



UNIONE EUROPEA



Direzione Generale Agricoltura, Caccia e Pesca
Servizio Attività faunistico-venatorie e pesca

PO FEAMP
ITALIA 2014 | 2020



ministero delle politiche agricole
alimentari, forestali e del turismo

Priorità 2 – Obiettivo tematico 3
Misura 2.47 – “Innovazione in acquacoltura”
Art. 47 Reg. (UE) n. 508/2014
Avviso pubblico annualità 2019

RELAZIONE Progetto n. 3/INA/19

RICHIEDENTE UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA



Referente Organizzativo del progetto responsabile degli aspetti amministrativi: Dott.ssa Eleonora Bigoni

Referente tecnico – scientifico del progetto: Prof.ssa Luisa Pasti

IL PROGETTO SI ARTICOLA IN 3 FASI:

FASE 1. OTTIMIZZAZIONE DELLA RIPRODUZIONE CONTROLLATA PER PRODURRE LARVE DI OSTRICA PIATTA ADRIATICA E VONGOLA VERACE PRESSO UNA AVANNOTTERIA GIÀ ESISTENTE (NATUREDULIS) E DIGITALIZZAZIONE DEL CONTROLLO DI PROCESSO .

FASE 2. STRATEGIA INNOVATIVA PER LA PRODUZIONE DI MANGIMI DA MACROALGHE PER IL PREINGRASSO DELL’OSTRICA E DELLA VONGOLA PRESSO LA MEDESIMA AVANNOTTERIA

FASE 3. MESSA A PUNTO DI SISTEMI FILTRANTI BASATI SU CAPULERIO DI SCARTO E MATERIALI MESOPOROSI SILICEI PER DIMINUIRE L’IMPATTO AMBIENTALE ED AUMENTARE IL BENESSERE ANIMALE. VALUTAZIONE DELL’IMPRONTA ECOLOGICA E DELL’IMPATTO AMBIENTALE

Fase 1:

Sono stati caratterizzati campioni di acqua prelevati negli impianti di Naturedulis. Sono state effettuate le analisi chimiche COD, anidride carbonica libera, alcalinità, e mediante sensori si sono quantificati: pH, salinità, ossigeno disciolto, temperatura, clorofilla, ammonica e nitrati. A puro titolo di esempio si riportano i dati di concentrazione di clorofilla determinati in due vasche campionate a frequenza mensile (Fig.1)

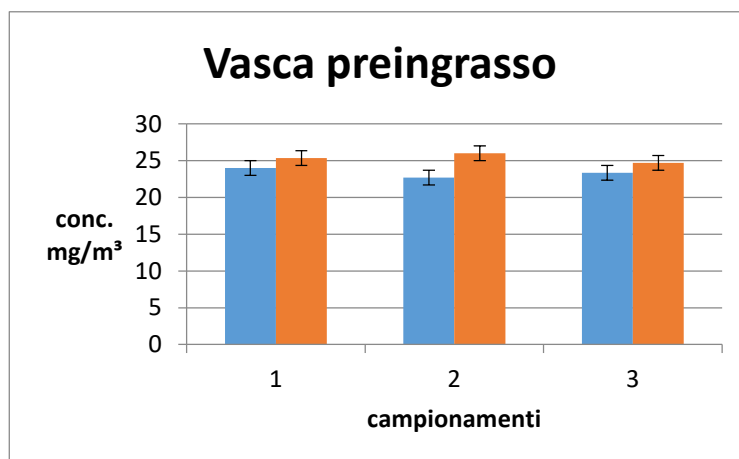


Figura 1: Concentrazione di clorofilla in due vasche di preingrasso campionate nel periodo ottobre-dicembre.

Si sono inoltre intraprese le attività finalizzate alla riproduzione di *Tapes decussatus* e alla comparazione dei substrati di fissazione delle larve in avanotteria. Questa attività è stata svolta presso l'avannotteria Naturedulis.

Si sono eseguiti dei test a lungo termine per verificare la stabilità della risposta dei sensori posti nelle vasche a circuito chiuso presenti presso Naturedulis. I test hanno lo scopo di verificare l'accuratezza dei dati forniti dai sensori (pH, salinità, ossigeno disciolto, temperatura, clorofilla, ammonica e nitrati) e di stabilire le tempistiche necessarie per la manutenzione degli stessi (pulizia e taratura) in modo da garantirne il funzionamento ottimale e l'affidabilità dei risultati ottenuti. Si è pertanto registrata per un mese la risposta dei sensori acquisita con frequenza oraria.

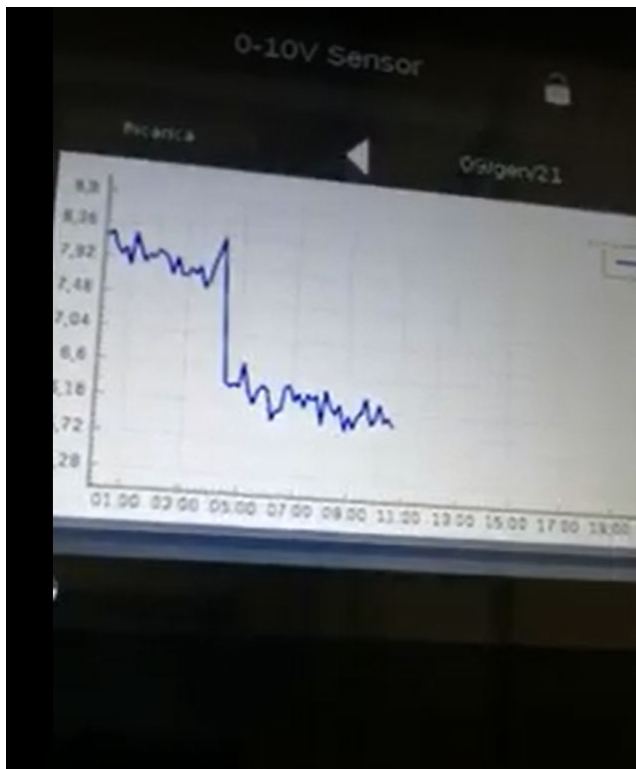
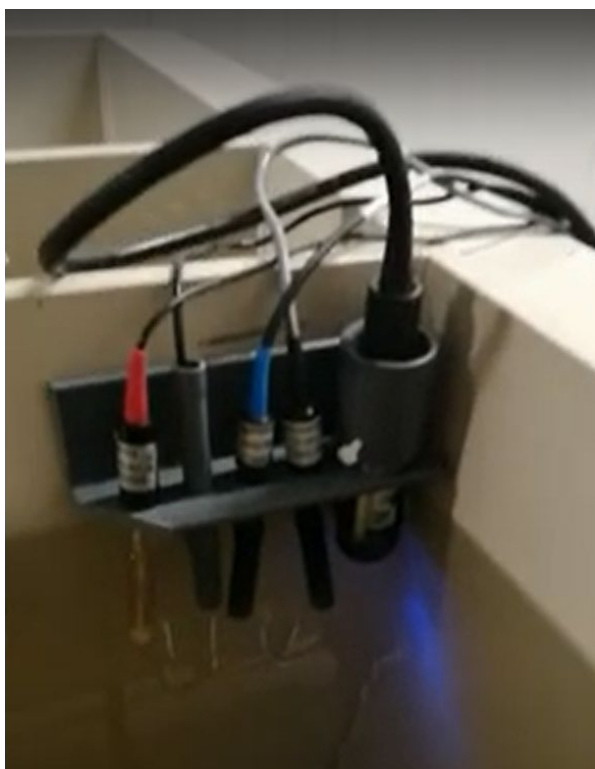


Figura 2: Immagine che riporta i sensori installati in una vasca di Naturedulis, e immagine dell'output del sensore.

I sensori sono stati sottoposti a manutenzione ordinaria ogni settimana. Parallelamente si sono effettuati campionamenti di acqua a frequenza settimanale ed analizzati con metodologie classiche in laboratorio.

Il range delle condizioni della matrice acquea, nel periodo sperimentale, è stato il seguente:

- pH = 8.0-8.1
- temperatura = 18.7-21.2 °C
- salinità = 26-29 psu
- clorofilla = 22-27 mg/mc
- ossigeno disciolto = 6.2-7 mg/L
- ammoniaca = 0.14-0.53 mg/L
- nitrati = 1.7-2.8 mg/L

Inoltre, sono stati determinati i seguenti parametri:

COD:

anidride carbonica

alcalinità:

Il confronto ha permesso di rilevare un buon accordo tra i dati rilevati dai sensori ed i risultati dell'analisi chimica con errori percentuali inferiori al 10% ad esclusione del parametro clorofilla in cui si sono verificati discostamenti più significativi. La problematica relativa alla clorofilla è stata approfondita, effettuando una variazione della metodica sperimentale di laboratorio per introdurre un metodo di calibrazione più idoneo (metodo delle aggiunte). I valori ottenuti con questo metodo analitico e i valori medi del valore di clorofilla

forniti dal sensore hanno mostrato un grado di accordo in molti casi inferiori al 10%, paragonabili quindi a quelli ottenuti per gli altri sensori.

Le attività inoltre hanno compreso il campionamento e il trattamento di capulerio (lavaggio e frantumazione) per la valutazione dell'idoneità del materiale ottenuto in mesocosmi per testarne l'idoneità ecotossicologica all'impiego come supporto di fissazione delle larve di bivalvi. I test embriotossicologici sono stati considerati accettabili soltanto quando nel controllo la percentuale di embrioni, che risultava in larve vive con completo e normale sviluppo della conchiglia (veliger o larve-D), era $> 70\%$. Per le specie di molluschi testate, il valore medio calcolato nelle vials di controllo ($83 \pm 6,4\%$ per *Mytilus galloprovincialis*; $85 \pm 6,1\%$ per *Crassostrea gigas*/ *Ostrea edulis*; $89 \pm 1,4\%$ per *Tapes philippinarum*/*Tapes decussatus*) ha superato ampiamente il limite richiesto per l'accettabilità del test.

Si sono quindi effettuati i conteggi di tutti gli esemplari vivi suddivisi per classe di taglia di *Ostrea edulis* e *Tapes decussatus* (*Naturedulis*) in vasche controllate con sistemi di sensori e non.

Tabella 1: Tasso di sopravvivenza medio

	<i>Ostrea edulis</i> (Vasche controllate)	<i>Ostrea eduli</i> (bianco)	<i>Tapes decussatus</i> (Vasche controllate)	<i>Tapes decussatus</i> (bianco)
Larve- fino 300 μm	24%	20%	30%	25%
$>300 \mu\text{m}$ fino 4-6 mm	60%	68%	70%	70%

Fase 2.

Sono proseguite le analisi chimiche su campioni di microalghe campionate a tempi diversi. Lo scopo è quello di verificare se la composizione media dei principali costituenti nutrizionali delle alghe subisca delle variazioni significative in relazione alla stagionalità. Si sono inoltre effettuate delle analisi chimiche per verificare l'idoneità all'uso come mangimi di estratti di microalghe. In particolare si è determinato il contenuto in microinquinanti organici ed inorganici di alcuni campioni.

In particolare si è determinato il contenuto di metalli totali, di microinquinanti organici clorurati.

In Tabella 2 si riportano i dati ottenuti per quanto riguarda la concentrazione di metalli pesanti in campioni di *Gracilaria* e *Ulva lactuca*.

Tabella 2: Dati medi del contenuto di metalli ottenuti dalla ripetizione su tre diversi campioni di alghe prelevati nella Sacca di Goro

Sample (µg/L)	V	Cr	Mn	Cu	Zn	Pb	Ni	Ba	Fe	Al
Ulva	7,44	9,95	264,48	9,12	40,06	3,93	8,94	18,67	3223,98	3170,21
Gracilaria	2,85	3,84	150,64	5,85	35,02	0,67	3,42	4,22	949,76	1139,74

Poiché il contenuto di metalli pesanti dei campioni è influenzato dalla natura chimica dei sedimenti che costituiscono il fondale, sono stati analizzati anche i sedimenti allo scopo di verificare la presenza di metalli pesanti nei sedimenti (Fig.3)

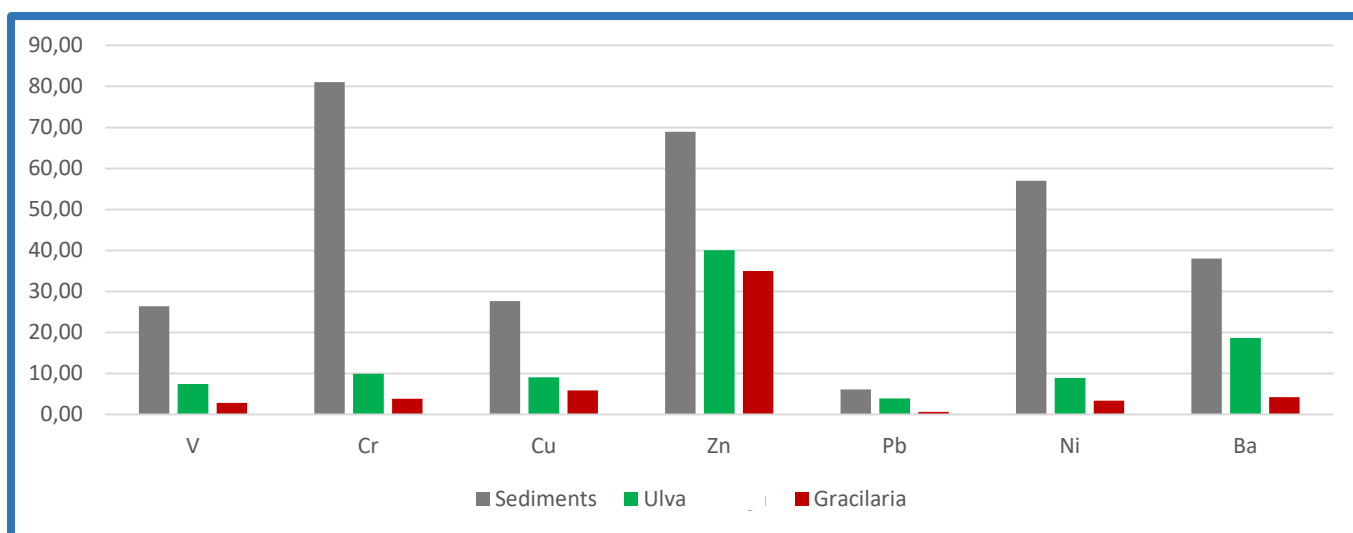


Figura 3: Concentrazioni medie di metalli pesanti in campioni di sedimenti e di alghe campionati nella Sacca di Goro.

In Figura 3 si può osservare una concentrazione media di metalli pesanti superiore nei campioni di Ulva lactuca rispetto a quelli di Gracilaria, indicando quindi un maggiore bioaccumulo di metalli da parte dell'Ulva lactuca. La capacità dell'Ulva lactuca di rimuovere cationi metallici in soluzione è stata recentemente riportata in letteratura [1], confermando pertanto quanto osservato sperimentalmente.

Per quanto concerne la determinazione di residui di pesticidi clorurati e di PCB (bifenili policlorurati) in campioni di alghe prelevati nella sacca di Goro i dati sono riportati in Tabella 3 e 4. Si riportano i valori ottenuti per la Gracilaria che sono mediamente più elevati di quelli osservati per l'Ulva lactuca.

Tabella 3: Valori medi del contenuto di PCB e pesticidi clorurati in campioni di Gracilaria.

PCB	ng/g
PCB31	4,26
PCB28	0,46
PCB52	0,91
PCB35	0,18
PCB101	<0,02
PCB110	<0,02
PCB81	<0,02
PCB77	<0,02
PCB118	0,52
PCB153	0,46
PCB105	<0,02
PCB138	0,48
PCB126	0,62
PCB128	<0,02
PCB156	<0,02
PCB180	<0,02
PCB169	<0,02
PCB170	<0,02

Tabella 4: Valori medi del contenuto di Pesticidi clorurati in campioni di alghe (Gracilaria)

Pesticidi	ng/g
α -HCH (alpha-esaclorocicloesano)	11,53
HCB (esaclorobenzene)	1,17
γ -HCH (gamma- esaclorocicloesano)	4,87
β -HCH	<0,03
Aldrin	<0,03
2,4'-DDE	<0,03
4,4'-DDE	<0,03
2,4'-DDD	<0,03
Dieldrin	<0,03
2,4'-DDT	<0,03
4,4'-DDD	<0,03
4,4'-DDT	<0,03

Si è osservato, che i campioni di Gracilaria presentano una concentrazioni di contaminanti organici clorurati mediamente più elevata rispetto ai campioni di Ulva, contrariamente a quanto riscontrato per i metalli pesanti. La capacità di alcune tiologie di alghe di bioaccumulare composti organici clorurati è stata messa in evidenza anche nella recente letteratura scientifica [2].

Dalle evidenza sperimentali riscontrate si è ulteriormente indagata la capacità delle alghe di bioaccumulare

contaminanti corganici, in quanto questa proprietà potrebbe avere risvolti applicativi nella biorimediazione di siti contaminati. In particolare si sono determinati i composti clorurati derivati da processi di potabilizzazione o di clorazione di materiale organico presente nelle acque con particolare riferimento a composti aloacetici.

Tabella 5: Valori medi del contenuto di composti aloacetici in campioni di alghe (Gracilaria)

■ Ac. Monocloroacetico (MCAA)	
■ Ac. Monobromoacetico (MBAA)	
■ Ac. Dicloroacetico (DCAA)	<u>1,743</u> ng/g
■ Ac. Tricloroacetico (TCAA)	
■ Ac. Bromocloroacetico (BCAA)	
■ Ac. Dibromoacetico (DBAA)	<u>14,282</u> ng/g
■ Ac. Bromodicloroacetico (BDCAA)	
■ Ac. Clorodibromoacetico (CDBAA)	
■ Ac. Tribromoacetico (TBAA)	
■ Dalapon	

Mentre non si è rilevata la presenza in concentrazione superiore al limite di rivelabilità nei campioni di Ulva Lactuca.

Anche in questo caso quindi si è confermato un maggiore fattore di bioaccumulo per la Gracilaria rispetto all'Ulva.

I dati ottenuti mostrano che entrambe le specie di alghe studiate presentano contaminazione sia da metalli pesanti che da composti organici clorurati. Il loro impiego per uso alimentare deve quindi ottemperare ai vincoli imposti dalla vigente legislazione in materia.

Per una valutazione della possibilità di impiego di alghe in ingredienti e/o formulati per mangimistica occorre anche determinare le proprietà nutrizionali, ovvero la composizione in termini di nutrienti principali. A tale scopo si sono effettuate delle determinazioni per quantificare la composizione di Ulva lactuca e Gracilaria.

Tabella 6: Composizione percentuale in sostanza secca (SS), materia organica e agar delle specie di alghe.

	% SS	% materia organica	% agar
Gracilaria	15.1	71	14.9
Ulva lactuca	13.3	76	< 1

Tabella 7: Composizione elementare media delle alghe oggetto di studio

	% C	% N	% P
Gracilaria	300 (8)	31 (2.7)	3.2 (0.28)
Ulva lactuca	287 (8)	35 (4.1)	2.9 (0.55)

Tabella 8: Composizione nutrizionale media di Ulva lactuca e Gracilaria

	Proteine		Ceneri		Fibre		Lipidi	
Ulva lactuca	18,12	$\pm 3,53$	20,30	$\pm 0,07$	51,52	$\pm 3,54$	7,56	$\pm 0,03$
Gracilaria	20,34	$\pm 0,68$	13,02	$\pm 0,20$	60,19	$\pm 3,75$	1.2	$\pm 0,04$

I dati riportati nelle Tabelle 6-8 si evince che le due specie di alghe studiate differiscono significativamente nel contenuto di ceneri e di lipidi e in particolare l'Ulva lactuca mostra un maggiore contenuto di entrambi. Poiché sono noti gli usi e gli effetti benefici sulla salute di lipidi insaturi contenuti in molte specie animali e vegetali marine si è studiato il profilo lipidico delle alghe.

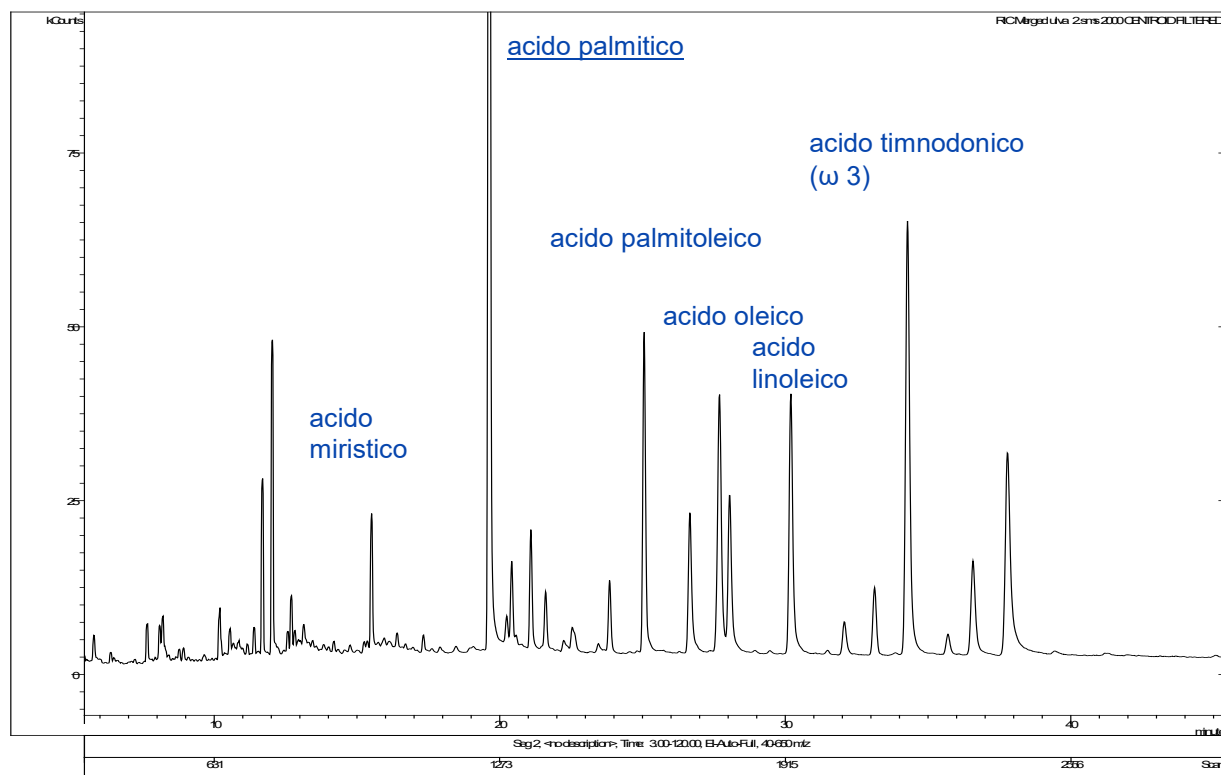


Figura 5: Profilo lipidico di un campione di *Ulva lactuca*.

Tabella 9: Composizione percentuale dei costituenti principali della frazione lipidica di *Ulva lactuca*

Nome del composto	%
C12:0 – acido laurico	1,13
C14:0 – acido miristico	2,83
C16:0 – acido palmitico	41,25
C16:1 – acido palmitoleico	4,79
C16:2	1,38
C16:3	1,72
C18:0 – acido stearico	4,51
C18:1 – acido oleico	14,39
C18:2 – acido linoleico – $\omega 6$	8,85
C18:3 – acido linolenico – $\omega 3$	16,02
C20:5 – EPA - $\omega 3$	1,44
C22:6 – DHA	0,99
C22:3	0,60
C22:0	0,10

Tabella 10: Composizione percentuale dei costituenti principali della frazione lipidica di Gracilaria

Nome del composto	%
C16:0 - acido palmitico	35,18
C18:0 - acido stearico	20,89
C18:1 - acido oleico	29,33
C18:2 - acido linoleico – ω 6	14,60

Come si può osservare nelle Tabelle 9-10 entrambe le specie di alghe contengono acidi grassi insaturi (omega 3 e omega 6), in particolare si sono riscontrate, anche se in piccole percentuali, concentrazioni di acido eicosapentaenoico (EPA) e acido docosaesaenoico (DHA) nei campioni di Ulva.

Preparato per la somministrazione di mangime a base di alghe.

La sperimentazione è stata condotta utilizzando Gracilaria. I campioni di alghe sono stati liofilizzati e macinati (Figura 6). Il campione così trattato è stato incapsulato utilizzando una miscela di lipidi e alginato impiegata per intrappolare il materiale a base di alghe all'interno di piccole gocce (vedi Figura 7). Occorre precisare che a causa delle limitate risorse a disposizione per la preparazione delle microcapsule si sono impiegati alginato e lipidi provenienti da alghe in quantità limitata. Tuttavia un possibile sviluppo del progetto potrebbe consentire di effettuare delle sperimentazioni in scala maggiore. La maggior parte delle microcapsule prodotte ha dimensioni dell'ordine della frazione di millimetro (20-100 micron) adatta all'impiego come mangime di larve di molluschi bivalvi.



Figura 6. Gracilaria liofilizzata e macinata e pronta ad essere incapsulata

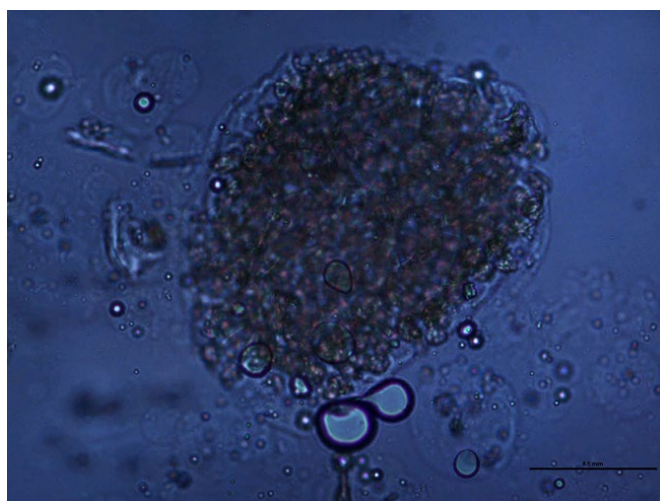


Figura 7. Microfotografia di Gracilaria incapsulata

Una volta prodotto il mangime incapsulato, si è provveduto a testarne l'efficacia su larve di molluschi bivalvi. Il preparato è stato conservato in frigo e agitato prima dell'uso.

Il disegno sperimentale ha previsto 4 gruppi:

Alimentazione con SOLO fitoplancton (prodotto nello schiuditoio) in quantità nota giornaliera

Alimentazione con SOLO mangime microincapsulato in quantità nota giornaliera

Alimentazione 50% fito + 50% microincapsulato

Controllo (alimento naturalmente contenuto nell'acqua di mare)

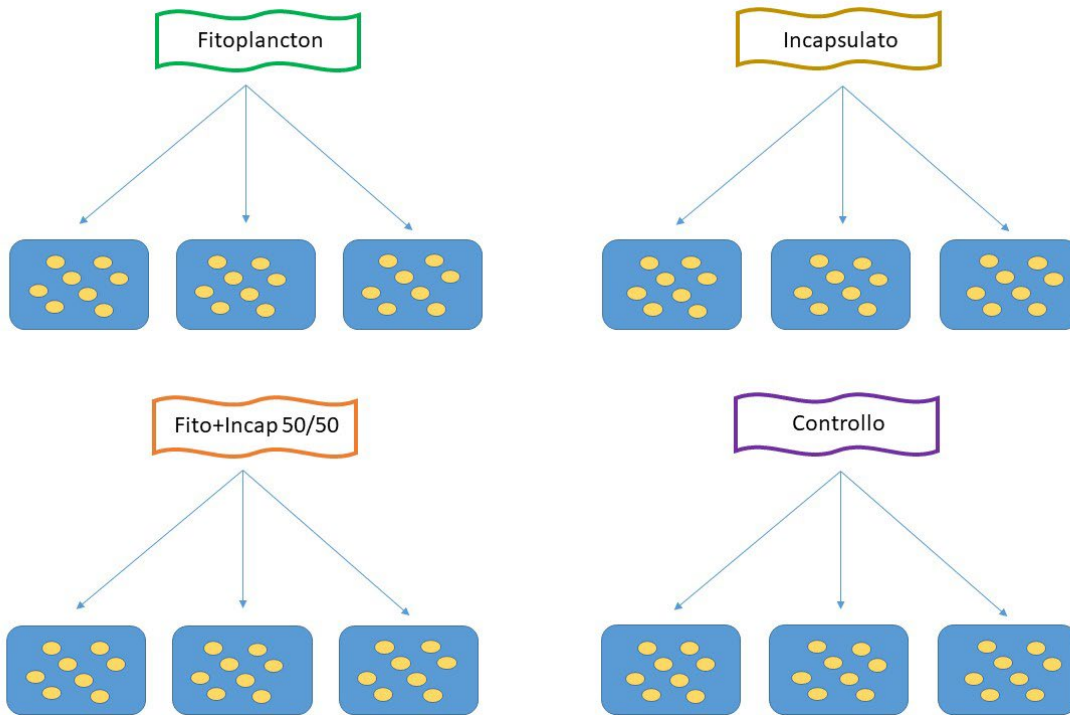
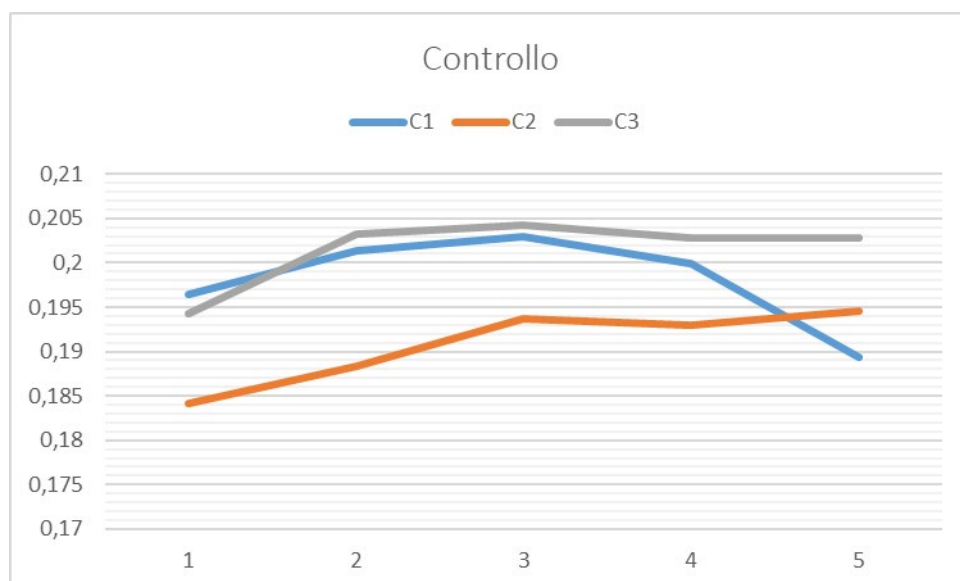


Figura 8: Schema del disegno sperimentale effettuato per testare il mangime prodotto a partire da alghe.

La sperimentazione è stata condotta presso lo schiuditoio Naturedulis di Goro. In ciascuna vaschetta sperimentale è stata inserita la stessa quantità di juveniles (della stessa grandezza), con 3 vaschette per ciascun trattamento. L'acqua di riempimento di ciascuna vaschetta è stata pre-filtrata, tranne ovviamente il controllo, per evitare di introdurre accidentalmente altro nutrimento. La durata esperimento è stata di 2 settimane.

Le analisi sui juveniles sono state effettuate ogni 3 giorni, per non arrecare troppo stress agli individui sperimentali, ed hanno riguardato il peso fresco di ciascun individuo (dopo rapida asciugatura della conchiglia con carta morbida).

I grafici sottostanti riportano l'andamento del peso degli individui sottoposti a sperimentazione nelle 4 condizioni.



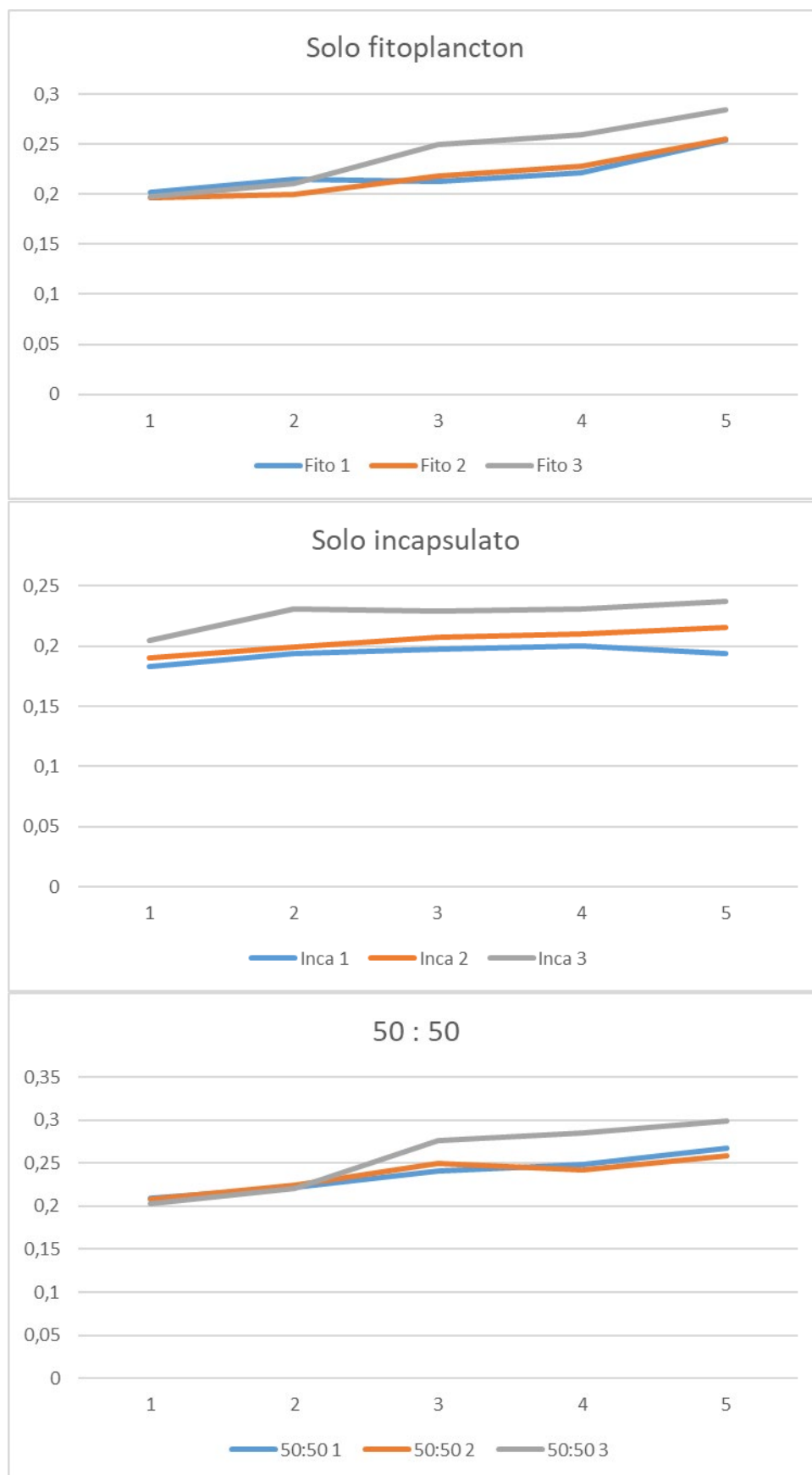


Figura 9. Peso in grammi degli individui in funzione del tempo (in ascissa si rappresenta il numero di intervalli di 3 giorni), per ciascuna tipologia di esperimento (vedi Figura 8).

Come si evince dall'asse y, il peso in grammi, gli individui di controllo nell'arco dei 15 giorni sperimentali hanno mostrato una crescita ponderale minore rispetto agli individui alimentati con solo fitoplancton o con fitoplancton e mangime incapsulato al 50%. La tabella sottostante riassume i dati di crescita ponderale (con

deviazione standard).

Tabella 11. Dati di crescita ponderale

	Peso iniziale (g) ±dev std	Peso finale (g) ±dev std
Controllo	0,192 ±0,007	0,196 ±0,007
Fitoplancton	0,199 ±0,003	0,264 ±0,017
Incapsulato	0,193 ±0,011	0,215 ±0,022
50:50	0,207 ±0,003	0,275 ±0,021

La crescita maggiore si è ottenuta somministrando fitoplancton e mangime incapsulato al 50% ($\Delta=0,068$ g), seguita da solo fitoplancton ($\Delta=0,065$ g), e solo mangime incapsulato ($\Delta=0,022$ g). Nel controllo la crescita media è stata pari a $\Delta=0,004$ g.

I risultati ottenuti hanno mostrato che il risultato ottimale è stato raggiunto utilizzando una miscela di mangime incapsulato e fitoplancton al 50%. La sperimentazione proposta potrebbe essere ulteriormente approfondita per ottimizzare ulteriormente la formulazione.

Fase 3.

Studio della rimozione di composti organici ed inorganici presenti nelle acque di scarico dell'avanotteria per limitare l'immissione di sostanze potenzialmente dannose all'ambiente.

A questo proposito, è stata studiata la capacità adsorbente di idrossiapatite ricavata per sintesi da gusci di conchiglia rispetto a composti ammoniacali e a sostanze organiche. I test condotti utilizzando come materiale bioadsorbente l'idrossiapatite, hanno mostrato buone capacità di adsorbimento con tempi di contatto brevi.

L'idrossiapatite è stata preparata a partire sia da conchiglie calcinate che tal quali. Il processo di calcinazione è energivoro in quanto condotto ad elevate temperature.

La calcinazione è una reazione di decomposizione del carbonato in ossido che avviene a temperature elevate, secondo la seguente reazione:



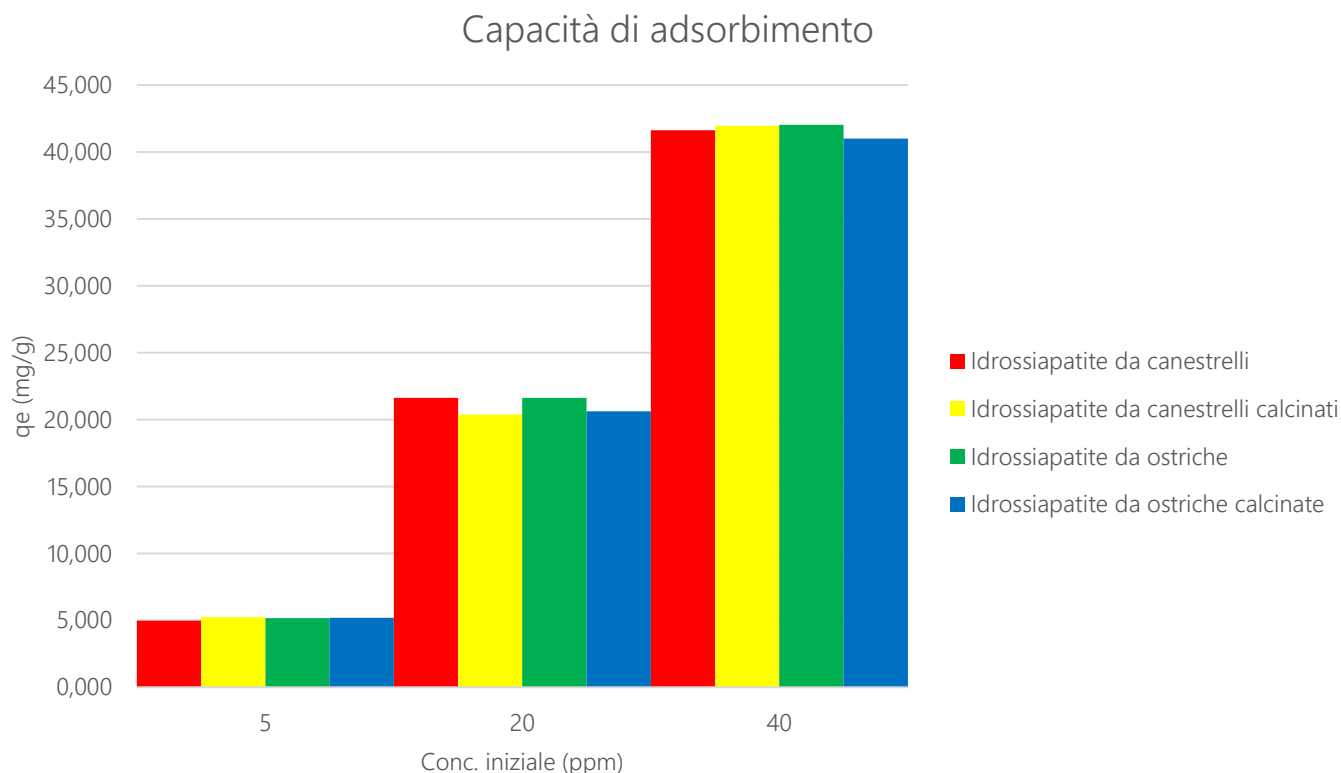


Figura 10. Quantità di cadmio adsorbita per unità in peso di adsorbente per idrossiapatiti in funzione della concentrazione iniziale di ioni cadmio in soluzione acquosa.

Dai valori ottenuti si può concludere che, alle concentrazioni di cadmio investigate, non ci sono variazioni significative nei valori delle quantità adsorbite per unità in peso di adsorbente (q_e), ad indicare che tutte le tipologie di idrossiapatite hanno dimostrato un comportamento simile. Pertanto si è proceduto a sintetizzare l'idrossiapatite evitando la calcinazione del capulero. Per meglio caratterizzare la capacità del materiale a rimuovere contaminanti e/o nutrienti in eccesso presenti nella matrice acquosa si sono determinate le curve di adsorbimento. Si riportano le curve di adsorbimento delle idrossiapatiti sintetizzate da materiale di scarto per il Cd e lo ione fosfato rispettivamente.

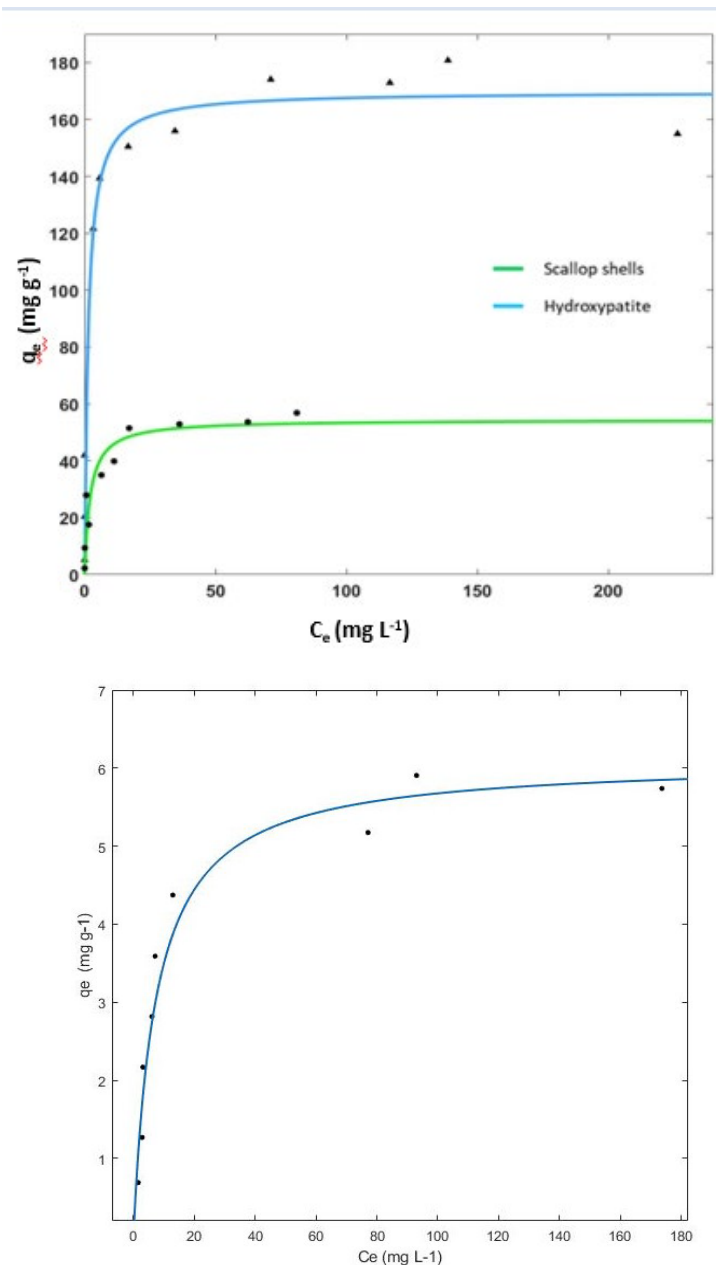


Figura 11. Isotherme di adsorbimento di ioni Cd e Fosfato su idrossiapatiti ottenute da capulerio di scarto

Tabella 12. Dati delle isoterme di adsorbimento di ioni cadmio e fosfato

<i>Material</i>	$q_s \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$	$b \text{ (L mg}^{-1}\text{)}$	R^2
Idrossiapatite- Cadmio	$170 \pm 17,2$	0.7 ± 0.61	0.9312
Idrossiapatite-Fosfato	$6.1 \pm 0,84$	0.134 ± 0.072	0.9101

Si è quindi installato un sistema filtrante per le acque di scarico presso Naturedulis (Figura 12), consistente

in un cilindro riempito con una miscela di materiali adsorbenti (zeoliti idrofobiche ed idrofiliche, idrossapatite di sintesi e guchi di conchiglie macinate) per verificare l'efficienza del sistema proposto in ambiente rilevante. Si sono prelevati campioni di acqua prima e dopo il trattamento filtrante che sono sottoposto ad analisi chimica.



Figura 12. Sistema di filtri installati presso Naturedulis.

Risultati della sperimentazione dell'installazione dei filtri

Sono stati raccolti campioni di acqua in tempi successivi, a monte del filtro (pre-filtro) e a valle del filtro (post-filtro) e nella vasca di rabbocco (vasca T0). Si riportano i dati di concentrazione di alcuni metalli.

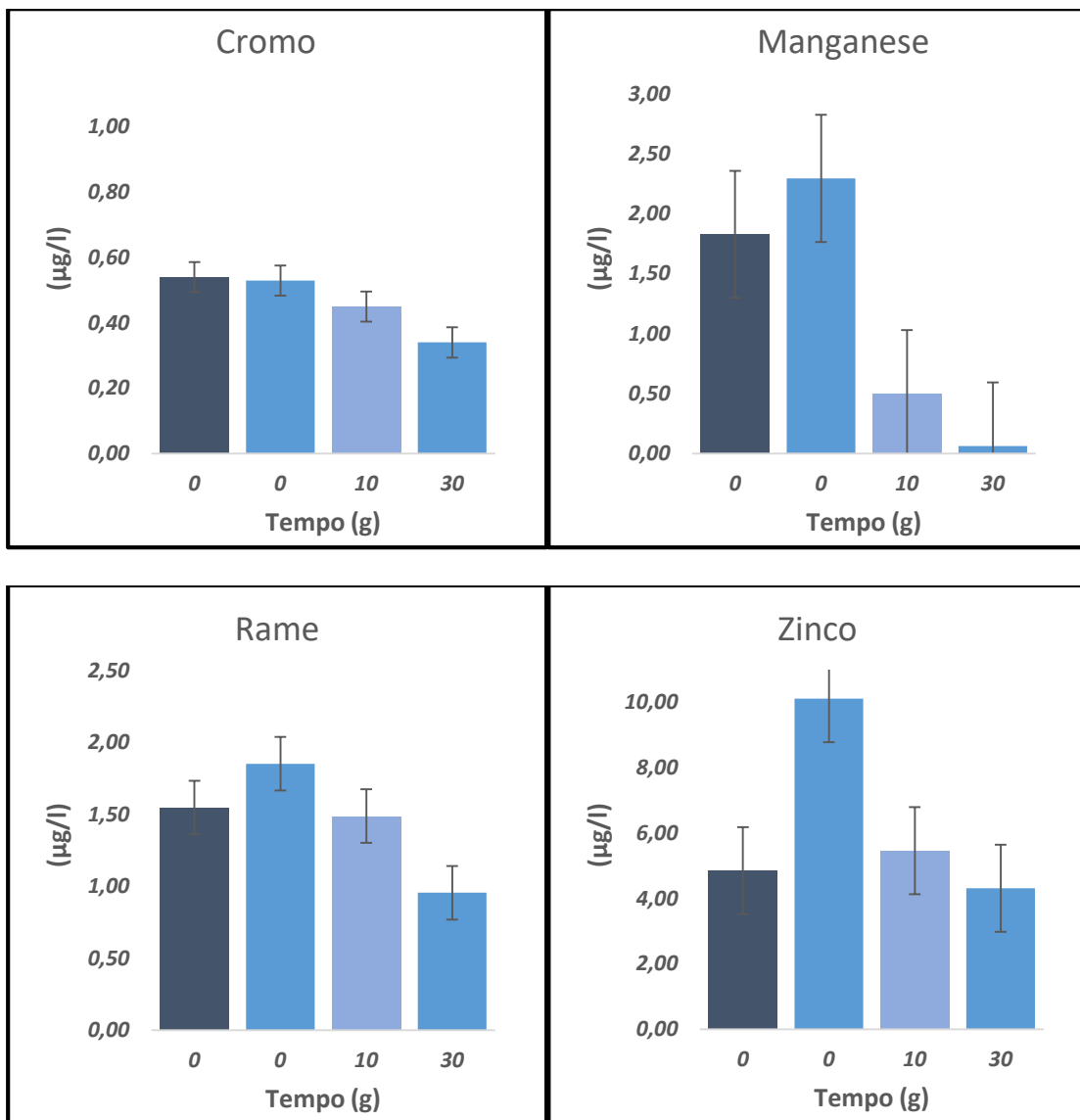


Figura 13. Concentrazione di alcuni metalli in funzione del tempo a valle del filtro installato presso Naturedulis. N.B: il primo valore è il dato di concentrazione nel campione prelevato nella vasca di rabbocco.

Tabella 13. Concentrazione di alcuni metalli a valle del filtro installato presso *Naturedulis*. N.B: il primo valore è il dato di concentrazione nel campione prelevato nella vasca di rabbocco.

Cromo				Manganese			
	<i>t</i> (g)	($\mu\text{g/l}$)	<i>DS</i>		<i>t</i> (g)	($\mu\text{g/l}$)	<i>DS</i>
Vasca T0	0	0.00	0.000	Vasca T0	0	0.04	0.035
pre-filtro	0	0.53	0.302	pre-filtro	0	2.30	0.116
post-filtro	10	0.45	0.251	post-filtro	10	0.50	0.081
post-filtro	30	0.34	0.122	post-filtro	30	0.06	0.063

Rame				Zinco			
	<i>t</i> (g)	($\mu\text{g/l}$)	<i>DS</i>		<i>t</i> (g)	($\mu\text{g/l}$)	<i>DS</i>
Vasca T0	0	1.44	0.110	Vasca T0	0	3.86	0.001
pre-filtro	0	1.85	0.441	pre-filtro	0	10.12	0.006
post-filtro	10	1.49	0.002	post-filtro	10	5.47	0.016
post-filtro	30	0.96	0.290	post-filtro	30	4.31	0.083

Per altri metalli analizzati (Ferro, Piombo, Vanadio) si è riscontrato un andamento simile.

In base ai dati ottenuti si può affermare che la presenza del sistema di filtri mediamente rimuove più del 50% del contenuto di metalli pesanti.

Parallelamente sono stati effettuati dei monitoraggi di esemplari di *O. edulis* e *T. decussatus* per valutare la biomassa di tessuto molle e la calcimassa in relazione alla quantità di anidride carbonica disciolta nella fase di schiuditoio dell'allevamento per quantificare il carbonio fissato nei processi in schiuditoio.

Per favorire la sostenibilità dell'avannotteria (ed aumentare il valore etico e commerciale del prodotto), in questa fase è stato contabilizzato il carbonio fissato nei processi in schiuditoio. Le vigenti normative puntano a premiare pratiche che facilitino il processo fissazione della CO₂.

Mediante misure biometriche e gravimetriche, a cadenza mensile è stata valutata la quantità di carbonato di calcio precipitato biogenicamente durante il ciclo di allevamento in schiuditoio.

Per quanto riguarda la biomassa, i grafici sottostanti mostrano l'accrescimento in peso nel ciclo di allevamento in schiuditoio dell'ostrica, a partire da individui di circa 1 cm di lunghezza fino a individui di circa 4,5 cm di lunghezza.

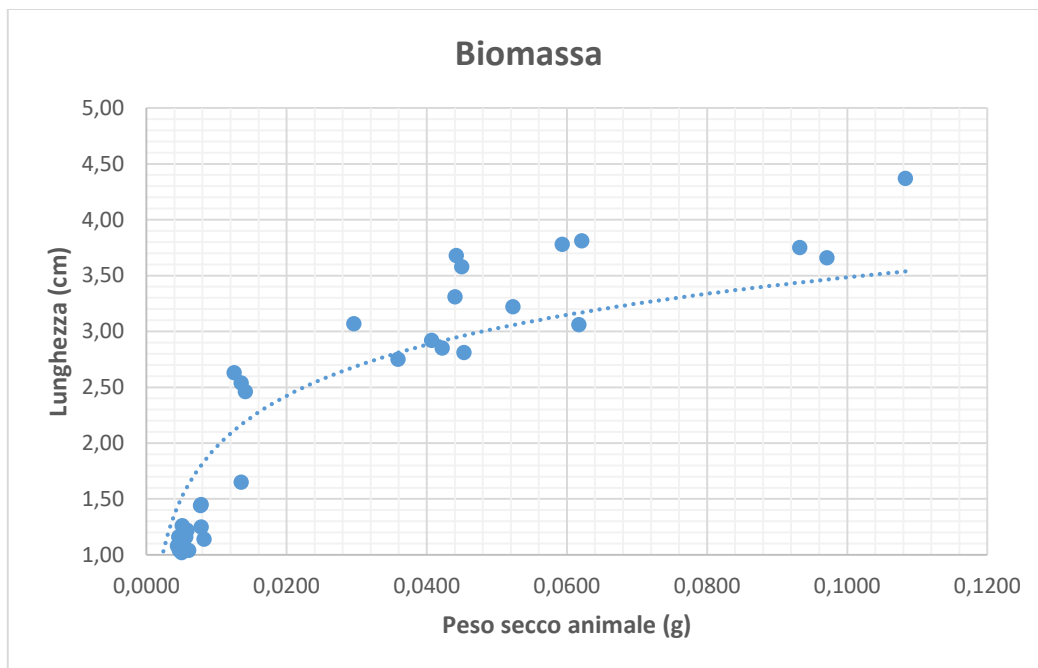


Figura 14. Parametri di accrescimento nel ciclo di allevamento in schiuditoio dell'ostrica

Per quanto riguarda la calcimassa (CaCO_3), i grafici sottostanti mostrano l'accrescimento in peso secco nel ciclo di allevamento in schiuditoio dell'ostrica, a partire da individui di circa 1 cm di lunghezza fino a individui di circa 4,5 cm di lunghezza.

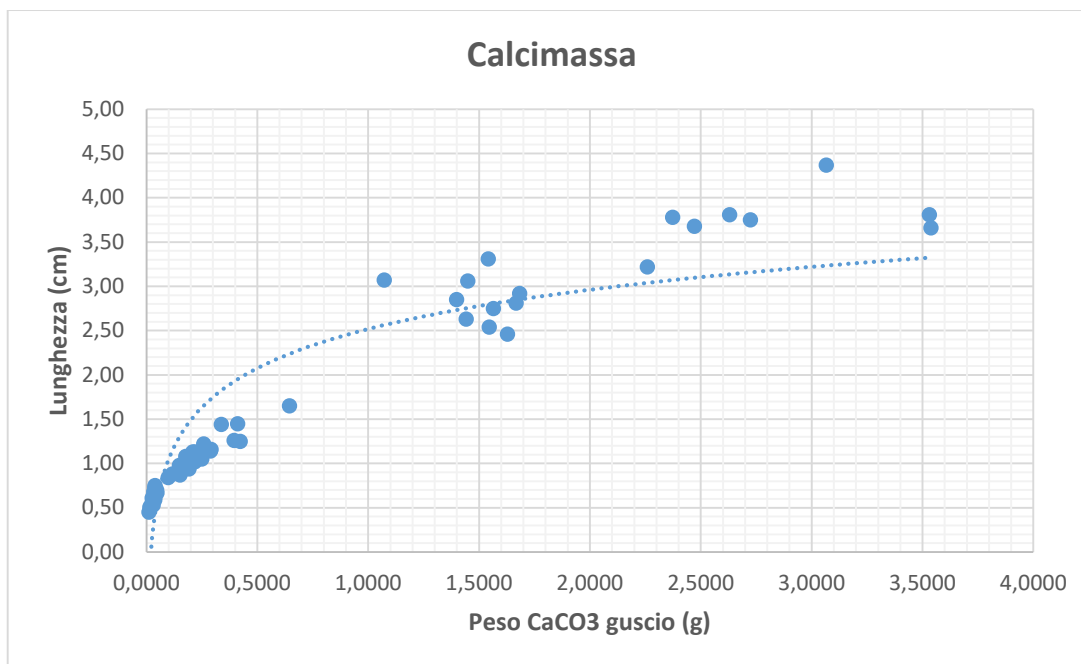


Figura 15. Calcimassa nel ciclo di allevamento in schiuditoio dell'ostrica.

Come si evince dai grafici, un'ostrica di 4-4,5 cm di lunghezza ha sequestrato 3-3,5 grammi di carbonato di calcio, e circa 0,1 grammi di carbonio nei tessuti molli durante il suo processo di crescita fino a tale taglia.

Divulgazione e disseminazione.

In collaborazione con il ClustER Agrifood della regione Emilia Romagna è stato organizzato un evento che si è tenuto on line il 16 aprile 2021 “L'utilizzo di tecnologie digitali a sostegno della produzione in acquacoltura (Workshop)” nel corso del quale sono stati presentati alcuni risultati ottenuti nel presente progetto:

Case study #4: Selezioni di esperimenti dal FEAMP 2014/2020 - MIS. 2.47 “Recupero produttivo di due specie autoctone di bivalvi, l'ostrica piatta adriatica (*Ostrea edulis*) e la vongola verace (*Tapes decussatus*)” (Università degli Studi di Ferrara).

I risultati della ricerca sono stati inoltri presentati in una comunicazione orale su invito ad un evento organizzato da SIRAM “ La molluschicoltura al servizio della salute e dell'ambiente”, 6 Novembre 2021: Capulerio di scarto per il trattamento di acque contaminate

Alberto Cavazzini, Luisa Pasti -Università degli studi di Ferrara.

Inoltre è stato presentato in forma di Poster e oralmente ai visitatori dello stand dell'Università di Ferrara presso la fiera Seaology, 18-20 Novembre 2021- Ferrara Fiere.

Il progetto è stato pubblicizzato sul sito del Tecnopolo dell'Università di Ferrara

(<https://tat.tecnopolo.fe.it/progetti/>)

Infine si sono effettuate 2 visite guidate presso il sito della Naturedulis in data:

28 Novembre 2021

22 Marzo 2022

In occasione delle visite sono stati organizzati worksop in cui sono state presente le attività svolte nel progetto.

Bibliografia

1. Bruno Henriques, Ana Teixeira, Paula Figueira, Ana T. Reis, Joana Almeida, Carlos Vale, Eduarda Pereira, Simultaneous removal of trace elements from contaminated waters by living *Ulva lactuca*, Science of The Total Environment, 652, 2019, 880-888.
2. S. Sundhar, Robinson Jeya Shakila, Geevaretnam Jeyasekaran, S. Aanand, R. Shalini, U. Arisekar, T. Surya, N. Asha Hema Malini, Sathyanarayana Boda, Risk assessment of organochlorine pesticides in seaweeds along the Gulf of Mannar, Southeast India, Marine Pollution Bulletin, 161, Part B, 2020 111709,

Ferrara, lì 13/05/2020

Firma del Responsabile scientifico

Luise Port