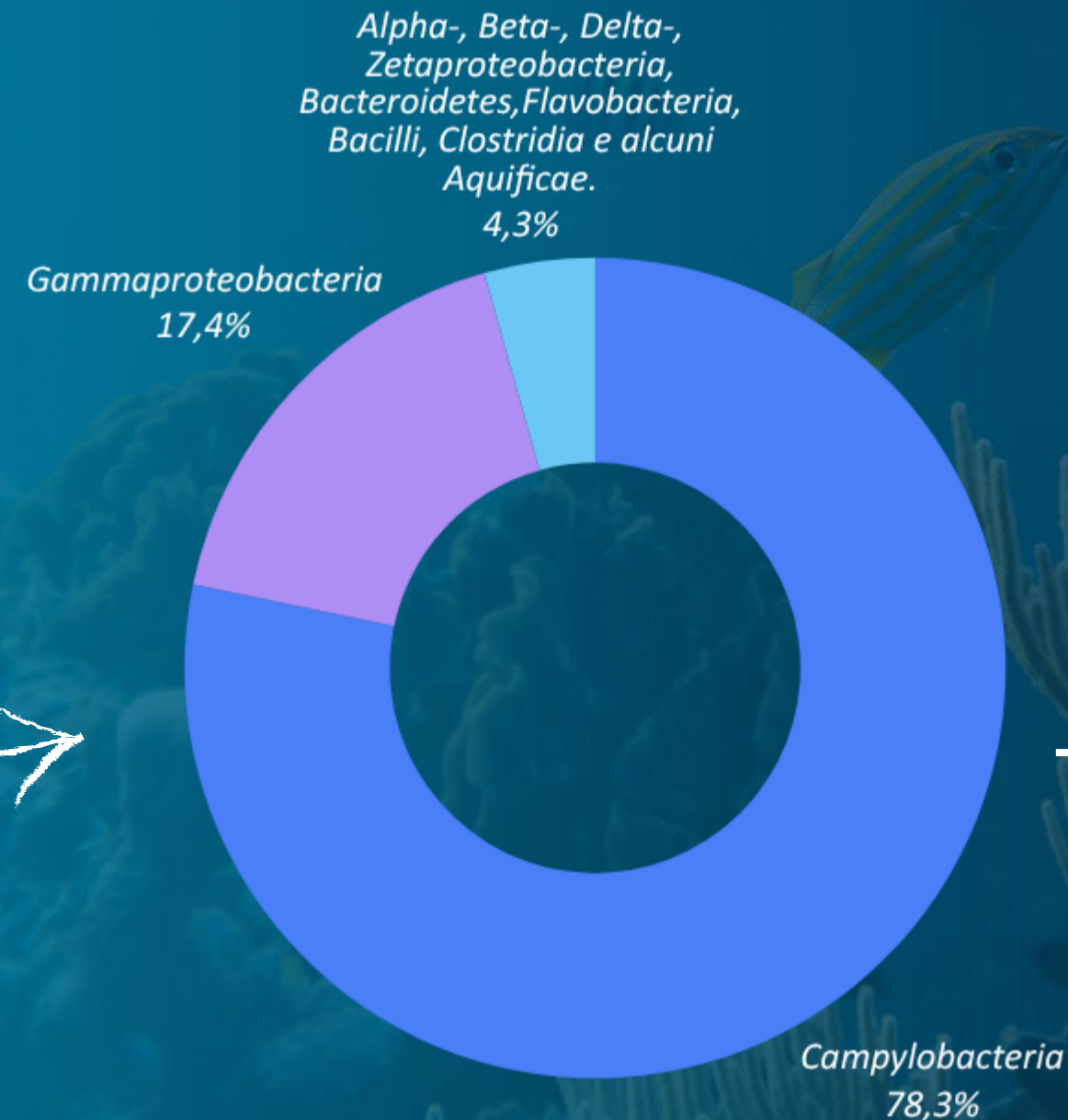
LA RIVOLUZIONE DEL SEQUENZIAMENTO GENETICO

La metagenomica e gli isotopi stabili hanno confermato:



1. Negli Cnidari (es. *Lophelia pertusa*):
simbiosi con il
filotipo SUP05.

2. Nel Gamberetto idrotermale
(*Rimicaris exoculata*): il
sequenziamento ha rilevato
la presenza di:



SFIDE METODOLOGICHE E PROSPETTIVE FUTURE

1. Sfide sulla logistica e l'esplorazione

Passaggio da reti a strascico a ROV/AUV avanzati.

Promozione di Deep Ocean Observing Strategy tramite partnership di accademie, industrie, governi e ONG

2. Sfide sul campionamento

campionatori seriali ad alta pressione, campionatori di fluidi/particelle e campionatori idraulici bentonici interattivi.

Raccolta di campioni in acqua, rocce

3. Tecniche di Laboratorio e Imaging

Terreni classici in agar.

Sistema nanometrico automatizzato Prospector® System

MetaFISH mette in considerazione microscopia FISH e la spettrometria di massa a imaging MALDI

CONCLUSIONI

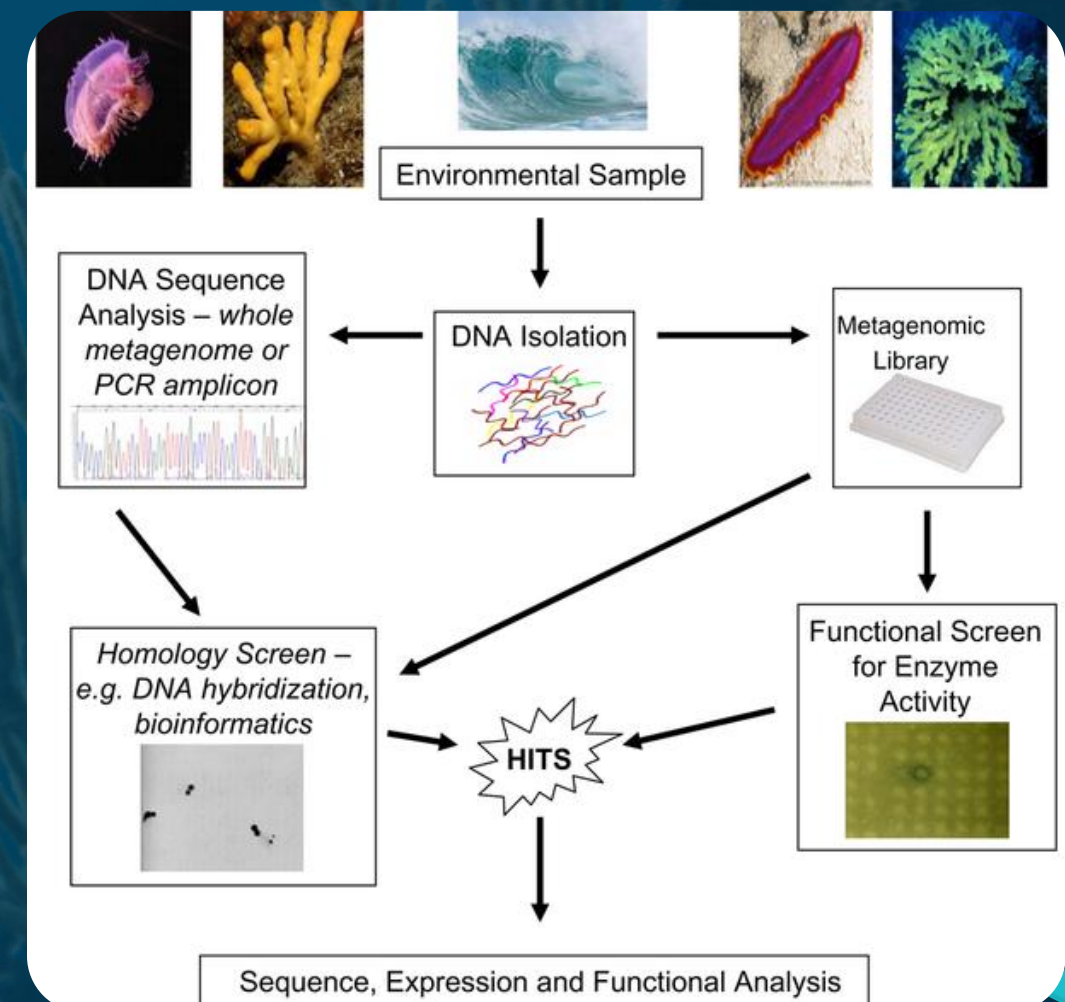


*Rimicaris
exoculata*

I microrganismi abissali sono specifici di ciascun ospite e il mutualismo è la forma simbiotica più conosciuta e studiata. La biogeografia dei microrganismi a vita libera è influenzata dalla selezione ambientale.

Anche se la ricerca è limitata serve un'innovazione mirata.

1. Partnership istituzionali
2. Standardizzazione globale
3. Potenziamento meta-omico
4. Colture e Biobanche
5. Meccanismi di riconoscimento



BIBLIOGRAFIA

Annual Review of Animal Biosciences Microbiomes and Obligate Symbiosis of Deep-Sea Animals

Eslam O.Osman and Alexis M. Weinnig

<https://doi.org/10.1146/annurev-animal-081621-112021>

- Bang C, Dagan T, Deines P, Dubilier N, Duschl WJ, et al. 2018. Metaorganisms in extreme environments: Do microbes play a role in organismal adaptation? *Zoology* 127:1–19 .
- Sogin EM, Leisch N, Dubilier N. 2020. Chemosynthetic symbioses. *Curr. Biol.* 30:R1137–42.
- Bergin C, Wentrup C, Brewig N, Blazejak A, Erséuz C, et al. 2018. Acquisition of a novel sulfur-oxidizing symbiont in the gutless marine worm *Idaridrillus exuma*. *Appl. Environ. Microbiol.* 84:e02267-17.
- Childress JJ, Fisher CR, Brooks JM, Kennicutt MC 2nd, Bidigare R, Anderson AE. 1986. A methanotrophic marine molluscan (*Bivalvia*, *Mytilidae*) symbiosis: mussels fueled by gas. *Science* 233:1306–8.
- Widder EA. 2010. Bioluminescence in the ocean: origins of biological, chemical, and ecological diversity. *Science* 328:704–8.
- Rouse GW, Wilson NG, Worsaae K, Vrijenhoek RC. 2015. A dwarf malereversible in bone-eating worms. *Curr. Biol.* 25:236–41

RIASSUNTO ESTESO

In questa presentazione viene illustrato il concetto di microbiomi e di simbionti obbligati presenti in diversi habitat oceanici profondi, con lo scopo di descriverne la loro capacità di facilitare la sopravvivenza degli organismi, il modo in cui variano nello spazio e nel tempo, e l'espansione di nuove strategie di campionamento. Importanti sono anche i fattori ecologici e biologici, che governano la diversità del microbioma, il legame specifico con un determinato ospite e i pattern biogeografici negli abissi. Oltre alla panoramica dei vari habitat che vengono colonizzati, vengono esaminate le tecniche e le strumentazioni di studio attuali, andando a focalizzare l'attenzione su innovazioni metodologiche e soprattutto sul sequenziamento genetico, in grado di far avanzare le scoperte nel settore. Viene trattato anche il fenomeno di bioluminescenza e chemiosimbiosi che sono le relazioni simbiotiche che hanno avuto più impatto in questi ambienti, fondamentali per aumentare la resistenza degli organismi agli stress abiotici. In conclusione, l'integrazione tra l'analisi delle strategie di sopravvivenza, lo studio dei meccanismi di regolazione e l'impiego di tecnologie di ultima generazione consente di aprire prospettive sul futuro degli oceani. La comprensione di questi ambienti ancora ampiamente inesplorati farà sempre più affidamento sull'innovazione tecnologica continua e sull'appoggio di partnership strategiche internazionali.