**ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE
DELL'ABRUZZO E DEL MOLISE
"G. CAPORALE"**

IZSAM G.CAPORALE
TERAMO

**ACQUACHIARA s.r.l.
MITILMARE s.r.l**

ADRIATICA OFF-SHORE s.r.l.

Responsabile del progetto
Carla Giansante

Collaborazioni
Riccardo Caprioli
Luca Candeloro

Progetto pilota finalizzato alla sperimentazione di tecniche innovative per l'allevamento di *Ostrea edulis* (Linneo, 1758)

Ringraziamenti

- **IZSAM**
  - Alessandra Fraticelli
  - Fausta Roselli

- **ACQUACHIARA s.r.l.**
  - Maurizio Di Pietro
  - Bruno Ciuffreda
  - Tommaso Palestini
  - Nicola Spinelli
  - Matteo Stefania
  - Giovanni Bologna

- **MITILMARE s.r.l**
  - Giuseppe Luciani
  - Gianluca Mugnano
  - Pasqualino Luciani
  - Cristian Di Pietro
  - Marco Di Pietro
  - Flavio Ciarroni

- **ADRIATICA OFF-SHORE s.r.l.**
  - Claudio Ciarroni
  - Cristian Di Pietro
  - Marco Di Pietro
  - Flavio Ciarroni

PREMESSA 5

INTRODUZIONE 6

1. L'OSTRICA PIATTA 9
1.1 Morfologia 9
1.2 Riproduzione 9
1.3 Cenni storici 10
1.4 Habitat e Biologia 11
1.5 Ecologia 11
1.6 Produzione 12
1.7 Problematiche principali 14

2. NATURA DEL PROGETTO E PROFILI INNOVATIVI 15
2.1 Coordinate geografiche degli areali interessati alle fasi di prelievo del seme e di allevamento in mare 15
2.2. Ruoli e compiti di ciascun partner 18
2.3. Obiettivi attesi 19

3. MATERIALI E METODI 20
3.1 Attrezzature finalizzate alla captazione in mare di seme di ostrica piatta 20
3.3 Ricerca delle migliori condizioni per la crescita e la sopravvivenza delle ostriche in allevamento. 21
3.4 Condizioni sperimentali 22
3.5 Rilevazioni delle caratteristiche chimico-fisiche 26
3.6 Analisi quali-quantitativa del fitoplancton 27
3.7 Analisi istologiche per ricerca *Bonamia* spp. e *Marteilia* spp. 27
3.8 Analisi statistica dei dati 27

4. RISULTATI 29
4.1 Verifica dell'efficacia della captazione in mare di seme di ostrica piatta 29
4.2 Verifica dell' accrescimento delle ostriche piatte 32
4.2.1 Accrescimento delle ostriche grandi 34
4.2.2 Accrescimento delle ostriche piccole 43
4.3 Verifica della sopravvivenza e della mortalità delle ostriche piatte allevate 47
4.3.1 Effetto delle variabili dipendenti sulla resa complessiva in termini di biomassa per piano delle ostriche grandi 51
4.3.2 Effetto delle variabili dipendenti sulla resa complessiva in termini di biomassa per piano delle ostriche piccole 55
4.4 Rilevazioni delle caratteristiche chimico-fisiche 57
4.5 Analisi quali-quantitativa del fitoplancton 58

5. DISCUSSIONE 62
5.1 Captazione del seme 62
5.2 Accrescimento delle ostriche grandi e piccole 63
5.3 Sopravvivenza/mortalità 63
5.4 Produzione totale 64
5.5 Aspetti ambientali e sanitari 65

6. CONCLUSIONI E PROTOCOLLO OPERATIVO 67

BIBLIOGRAFIA 68

PREMESSA

Con Determinazione N. DH32/21 del 1 aprile 2014 la Direzione Politiche Agricole e Sviluppo Rurale, Forestale, Caccia e Pesca, Emigrazione, Servizio Economia Ittica e Credito Agrario ha concesso all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" (IZSAM) il contributo pubblico previsto per la realizzazione del Progetto pilota finalizzato alla sperimentazione di tecniche innovative per l'allevamento di *Ostrea edulis* (Linneo, 1758), identificato dal codice 02/OPI/13, in relazione alla graduatoria dei progetti idonei approvata con Determinazione DH32/11 del 14/3/2014 per la Misura 3.5 (Progetti/Operazioni Pilota Reg. Cen. 1198/2006 art. 41, par. 2, lett. b) dell'ASSE 3 del FEP 2007/2013.
L'IZSAM ha ricevuto il finanziamento come capofila dell'Associazione di Scopo creata all'uopo insieme con gli operatori economici delle società Acquachiara s.r.l. e Mitilmare s.r.l., e quindi come responsabile verso la Regione per tutti i profili finanziari e contabili.

Il progetto, iniziato il 15 aprile 2014 e concluso 14 aprile 2015, in un anno di sperimentazione ha voluto verificare la possibilità di realizzare un impianto per l'allevamento di *Ostrea edulis*, o ostrica piatta, nelle acque marine antistanti la regione Abruzzo, come alternativa concreta alla pesca tradizionale per la marineria locale.

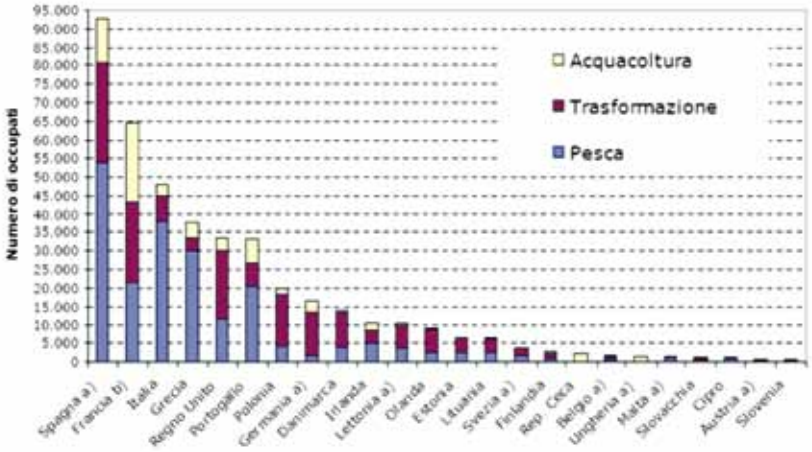
Gli obiettivi generali del progetto sono stati:
- consentire agli operatori del settore della pesca la possibilità di individuare una nuova nicchia di mercato, attualmente ignorata, e inserirsi in un ambito più ampio con un prodotto estremamente qualificato;
- offrire ai pescatori professionali un'alternativa credibile alle normali attività alieutiche, spesso non sufficientemente remunerative, alleggerendo parallelamente lo sforzo di pesca;
- aprire nuovi sbocchi professionali nella produzione primaria, con la possibilità di avvicinare le nuove generazioni;
- possibilità di rafforzare la biomassa e la distribuzione di una specie autoctona di pregio che corre il rischio di essere soppiantata da altre specie, anche aliene, già consolidate nel mercato.

Gli obiettivi specifici del progetto sono stati:
- verificare l'efficacia di differenti attrezzature per la captazione del seme di ostrica piatta (cappelli cinesi, lanterne con reggette, panne di nylon);
- valutare le tempistiche più appropriate per intercettare il maggior numero di larve di ostriche;
- valutare le condizioni per ottenere le migliori performance di accrescimento e le più basse mortalità di ostriche giovani ed adulte, utilizzando differenti attrezzature (ceste e lanterne), differenti densità (alte o basse) e differenti profondità.

INTRODUZIONE

Il vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile del 2002 ha definito una serie di obiettivi specifici per la gestione della pesca, tra i quali quello di riportare gli stock ittici a livelli atti a garantire il rendimento massimo sostenibile (*Maximum Sustainable Yield* - MSY) entro il 2015 (1).
Con la riforma della politica della pesca, la Commissione Europea ha riconosciuto l'inadeguatezza degli strumenti gestionali finora utilizzati per conseguire, in tempi brevi, la sostenibilità ambientale del settore ittico. Alla base del mancato raggiungimento di un equilibrio sostenibile di lungo periodo vi è indubbiamente un eccesso di capacità della flotta peschereccia. È opinione ormai diffusa che diverse marinerie siano ampiamente sovradimensionate rispetto alle risorse disponibili e questo squilibrio è all'origine dei problemi connessi con la scarsa redditività economica, con la carente applicazione delle norme e con l'eccessivo sfruttamento delle risorse (2). Il settore ittico, pur fornendo uno scarso apporto al Prodotto Nazionale Lordo (PNL) degli Stati membri dell'Unione Europea, generalmente inferiore all'1%, contribuisce in maniera non trascurabile all'occupazione, dando lavoro a circa mezzo milione di persone, in particolare in zone spesso prive di alternative consistenti (Figura 1) (3).

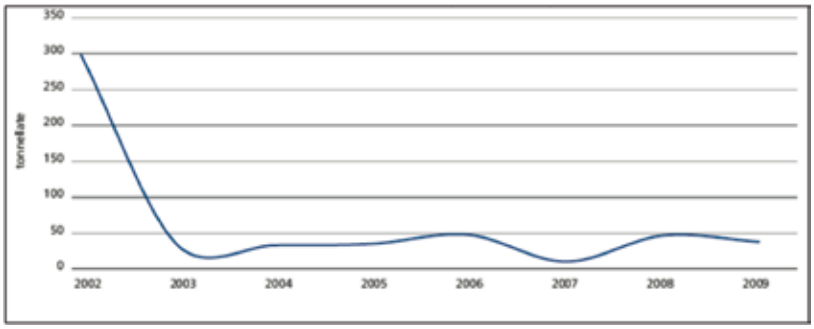
Figura 1. Quadro sull'occupazione del settore ittico comunitario distinto per paesi e sub-settori (3)



Negli ultimi anni, il settore ittico ha dovuto far fronte ad una perdita di redditività dovuta non solo al depauperamento degli stock ittici, ma anche all'aumento delle importazioni e del costo del carburante (3).
La Figura 1 mostra che in Italia il numero degli occupati nel settore è fortemente sbilanciato verso la pesca vera e propria, con una percentuale molto ridotta di operatori impiegati nell'acquacoltura. L'acquacoltura, pertanto, può offrire ancora larghi margini occupazionali, in Europa e soprattutto in Italia, e può rappresentare un valido supporto al consumo dei prodotti alieutici. La produzione di Molluschi Bivalvi, oltretutto, non richiede risorse trofiche fornite dall'esterno: se la qualità igienico-sanitaria delle acque è controllata ed è garantito il monitoraggio delle microalghe tossiche, la molluschicoltura ha prospettive di sviluppo straordinarie, con ricadute di mercato molto importanti, sia sul piano economico sia su quello sociale, e ben si adatta alle caratteristiche delle coste italiane.
L'acquacoltura sta acquistando sempre maggiore importanza nell'ambito della produzione di prodotti della pesca, parallelamente alle attività tradizionali di pesca marittima, ed è un settore strategico per la creazione di nuova occupazione. L'Unione Europea è intenzionata a sostenere una politica per lo sviluppo sostenibile di questo settore, prendendo in considerazione anche gli aspetti legati all'ambiente e alla capacità delle imprese di operare in un quadro di sostenibilità sociale, in modo da creare occupazione di buona

qualità e reddito per i lavoratori in essa impiegati. L'acquacoltura, quindi, potrebbe dare respiro alle risorse alieutiche ancora oggi sfruttate troppo intensamente e creare occupazione di buon livello economico.
Nell'ambito dell'acquacoltura, l'allevamento delle ostriche è rivolto soprattutto alla produzione dell'ostrica concava (*Crassostrea gigas*), introdotta in Adriatico alla fine degli anni '60 del Novecento per cercare di incrementare le produzioni locali in ambiente lagunare. Oggi l'ostrica concava viene allevata in impianti semiflottanti in mare aperto, nonostante sia una specie di origine asiatica e quindi da considerarsi aliena nel Mediterraneo.
In Italia, a parte un picco produttivo nel 2002 (Figura 2) probabilmente dovuto ad attività d'ingrasso di prodotto proveniente dall'estero, l'ostricoltura è stata caratterizzata da produzioni limitate nei quantitativi, mai superiori alle 50 tonnellate, e concentrate in poche imprese della Sicilia, Emilia Romagna, Toscana e Sardegna (2).

Figura 2. Ostricoltura, produzioni in tonnellate per prodotto anni 2002-2009 (Fonte Unimar)



In questo panorama, l'ostrica piatta ha una produzione particolarmente limitata, come riportato nella Figura 3, che mostra la scheda dell'Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare (ISMEA) relativa alla produzione, esportazione, e importazione dell'ostrica piatta nel periodo 2000-2006 (4).
In Italia le importazioni di ostrica piatta superano di circa 41 volte le esportazioni e più di cento volte la produzione (Figure 2 e 3): l'allevamento risulta poco praticato, nonostante la richiesta del prodotto sia molto elevata (5.594 tonnellate).
Solo ultimamente alcuni mitilicoltori stanno considerando le ostriche come una buona opportunità per diversificare la produzione. Alcune difficoltà ambientali e le differenti tecnologie di allevamento necessarie a far coesistere nel medesimo impianto le produzioni di mitili con quelle di ostriche hanno però condizionato negativamente lo sviluppo di questa attività colturale (2).

Figura 3. Produzione, esportazione e importazione dell'ostrica piatta nel periodo 2000-2006 (ISMEA)

Produzione, importazioni, esportazioni (tonnellate)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Produzione mondiale	**6.919**	**7.351**	**8.702**	**7.593**	**8.373**	**7.082**	**-**
Pesca	880	964	1523	2.369	2.926	1.913	-
Acquacoltura	6.039	6.387	7.179	5.224	5.447	5.169	-
Produzione UE 15	**6.592**	**7.163**	**8.510**	**7.348**	**7.978**	**6.437**	**-**
Pesca	716	924	1.440	2.229	2.778	1.790	-
Acquacoltura	5.876	6.239	7.070	5.119	5.200	4.547	-
Italia							
Produzione	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Pesca	-	-	-	-	-	-	-
Acquacoltura	-	-	-	-	-	-	-
Importazioni	**5.594**	**6.181**	**6.305**	**6.195**	**6.153**	**6.382**	**6.170**
Ostriche vive, fresche o refrigerate	5.594	6.181	6.305	6.195	6.153	6.382	6.170
Esportazioni	**256**	**159**	**528**	**292**	**225**	**177**	**148**
Ostriche vive, fresche o refrigerate	256	159	528	292	225	177	148

Con il presente progetto si è voluto realizzare un studio sperimentale per la produzione di ostrica piatta (*Ostrea edulis*, Linneo 1758), specie autoctona in Adriatico, che, partendo dalla raccolta del seme mediante idonei collettori, arrivasse alla produzione di esemplari di taglia commerciale, allevati presso impianti di mitilicoltura locali.
Il modello sperimentale realizzato potrà essere utilizzato nella regione Abruzzo, favorendo la riqualificazione del settore della pesca e fornendo opportunità lavorative legate alla produzione primaria.

1. L'OSTRICA PIATTA

La posizione sistematica dell'ostrica piatta (5) è riportata Nella Tabella 1.

Tabella 1. Inquadramento sistematico dell'ostrica piatta

Phylum	Mollusca
Subphylum	Conchifera
Classe	Bivalvia
Superdine	Autobranchia
Ordine	Ostreoidea
Famiglia	Ostreidae
Specie	Ostrea edulis (Linneo, 1758)

1.1 Morfologia

Ostrea edulis (Linneo, 1758) (6) è un Mollusco Bivalve con una conchiglia di forma ovale e una superficie squamosa ruvida (Figura 4). Le due valve del guscio sono diverse (Mollusco inequivalve): la valva sinistra è profondamente concava e si fissa al substrato, la destra è piatta. Le superfici interne di entrambe le valve sono lisce e madreperlacee, bianche o grigio-bluastre, spesso con aree blu scure. Le valve sono tenute insieme ad una estremità mediante un legamento elastico, la cerniera (cardine) non ha denti. Una grande muscolo centrale serve per chiudere le valve in opposizione alla forza esercitata dal legamento. La conchiglia è bianco sporco, giallastra o crema, marrone chiaro o bluastro con fasce concentriche.

Figura 4. *Ostrea edulis* (Linneo, 1758), ostrica piatta

1.2 Riproduzione

L'ostrica piatta, come pochi altri Bivalvi, è ermafrodita protrandrica (7). Gli organi maschili e femminili non maturano contemporaneamente: all'inizio del periodo riproduttivo l'ostrica manifesta un comportamento sessuale maschile, ma successivamente può alternare il comportamento femminile con il maschile per il resto della sua vita (8). La fecondazione delle uova avviene per mezzo di spermi trasportati dalla corrente prodotti da altri individui. Le uova fecondate rimangono nella cavità palleale per tutte le fasi dello sviluppo e i giovani escono dalla conchiglia soltanto quando sono abbastanza formati per potersi attaccare a un corpo sommerso. Negli individui con comportamento femminile, le uova costituiscono una massa molle bianco-giallastra. Le larve trocofore sviluppatesi dalle uova fecondate riempiono lo spazio compreso fra i lembi del mantello e le branchie con un sostanza grigiastra e granulosa. Successivamente, le larve ciliate sciamano fino a raggiungere in due o tre giorni i corpi sommersi sui quali si attaccheranno.

I maschi sono maturi dopo circa un anno di età, quando avviene il rilascio degli spermatozoi, regolato dalla temperatura dell'acqua (con un minimo di 14 °C - 16 °C) (9). L'oogenesi può produrre fino a 1 milione uova per individuo, conservate nella cavità del mantello dove possono essere fecondate dagli spermatozoi che provengono dall'esterno (8)
Dopo un periodo di incubazione di circa 8 – 10 giorni, le larve sviluppano una conchiglia, un sistema digestivo e il nuoto ciliato, raggiungendo la grandezza di circa 160 micron. A questo punto sono rilasciate nell'acqua di mare e vivono la loro fase pelagica, nutrendosi di fitoplancton (8, 9, 10, 11, 12). La quantità di larve disperse nell'acqua è correlata alla dimensioni del genitore ed è tra 1,1 e 1,5 milioni per un'ostrica di 4 - 7 anni (9). La vita larvale è una fase tipicamente planctonica e, mentre la metamorfosi progredisce, l'ostrica si muove con un piede estensibile in cerca di un substrato idoneo. Una volta trovato, l'ostrica si attacca prima con il bisso e poi mediante cementazione, iniziando la sua vita come giovanile sessile (8).
A partire da questo evento, la crescita è abbastanza rapida per i primi 18 mesi, poi si stabilizza a un ritmo costante di circa 20 g di peso fresco per anno e, dopo 5 anni, tende a rallentare (8). A seconda delle condizioni ambientali, questi Bivalvi vivono in banchi naturali fino a 20 anni e 20 cm di larghezza e possono raggiungere la taglia commerciabile di 6 cm in 4 o 5 anni.

1.3 Cenni storici

O. edulis, specie tipicamente europea, ha fatto parte della dieta umana per secoli ed era già allevata dai Romani. Nel corso dei secoli XVIII e XIX, lo sforzo di pesca ha portato ad un eccessivo sfruttamento e alla distruzione di molti banchi naturali europei.
L'ostrica piatta è sensibile ad alcune malattie e una mortalità di massa ha fortemente colpito la specie nel 1920. La popolazione in seguito ha recuperato, ma è stata sostituita da ostriche concave in diverse aree tradizionali di allevamento. Più recentemente, due malattie provocate dai parassiti *Marteilia refringens* e *Bonamia ostrea*, diffuse tra il 1970 e il 1980, hanno ridotto drasticamente la produzione di *O. edulis* in quasi tutte le tradizionali aree europee di allevamento.
Da allora la produzione di ostrica piatta è rimasta a bassi livelli nonostante l'introduzione di nuove pratiche di gestione.
In Italia, la domanda per le ostriche (*Ostrea edulis* e *Crassostrea gigas*) è di circa 7.000 tonnellate/anno, non completamente soddisfatta dalla produzione interna (13). La Figura 5 mostra i maggiori produttori di ostrica piatta nel mondo (14, 15).

Figura 5. I maggior produttori di ostrica piatta nel Mondo (14).

1.4 Habitat e Biologia

L'ostrica piatta è diffusa lungo la costa occidentale europea dalla Norvegia al Marocco, nell'Atlantico nord-orientale e nel bacino del Mediterraneo. Popolazioni naturali si osservano anche nel Nord America orientale, dal Maine al Rhode Island, a seguito di introduzioni intenzionali avvenute negli anni 1940 e 1950. La specie è composta da molte razze e questa differenziazione genetica è stata dimostrata lungo le coste europee.

La riproduzione e lo sviluppo possono avvenire in condizioni diverse. In Spagna la temperatura per la riproduzione è alquanto bassa (12 - 13 °C), mentre nei fiordi norvegesi è intorno a 25 °C. In Francia la gametogenesi avviene a 10 °C e la deposizione delle uova tra 14 e 16 °C. Una crescita appropriata delle larve e buoni tassi di sopravvivenza si ottengono con salinità a partire da 20 ‰, anche se possono sopravvivere a salinità pari a 15 ‰ (6).

1.5 Ecologia

O. edulis è considerata una specie chiave nell'ecologia delle comunità marine (16). I banchi naturali forniscono infatti una superficie solida per l'insediamento di altre specie e un habitat criptico che protegge piccoli pesci e altri animali. I banchi stabilizzano inoltre i sedimenti, fornendo alla battigia protezione dall'erosione, e depurano per filtrazione grandi quantità di acqua. I banchi naturali di *O. edulis* sono tuttavia diventati sempre più rari, soprattutto nel Mare del Nord, ma anche in altre zone dell'areale originario della specie. Nel mare di Wadden, ad esempio, lo stato della specie è considerato 'critico' (in pericolo di estinzione) e questa è stata quindi inserita nella locale "Lista Rossa" (17).

Tabella 2 riassume gli impatti e le minacce per *O. edulis* (7, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25).

Tabella 2. Tipi di impatto e minacce per O. *edulis*

Tipo di impatto	Causa della minaccia	Commento	Scala di minaccia
Degrado dell'habitat che provoca soffocamento e interramento	Estrazioni, navigazione, scarichi e dragaggi	Le operazioni che portano a interramenti del fondo marino possono avere un effetto significativo sui letti di ostriche e sulle comunità a loro associate, soprattutto in ambienti a bassa energia dove il limo non può essere disperso facilmente. Una Valutazione di Impatto Ambientale adeguata dovrebbe indicare gli eventuali rischi per l'habitat.	Media
Degrado dell'habitat attraverso danni fisici	Ancoraggio	Le ancore trascinate possono causare notevoli danni alla struttura complessiva degli habitat. I fondali diventano più fragili con possibili danni per l'azione delle onde o per l'aumento della predazione.	Bassa
Degrado dell'habitat attraverso danni fisici	Pesca a strascico	Perdita della fauna bentonica, alterazione/degrado dell'habitat, impoverimento della popolazione di ostriche.	Alta
Sviluppo industriale del settore off-shore	Impianti eolici, condotte, piattaforme petrolifere e metanifere	Disturbo e alterazione dell'habitat. Valutazione di Impatto Ambientale adeguata dovrebbe indicare gli eventuali rischi per l'habitat.	Bassa

Tipo di impatto	Causa della minaccia	Commento	Scala di minaccia
Pesca eccessiva	Specie target	Nel corso del XIX secolo *O. edulis* è stata molto sfruttata e, nella maggior parte dei casi, i banchi naturali non hanno recuperato. La raccolta a lungo termine di determinate popolazioni effettuata con la pesca a strascico potrebbe essere insostenibile.	Media
Variazione dei regimi delle maree	Costruzioni che modificano le correnti di marea	Alterazione della vitalità e successiva perdita dei banchi.	Bassa
Cambiamenti della temperatura del mare che influenzano la riproduzione	Cambiamenti climatici	L'influenza della temperatura dell'acqua sull'incidenza delle malattie non è chiara. Temperature più elevate combinate con l'eutrofizzazione e con le fioriture algali possono portare a livelli di ossigeno più bassi causando direttamente mortalità.	?
Inquinamento	Fonti terrestri e marine di inquinamento industriale	*O. edulis* è noto che accumula contaminanti, quali metalli pesanti, ed è altamente sensibile alla contaminazione dei composti sintetici e al tributilstagno (TBT). L'eutrofizzazione può portare ad un eccesso di fioriture algali che determinano bassi livelli di ossigeno.	Media
Malattie	Introduzione di batteri e parassiti patogeni	Il Protozoo *Bonamia ostreae* ha causato enormi mortalità di *O. edulis* in Francia, Paesi Bassi, Spagna, Islanda e Inghilterra. Un altro Protista, Marteilia refringens può causare 75 - 100% di mortalità. È stata scientificamente provata la trasmissione interspecifica di malattie. Il protozoo *Mikrocytos mackini* colpisce anche *O. edulis*, come anche un herpesvirus che ha provocato mortalità del seme. Il batterio *Nocardia crassostreae* può infettare *O. edulis* e renderla sensibile al calore.	Alta
Cambiamenti nell'integrità genetica	Importazione e stabulazione di ostriche aliene, soprattutto del seme.	La miscelazione di ceppi geneticamente diversi e di diversa provenienza geografica può influenzare la diversità genetica della specie, causando anche problemi di adattamento fisiologico.	?

1.6 Produzione

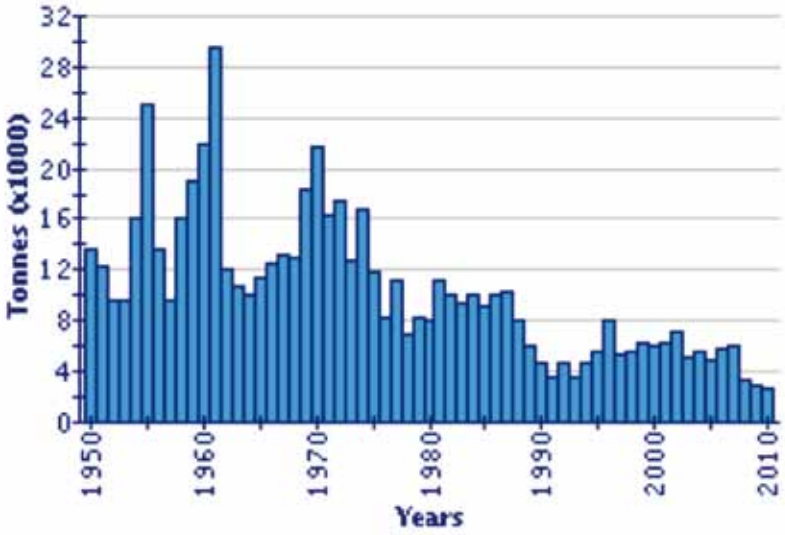
I giovanili di ostrica piatta si ottengono attraverso la raccolta sui banchi naturali mediante appositi collettori e, in minima parte, artificialmente da incubatoi. La mortalità causata da *Bonamia ostreae* ha spinto a creare in allevamento nuovi ceppi resistenti alla malattia.

Quando i molluschi adesi ai collettori raggiungono i 3-4 g, sono staccati e messi all'ingrasso con modalità diverse a seconda delle caratteristiche idrografiche della zona di produzione.

In acque profonde sono utilizzate cassette di plastica depositate sul fondale da dove possono essere rimosse da una imbarcazione tramite verricello. In questo caso la manutenzione riguarda soprattutto l'allontanamen-

to di eventuali predatori.
Nelle zone caratterizzate da forti escursioni di marea, come le coste della Bretagna, sono utilizzati dei cavalletti in metallo sui quali sono appoggiate delle sacche di plastica (posches) che contengono le ostriche, lavorate durante la bassa marea (allevamento intertidale).
In altre zone i contenitori, lanterne o ceste di diversa fattura, sono sospesi in acqua agganciati a filari di superficie (travi o ventie), come avviene per l'allevamento dei mitili.
La rimozione settimanale di alghe e animali bentonici è necessaria per evitare l'occlusione delle maglie delle ceste, che impedirebbe l'ossigenazione dei molluschi.
La maturazione sessuale e la riproduzione di *Ostrea edulis* può essere ottenuta in incubatoio aumentando la temperatura dell'acqua e fornendo ulteriore alimento (fitoplancton *ad libitum*). Rispetto ad altre forme di allevamento (es. *Crassostrea gigas*, *Ruditapes philippinarum*), la fecondazione in vitro rimane difficile per questa specie, con un conseguente tasso di sopravvivenza estremamente basso.
La Figura 6 mostra l'andamento della produzione mondiale di *Ostrea edulis* dal 1950 al 2010 (15).

Figura 6. Produzione mondiale di *Ostrea edulis* (15)



Negli ultimi 40 anni, la produzione di *Ostrea edulis* ha mostrato un drastico calo, da un picco di circa 30.000 tonnellate del 1961, a causa dell'impatto di alcune malattie e della conseguente sostituzione con l'ostrica concava del Pacifico (*Crassostrea gigas*). La produzione è rimasta bassa per tutto il decennio 1993-2002, con un piccolo incremento nel 1996 (7.996 tonnellate), per poi stabilizzarsi (6.000-7.000 tonnellate) nel 2000, 2001 e 2002. Nel 2002, la Spagna rappresentava il 67% della produzione (4.565 tonnellate) e la Francia il 24% (1.600 tonnellate), mentre Irlanda e Regno Unito erano gli unici altri paesi che avevano prodotto più di 200 tonnellate.
Sempre nel 2002, la produzione di ostrica piatta costituiva meno del 0,2% della produzione mondiale totale di ostriche di tutte le specie allevate. La maggior parte della produzione (97,7%) era scrivibile all'ostrica concava del Pacifico, *Crassostrea gigas*. Tuttavia, il valore economico dell'allevamento di *Ostrea edulis* nel 2002 è stato di 24,3 milioni di USD, ad indicare comunque l'importanza di questa specie nelle zone limitate in cui viene allevata.

1.7 Problematiche principali

Attualmente, la produzione in incubatoio è concentrata sulla poliploide *Crassostrea gigas*, anche per le maggiori difficoltà tecniche dell'allevamento dell'ostrica piatta. Nonostante diverse pratiche di gestione volte a limitare la mortalità e facilitare i tassi di crescita, le malattie hanno drasticamente colpito le popolazioni di ostriche piatte selvatiche e coltivate. Pertanto, il problema principale per l'industria rimane quello di sviluppare un ceppo resistente alle malattie per consentire una produzione più elevata. Ciò comporta una migliore comprensione dei meccanismi di patogenicità degli agenti patogeni implicati, così come lo sviluppo di programmi sostenibili di selezione genetica dei ceppi resistenti. Sebbene i programmi di ricerca abbiano dimostrato la fattibilità e l'efficacia di un approccio di selezione di massa, lo sviluppo di ceppi resistenti ha un costo economico impegnativo e richiede un impegno a lungo termine da parte dell'industria privata, principale *stakeholder* nella gestione dei programmi di allevamento selettivo. Occorre inoltre considerare che la selezione genetica può avere ripercussioni sull'ambiente, causando un "inquinamento genetico" degli ecosistemi marini.

1.8 Pratiche di acquacoltura responsabile

L'attuale basso profilo delle ostriche piatte nella produzione europea di Molluschi deriva da errori del passato, tra cui la mancanza di misure preventive per limitare la diffusione di malattie e in particolare i trasferimenti illegali di lotti di ostriche infestate da *Bonamia spp.* dal Nord America alle acque europee. Le misure preventive necessarie includono:

- il monitoraggio sanitario delle popolazioni di ostriche, soprattutto d'importazione;
- l'utilizzo di sistemi di zonizzazione per limitare la diffusione di parassiti;
- l'utilizzo di adeguate pratiche di gestione durante il trasferimento o l'introduzione di specie in acquacoltura;
- l'identificazione degli allevamenti indenni da malattie secondo la buone pratiche OIE descritte nell'*International Aquatic Animal Health Code* (26).

L'attuazione del Codice di Condotta per una Pesca Responsabile della *Food and Agriculture Organization FAO of the United Nations* (FAO) (Articolo 9 – Sviluppo dell'Acquacoltura) (27), a proposito di introduzione e trasferimento di organismi marini e la "Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo - Una strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea" (28) rivestono particolare interesse per la protezione e la produzione di questa specie.

Sarebbe inoltre opportuno considerare che una differenziazione genetica delle popolazioni di ostriche piatte lungo le coste europee esiste ancora, nonostante le trans-faunazioni effettuate nel corso dell'ultimo secolo. Tuttavia, il collo di bottiglia causato dal piccolo numero effettivo di allevatori potrebbe portare ad un aumento della consanguineità e/o una possibile introgressione genetica nelle popolazioni selvatiche impoverite. Queste considerazioni sono di fondamentale importanza per la futura gestione delle popolazioni di *O. edulis*, sia coltivate sia selvatiche.

2. NATURA DEL PROGETTO E PROFILI INNOVATIVI

Il progetto è stato realizzato da personale qualificato dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" (IZSAM) in collaborazione con 3 ditte proprietarie di impianti di mitilicoltuta: "Acquachiara s.r.l", "Mitilmare s.r.l." e Adriatica off-shore s.r.l.".
Alla luce delle considerazioni sopraesposte, questo progetto pilota ha avuto lo scopo di verificare la possibilità di realizzare un impianto per l'allevamento dell'ostrica piatta nelle acque marine antistanti la regione Abruzzo, come alternativa concreta alla pesca tradizionale per la marineria locale.
L'allevamento dell'ostrica piatta, inoltre, potrebbe sostituire o almeno ridurre lo sfruttamento dei banchi, che difficilmente si ricostituiscono, operato dalla pesca a strascico e quindi favorire il ripopolamento delle risorse naturali.
Nella regione Abruzzo, attualmente, tutti gli allevamenti in mare sono dedicati ai mitili. I tentativi di allevamento dell'ostrica piatta effettuati in passato all'interno delle mitilicolture sono stati presto trascurati e abbandonati, visto il prevalente interesse economico per i mitili.

La sperimentazione proposta ha avuto pertanto un carattere innovativo (progetto pilota):
- per il contesto nel quale si è posta, che non ha precedenti;
- per l'utilizzazione di una parte di un vero e proprio impianto di acquacoltura, che ha permesso di sperimentare la "convivenza" tra mitili e ostriche piatte;
- per l'utilizzazione e la comparazione di tipologie di attrezzi di diversa natura per la cattura del seme e l'accrescimento delle ostriche, posti a diverse profondità, in zone marine distanti tra loro, in entrambi i Compartimenti Marittimi regionali.

Le attività realizzate sono state le seguenti:
1. progettazione e sperimentazione di tecniche ed attrezzature finalizzate al prelievo in mare di seme di ostrica piatta;
2. progettazione e sperimentazione di tecniche e attrezzature di accrescimento del suddetto seme.

Tali attività sono state volte a sperimentare, in condizioni simili a quelle reali, l'affidabilità tecnica e la vitalità economica di una tecnologia innovativa per l'allevamento dell'ostrica piatta, allo scopo di acquisire e diffondere agli operatori del settore le necessarie conoscenze tecniche.

2.1 Coordinate geografiche degli areali interessati alle fasi di prelievo del seme e di allevamento in mare

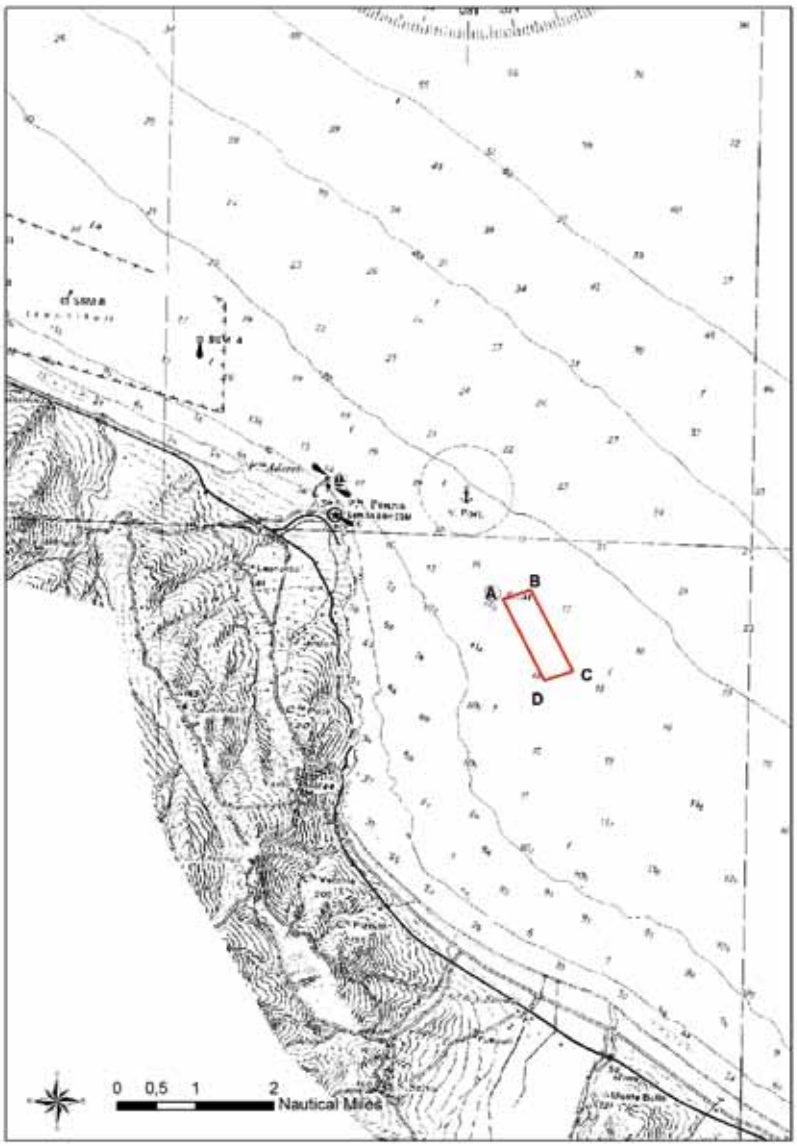
Per meglio gestire le fasi sperimentali dell'attività progettuale, si è scelto di collocare le attrezzature previste all'interno di tre impianti di acquacoltura dedicati all'allevamento dei mitili, tutti e tre classificati come ZONA A per i requisiti sanitari richiesti ai fini della commercializzazione (29). Le caratteristiche degli impianti sono descritte di seguito.

1) Allevamento “Acquachiara s.r.l.”- Vasto (CH) : la concessione descrive un poligono, di cui A, B, C, D sono i vertici con le seguenti coordinate geografiche:

A	42° 09’09”N	014°45’41”E
B	42° 09’16”N	014°46’10”E
C	42° 08’14”N	014°46’53”E
D	42° 08’07”N	014°46’24”E

L’impianto, di tipo long-line, si trova a sud del porto di Vasto, nel Compartimento Marittimo di Ortona, come mostrato nella Figura 7.

Figura 7. Ubicazione dell’allevamento “Acquachiara s.r.l.”

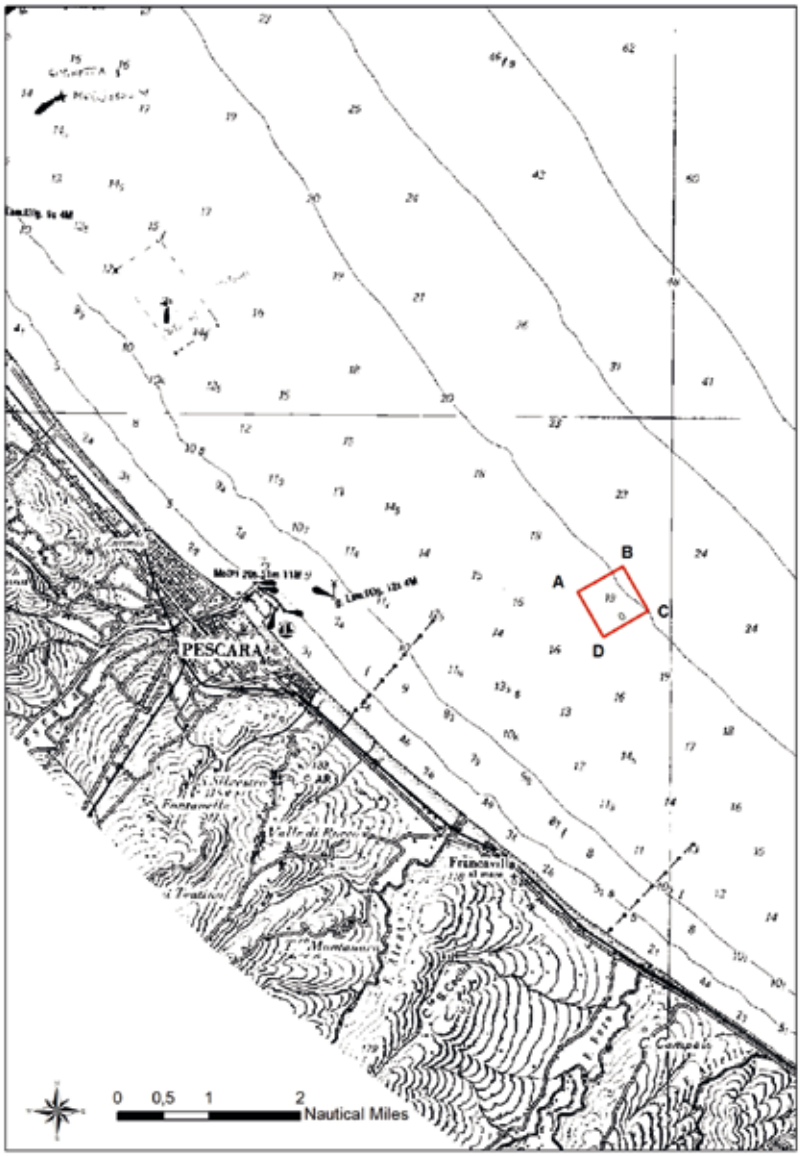


2) Allevamento “Mitilmare s.r.l.” Pescara- Francavilla a Mare (CH): la concessione descrive un poligono, di cui A, B, C, D sono i vertici con le seguenti coordinate geografiche:

A	42° 28’03,7”N	014°18’37,2”E
B	42° 28’20,9”N	014°19’16,9”E
C	42° 27’51,6”N	014°19’40,2”E
D	42° 27’34,3”N	014°19’00,6”E

L’impianto, di tipo long-line, si trova al confine tra il Compartimento Marittimo di Ortona e quello di Pescara, a circa 3 miglia dalla costa, in prossimità della piattaforma Poseidonia, come mostrato nella Figura 8.

Figura 8. Ubicazione dell’allevamento “Mitilmare s.r.l.”

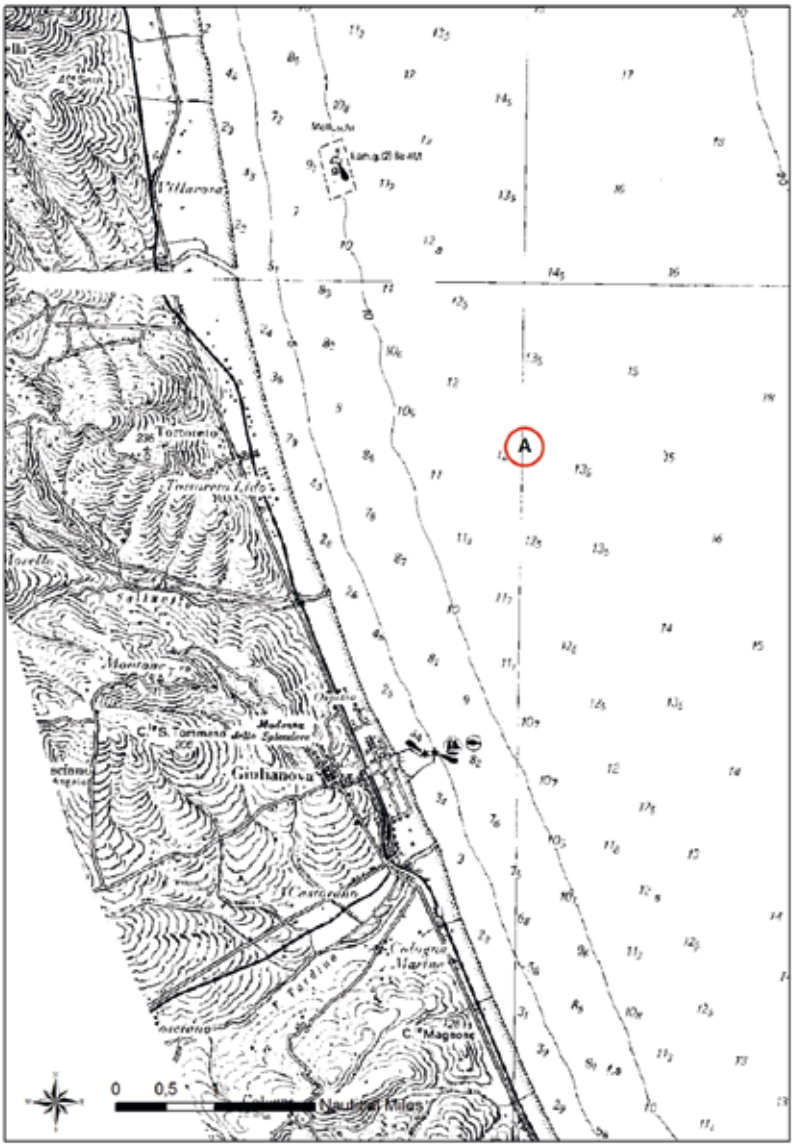


3) Allevamento “Adriatica off-shore s.r.l.”- Giulianova (TE): la concessione descrive un cerchio, di circa 350 m di raggio, il cui centro è il punto A con le seguenti coordinate geografiche:

A 42° 48’300”N 014°00’00”E

L’impianto si trova nei pressi del porto di Giulianova, nel Compartimento Marittimo di Pescara, come mostrato nella Figura 9, ed è costituito da 15 strutture in cemento armato, vuote, a forma di parallelepipedo, costituite solo da spigoli, ciascuna di 2 “piani”, appoggiate sul fondale. Ciascun “piano” ha le seguenti misure: 5 x 6 x 2,5 m.

Figura 9. Ubicazione dell’allevamento “Adriatica off-shore s.r.l.”



2.2. Ruoli e compiti di ciascun partner

Gli operatori economici coinvolti sono stati il Sig. Maurizio di Pietro, proprietario dell’allevamento di mitili “Acquachiara s.r.l.” di Vasto (CH), e il Sig. Giuseppe Luciani proprietario dell’allevamento di mitili “Mitilmare s.r.l.” di Francavilla a Mare (CH). Entrambi gli operatori hanno comprovata esperienza nel settore e, per la sperimentazione, hanno messo a disposizione due campate (due filari di 180 m circa ciascuno) dei rispettivi impianti. I due allevatori sono stati compensati economicamente per la perdita do-

vuta alla mancata vendita dei mitili delle due campate dedicate alla sperimentazione.
Il personale afferente, che si reca quasi quotidianamente sul posto, ha provveduto a segnalare eventuali problematiche, dovute ad esempio alle condizioni meteomarine avverse, e ad effettuare la pulizia delle strutture onde evitare l'insorgere di ipossie che avrebbero potuto danneggiare le ostriche in sperimentazione.
Gli allevatori si sono occupati dell'istallazione e della manutenzione delle nuove attrezzature e hanno fornito l'imbarcazione, con il relativo personale di bordo, per raggiungere i siti di sperimentazione. L'IZSAM ha provveduto a sopraintendere i lavori di realizzazione dell'impianto sperimentale e i lavori di manutenzione e ad effettuare i monitoraggi durante la sperimentazione.
Il terzo allevamento di Giulianova è stato messo a disposizione per la sperimentazione mediante autorizzazione da parte dei proprietari della concessione (Adriatica off-shore s.r.l.).

2.3. Obiettivi attesi

La realizzazione del progetto pilota in argomento ha avuto come obiettivo primario la verifica della possibilità di allevare l'ostrica piatta nelle acque marine prospicienti la regione Abruzzo con una resa interessante dal punto di vista economico.
Questa eventualità offrirebbe:
- ai pescatori professionali un'alternativa credibile alle normali attività alieutiche (riconversione dei mestieri), spesso non sufficientemente remunerative;
- agli operatori del settore della pesca la possibilità di individuare una nuova nicchia di mercato, attualmente ignorata, e inserirsi in un ambito più ampio con un prodotto estremamente qualificato;
- aprire nuovi sbocchi professionali nella produzione primaria, con la possibilità di avvicinare le nuove generazioni;
- la possibilità di rafforzare la biomassa e la distribuzione di una specie autoctona di pregio economico che corre il rischio di essere soppiantata da altre specie già consolidate nel mercato;
- la possibilità di ridurre l'impatto della pesca a strascico sui banchi naturali e sulle specie bentoniche afferenti alla stessa comunità biologica.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Attrezzature finalizzate alla captazione in mare di seme di ostrica piatta

La progettazione per la disposizione delle attrezzature è stata effettuata con la collaborazione degli allevatori proprietari degli impianti, di riconosciuta esperienza nel settore.

Nei due impianti del Compartimento Marittimo di Ortona, entrambi del tipo "long-line", per la sperimentazione sono state utilizzate 2 campate, cioè 2 filari (travi o ventie) di 180 m ciascuna, per ciascun impianto. Le campate avevano una struttura simile ed erano state liberate completamente dalle attrezzature utilizzate per l'accrescimento dei mitili. Sui filari (cime portanti attaccate a corpi morti e tese in superficie mediante appropriati gavitelli) sono stati collocati i sistemi per la captazione e l'accrescimento del seme di ostrica piatta.

In tutti e tre gli allevamenti della sperimentazione, la captazione è stata realizzata mediante:

- capelli cinesi, costituiti da un bastone in plastica nel quale sono inseriti 50 dischi di plastica nera forati (Figura 10a);
- lanterne in rete, da 10 piani, LAN 12/10, maglia nera, 12x12 mm, in monofilamento annodato, diametro 50 cm, chiusura con filo, riempite di reggetta zigrinata da pacchi larga 10 mm (38 m circa per scomparto) (Figura 10b);
- telai di ferro ricoperti dalle sacche di nylon usate per le reste dei mitili (panne) (Figura 11).

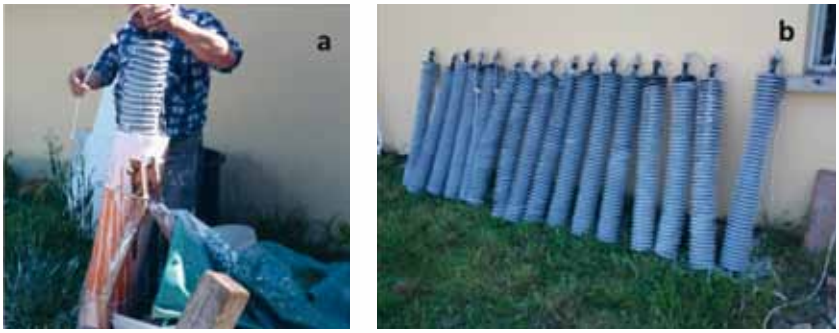
Figura 10a - 10b. Dispositivi per la captazione delle larve di ostrica: cappelli cinesi (Fig. 10a); lanterne con reggette (Fig.10b)

Figura 11. Panne realizzate con le reste utilizzate per l'allevamento dei mitili.

I cappelli cinesi e le lanterne sono stati acquistati da rivenditori specifici del settore, mentre i telai di ferro, rivestiti dal nylon delle reste, hanno formato delle "panne", ideate e allestite dai realizzatori del progetto.

I cappelli cinesi sono stati ricoperti con uno strato di calce per favorire l'attecchimento delle larve di ostrica piatta e la successiva rimozione della piccola ostrica (Figura 12a - 12b).

Figura 12a - 12b. Cappelli cinesi: immersione nella calce (Fig. 12a) e asciugatura (Fig. 12b).



Negli ultimi due scomparti delle lanterne con reggette sono stati aggiunti dei mattoni per aumentarne il peso e mantenerle il più possibile verticali nella colonna d'acqua.

In totale sono stati utilizzati 50 cappelli cinesi, 40 lanterne con reggette e 30 panne.

I collettori sono stati distribuiti nei diversi allevamenti nel seguente modo:
- Acquachiara s.r.l.: n. 25 cappelli cinesi, n. 16 lanterne con reggette e n. 10 panne;
- Mitilmare s.r.l.: n. 24 cappelli cinesi, n. 15 lanterne con reggette e n. 10 panne;
- Adriatica Off-Shore s.r.l.: n. 1 cappello cinese, n. 9 lanterne con reggette e n. 10 panne.

L'immersione in acqua dei collettori è avvenuta con la seguente tempistica:
- Cappelli cinesi: n. 49 presso impianto Acquachiara s.r.l., posizionati tra il 2 maggio e il 28 maggio 2014; di questi, n. 24 sono stati trasferiti il 19 settembre 2014 presso l'impianto Mitilmare s.r.l.; il 28 luglio 2014 è stato posizionato n. 1 cappello cinese presso Adriatica Off-Shore s.r.l.;
- Lanterne con reggette: n. 31 presso impianto Acquachiara s.r.l., posizionate tra l' 13 e il 18 giugno 2014; n. 15 presso l'impianto Mitilmare s.r.l. posizionate il 12-13 giugno 2014; n. 9 presso Adriatica Off-Shore s.r.l. posizionate il 28 luglio 2014;
- Panne: presso impianto Acquachiara s.r.l., n. 10 posizionate tra il 7 e il 21 maggio 2014 e n. 10 tra il 18 e 24 di giugno 2014; di queste, n. 10 sono state trasferite presso l'impianto Mitilmare s.r.l. il 19 settembre 2014; n. 10 posizionate presso Adriatica Off-Shore s.r.l. il 28 luglio 2014.

La tempistica dell'immersione dei collettori è riassunta nella Tabella 3.

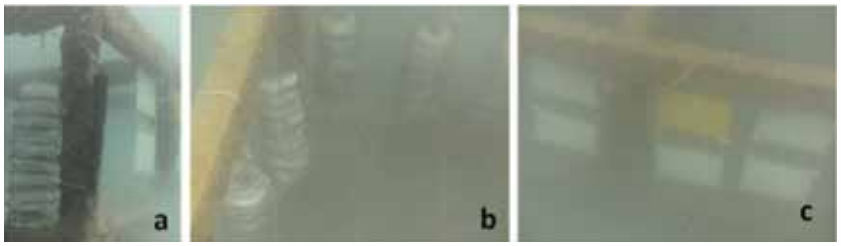
Tabella 3. Tempistica del posizionamento in mare dei collettori per il seme di ostrica

Data	Attività di posizionamento collettori
2 maggio – 28 maggio 2014	Cappelli cinesi presso impianto Acquachiara s.r.l.
7 maggio - 21 maggio 2014	Panne presso impianto Acquachiara s.r.l
12-13 giugno 2014	Lanterne con reggette, panne presso impianto Mitilmare s.r.l.
13-18 giugno 2014	Lanterne con reggette presso impianto Acquachiara s.r.l
18-24 giugno 2014	Panne presso impianto Acquachiara s.r.l
28 luglio 2014	Cappello cinese, lanterne con reggette, panne presso impianto Adriatica Off-Shore s.r.l.
19 settembre 2014	Trasferimento di cappelli cinesi e panne, presso impianto Mitilmare s.r.l.

Negli impianti Acquachiara s.r.l e Mitilmare s.r.l., i collettori sono stati attaccati ad una campata posizionata a sud dell'impianto, mentre le ostriche per l'accrescimento sono state posizionate a nord, come descritto successivamente. Questa scelta è stata fatta per cercare di intercettare il più efficacemente possibile le larve di ostrica prodotte dall'allevamento

stesso e trasportate in direzione nord-sud dalla corrente prevalente nel Mar Adriatico.
I collettori sono stati posizionati alla stessa profondità (circa 4 m) e ad una distanza molto ravvicinata l'uno dall'altro (circa 2 metri), distanza minima per evitare collisioni tra gli attrezzi, ma comunque funzionale a creare una barriera efficace al passaggio delle larve.
Nell'impianto di Giulianova (Adriatica Off-Shore s.r.l.), una struttura in cemento armato a forma di parallelepipedo costituito solo da spigoli e appoggiata sul fondale, i collettori sono stati attaccati lungo gli spigoli per mezzo di cime, protette da tubi in plastica per evitare l'abrasione (Figura 13a – 13b -13c).

Figura 13a -13b - 13c. Immagini relative al posizionamento dei collettori nell'impianto di Giulianova (Adriatica Off-Shore s.r.l.). Nella foto a è possibile vedere tutte e tre le tipologie di collettori montate su uno degli spigoli dell'impianto, nella foto b c'è un particolare delle lanterne con reggette e nella foto c si c'è un particolare delle panne.



3.2 Reperimento delle ostriche

Il reperimento delle ostriche utilizzate nella sperimentazione è avvenuto mediante l'acquisto diretto da pescatori professionali abruzzesi dediti alla pesca con i cosiddetti rapidi (chiamati in gergo sfogliare), tra il 7 e il 27 maggio 2014, cioè fino a quando questo tipo di pesca non è stata più effettuata perché, con l'aumento della temperatura dell'acqua, a fine primavera, le ostriche si infossano maggiormente nel fondale.
Alla vendita non c'è stata una differenziazione tra il prezzo delle ostriche grandi e delle ostriche piccole e in totale sono state acquistati 920 kg (Tabella 4). Le ostriche piccole (3-4 cm) sono state selezionate tra quelle acquistate e tra quelle nate in mezzo ai mitili degli impianti per un peso complessivo di circa 50 Kg.
In questo modo è stato utilizzato un prodotto locale che si potesse adattare meglio alle condizioni di allevamento, evitando, nel contempo, il rischio di importare dall'estero animali vettori di malattie parassitarie e virali.

Tabella 4. Date di acquisto e quantitativi dei lotti di ostriche utilizzati nella sperimentazione

Data	Lotto di Ostriche	Quantità (Kg)
7 maggio 2014	1°	100
9 maggio 2014	2°	300
19 maggio 2014	3°	60
20 maggio 2014	4°	100
27 maggio 2014	5°	360
Totale	**6**	**920**

3.3 Ricerca delle migliori condizioni per la crescita e la sopravvivenza delle ostriche in allevamento

L'accrescimento è stato verificato su ostriche piccole (3-4 cm) e su ostriche grandi (7-8 cm), cioè sulle ostriche acquistate e non sul seme catturato dai collettori poiché sarebbe stato necessario un altro anno di sperimentazione per la suddetta verifica.

Per individuare le condizioni di allevamento in grado di assicurare i tassi di accrescimento più elevati e la minore mortalità, le ostriche acquistate sono state allevate in condizioni diverse. Le variabili prese in considerazione sono state:

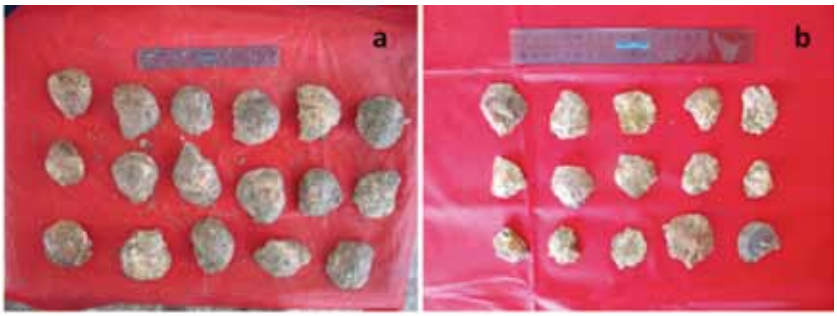
- la taglia delle ostriche allevate;
- il tipo di contenitore nel quale sperimentare l'accrescimento;
- la densità iniziale di stoccaggio;
- la profondità.
- il luogo di allevamento

Le ostriche acquistate sono state selezionate manualmente per scartate gli esemplari morti, separare le taglie e rendere il campione più omogeneo possibile (Figura 14a -14b).

Figura 14a -14b. Selezione preliminare per taglia delle ostriche

La selezione è avvenuta tra il 28 maggio e il 24 giugno 2014 e sono state selezionate due classi di taglia: ostriche "grandi", di 7-8 cm di lunghezza e 43,4 ± 8,9 cm^2 di superficie, e ostriche "piccole" di 3-4 cm di lunghezza e 13,9 ± 4,3 cm^2 di superficie (Figura 15a – 15b).

Figura 15a - 15b. Un esempio di ostriche di taglia "grande" (Fig. 15a) e di ostriche di taglia "piccola (Fig. 15 b).



Le ostriche selezionate sono state collocate in due tipi di contenitori: ceste di plastica e lanterne in rete.
Le ceste hanno forma cilindrica e sono costituite da cinque ripiani di plastica rigida impilati uno sull'altro con 1 cm di maglia. Ogni ripiano misura 60 cm in diametro e 10 cm in altezza, con un'area di superficie di 2.806 cm^2 per ripiano, escludendo la superficie centrale (20 cm^2 circa) dove passa la cima per sospendere la cesta (Figura 16a).
Le lanterne in rete sono anch'esse di forma cilindrica e sono costituite da 10 piani, ciascuno di 15 cm di altezza e 50 cm di diametro, LAN 21/10 maglia nera 21 x 21 mm, in monofilamento annodato, con una superficie di 1.962 cm^2, leggermente inferiore a quella delle ceste, ma con un volume complessivo per piano maggiore rispetto alle ceste (Figura 16b).
Una volta posizionate in mare le attrezzature per l'accrescimento con le ostriche selezionate, la sperimentazione è iniziata il 28 maggio 2014 ed è terminata il 4 marzo 2015.

Figura 16a - 16b. Dispositivi per l'accrescimento delle ostriche: cesta (Fig. 16a) e lanterna (Fig. 16b).

3.4 Condizioni sperimentali

All'inizio della sperimentazione (tempo zero, T0) il campione in studio era costituito da 4.801 ostriche grandi e 1.202 ostriche piccole (Tabella 5).
Le densità sperimentate sono state di 20 e 40 ostriche di taglia grande per piano, sia per le ceste sia per le lanterne, e di 60 ostriche piccole per piano per le lanterne.
Le lanterne e le ceste contenenti ostriche a densità e taglie differenti sono state fissate lungo i travi degli impianti Acquachiara s.r.l. e Mitilmare s.r.l., alla distanza di circa 1,5 m l'una dall'altra e alla profondità di 4 e 8 metri.
La distribuzione delle ostriche alle diverse profondità per la sperimentazione in ciascun impianto è stata la seguente:

- n. 2 ceste e n. 2 lanterne di ostriche grandi a bassa densità (n. 20 per ripiano) a 4 m di profondità per un totale di 100 ostriche a contenitore;
- n. 2 ceste e n. 2 lanterne di ostriche grandi ad alta densità (n. 40 per ripiano) a 4 m di profondità per un totale di 200 ostriche a contenitore;
- n. 2 ceste e n. 2 lanterne di ostriche grandi a bassa densità (n. 20 per ripiano) a 8 m di profondità per un totale di 100 ostriche a contenitore;
- n. 2 ceste e n. 2 lanterne di ostriche grandi ad alta densità (n. 40 per ripiano) a 8 m di profondità per un totale di 200 ostriche a contenitore;
- n. 1 lanterne di ostriche piccole (n. 60 per ripiano) a 4 m di profondità per un totale di 300 ostriche a contenitore;
- n. 1 lanterne di ostriche piccole (n. 60 per ripiano) a 8 m di profondità per un totale di 300 ostriche a contenitore;

Nel complesso, per la sperimentazione, sono state utilizzate n. 8 ceste e n. 10 lanterne in ciascun impianto, Acquachiara s.r.l. di Vasto e Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla a Mare, con un piano sperimentale riassunto nella Tabella 5.

Tabella 5. Piano sperimentale e misure biometriche medie delle ostriche all'inizio del progetto in tutte le tipologie di allevamento testate.
Dev.st = deviazione standard

Taglia	Attrezzo	Impianto	Densità	Profondità	Replica	Superficie media (cm^2) T0	Dev.st T0	Peso medio (g) T0	Dev.st T0
GRANDE	CESTA	Pescara-Francavilla	Bassa	4	1	40,8	7,3	83,5	6,0
					2	42,0	9,2	91,0	5,5
				8	1	41,6	7,8	84,0	4,2
					2	41,9	7,0	87,0	8,4
			Alta	4	1	46,1	8,1	101,5	19,8
					2	42,3	7,6	89,0	11,8
				8	1	40,7	7,7	86,5	3,8
					2	42,4	8,9	83,5	2,2
		Vasto	Bassa	4	1	39,0	7,4	83,1	6,1
					2	41,8	7,3	90,5	6,2
				8	1	40,8	7,7	85,0	7,9
					2	40,9	8,0	90,5	4,1
			Alta	4	1	40,9	7,5	83,5	6,3
					2	39,2	7,3	77,0	4,8
				8	1	41,2	8,8	86,3	9,6
					2	41,5	8,9	87,5	3,1
	Lanterna	Pescara-Francavilla	Bassa	4	1	45,1	11,1	89,6	5,1
					2	45,3	10,7	87,8	7,9
				8	1	46,7	8,6	97,7	4,1
					2	44,8	9,4	97,7	4,7
			Alta	4	1	41,2	7,2	86,2	9,9
					2	43,7	7,8	92,8	5,4
				8	1	47,0	9,9	99,5	4,2
					2	46,9	9,9	98,1	5,7
		Vasto	Bassa	4	1	45,4	9,7	91,4	8,1
					2	42,2	11,2	85,4	5,2
				8	1	47,1	11,0	104,7	14,1
					2	49,8	11,6	109,8	7,3
			Alta	4	1	44,5	9,4	97,0	5,2
					2	40,5	9,2	88,1	6,7
				8	1	47,8	9,9	99,2	3,6
					2	47,3	12,1	98,5	5,7
PICCOLA	Lanterna	Pescara	Media	4	1	15,0	4,5	16,8	2,3
				8	1	12,2	3,5	14,3	0,9
		Vasto	Media	4	1	15,2	4,5	17,0	2,1
				8	1	13,1	4,6	15,3	1,3

Tutte le altre ostriche acquistate e non utilizzate nel piano sperimentale sopra descritto sono state distribuite in altre ceste e lanterne e posizionate in mare. Esse sono state poi controllate a fine progetto per ottenere un ulteriore dato complessivo sulla mortalità totale dopo 10 mesi di stabulazione in allevamento.
In ciascun impianto (Acquachiara s.r.l. e Mitilmare s.r.l.), sulla serie di 8 ceste e 8 lanterne di ostriche grandi e su 2 lanterne di ostriche piccole, tutte marcate in modo tale da rendere possibile il riconoscimento, è stato effettuato un monitoraggio per rilevare la sopravvivenza/mortalità e l'accrescimento.
Il monitoraggio è stato effettuato all'incirca con cadenza bimensile, cadenza minima per una significativa rilevazione dell'incremento della taglia, e in corrispondenza di condizioni meteo-marine favorevoli come riportato in Tabella 6.

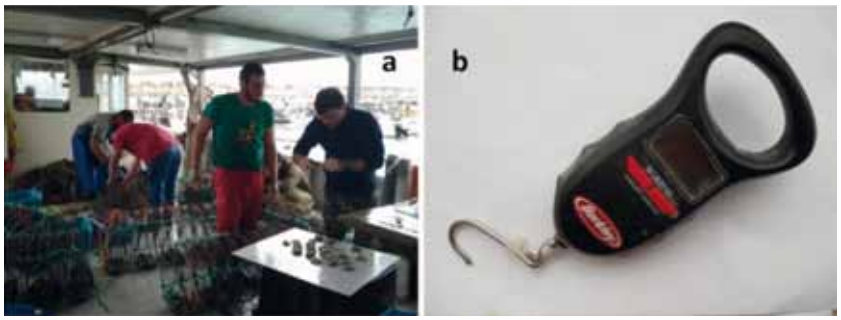
Tabella 6. Tempistica dei campionamenti e delle attività svolte nei due impianti della sperimentazione

Periodo	Tempo di monitoraggio	Data	Impianto	Attività svolta	Classe Ostriche
Primavera	T0	28/05/2014	Acquachiara s.r.l. (VA)	Allestimento Ceste	Grandi
	T0	18/06/2014	Acquachiara s.r.l. (VA)	Allestimento Lanterne	Grandi
	T0	24/06/2014	Acquachiara s.r.l. (VA)	Allestimento Lanterne	Piccole

Periodo	Tempo di monitoraggio	Data	Impianto	Attività svolta	Classe Ostriche
Estate	T1	20/08/2014	Mitilmare s.r.l. (PE)	Monitoraggio Ceste/Lanterne	Grandi/Piccole
	T1	27/08/2014	Acquachiara s.r.l. (VA)	Monitoraggio Ceste/Lanterne	Grandi/Piccole
Autunno	T2	03/11/2014	Acquachiara s.r.l. (VA)	Monitoraggio Ceste/Lanterne	Grandi/Piccole
	T2	19/12/2014	Mitilmare s.r.l. (PE)	Monitoraggio Ceste	Grandi
	T2	20/12/2014	Mitilmare s.r.l. (PE)	Monitoraggio Lanterne	Grandi/Piccole
Inverno	T3	20/02/2015	Acquachiara s.r.l. (VA)	Monitoraggio Ceste/Lanterne	Grandi/Piccole
	T3	02/03/2015	Mitilmare s.r.l. (PE)	Monitoraggio Lanterne	Grandi/Piccole

L'accrescimento è stato valutato registrando le biometrie delle ostriche in tutti i piani delle ceste e delle lanterne, mediante immagine fotografica e analisi dell'immagine con applicazione software Image-J, annotando anche il peso complessivo delle ostriche per ciascun piano, rilevato con una bilancia digitale portatile con gancio, Berkley modello BTDFS50-1, precisione 0,5 g (Figura 17a - 17b). Dalle biometrie e dalle pesate, è stato calcolato l'incremento della superficie media, del peso medio e del peso complessivo delle ostriche nel tempo. Ad ogni campionamento, le ostriche morte sono state contate e misurate prima di essere scartate.

Figura 17a -17b. Acquisizione sul campo delle immagini delle ostriche per il successivo calcolo delle superfici delle conchiglie (Fig. 17a) e bialncia utilizzata per la determinazione del peso delle ostriche (Fig. 17b)



3.5 Rilevazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque

Durante ogni attività di monitoraggio delle ostriche, in superficie e alla profondità di 8 m, in ciascun impianto di sperimentazione, sono state rilevate le coordinate geografiche e i seguenti parametri fisico-chimici delle acque:
- temperatura dell'acqua in C°;
- ossigeno disciolto in % e in mg/l;
- pH;
- salinità (g/l).

Per la raccolta dei dati è stata utilizzata una sonda multiparametrica Hanna Istruments modello HI9828 dotata di:
- Global Position System (GPS);
- sonda per l'ossigeno disciolto, scala da 0,0 a 500,0% e da 0,0 a 50,00 mg/l, risoluzione 0,01 mg/l;
- sonda per temperatura dell'aria e dell'acqua, scala -5/+55 °C, accuratezza 0,01 °C;
- sonda per pH, scala 0/14, risoluzione 0,01;

- sonda per salinità/conducibilità, scala 0/70 g/l, risoluzione 0,1 g/l/scala da 0,000/200.000 mS/cm.

3.6 Analisi quali-quantitativa del fitoplancton

In superficie e ad 8 m di profondità, in ciascun impianto di sperimentazione, sono stati prelevati campioni di acqua, mediante bottiglia di Niskin, per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton mediante microscopio ottico, secondo il metodo ufficiale del Ministero dell'Ambiente (30) e con appositi manuali per l'identificazione (31, 32, 33, 34). Questa analisi ha permesso di rilevare la presenza di microalghe potenzialmente tossiche per l'umano consumo o il manifestarsi di eventuali fioriture algali. L'obiettivo di questa determinazione analitica consiste nella valutazione sia dell'entità del nutrimento disponibile per le ostriche sia del rischio di ipossia dovuta all'elevato consumo di ossigeno durante i processi di decomposizione che seguono la fioriture algali.

3.7 Analisi istologiche per ricerca *Bonamia* spp. e *Marteilia* spp.

La presenza di *Bonamia ostreae* e *Marteilia refringens* nei Molluschi Bivalvi deve essere denunciata all'Organizzazione Mondiale per la Sanità Animale (OIE, Office International des Epizooties), poiché questi Protozoi possono causare malattie infettive in grado di produrre elevate mortalità e ridurre la produzione negli allevamenti di ostriche (35).
Pertanto, è stato inviato un campione di ostriche, costituito da 10 esemplari provenienti sia da ceste sia da lanterne, prelevato il 23 febbraio 2015, all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Centro di Referenza Nazionale per le Malattie dei Pesci, Molluschi e Crostacei, per la ricerca dei suddetti agenti eziologici. Per l'analisi sono stati utilizzati i metodi istologici previsti dai Manuali OIE (36, 37).

3.8 Analisi statistica dei dati

Su tutti i contenitori monitorati sono stati calcolati:

a) i dati relativi all'accrescimento in termini di incremento della superficie media della conchiglia, di incremento del peso medio e di incremento del peso medio totale per piano, raccolti su tutte le ostriche. Queste variabili indipendenti e la mortalità registrata nel tempo durante i monitoraggi effettuati sono state messe in relazione alle seguenti variabili dipendenti: profondità, luogo di allevamento, densità di stoccaggio e tipo di contenitore. È stato utilizzato un modello di regressione lineare per la valutazione dell'accrescimento e un modello logistico per la valutazione della mortalità, al fine di stabilire quali fossero le condizioni di allevamento ottimali.

b) il tasso di sopravvivenza in percentuale (S%) rispetto al valore iniziale della popolazione

$S\% = NtN_0 x\ 100$

dove N_0 è il numero iniziale della popolazione e Nt è il numero di individui al tempo t.

c) il tasso di mortalità in percentuale (M%) calcolato basandosi sul numero totale di ostriche morte rinvenute rispetto al numero totale di ostiche di quel campionamento

M% = N° (morte) N° (morte+vive) x 100

dove N°(morte+vive) è il numero totale delle ostriche rinvenute in quel campionamento e N°(morte) è il numero di individui trovati morti in quel campionamento.

Tutte le analisi statistiche per il calcolo delle medie, deviazioni standard, errori standard della media, intervalli di confidenza dei tassi di crescita sono state effettuate utilizzando i software: MS Excel, la versione 2.13 di Past (38) e il software open source R Core Team (39). La distribuzione normale dei dati è stata verificata utilizzando il test di Kolmogorov-Smirnov. Le differenze tra i dati sono state analizzate per mezzo del test della varianza ad una via (One-Way ANOVA), le differenze significative ($p < 0,05$) risultanti dal test sono state analizzate ulteriormente con il test di Tukey attraverso la comparazione a coppie al fine di determinare le singole differenze significative tra i gruppi testati.

4. RISULTATI

4.1 Verifica dell'efficacia della captazione in mare di seme di ostrica piatta

L'efficacia della captazione delle larve di ostriche è stata verificata su tutti e tre i tipi di collettori utilizzati:
- cappelli cinesi;
- reggette nelle lanterne;
- panne.

I collettori sono stati posti in acqua in modo scaglionato nel tempo: le operazioni sono iniziate il 2 maggio 2014 con una parte dei cappelli cinesi posizionati nell'impianto Acquachiara s.r.l. e si sono concluse il 28 luglio 2014 nell'impianto Adriatica Off-Shore (vedi Tabella 3 Materiali e metodi).
Il primo monitoraggio sui collettori è stato effettuato il 17 settembre 2014 nell'allevamento Acquachiara s.r.l., l'ultimo il 4 marzo 2015 sempre nell'impianto Acquachiara s.r.l. (Tabella 7).
In Tabella 7 sono riportati anche i risultati delle conte e i valori medi, minimi e massimi delle taglie delle piccole ostriche, espresse in cm, insediate sui collettori.

Tabella 7. Numero e taglia delle piccole ostriche insediate sui collettori espresse in cm

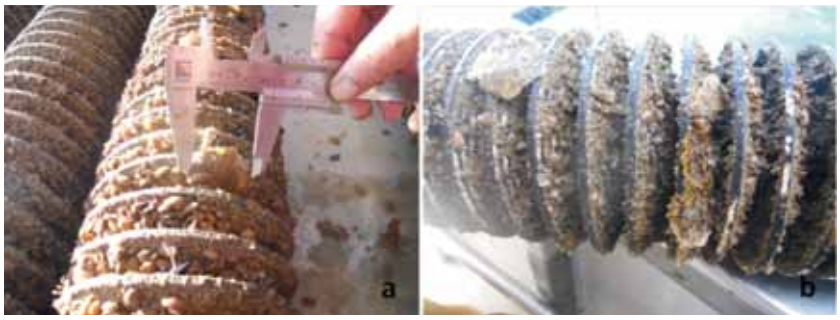
Luogo	Impianto Acquachiara	Impianto Acquachiara	Impianto Adriatica Off Shore	Impianto Mitilmare	Impianto Mitilmare	Impianto Adriatica Off	Impianto Acquachiara	Impianto Acquachiara
Data	17/09/2014	19/11/20141	20/11/2014	20/12/2014	20/12/2014	03//03/2014	04/03/2014	04/03/2014
Tipo di collettore	Cappelli cinesi	Cappelli cinesi	Lanterna con reggetta	Cappelli cinesi	Lanterna con reggetta	-	Cappelli cinesi	Lanterna con reggetta
Numero collettore	3	4	1	4	(3 piani)	-	3	1
Numero esemplari	56	75	49	69	10	-	35	75
Valore minimo	2,80	0,50	1,14	1,50	1,54	-	1,39	1,01
Valore massimo	5,90	6,20	3,82	5,60	4,39	-	5,42	5,83
Media	3,68	3,27	2,46	3,20	2,84	-	3,21	3,10
Varianza	0,44	1,60	0,36	1,13	0,73	-	0,94	1,27
Deviazione standard	0,67	1,26	0,60	1,06	0,85	-	0,97	1,13
Mediana	3,55	3,20	2,48	2,90	3,07	-	3,20	2,70
25° percentile	3,20	2,30	2,14	2,40	2,17	-	2,34	2,29
75° percentile	4,28	4,30	2,855	4,00	3,30	-	3,93	3,76

Nei monitoraggi del 17 settembre e del 19 novembre 2014 eseguiti nell'impianto Acquachiara s.r.l. sono state rinvenute 4-5 piccole ostriche su ciascuna lanterna con reggetta e su ciascuna panna controllata, di circa 2,7 cm di larghezza di media (Figure 18-19)

Figure 18-19. Esempio di ostriche adese a una panna e ad una reggetta

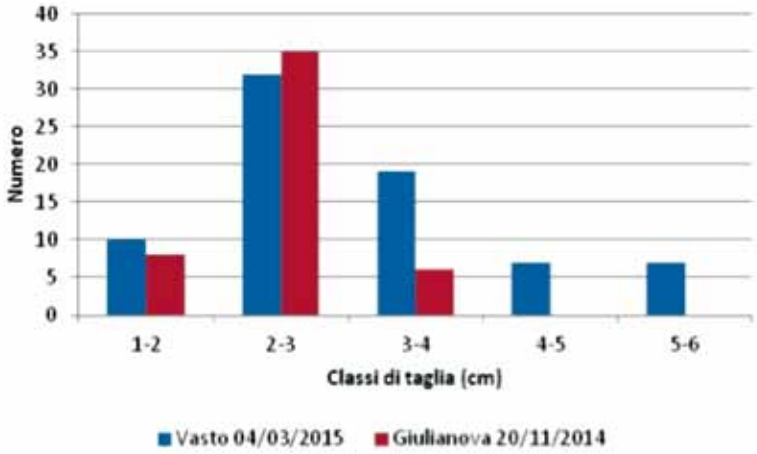
I cappelli cinesi, posti in acqua per primi e circa un mese prima degli altri attrezzi, invece, sono stati in grado di captare in media 18,7 ostriche per cappello cinese, con un fattore quattro volte maggiore rispetto alle panne e alle lanterne controllate in questi due monitoraggi (Tabella 7 e Figura 20a - 20b).

Figura 20a- 20b. Esempio di ostriche piatte adese ai cappelli cinesi



Il 20 novembre 2014 sono stati controllati, mediante immersione subacquea, i collettori posizionati nell'impianto Adriatica Off-Shore s.r.l.. Dopo circa 4 mesi dal posizionamento in questo sito (28/07/2014), alcuni collettori sono risultati danneggiati dallo sfregamento sulle superfici dure dell'impianto, altri non sono stati trovati perché dispersi, come il cappello cinese, mentre alcuni sono risultati ancora in buone condizioni. Una lanterna con reggette e alcune panne sono state staccate e portate a bordo dell'imbarcazione per un controllo più accurato della presenza di ostriche. Come riscontrato nei primi campionamenti nell'impianto Acquachiara s.r.l. di Vasto, le panne presentavano solo 1-2 ostriche per attrezzo, mentre nella lanterna con reggette sono state trovate 49 ostriche, con taglia media di 2,5 cm (Tabella 7) e con una distribuzione delle taglie compresa tra 1 e 4 cm (Figura 21).

Figura 21. Distribuzione della taglia delle ostriche captate dalle lanterne con reggette durante il periodo di monitoraggio

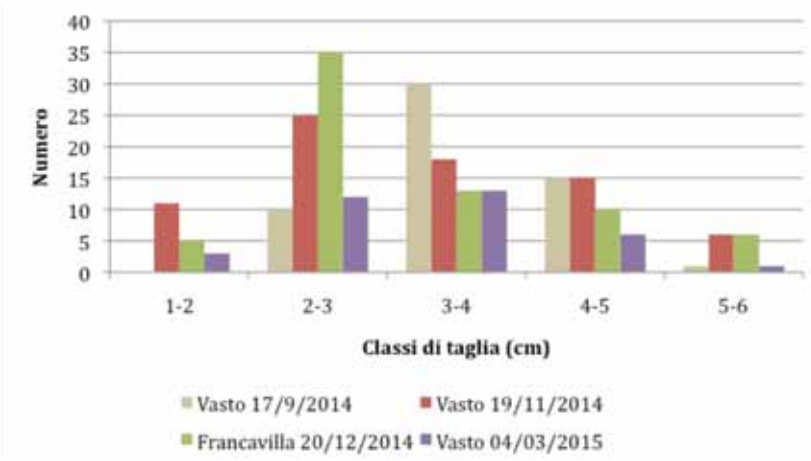


Il 20 dicembre 2014 sono stati monitorati i collettori dell'impianto di Mitilmare s.r.l. Le panne sono risultate tutte abbondantemente ricoperte da mitili (Figura 22a- 22b) con poche ostriche adese in maniera sporadica.

Figura 22a- 22b. Attecchimento del seme di mitili sulle panne destinate alla captazione del seme di ostrica

Sono stati ispezionati quattro cappelli cinesi e tre piani di una lanterna contenente reggette, conteggiando le ostriche adese. Su questi attrezzi sono state identificate in media 17,2 ostriche piatte per cappello, insieme con numerose (300-400 esemplari) ostriche "cipolline" (*Anomia ephippium*, Linneo, 1758) e in media circa 3 ostriche per piano nella lanterna con reggette (Tabella 7). La taglia media delle ostriche piatte è stata di 3,2 cm per i cappelli cinesi e di 2,8 cm nelle lanterne (Tabella 7). La distribuzione delle taglie delle ostriche rinvenute sui cappelli cinesi è rappresentata in Figura 23.

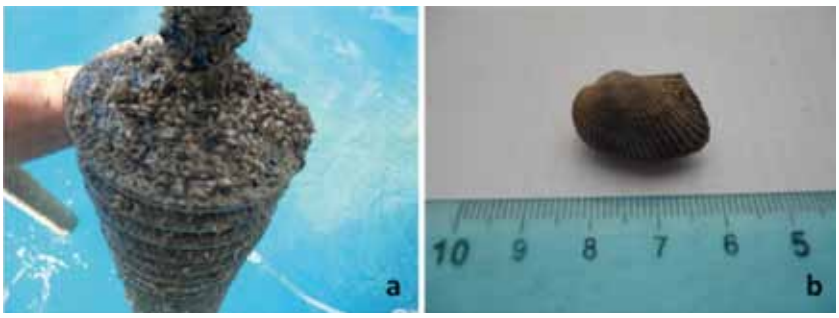
Figura 23. Distribuzione delle taglie delle ostriche captate dai cappelli cinesi nelle differenti date di monitoraggio



Il 3 marzo 2015 è stata effettuata una immersione per controllare i collettori nell'impianto Adriatica Off-Shore s.r.l., ma è stato riscontrato che tutti gli attrezzi posizionati erano stati staccati e allontanati dalla forza del mare, più volte agitato da venti di tempesta nel periodo invernale.
Il 4 marzo 2015 è stato effettuato l'ultimo monitoraggio sui collettori dell'impianto Acquachiara s.r.l.. Rispetto ai primi 2 monitoraggi svolti in questo sito a settembre e a novembre, è stata riscontrata un'efficacia di captazione di ostriche invertita per quanto riguarda gli attrezzi: 75 esemplari sono stati osservati su di una lanterna con reggette e 35 esemplari in 3 cappelli cinesi. Le taglie medie delle ostriche sono risultate di 3,1 cm per le ostriche nelle lanterne con reggette e 3,2 cm per le ostriche rinvenute sui cappelli cinesi, in linea con le taglie medie riscontrate nei primi campionamenti. La distribuzione delle taglie in tutti i monitoraggi ha presentato un classico andamento gaussiano, centrato sugli organismi di lunghezza compresa tra i 3-4 cm (Figura 23).

Su tutti i collettori e in tutti i monitoraggi effettuati è stata riscontrata una grande abbondanza di altri Molluschi Bivalvi, in particolare mitili (*Mytilus galloprovincialis*) (Figura 22), e di *Scapharca demiri*, Piani, 1981 (Figura 24a - 24b), specie aliena di provenienza indopacifica, presente in Mediterraneo dal 1972 (Turchia) e giunta recentemente anche in Adriatico (Ancona, Cesenatico, Venezia) a partire dal 2000 (40, 41).

Figura 24a - 24b. Fig.24a attecchimento di esemplari di *Scapharca demiri* su un cappello cinese; Fig. 24b esemplare di Scapharca demiri



Associate alle attrezzature utilizzate sono state rilevate, tra l'altro, oltre a molte ostriche cipolline (*Anomia ephippium*, Linneo, 1758) (Figura 25a - 25b), pettini di varie specie come *Clamys multistriata*, Poli, 1795, pinne (*Atrina pectinata*, Linneo, 1758) (Figura 26a- 26b), ma anche diversi Crostacei come cicalette di mare, dette anche magnoselle (*Scyllarus arctus*, Linnaeus, 1758) (Figura 26c) e piccoli favolli (*Eriphia verrucosa*, Forskål, 1775). Inoltre,

attaccate ai collettori, a ridurre ulteriormente lo spazio per l'attecchimento delle ostriche, sono state trovate numerose ascidie e Briozoi.
Sembra pertanto evidente che i periodi riproduttivi di più specie siano coincidenti o per lo meno parzialmente sovrapponibili a quelli delle ostriche piatte.

Figura 25a- 25b. Esemplari di ostrica cipollina rinvenuti sui collettori destinati alla captazione del seme di ostrica piatta

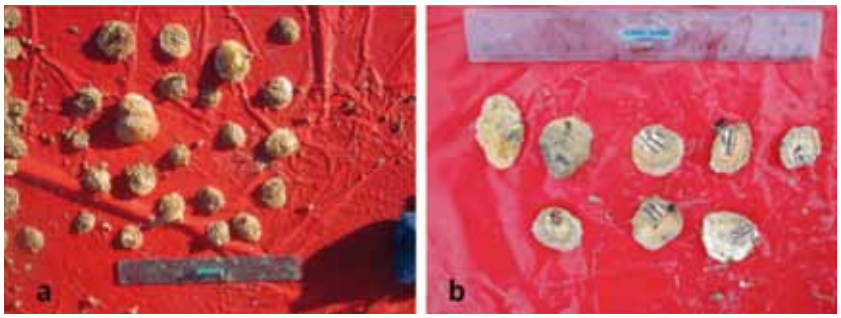
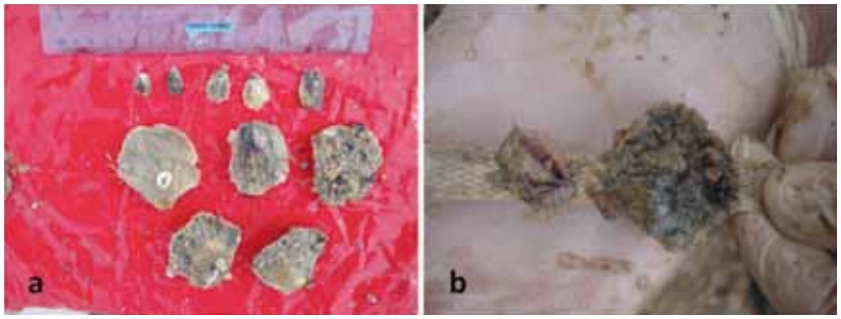


Figura 26a - 26b – 26c. Esemplari di pettini (Fig. 26a), pinna (Fig. 26b) e magnoselle (Fig. 26c) rinvenuti nelle lanterne con reggette destinate alla captazione del seme di ostrica piatta

La Figura 27a - 27b, infine, mostra in modo evidente le differenze di taglia delle ostriche piatte che sono state osservate sulle reggette delle stessa lanterna dopo circa 10 mesi dal loro posizionamento in acqua.

Figura 27a - 27b. Classi di taglia di ostriche piatte presenti in un collettore alla fine della sperimentazione



4.2 Verifica dell' accrescimento delle ostriche piatte

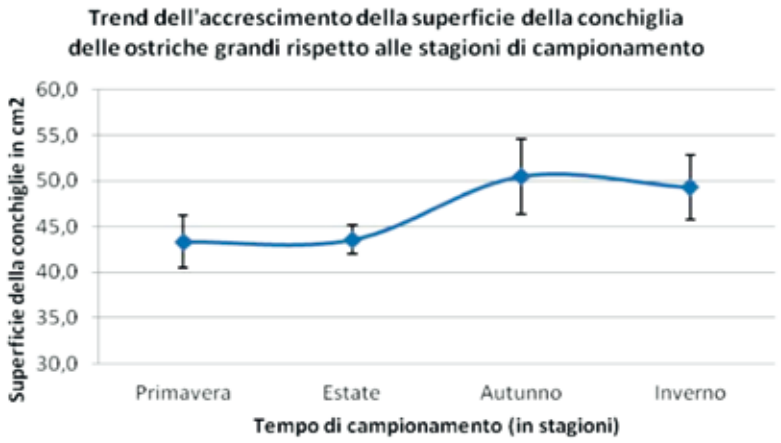
L'accrescimento dell'ostrica piatta, in condizioni di allevamento, dipende da molteplici fattori, quali la taglia e il peso iniziale, le caratteristiche del sito e delle modalità di allevamento (tipo di contenitore), la densità di stoccaggio iniziale, la disponibilità trofica del sito in termini quantitativi e qualitativi.
Per questo motivo è stato ideato un piano sperimentale che potesse consentire di valutare la crescita e la mortalità delle ostriche rispetto a tutte queste variabili.
La Tabella 8 mostra il piano sperimentale utilizzato nel progetto con i valori medi della superficie della conchiglia, il peso medio delle ostriche di tutti i contenitori utilizzati ad inizio e fine della sperimentazione con i relativi valori di deviazione standard.

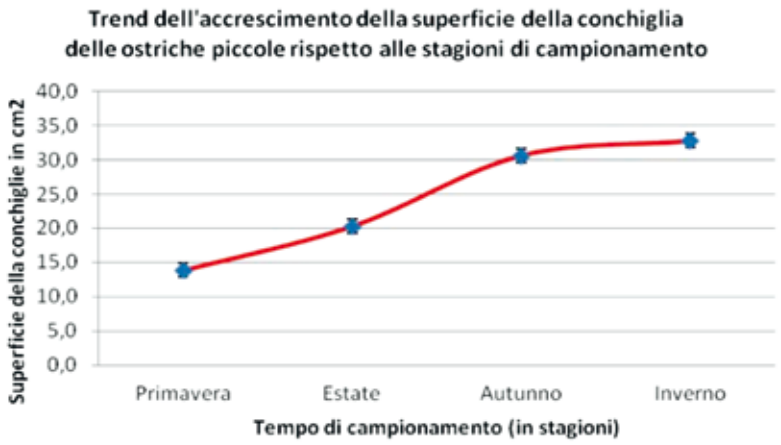
Tabella 8. Piano sperimentale e misure biometriche delle ostriche all'inizio (T0) e alla fine (T3) del progetto.
*Dev.st = deviazione standard; * = dati relativi al periodo di campionamento autunnale (T2)*

Taglia	Attrezzo	Impianto	Densità	Profondità	Replica	Superficie media (cm²) T0	Dev.st T0	Superficie media (cm²) T3	Dev.st T3	Peso medio (g) T0	Dev.st T0	Peso medio (g) T3	Dev.st T3
GRANDE	CESTA	Pescara-Francavilla	Bassa	4	1	40,8	7,3	51,6*	9,7*	83,5	6,0	128,0*	11,1*
					2	42,0	9,2	54,2*	14*	91,0	5,5	153,3*	10,5*
				8	1	41,6	7,8	54,2*	11,4*	84,0	4,2	142,5*	6,5*
					2	41,9	7,0	54,8*	13,2*	87,0	8,4	154,2*	13,7*
			Alta	4	1	46,1	8,1	56,2*	9,7*	101,5	19,8	151,3*	22,6*
					2	42,3	7,6	55*	10,0*	89,0	11,8	132,6*	15,4*
				8	1	40,7	7,7	54,8*	10,8*	86,5	3,8	136,2*	5,9*
					2	42,4	8,9	56,8*	12,1*	83,5	2,2	131,8*	10,8*
		Vasto	Bassa	4	1	39,0	7,4	51,1	8,6	83,1	6,1	167,5	14,8
					2	41,8	7,3	45,1	9,8	90,5	6,2	162,1	16,7
				8	1	40,8	7,7	48,4	12,6	85,0	7,9	201,6	32,9
					2	40,9	8,0	47,8	8,3	90,5	4,1	246,7	110,7
			Alta	4	1	40,9	7,5	44,2	8,9	83,5	6,3	134,1	12,0
					2	39,2	7,3	44,9	7,9	77,0	4,8	142,4	14,4
				8	1	41,2	8,8	50,6	9,9	86,3	9,6	150,3	11,8
					2	41,5	8,9	51,9	12,2	87,5	3,1	153,4	12,1
	Lanterna	Pescara-Francavilla	Bassa	4	1	45,1	11,1	45,0	7,7	89,6	5,1	210,7	99,0
					2	45,3	10,7	43,6	10,3	87,8	7,9	162,5	6,4
				8	1	46,7	8,6	48,4*	13,1*	97,7	4,1	113,4*	26,5*
					2	44,8	9,4	53,1	11,5	97,7	4,7	192,0	6,9
			Alta	4	1	41,2	7,2	46,3	8,7	86,2	9,9	138,9	12,0
					2	43,7	7,8	50,4	9,5	92,8	5,4	157,6	9,8
				8	1	47,0	9,9	50,4	9,7	99,5	4,2	149,5	8,2
					2	46,9	9,9	50,3	10,0	98,1	5,7	154,0	9,7
		Vasto	Bassa	4	1	45,4	9,7	46,1	9,8	91,4	8,1	245,8	60,0
					2	42,2	11,2	48,3	8,9	85,4	5,2	152,8	15,2
				8	1	47,1	11,0	54,5	8,4	104,7	14,1	239,3	38,1
					2	49,8	11,6	56,2	11,2	109,8	7,3	207,2	21,0
			Alta	4	1	44,5	9,4	53,4	10,7	97,0	5,2	172,7	8,7
					2	40,5	9,2	50,8	9,9	88,1	6,7	156,7	5,2
				8	1	47,8	9,9	52,2	10,1	99,2	3,6	173,5	20,5
					2	47,3	12,1	49,1	10,8	98,5	5,7	168,1	16,5
PICCOLA	Lanterna	Pescara	Media	4	1	15,0	4,5	25,7	7,0	16,8	2,3	56,7	1,7
				8	1	12,2	3,5	34,8	8,8	14,3	0,9	68,4	2,5
		Vasto	Media	4	1	15,2	4,5	35,5	7,9	17,0	2,1	67,6	11,0
				8	1	13,1	4,6	35,0	8,8	15,3	1,3	74,0	7,7

Per avere un idea complessiva della crescita durante il periodo di sperimentazione è stata effettuata una prima analisi unendo tutti i dati delle ostriche di taglia grande e quelli di taglia piccola.
La Figura 28 mostra, proprio l'andamento dell'accrescimento in termini di superfici medie della conchiglia per tutte le ostriche monitorate.

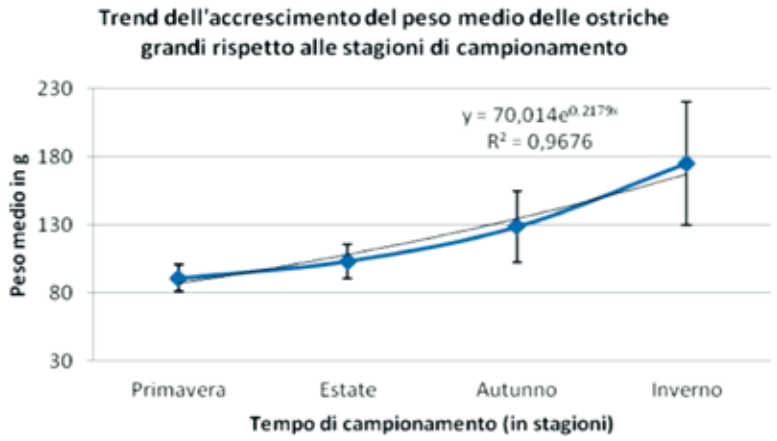
Figura 28. Andamenti dell'accrescimento delle superfici delle conchiglie rispetto alla stagione di campionamento

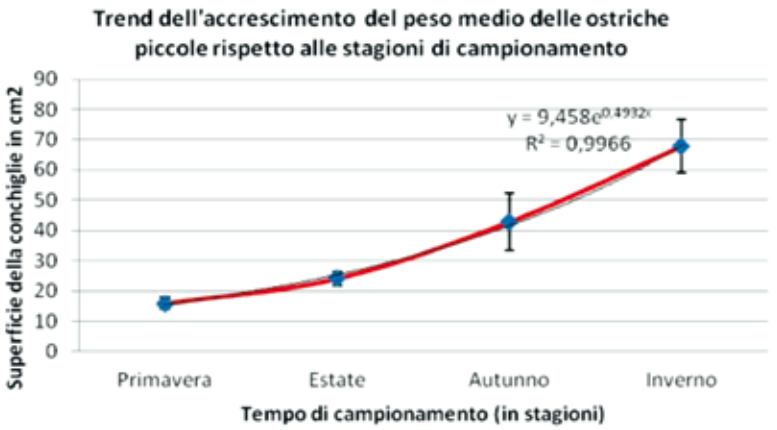




Nel complesso le ostriche grandi hanno avuto una crescita modesta in termini di incremento della superficie della conchiglia nel periodo estivo, seguita da un forte incremento durante il periodo autunnale e da una crescita ancora modesta nel periodo invernale. Le ostriche piccole, al contrario, hanno avuto durante tutto il periodo di sperimentazione una buona crescita, costante dalla fine della primavera alla fine dell'autunno, meno pronunciata nel periodo invernale.
Per quanto riguarda la crescita in termini di incremento ponderale (incremento del peso medio di tutte le ostriche) (Figura 29), è stato osservato un andamento esponenziale nel tempo sia per le ostriche piccole (R^2=0,99) sia per le ostriche di taglia grande (R^2=0,97), anche se, per queste ultime, in misura leggermente inferiore.

Figura 29. Andamenti di crescita di ostriche piatte grandi e piccole in funzione dell'incremento del peso medio





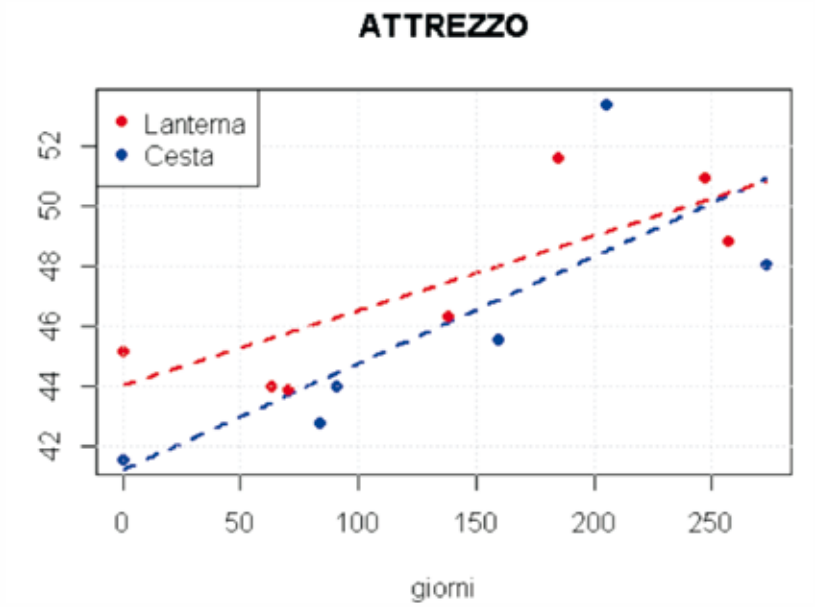
4.2.1 Accrescimento delle ostriche grandi

Per valutare l'efficacia delle diverse modalità di allevamento sperimentate, i dati relativi all'accrescimento delle ostriche grandi in termini di dimensioni della conchiglia e di peso medio di tutte le ostriche grandi sono stati messi in relazione con quattro variabili:
- tipo di contenitore;
- profondità di allevamento;
- densità di allevamento;
- luogo di allevamento.

Le differenze tra i tassi di accrescimento nelle varie condizioni sono state valutate utilizzando un modello di regressione lineare. Il modello ha consentito di valutare l'accrescimento in funzione del tempo e rispetto a ciascuna variabile.

La Figura 30 mostra la crescita delle ostriche grandi nel tempo in termini di incremento della superficie media della conchiglia, rispetto all'utilizzo di lanterne o ceste come contenitori.

Figura 30. Accrescimento delle ostriche grandi in termini di incremento della superficie media della conchiglia e in funzione del contenitore utilizzato



La Tabella 9 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 30, con il valore della superficie media iniziale delle ostriche grandi rispetto all'attrezzo utilizzato, con il tasso di crescita nel tempo in giorni per entrambi gli attrezzi, con l'errore standard per questi dati e con la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 9. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 30

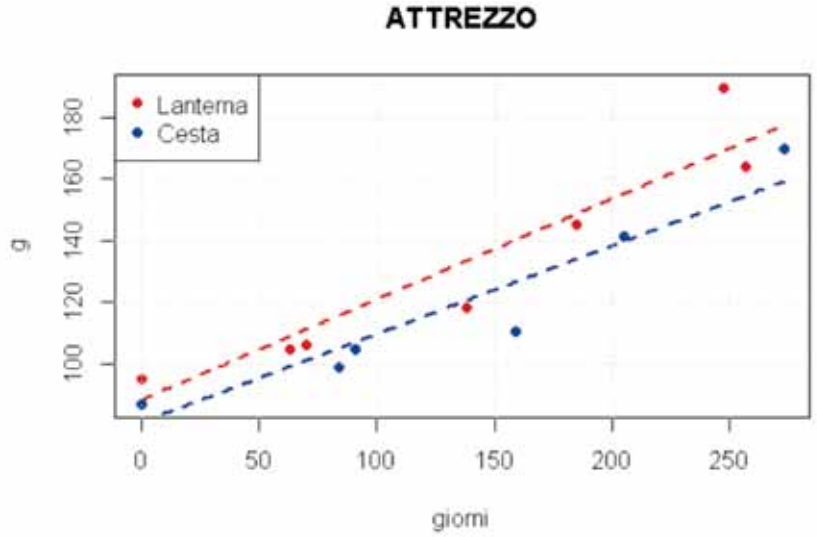
(Intercept)= superficie media al T0 in cm^2 per le ostriche delle ceste; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche delle ceste; ATTREZZO_LA_CELA = differenza della superficie media al T0 per le ostriche delle lanterne; TEMPO_GG:ATTREZZO_LA_CELA = differenza del tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche delle lanterne; Signif, codes = valori di significatività

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	41,203046	0,169957	242,432	< 2e-16 ***
TEMPO_GG	0,035564	0,001235	28,791	< 2e-16 ***
ATTREZZO_LA_CELA	2,814250	0,234232	12,015	< 2e-16 ***
TEMPO_GG:ATTREZZO_LA_CELA	-0,010669	0,001705	-6,259	3,97e-10 ***

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1				

All'inizio della sperimentazione le ostriche grandi poste nelle ceste presentavano una superficie media di 41,2 ± 0,2 cm^2 ed erano significativamente più piccole di 2,8 ± 0,2 cm^2 rispetto a quelle poste nelle lanterne. Le ostriche nelle ceste hanno fatto registrare un incremento medio giornaliero della superficie di 0,036 ± 0,001 cm^2, mentre le ostriche nelle lanterne sono cresciute con un tasso significativamente inferiore, pari a 0,025 ± 0,001 cm^2 al giorno. Alla fine della sperimentazione la superficie media delle conchiglie delle ostriche poste nelle ceste (51,0 ± 11,2 cm^2) risultava significativamente maggiore ($p<0,05$) di quella delle ostriche poste nelle lanterne (49,9 ± 10,3 cm^2).
La Figura 31 mostra la crescita delle ostriche grandi nel tempo in termini di incremento del peso medio, rispetto all'utilizzo di lanterne o ceste come contenitori.

Figura 31. Accrescimento delle ostriche grandi in termini di incremento del peso medio in funzione del contenitore utilizzato



La Tabella 10 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 31, con i valori dei pesi medi iniziali delle ostriche grandi rispetto all'attrezzo utilizzato, con il tasso di crescita nel tempo in giorni per entrambi gli attrezzi, con l'errore standard per questi dati e con la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 10. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 31

(Intercept)= peso medio al T0 in g per le ostriche delle ceste; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche delle ceste; ATTREZZO_LA_CELA = differenza del peso medio in g al T0 per le ostriche delle lanterne; TEMPO_GG:ATTREZZO_LA_CELA = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche delle lanterne; Signif, codes = valori di significatività

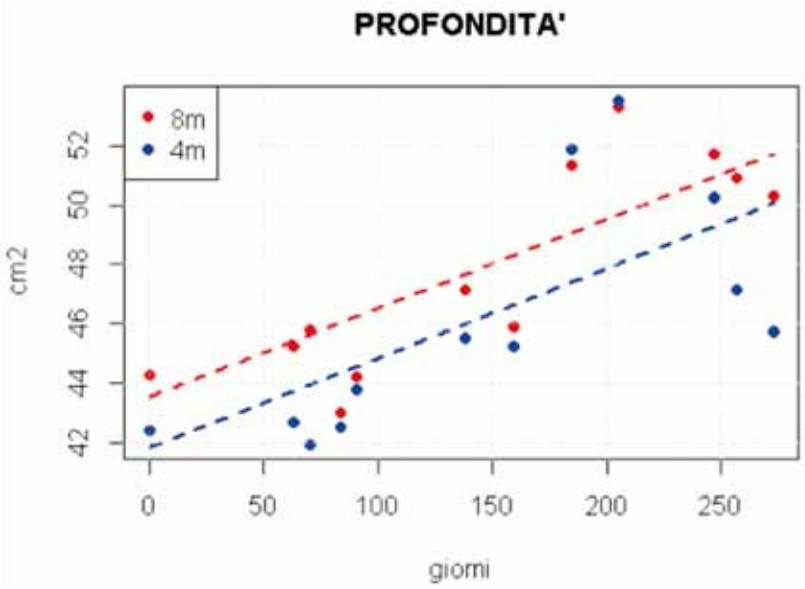
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	80,89670	2,40054	33,699	<2e-16 ***
TEMPO_GG	0,28647	0,01602	17,881	<2e-16 ***
ATTREZZO_LA_CELA	7,28678	3,31017	2,201	0,0281 *
TEMPO_GG:ATTREZZO_LA_CELA	0,03991	0,02203	1,811	0,0706 ,

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione le ostriche poste nelle ceste presentavano un peso medio di 80,9 ± 2,4 g, significativamente minore (P=0,03) a quello delle ostriche poste nelle lanterne (88,1 ± 3,1 g). L'incremento giornaliero del peso medio, tuttavia, anche se di poco, non è risultato significativamente diverso nei due gruppi di ostriche (p=0,07).
Nel complesso, quindi, le ostriche grandi poste nelle ceste hanno presentato un accrescimento maggiore rispetto a quelle poste nelle lanterne per quanto riguarda la superficie della conchiglia, ma non per quanto riguardava il peso.

La Figura 32 mostra la crescita delle ostriche grandi nel tempo in termini di incremento della superficie media della conchiglia, rispetto alla profondità di allevamento.

Figura 32. Accrescimento delle ostriche grandi in termini di incremento della superficie media della conchiglia e in funzione della profondità di stabulazione



La Tabella 11 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 32, con i valori della superficie media della conchiglia iniziali delle ostriche grandi rispetto alla profondità utilizzata, con il tasso di crescita nel tempo in giorni ad entrambe le profondità, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 11. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 32

(Intercept)= superficie media al T0 in cm^2 per le ostriche a 4 metri di profondità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche a 4 metri di profondità; as,factor(PROF_M)8 = differenza della superficie media al T0 per le ostriche a 8 metri di profondità; TEMPO_GG: factor(PROF_M)8 = differenza del tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche a 8 metri di profondità; Signif, codes = valori di significatività

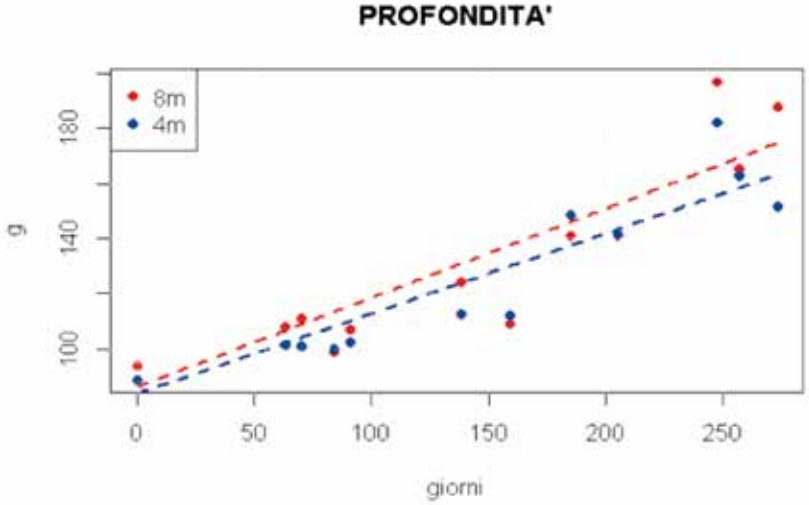
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	41,8291410	0,1654955	252,751	< 2e-16 ***
TEMPO_GG	0,0301203	0,0011972	25,160	< 2e-16 ***
as,factor(PROF_M)8	1,7050609	0,2342219	7,280	3,5e-13 ***
TEMPO_GG:as,factor(PROF_M)8	-0,0001951	0,0017050	-0,114	0,909

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione, le ostriche poste ad una profondità di 4 m presentavano una superficie media di 41,8 ± 0,2 cm^2 ed erano significativamente ($p=3,5*10^{-13}$) più piccole rispetto a quelle posizionate a 8 m di profondità. Nel tempo, le ostriche a 8 e a 4 metri hanno avuto un incremento giornaliero della superficie media simile (0,03 ± 0,001 cm^2), senza differenze statistiche significative.

La Figura 33 mostra la crescita delle ostriche grandi nel tempo in termini di incremento del peso medio rispetto alla profondità di stabulazione.

Figura 33. Accrescimento delle ostriche grandi in termini di incremento del peso medio in funzione della profondità di stabulazione



La Tabella 12 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 33, con i valori dei pesi medi iniziali delle ostriche grandi rispetto alla profondità utilizzata, con il tasso di crescita nel tempo in giorni ad entrambe le profondità, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 12. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 33

(Intercept)= peso medio in gr per le ostriche a 4 metri di profondità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche a 4 metri di profondità; as,factor(PROF_M)8 = differenza di peso medio al T0 per le ostriche a 8 metri di profondità; TEMPO_GG: factor(PROF_M)8 = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche a 8 metri di profondità; Signif, codes = valori di significatività

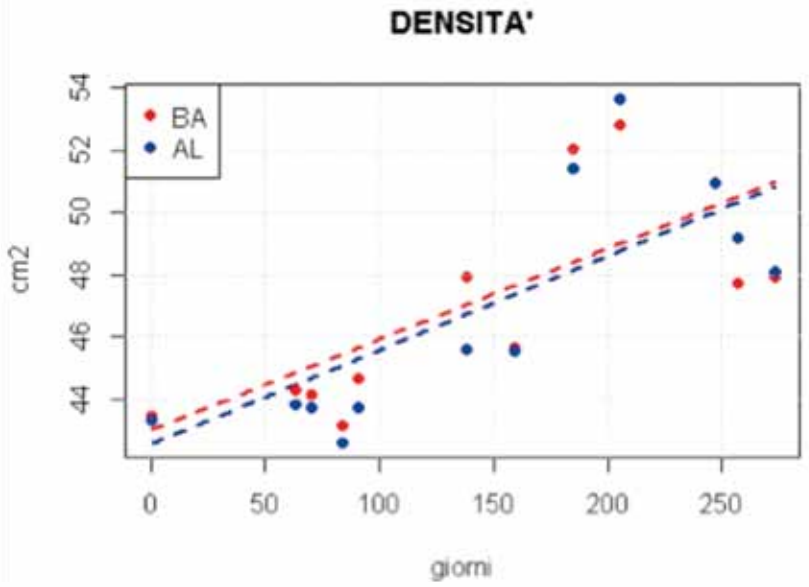
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	83,42736	2,38394	34,996	<2e-16 ***
TEMPO_GG	0,29198	0,01579	18,495	<2e-16 ***
as,factor(PROF_M)8	2,52480	3,37367	0,748	0,455
TEMPO_GG:as,factor(PROF_M)8	0,03265	0,02245	1,454	0,146

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione, le ostriche poste a 4 m e 8 m di profondità non presentavano differenze di peso medio statisticamente significative (83,4 ± 2,4 g e di 85,9 ± 3,2 g rispettivamente P=0,5). Durante la sperimentazione, il tasso di incremento ponderale giornaliero dei due gruppi non ha presentato differenze significative, sebbene risultasse leggermente più alto per le ostriche poste a 8 metri di profondità. La profondità di allevamento non sembra quindi essere un fattore discriminante per la crescita in termini di incremento sia della superficie della conchiglia sia del peso.

La Figura 34 mostra la crescita delle ostriche grandi nel tempo in termini di incremento della superficie media della conchiglia rispetto alla densità di allevamento. La densità è stata calcolata come il rapporto tra la superficie complessiva occupata dalle ostriche rispetto alla superficie del piano in cui si trovavano ed è stata divisa in due categorie al momento dell'allestimento delle ceste e delle lanterne: densità alta, corrispondente a 40 ostriche per piano, e densità bassa, corrispondente a 20 ostriche per piano.

Figura 34. Accrescimento delle ostriche grandi in termini di incremento della superficie media della conchiglia in funzione della densità di stoccaggio



La Tabella 13 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 34, con i valori della superficie media della conchiglia iniziali delle ostriche grandi rispetto alla densità di stoccaggio, con il tasso di crescita nel tempo in giorni, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 13. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 34

(Intercept)= superficie media al T0 in cm^2 per le ostriche ad alta densità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche ad alta densità; DENSITA_AL_BABA = differenza della superficie media al T0 per le ostriche a bassa densità; TEMPO_GG:DENSITA_AL_BABA = differenza del tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche a bassa densità; Signif, codes = valori di significatività

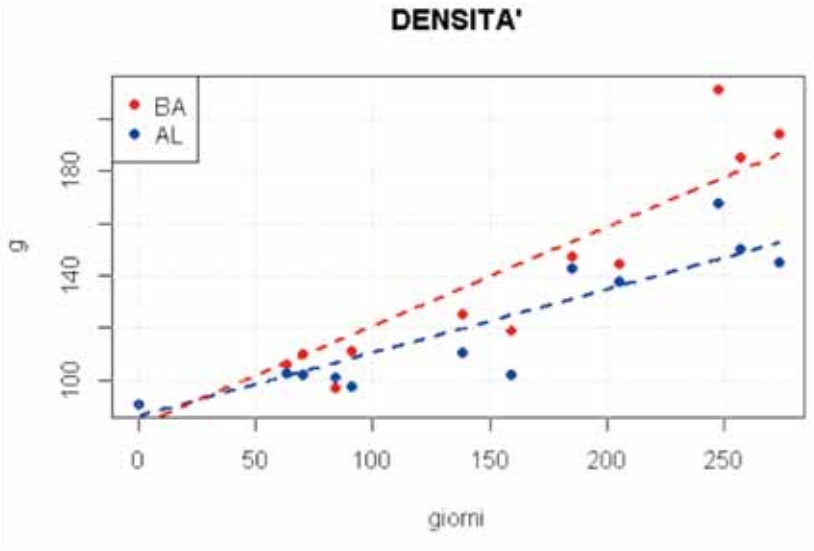
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	42,533228	0,143754	295,874	<2e-16 ***
TEMPO_GG	0,030310	0,001035	29,277	<2e-16 ***
DENSITA_AL_BABA	0,452382	0,249690	1,812 0	,070 ,
TEMPO_GG:DENSITA_AL_BABA	-0,001049	0,001839	-0,570	0,569

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione, le ostriche mantenute a bassa e alta densità non presentavano differenze significative nella superficie media della conchiglia. Anche durante la sperimentazione non sono state riscontrate differenze significative nei tassi di crescita della conchiglia tra le densità considerate. Questo dato suggerisce che le due densità utilizzate in questo esperimento non influenzino l'accrescimento della superficie della conchiglia dell'ostrica piatta.

La Figura 35 mostra la crescita delle ostriche grandi nel tempo in termini di incremento del peso medio rispetto alla densità di allevamento.

Figura 35. Accrescimento delle ostriche grandi in termini di incremento del peso medio in funzione della densità di allevamento



La Tabella 14 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 35, con i valori dei pesi medi iniziali delle ostriche grandi rispetto alla densità di stoccaggio, con il tasso di crescita nel tempo in giorni, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 14. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 35

(Intercept)= peso medio al T0 in g per le ostriche ad alta densità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche ad alta densità; DENSITA_AL_BABA = differenza di peso medio al T0 per le ostriche a bassa densità; TEMPO_GG:DENSITA_AL_BABA = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche a bassa densità; Signif, codes = valori di significatività

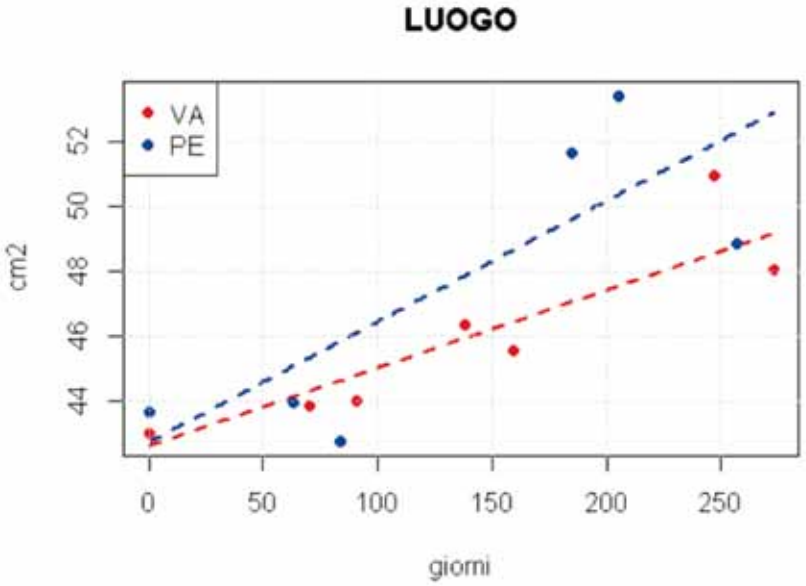
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	86,27723	2,25556	38,251	< 2e-16 ***
TEMPO_GG	0,24226	0,01484	16,321	< 2e-16 ***
DENSITA_AL_BABA	-3,43611	3,19486	-1,076	0,283
TEMPO_GG:DENSITA_AL_BABA	0,13707	0,02127	6,445	2,41e-10 ***

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

Inizialmente tra le ostriche a bassa e ad alta densità non sono state riscontrate differenze significative in termini di peso, nel tempo però i tassi di crescita sono stati significativamente differenti ($p=2,4*10^{-10}$). Le ostriche caricate a bassa densità hanno avuto un incremento in peso nettamente maggiore rispetto a quelle caricate ad alta densità arrivando ad avere un peso medio a fine sperimentazione di 198,5 ± 55,2 g contro i 154,3± 16,5 g delle ostriche ad alta densità ($P<0,05$).

La Figura 36 mostra la crescita delle ostriche grandi nel tempo in termini di incremento della superficie media rispetto al sito d'allevamento.

Figura 36. Accrescimento delle ostriche grandi in termini di incremento della superficie media della conchiglia in funzione del sito di allevamento



La Tabella 15 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 36, con i valori della superficie media della conchiglia iniziali delle ostriche grandi rispetto al luogo di allevamento, con il tasso di crescita nei due siti, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 15. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 36

(Intercept)= superficie media al T0 in cm^2 per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; LUOGO_PE_VAVA = differenza della superficie media al T0 per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA = differenza del tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; Signif, codes = valori di significatività

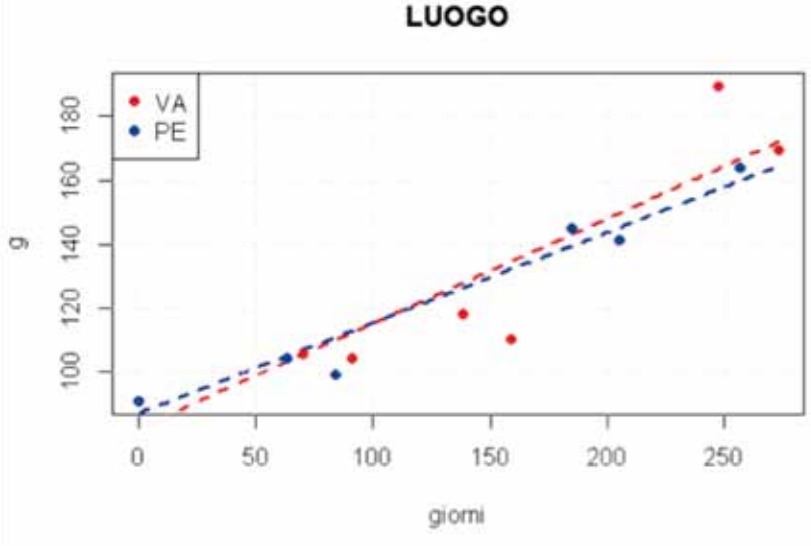
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	42,731247	0,166925	255,991	<2e-16 ***
TEMPO_GG	0,037169	0,001238	30,021	<2e-16 ***
LUOGO_PE_VAVA	-0,108619	0,234030	-0,464	0,643
TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA	-0,013218	0,001706	-7,746	1e-14 ***

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1				

All'inizio della sperimentazione, le ostriche grandi posizionate nei due impianti non presentavano differenze significative nelle dimensioni della conchiglia. Le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l. di Vasto avevano una superficie media di 42,6 ± 0,2 cm^2 e quelle dell'impianto Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla presentavano una superficie media di 42,7 ± 0,2 cm^2 (P=0.64). Durante la sperimentazione, l'incremento medio giornaliero della conchiglia è stato significativamente inferiore nelle ostriche poste nell'impianto di Vasto rispetto a quelle poste nell'impianto di Pescara-Francavilla (0,024 ± 0,002 cm^2 contro 0,037 ± 0,001 cm^2, rispettivamente con $P=1*10^{-14}$). Al termine della sperimentazione la superficie media delle ostriche di Pescara-Francavilla era di 51,1 ± 3.2 cm^2 rispetto ai 49,5 ± 2,1 cm^2 riscontrati per le ostriche allevate a Vasto.

La figura 37 mostra la crescita delle ostriche grandi nel tempo in termini di incremento del peso medio rispetto al sito d'allevamento.

Figura 37. Accrescimento delle ostriche grandi in termini di incremento del peso medio in funzione del sito di allevamento



La Tabella 16 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 37, con i valori dei pesi medi iniziali delle ostriche grandi rispetto al luogo di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni tra i due siti, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 16. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 37

(Intercept)= peso medio in g per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; LUOGO_PE_VAVA = differenza del peso medio al T0 per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; Signif, codes = valori di significatività

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	87,16361	2,43730	35,762	<2e-16 ***
TEMPO_GG	0,28302	0,01691	16,736	<2e-16 ***
LUOGO_PE_VAVA	-4,63916	3,39619	-1,366	0,1725
TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA	0,04467	0,02276	1,963	0,0501 ,

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione, le ostriche grandi posizionate nei due impianti non presentavano differenze di peso medio statisticamente significative (P=0,2). Le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l. di Vasto presentavano una peso medio di 82,5 ± 3,4 g e quelle posizionate nell'impianto Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla di 87,2 ± 2,4 g. Durante la sperimentazione, le ostriche dell'impianto di Vasto hanno fatto registrare un incremento medio giornaliero del peso superiore rispetto a quelle di Pescara-Francavilla, anche se la differenza non è risultata significativa per poco (P=0,0501).

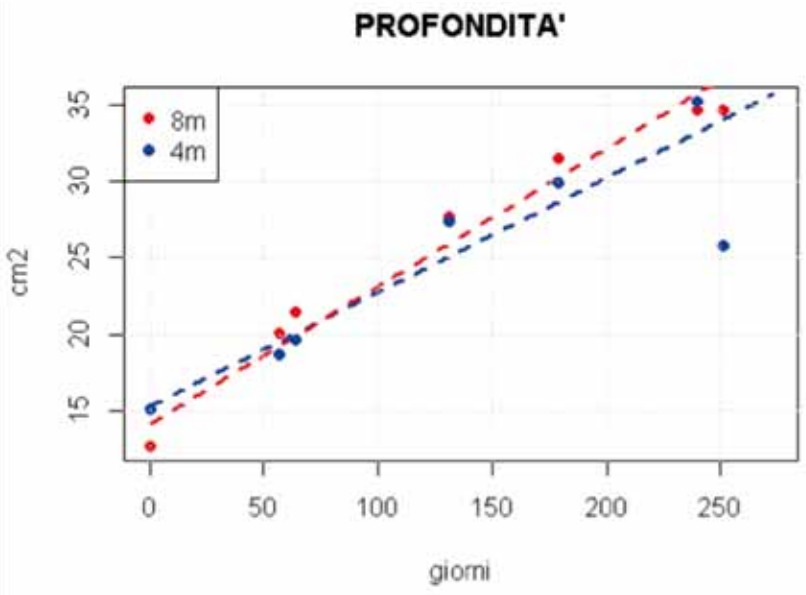
In conclusione, le ostriche piatte allevate nel sito di allevamento Acquachiara s.r.l. di Vasto hanno fatto registrare performance di accrescimento inferiori rispetto a quelle allevate nell'impianto Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla in termini di incremento della superficie media della conchiglia, ma leggermente superiori in termini di incremento del peso medio giornaliero.

4.2.2 Accrescimento delle ostriche piccole

Anche per le ostriche piccole l'efficacia delle diverse modalità di allevamento sperimentate è stata valutata utilizzando un modello di regressione lineare per l'incremento della superficie media della conchiglia e per l'incremento del peso medio. Entrambi i modelli hanno valutato l'accrescimento in funzione del tempo e rispetto alle singole variabili, profondità e sito di allevamento.

La Figura 38 mostra la crescita delle ostriche piccole nel tempo in termini di incremento medio della superficie della conchiglia, rispetto alla profondità di allevamento.

Figura 38. Accrescimento delle ostriche piccole in termini di incremento della superficie media della conchiglia e in funzione della profondità di allevamento



La Tabella 17 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione relativi alla Figura 38, con i valori della superficie media della conchiglia iniziali delle ostriche piccole rispetto alla profondità di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 17. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della figura 38

(Intercept)= superficie media al T0 in cm^2 per le ostriche a 4 metri di profondità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche a 4 metri di profondità; as,factor(PROF_M)8 = differenza della superficie media al T0 per le ostriche a 8 metri di profondità; TEMPO_GG: factor(PROF_M)8 = differenza del tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche a 8 metri di profondità; Signif, codes = valori di significatività

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	15,252218	0,230751	66,098	< 2e-16 ***
TEMPO_GG	0,074621	0,001823	40,940	< 2e-16 ***
as,factor(PROF_M)8	-1,157031	0,324225	-3,569	0,000363 ***
TEMPO_GG:as,factor(PROF_M)8	0,015360	0,002456	6,253	4,43e-10 ***

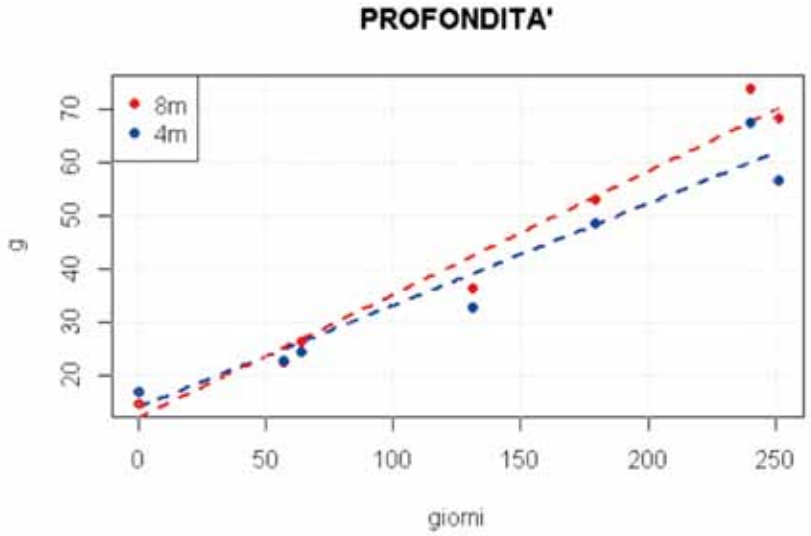
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1				

All'inizio della sperimentazione, le ostriche piccole poste nelle lanterne ad una profondità di 4 m presentavano una superficie media della conchiglia pari a 15,3 ± 0,2 cm^2 ed erano significativamente più grandi ($P=4*10^{-4}$) di quelle caricate nelle lanterne a 8 m di profondità. Durante la sperimenta-

zione, tuttavia, le ostriche poste nelle lanterne a 8 metri hanno avuto un incremento medio giornaliero della superficie significativamente maggiore rispetto a quelle poste a 4 m di profondità (0,09 ± 0,002 cm^2 rispetto a 0,08 ± 0,002 cm^2; $P=4,4*10^{-10}$). Al termine della sperimentazione, la superficie media delle ostriche poste a 8 metri era di 34,6 ± 1,2 cm^2 contro i 30,5 ± 6,5 cm^2 delle ostriche poste a 4 m.

La Figura 39 mostra la crescita delle ostriche piccole nel tempo in termini di incremento del peso medio rispetto alla profondità di allevamento.

Figura 39. Accrescimento delle ostriche piccole in termini di incremento del peso medio in funzione della profondità di allevamento



La Tabella 18 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 39, con i valori dei pesi medi iniziali delle ostriche piccole rispetto alla profondità di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 18. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 39

(Intercept)= peso medio in gr per le ostriche a 4 metri di profondità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche a 4 metri di profondità; as,factor(PROF_M)8 = differenza di peso medio al T0 per le ostriche a 8 metri di profondità; TEMPO_GG: factor(PROF_M)8 = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche a 8 metri di profondità; Signif, codes = valori di significatività

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	14,10716	1,41477	9,971	2,49e-15 ***
TEMPO_GG	0,19141	0,01001	19,130	< 2e-16 ***
as,factor(PROF_M)8	-1,93809	1,99394	-0,972	0,33422
TEMPO_GG:as,factor(PROF_M)8	0,03994	0,01376	2,903	0,00487 **

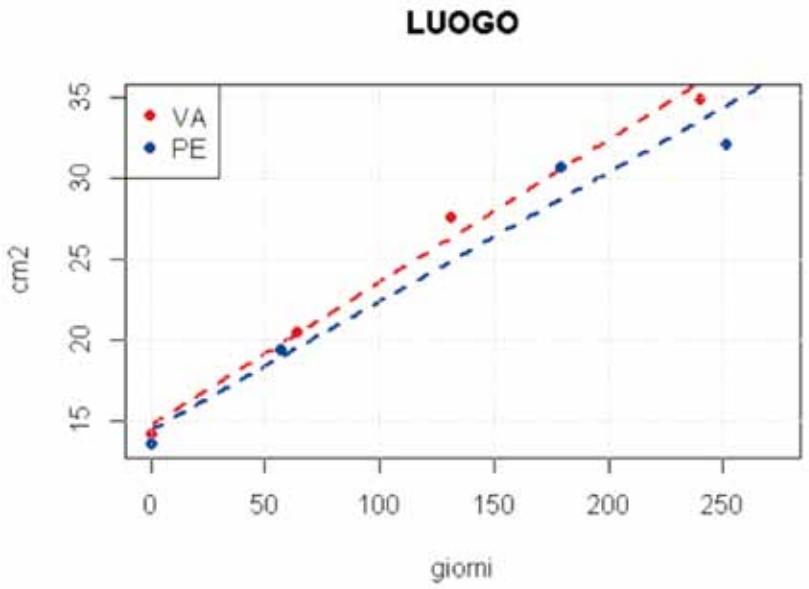
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Le ostriche piccole caricate inizialmente nelle lanterne ad una profondità di 4 m presentavano un peso medio di 14,1 ± 1,4 g non significativamente differente da quelle caricate nelle lanterne a 8 m di profondità. Durante la sperimentazione, tuttavia, le ostriche poste nelle lanterne a 8 metri hanno avuto un incremento giornaliero del peso medio significativamente maggiore rispetto a quelle poste a 4 m di profondità (0,23 ± 0,01 g contro 0,19

± 0,01 g; p=0,005). Per le ostriche piccole l'allevamento alla profondità di 8 metri sembra quindi un fattore ottimale per la crescita rispetto alla profondità di 4 m, in termini di incremento sia della superficie della conchiglia sia del peso.

La Figura 40 mostra la crescita delle ostriche piccole nel tempo in termini di incremento della superficie media rispetto al sito di allevamento.

Figura 40. Accrescimento delle ostriche piccole in termini di incremento della superficie media della conchiglia in funzione del sito di allevamento



La Tabella 19 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 40, con i valori iniziali della superficie media della conchiglia delle ostriche piccole rispetto al luogo di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni tra i due siti, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 19. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 40

(Intercept)= superficie media al T0 in cm^2 per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; LUOGO_PE_VAVA = differenza della superficie media al T0 per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA = differenza del tasso di crescita giornaliero in cm^2 per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; Signif, codes = valori di significatività

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	14,400071	0,229365	62,782	< 2e-16 ***
TEMPO_GG	0,079744	0,001648	48,380	< 2e-16 ***
LUOGO_PE_VAVA	0,349252	0,324611	1,076	0,282030
TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA	0,008348	0,002454	3,402	0,000675 ***

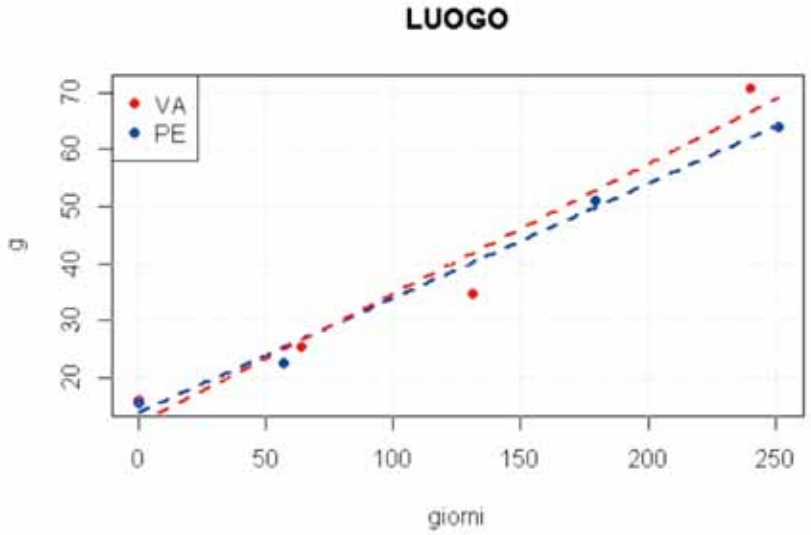
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione, le ostriche piccole posizionate nei due impianti non presentavano differenze significative nelle dimensioni della conchiglia (P=0,3). Le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l. di Vasto avevano una superficie media di di 14,8 ± 0,3 cm^2 e quelle dell'impianto Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla presentavano una superficie media di 14,4 ± 0,2 cm^2. Durante la sperimentazione, l'incremento medio giornaliero della superficie delle ostriche dell'impianto di Vasto è stato significativamente maggiore ($P=6*10^{-4}$) rispetto a quello delle ostriche allevate a

Pescara-Francavilla (0,09 ± 0,002 cm^2 contro 0,08 ± 0,001 cm^2, rispettivamente). Al termine della sperimentazione, la superficie media delle ostriche di Vasto era 34,9 cm^2, rispetto ai 30,2 cm^2 nelle ostriche poste a Pescara-Francavilla.
Il sito di allevamento Acquachiara s.r.l. di Vasto ha registrato una performance di accrescimento superiore a quella dell'impianto Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla in termini di incremento della superficie della conchiglia delle ostriche.

La Figura 41 mostra la crescita delle ostriche piccole nel tempo in termini di incremento del peso medio rispetto al sito d'allevamento.

Figura 41. Accrescimento delle ostriche piccole in termini di incremento del peso medio in funzione del sito di allevamento



La Tabella 20 mostra i coefficienti relativi all'analisi di regressione riferita alla Figura 41, con i valori dei pesi medi iniziali delle ostriche grandi rispetto al luogo di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 20. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 41

(Intercept)= peso medio in g per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; LUOGO_PE_VAVA = differenza del peso medio al T0 per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; Signif, codes = valori di significatività

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	13,869982	1,490973	9,303	4,47e-14 ***
TEMPO_GG	0,200929	0,009929	20,237	< 2e-16 ***
LUOGO_PE_VAVA	-1,796425	2,099660	-0,856	0,3950
TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA	0,026193	0,014472	1,810	0,0744 ,

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1				

All'inizio della sperimentazione, le ostriche piccole posizionate nei due impianti non presentavano differenze di peso medio statisticamente significative (P=0,3). Le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l. di Vasto presentavano una peso medio di 12,1 ± 2,1 g e quelle dell'impianto Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla di 13,9 ± 1,5 g. Durante la sperimentazione, non

sono state registrate differenze significative nell'incremento medio giornaliero del peso dei due gruppi sperimentali (p=0,07), sebbene le ostriche piccole allevate a Vasto abbiano presentato tassi di incremento ponderale leggermente superiori.
In conclusione, per le ostriche piccole, l'allevamento nel sito Acquachiara s.r.l. di Vasto ha fatto registrare performance di accrescimento migliori rispetto a quelle osservate nell'impianto Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla sia in termini di incremento della superficie della conchiglia, anche se in misura non significativa, sia in termini di l'incremento del peso medio giornaliero.

4.3 Verifica della sopravvivenza e della mortalità delle ostriche piatte allevate

Un primo dato relativo alla mortalità è stato preso al momento della selezione iniziale delle ostriche destinate alla misurazione dell'accrescimento (T0 vedi Tabella 6). Questo primo dato, rilevato tra la metà di aprile e la metà di giugno 2014, ha riguardato quindi, il periodo di tempo compreso tra l'acquisto delle ostriche dai pescatori professionali e il trasferimento nell'impianto Acquachiara s.r.l.
Durante questo periodo, le ostriche sono state mantenute in contenitori (lanterne e ceste) a densità molto elevate. La mortalità registrata è stata circa del 10% dovuta presumibilmente allo stress dell'azione di pesca e del trasporto e al mantenimento ad elevate densità.
Tutte le ostriche acquistate e non utilizzate nella fase di rilevazione dell'accrescimento sono state, al tempo T0, distribuite in ceste e lanterne seguendo le medesime modalità del piano sperimentale. A fine progetto (campionamento del 4 marzo 2015), alcune delle suddette ceste e lanterne, scelte in modo casuale, sono state controllate per avere un dato complessivo della sopravvivenza dopo circa 10 mesi di immersione. Su tali contenitori non è stato svolto alcun tipo di operazione di pulizia, al fine di poter valutare "l'effetto manutenzione" che invece è stato eseguito con regolarità sulle lanterne e sulle ceste utilizzate nel monitoraggio per la rilevazione dell'accrescimento.
La sopravvivenza rilevata su ostriche piccole, mantenute nelle lanterne, è stata pari al 62,3 %; per le ostriche grandi, mantenute nelle lanterne e nelle ceste, è stata più bassa, con un valore finale del 54,4%.
La sera del 4 marzo è iniziata una forte mareggiata che, protrattasi per tre giorni, ha danneggiato tutti gli impianti per l'allevamento di mitili della costa abruzzese portando via galleggianti, reste, ceste e lanterne dai travi. Le condizioni del mare, l'emergenza sugli impianti per la messa in sicurezza delle attrezzature e la scadenza dei termini progettuali non hanno permesso di completare l'ultimo monitoraggio di verifica della mortalità e dell'accrescimento sulle ceste contenenti ostriche grandi per l'impianto Mitilmare s.r.l. di Pescara-Francavilla. Quindi, l'elaborazione dei dati relativi alla sopravvivenza e mortalità delle ostriche utilizzate nella sperimentazione della verifica dell'accrescimento non ha tenuto conto di 1200 ostriche grandi poste nelle ceste e di 200 ostriche grandi poste in una lanterna del suddetto impianto.

4.3.1 Mortalità delle ostriche grandi utilizzate nella verifica dell'accrescimento

I dati relativi alla sopravvivenza e mortalità delle ostriche grandi monitorate per la verifica dell'accrescimento nelle 4 stagioni annuali sono riportati in Tabella 21.

Tabella 21. Dati relativi alla sopravvivenza e mortalità delle ostriche grandi nelle 4 stagioni annuali monitorate

Ostriche Grandi	Primavera (T0)	Estate (T1)	Autunno (T2)	Inverno (T3)
N° Ostriche vive	3401	2941	2223	2013
N° Ostriche morte rilevate	0	447	685	61
N° ostriche mancanti tra un campionamento e un altro	-	13	33	149
Sopravvivenza	100	86,5	65,4	59,2
Mortalità	0,0	13,2	23,6	2,9

La sopravvivenza finale di tutte le ostriche grandi utilizzate nella verifica dell'accrescimento è stata del 59,2 %, appena il 5% in più rispetto a quella delle ostriche grandi, caricate nelle lanterne e ceste ad inizio progetto e non soggette ad alcun tipo di manutenzione.
Il valore di mortalità più alto è stato registrato nel campionamento di fine autunno (23,6%), mentre la mortalità più bassa è stata registrata nel campionamento invernale (2,9%). In inverno però, probabilmente a causa delle condizioni meteo-marine sfavorevoli, dell'usura dei contenitori che si trovavano in acqua ormai da diversi mesi e del *biofouling* cresciuto sugli stessi, è stato registrato il maggior numero di ostriche mancanti rispetto al campionamento precedente (149 individui), incidendo sulla percentuale sopravvivenza complessiva dell'allevamento.
Inoltre, così come è stato fatto per la verifica dell'accrescimento, sono stati analizzati statisticamente i fattori che hanno potuto influenzare in modo significativo la mortalità. Per far questo le variabili dipendenti (profondità, luogo di campionamento, attrezzo utilizzato e densità) sono state testate utilizzando un modello di regressione logistico. Il modello ha consentito di valutare la mortalità in funzione del tempo e rispetto a ciascuna variabile (vedi Tabella 22).

Tabella 22. Coefficienti del modello logistico utilizzato per valutare le relazioni tra mortalità delle ostriche grandi e le variabili: densità di stoccaggio, tipologia di contenitore, profondità e luogo in funzione del tempo.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	-3,1651857	0,1002412	-31,576	< 2e-16 ***
TEMPO_GG	0,0050889	0,0002888	17,623	< 2e-16 ***
DENSITA_PERC	0,9251826	0,1270711	7,281	3,32e-13 ***
ATTREZZO_LA_CELA	-0,4535904	0,0711613	-6,374	1,84e-10 ***
as,factor(PROF_M)8	0,0760047	0,0518287	1,466	0,143
LUOGO_PE_VAVA	0,0177498	0,0525889	0,338	0,736
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1				

La Tabella 22 indica che le ostriche grandi hanno una maggior probabilità di morire man mano che passa il tempo. Tra i fattori considerati, un'alta densità di stoccaggio delle ostriche e l'utilizzo delle ceste come contenitore contribuiscono in modo significativo ad incrementare la mortalità nel tempo ($P=3,3*10^{-13}$ e $P=1,8*10^{-10}$ rispettivamente). Al contrario la profondità e il luogo di allevamento non hanno un effetto statisticamente significativo sul tasso di mortalità delle ostriche grandi (P=0,143 e P=0,736 rispettivamente).

4.3.2 Mortalità delle ostriche piccole utilizzate nella verifica dell'accrescimento

I dati relativi alla sopravvivenza e mortalità per le ostriche piccole utilizzate nel monitoraggio per la verifica dell'accrescimento sono riportati in Tabella 23.

Tabella 23. Dati relativi alla sopravvivenza e mortalità delle ostriche piccole nelle 4 stagioni annuali monitorate

Ostriche piccole	Primavera (T0)	Estate (T1)	Autunno (T2)	Inverno (T3)
N° Ostriche vive	1202	1043	881	710
N° Ostriche morte rilevate	0	151	160	12
N° ostriche mancanti tra un campionamento e un altro	-	8	2	159
Sopravvivenza	100	86,8	73,3	59,1
Mortalità	0,0	12,6	15,4	1,7

La sopravvivenza finale delle ostriche piccole utilizzate nella sperimentazione è stata del 59,1%, valore inferiore di circa il 3% rispetto al dato finale registrato sulle ostriche piccole caricate nelle lanterne ad inizio progetto e sulle quali non è stato effettuato alcun tipo di manutenzione (62,3%). Questo tasso di sopravvivenza è però fortemente dipendente dall'elevato numero di ostriche piccole perse durante il periodo invernale (159 individui) a causa del danneggiamento di alcuni piani di due lanterne poste a 4 m di profondità per le condizioni del mare. Senza questa perdita e utilizzando la stessa mortalità registrata in inverno, la sopravvivenza finale per le ostriche piccole nella sperimentazione sarebbe potuta essere molto più alta (72%).
La mortalità delle ostriche piccole, infatti, è stata più bassa di quella delle ostriche grandi, in tutte le date di campionamento e in special modo durante il campionamento autunnale nel quale è stata registrata la mortalità più alta per entrambe le taglie delle ostriche (Tabelle 22-23).
Anche per le ostriche piccole è stato utilizzato un modello di regressione logistico in funzione del tempo al fine di valutare in che modo la variabile indipendente "mortalità" fosse influenzata dalle variabili dipendenti "profondità" e "luogo di allevamento".
La Tabella 24 indica come le ostriche piccole, confrontate con quelle grandi, hanno tendenza a morire significativamente meno nel tempo ($P=1,23*10^{-4}$). Tra le variabili considerate, il posizionamento delle ostriche piccole ad una profondità di 8 m diminuisce in modo altamente significativo ($P=1,95*10^{-9}$) la mortalità. Tra i due siti di allevamento, infine, l'impianto di Vasto mostra una mortalità significativamente maggiore (p=0,015) rispetto alla mortalità delle ostriche piccole poste nell'impianto Mitilmare.s.r.l.

Tabella 24. Coefficienti del modello logistico utilizzato per valutare le relazioni tra mortalità delle ostriche piccole e le variabili densità di stoccaggio, profondità e luogo in funzione del tempo.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	-5.246455	0.382347	-13.722	< 2e-16 ***
TEMPO_GG	-0.004539	0.001182	-3.839	0.000123 ***
as.factor(PROF_M)8	-0.775748	0.129252	-6.002	1.95e-09 ***
LUOGO_PE_VAVA	0.288517	0.119604	2.412	0.015854 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

4.3 Verifica della produttività

La valutazione della variazione del peso totale di tutte le ostriche, grandi e piccole, nel tempo e rispetto agli attrezzi utilizzati, al sito di allevamento, alla densità di stoccaggio e alla profondità di allevamento è molto utile al fine di definire le modalità per ottenere una produzione ottimale.
La Tabella 25 mostra i dati relativi al carico medio in biomassa, cioè al peso medio totale delle 2 repliche utilizzate per ciascuna variabile (tipo di attrez-

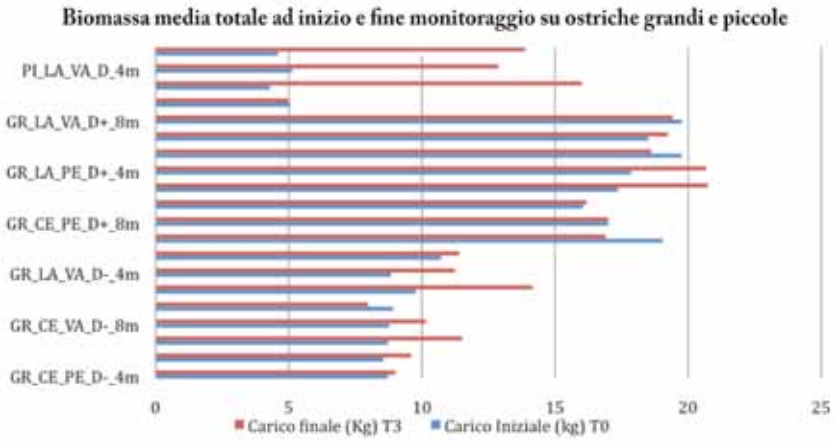
zo, profondità, densità e luogo di allevamento), ad inizio e fine esperimento sia per le ostriche grandi sia per le piccole, espresso in Kg.

Tabella 25. Dati relativi al peso medio totale (Kg) delle 2 repliche utilizzate per ciascuna variabile (tipo di attrezzo, profondità, densità e luogo di allevamento) sia per le ostriche grandi sia per le piccole ad inizio e alla fine della sperimentazione. GR = ostriche grandi; PI = ostriche piccole; CE = ceste; LA = lanterne; PE = impianto Miltilmare s.r.l.; VA = impianto Acquachiara s.r.l.; D- = bassa densità (20 ostriche iniziali piano); D+ = Alta densità (40 ostriche iniziali piano); D = 60 ostriche piccole iniziali piano; 4m = attrezzo posto a quattro metri di profondità; 8m = attrezzo posto a otto metri di profondità

Codice	Carico Iniziale medio (kg) T0	Dev.st (T0)	Carico finale medio (Kg) T3	Dev.st (T3)
GR_CE_PE_D-_4m	8,7	0,5	9,0*	0,7
GR_CE_PE_D-_8m	8,6	0,2	9,6*	1,1
GR_CE_PE_D+_4m	19,1	1,8	16,9*	1,0
GR_CE_PE_D+_8m	17,0	0,4	17*	0,6
GR_CE_VA_D-_4m	8,7	0,5	11,5	0,6
GR_CE_VA_D-_8m	8,8	0,4	10,2	0,8
GR_CE_VA_D+_4m	16,1	0,9	16,2	0,2
GR_CE_VA_D+_8m	17,4	0,2	20,7	2,7
GR_LA_PE_D-_4m	8,9	0,2	8,0	3,6
GR_LA_PE_D-_8m	9,8	0,0	14,2	2,2
GR_LA_PE_D+_4m	17,9	0,9	20,7	0,1
GR_LA_PE_D+_8m	19,8	0,2	18,6	1,4
GR_LA_VA_D-_4m	8,8	0,4	11,2	1,4
GR_LA_VA_D-_8m	10,7	0,4	11,4	0,1
GR_LA_VA_D+_4m	18,5	1,3	19,2	1,1
GR_LA_VA_D+_8m	19,8	0,1	19,4	0,0
PI_LA_PE_D_4m	5,1	-	5,0	-
PI_LA_PE_D_8m	4,3	-	16,0	-
PI_LA_VA_D_4m	5,1	-	12,9	-
PI_LA_VA_D_8m	4,6	-	13,9	-

La figura 42 è la rappresentazione grafica dei dati della Tabella 25. Attraverso questa figura è possibile apprezzare più chiaramente come le ostriche di taglia piccola abbiano avuto un incremento notevole nel peso totale finale rispetto a quello iniziale (in alcuni casi l'incremento è stato anche tre volte superiore). Mentre per le ostriche di taglia grande il peso totale è aumentato solo di poco nel tempo e in alcuni casi è risultato anche inferiore a causa della mortalità elevata riscontrata in alcuni contenitori.

Figura 42. Biomassa media totale ad inizio e fine monitoraggio su ostriche grandi e piccole. GR = ostriche grandi; PI = ostriche piccole; CE = ceste; LA = lanterne; PE = impianto Miltilmare s.r.l.; VA = impianto Acquachiara s.r.l.; D- = bassa densità (20 ostriche iniziali piano); D+ = Alta densità (40 ostriche iniziali piano); D = 60 ostriche piccole iniziali piano; 4m = attrezzo posto a quattro metri di profondità; 8m = attrezzo posto a otto metri di profondità

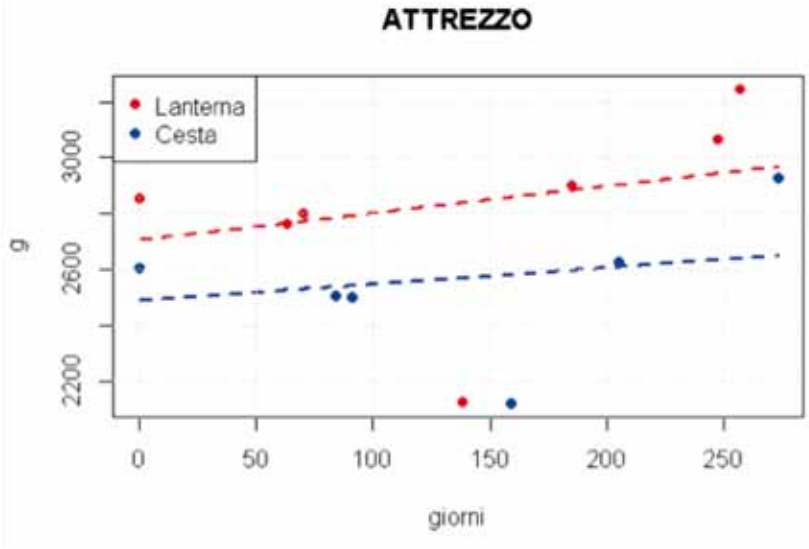


4.3.1 Effetto delle variabili dipendenti sulla resa complessiva in termini di biomassa per piano delle ostriche grandi

Al fine di comprendere meglio quali siano i fattori che hanno influenzato la resa finale dell'allevamento in termini di biomassa totale, è stato utilizzato un modello di regressione lineare che ha consentito di valutare la produzione in funzione del tempo e rispetto a ciascuna variabile.

La Figura 43 mostra come è variato il peso complessivo delle ostriche grandi nel tempo rispetto all'utilizzo di lanterne o ceste come contenitori.

Figura 43. Andamento nel tempo della biomassa totale per le ostriche grandi, per piano in funzione del contenitore utilizzato



La Tabella 26 mostra i coefficienti riferiti all'analisi di regressione relativi alla Figura 43, con i valori dei pesi medi totali iniziali delle ostriche grandi rispetto al tipo di contenitore utilizzato, con il tasso di crescita nel tempo in giorni, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 26. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 43

(Intercept)= peso medio per piano al T0 in g per le ostriche delle ceste; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche nei piani delle ceste; ATTREZZO_LA_CELA = differenza di peso medio per piano al T0 per le ostriche delle lanterne; TEMPO_GG:ATTREZZO_LA_CELA = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per i piani delle ostriche delle lanterne; Signif, codes = valori di significatività

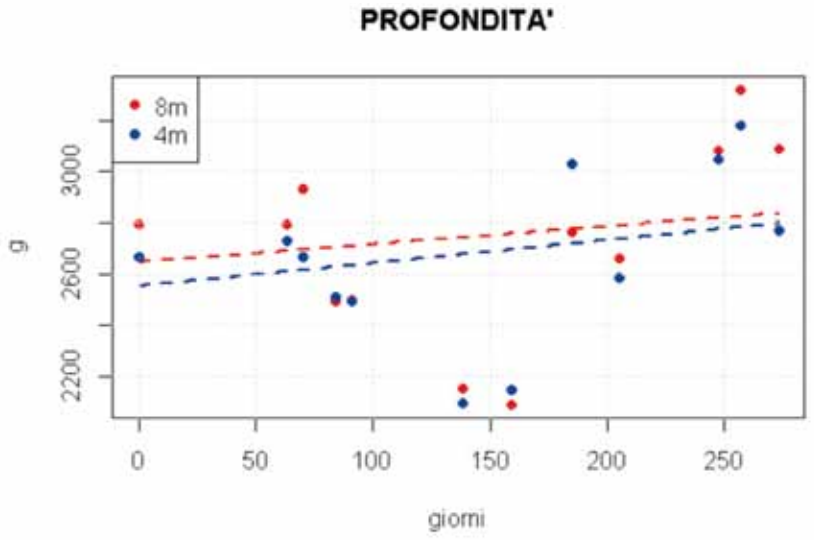
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	2486,1907	89,4617	27,791	<2e-16 ***
TEMPO_GG	0,5944	0,5970	0,996	0,320
ATTREZZO_LA_CELA	217,0484	123,3612	1,759	0,079 ,
TEMPO_GG:ATTREZZO_LA_CELA	0,3757	0,8211	0,458	0,647

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione, il peso medio delle ostriche per piano per le ceste (2,5 ± 0,089 kg) e per le lanterne (2,7 ± 0,123 kg) non presentava differenze significative (P=0,08). Nel tempo, il peso medio per piano è cresciuto in maniera statisticamente significativa ($P=2*10^{-16}$) e l'incremento del peso medio per piano, 0,6 grammi al giorno per le ceste e 1 g per le lanterne, non ha dato differenze significative (P=0,6) tra i due tipi di contenitore.

La Figura 44 mostra come è variato il peso medio complessivo per piano delle ostriche grandi nel tempo rispetto alla profondità di allevamento.

Figura 44. Andamento nel tempo della biomassa totale delle ostriche grandi per piano in funzione della profondità



La Tabella 27 mostra i coefficienti riferiti all'analisi di regressione relativi alla Figura 44, con i valori dei pesi medi totali iniziali delle ostriche grandi rispetto alla profondità di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 27. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 44

(Intercept)= peso medio per piano in g per le ostriche a 4 metri di profondità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero del peso medio per piano in g per le ostriche a 4 metri di profondità; as,factor(PROF_M)8 = differenza di peso medio per piano al T0 per le ostriche a 8 metri di profondità; TEMPO_GG: factor(PROF_M)8 = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche a 8 metri di profondità; Signif, codes = valori di significatività

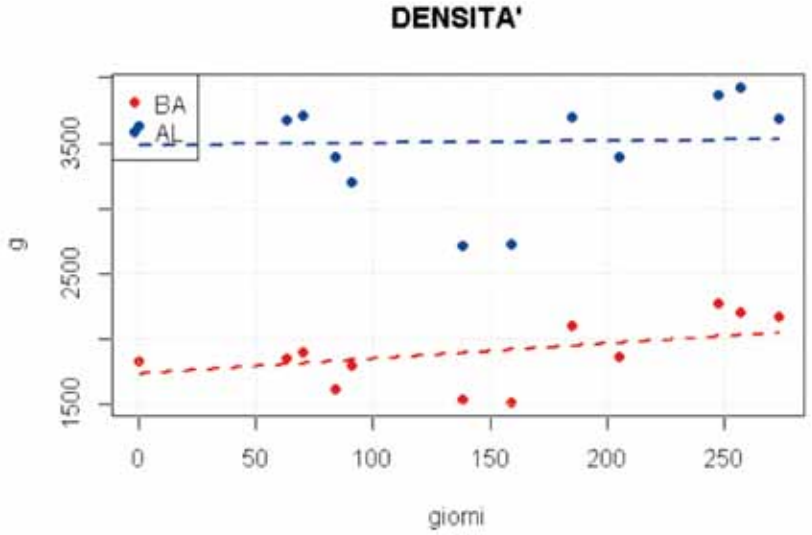
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	2553.4098	87.8294	29.072	<2e-16 ***
TEMPO_GG	0.8997	0.5816	1.547	0.122
as.factor(PROF_M)8	93.0430	124.2932	0.749	0.454
TEMPO_GG:as.factor(PROF_M)8	-0.1966	0.8271	-0.238	0.812

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Per quanto riguarda la variabile "profondità" non sono state registrate differenze significative nel peso medio complessivo dei piani tra le ostriche grandi alla profondità di 4 e 8 m, né al tempo iniziale né al tempo finale.

La Figura 45 mostra come è variato il peso medio complessivo delle ostriche grandi per piano nel tempo rispetto alla densità iniziale di allevamento.

Figura 45. Andamento nel tempo della biomassa totale delle ostriche grandi per piano in funzione della densità di stoccaggio iniziale



La Tabella 28 mostra i coefficienti riferiti all'analisi di regressione relativi alla Figura 45, con i valori dei pesi medi totali iniziali delle ostriche grandi rispetto alla densità di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 28. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 45

(Intercept)= peso medio per piano in g per le ostriche ad alta densità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero del peso medio per piano in g per le ostriche a bassa densità; DENSITA_AL_BABA = differenza di peso medio per piano al T0 per le ostriche ad alta densità; TEMPO_GG:DENSITA_AL_BABA = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche a bassa densità; Signif, codes = valori di significatività

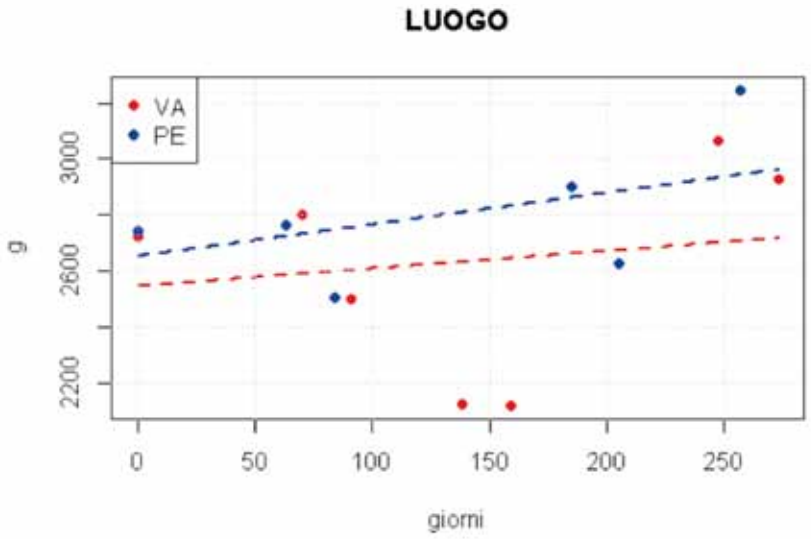
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	3483,0237	44,9776	77,439	<2e-16 ***
TEMPO_GG	0,1637	0,2960	0,553	0,5804
DENSITA_AL_BABA	-1751,6048	63,7081	-27,494	<2e-16 ***
TEMPO_GG:DENSITA_AL_BABA	0,9969	0,4241	2,351	0,0191 *

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1				

Per quanto riguarda la variabile "densità", ad inizio sperimentazione, naturalmente, i piani caricati con 40 ostriche hanno fatto registrare un peso medio complessivo quasi doppio rispetto ai piani caricati con 20 ostriche, con differenze altamente significative ($P=2*10^{*-16}$). Nel tempo però le ostriche grandi ad alta densità hanno avuto un incremento del peso complessivo per piano quasi nullo, mentre l'incremento del peso complessivo per piano delle ostriche grandi a bassa densità è risultato significativamente maggiore (P=0,02) rispetto a quello delle ostriche ad alta densità.

La Figura 46 mostra come è variato il peso medio complessivo per piano delle ostriche grandi nel tempo rispetto al luogo di allevamento

Figura 46. Andamento nel tempo della biomassa totale delle ostriche grandi per piano in funzione del luogo di allevamento



La Tabella 29 mostra i coefficienti riferiti all'analisi di regressione relativi alla Figura 46, con i valori dei pesi medi totali iniziali delle ostriche grandi rispetto al luogo di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni tra i due siti, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 29. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 46

(Intercept)= peso medio per piano in g per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero del peso medio per piano in g per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; LUOGO_PE_VAVA = differenza di peso medio per piano al T0 per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; TEMPO_GG:DENSITA_AL_BABA = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; Signif, codes = valori di significatività

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	2652,0073	88,9712	29,807	<2e-16 ***
TEMPO_GG	1,1368	0,6173	1,841	0,0661 ,
LUOGO_PE_VAVA	-107,1313	123,9744	-0,864	0,3879
TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA	-0,5069	0,8307	-0,610	0,5419

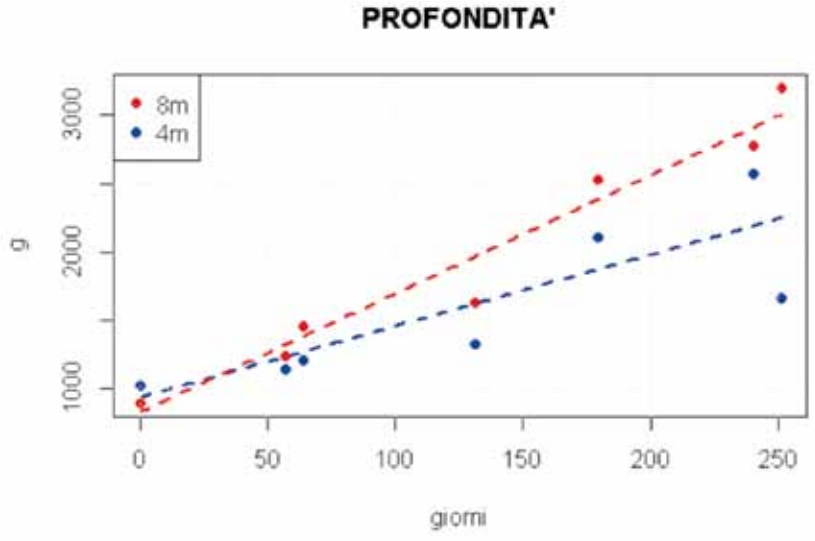
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

Per quanto riguarda la variabile "luogo di allevamento", ad inizio sperimentazione il peso medio totale per piano non era significativamente differente tra i due siti di allevamento. Nel tempo è stato osservato un tasso di crescita maggiore del peso medio totale per piano nelle ostriche grandi dell'impianto Mitilmare s.r.l., tuttavia questo incremento non è risultato significativamente differente rispetto a quello dell'impianto Acquachiara s.r.l. (P=0,5).

4.3.2 Effetto delle variabili dipendenti sulla resa complessiva in termini di biomassa per piano delle ostriche piccole

La Figura 47 mostra come è variato il peso medio complessivo per piano delle ostriche piccole nel tempo rispetto alla profondità di allevamento.

Figura 47. Andamento nel tempo della biomassa totale delle ostriche piccole per piano in funzione della profondità di allevamento.



La Tabella 30 mostra i coefficienti riferiti all'analisi di regressione relativi alla Figura 47, con i valori dei pesi medi totali iniziali delle ostriche piccole rispetto alla profondità di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni alle due profondità testate, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 30. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della figura 47

(Intercept)= peso medio per piano in g per le ostriche a 4 metri di profondità; TEMPO_GG= tasso di crescita giornaliero del peso medio per piano in g per le ostriche a 4 metri di profondità; as,factor(PROF_M)8 = differenza di peso medio per piano al T0 per le ostriche a 8 metri di profondità; TEMPO_GG: factor(PROF_M)8 = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche a 8 metri di profondità; Signif, codes = valori di significatività

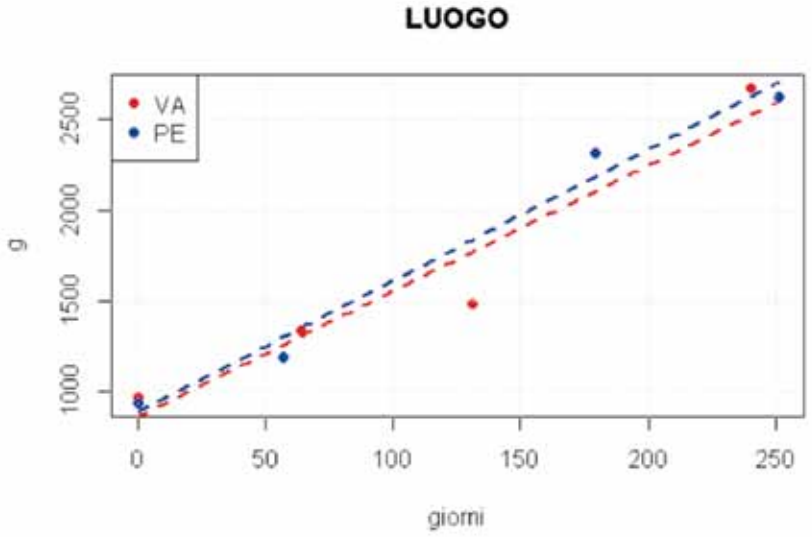
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	932,0567	101,8914	9,148	8,76e-14 ***
TEMPO_GG	5,2329	0,7206	7,262	3,18e-10 ***
as,factor(PROF_M)8	-107,9009	143,6028	-0,751	0,454804
TEMPO_GG:as,factor(PROF_M)8	3,4577	0,9908	3,490	0,000818 ***

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione, il peso medio totale per piano per le ostriche piccole a 4 metri era di 932 ± 101 g e superiore di 107,9 ± 143,6 g rispetto al peso totale delle ostriche per piano a 8 m, tra questi valori però non è stata riscontrata una differenza significativa (P=0,4).
Nel tempo il peso complessivo per piano è aumentato in modo altamente significativo ($P=8,7*10^{-14}$) e ogni piano posto a 4 metri di profondità ha preso nel tempo circa 5,2 ± 0,7 g di peso al giorno. Il peso totale dei piani posti a 8 metri è cresciuto in misura ancora maggiore (8,7 ± 1 g al giorno) e tra i due tassi di crescita è stata riscontrata una differenza altamente significativa ($8,2*10^{-4}$).

La Figura 48 mostra come è variato il peso medio complessivo per piano delle ostriche piccole nel tempo rispetto alla luogo di allevamento.

Figura 48. Andamento nel tempo della biomassa totale delle ostriche piccole per piano in funzione del luogo di allevamento



La Tabella 31 mostra i coefficienti riferiti all'analisi di regressione relativi alla Figura 48, con i valori dei pesi medi totali iniziali delle ostriche piccole rispetto al luogo di allevamento, con il tasso di crescita nel tempo in giorni tra i due siti di allevamento, con l'errore standard per questi dati e la probabilità che tra questi vi sia una differenza statistica significativa.

Tabella 31. Coefficienti relativi all'analisi di regressione della Figura 48

(Intercept)= peso medio per piano in g per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; TEMPO_GG = tasso di crescita giornaliero del peso medio per piano in g per le ostriche dell'impianto Mitilmare s.r.l.; LUOGO_PE_VAVA = differenza di peso medio per piano al T0 per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; TEMPO_GG:DENSITA_AL_BABA = differenza del tasso di crescita giornaliero in g per le ostriche dell'impianto Acquachiara s.r.l.; Signif, codes = valori di significatività

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>ltl)
(Intercept)	885,3203	115,5088	7,665	5,57e-11 ***
TEMPO_GG	7,2584	0,7692	9,436	2,51e-14 ***
LUOGO_PE_VAVA	-25,0910	162,6650	-0,154	0,878
TEMPO_GG:LUOGO_PE_VAVA	-0,3185	1,1212	-0,284	0,777

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ',' 0,1 ' ' 1

All'inizio della sperimentazione, il peso medio totale per piano per le ostriche piccole nell'impianto Mitilmare s.r.l. era di 885 ± 105,0 g e superiore di 25 ± 162,6 g rispetto al peso medio totale per piano per le ostriche nel sito di Vasto, tra questi valori però non è stata riscontrata una differenza significativa (P=0,8).
Nel tempo il peso complessivo per piano è aumentato in modo altamente significativo in entrambi i siti ($P=5,6*10^{-11}$) con un incremento medio giornaliero di 7,3 ± 0,7 g per i piani dell'impianto Mitilmare s.r.l. e di 7,0 ± 1,8 g per l'impianto Acquachiara s.r.l. di Vasto. I tassi di crescita tra i siti non sono risultati statisticamente differenti e quindi i due luoghi testati non sembrano influenzare la produzione complessiva delle ostriche piccole.

4.4 Rilevazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque

Durante i monitoraggi delle ostriche sono state rilevate le caratteristiche chimico-fisiche delle acque dell'allevamento in superficie e a 8 m di profondità (Tabelle 32, 33, 34 e 35).

Tabella 32. Rilevazione dei parametri chimico-fisici nell'allevamento Acquachiara s.r.l. di Vasto – Superficie

Coordinate Geografiche: 42° 08'13,4"N – 014° 46' 36,2"E

Periodo	T1		T2			T3	
Data	20/08/2014	27/08/2014	17/9/2014	03/11/2014	19/11/2014	20/2/2015	04/03/2015
Temperatura Acqua °C	25,8	26,0	23,2	17,4	16,8	9,8	11,6
pH	8,26	8,24	8,33	8,28	8,28	8,33	8,48
Ossigeno disciolto (mg/l)	7,95	7,64	8,56	8,41	8,08	11,51	12,32
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	115,7	113,2	120,3	107,8	103,2	121,9	137,6
Salinità g/l	31,49	33,04	32,42	34,11	34,86	33,14	31,68

Tabella 33. Rilevazione dei parametri chimico-fisici nell'allevamento Acquachiara s.r.l. di Vasto – 8 m

Coordinate Geografiche: 42° 08'13,4"N – 014° 46' 36,2"E

Periodo	T1		T2			T3	
Data	20/08/2014	27/08/2014	17/9/2014	03/11/2014	19/11/2014	20/2/2015	04/03/2015
Temperatura Acqua °C	25,6	26,0	23,1	17,4	17,0	10,3	10,7
pH	8,26	8,24	8,33	8,27	8,27	8,33	8,47
Ossigeno disciolto (mg/l)	8,15	7,80	8,85	8,39	8,14	10,68	11,53
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	119,0	115,7	124,6	107,4	104,0	115,4	127,8
Salinità g/l	32,36	33,16	32,48	34,25	34,92	34,31	33,30

Tabella 34. Rilevazione dei parametri chimico-fisici nell'allevamento Mitilmare s.r.l. di Francavilla al Mare – in Superficie e a 8 metri.

Coordinate Geografiche: 42° 27' 46,3"N – 014° 19' 07,6"E

Profondità	**Superficie**		**8 metri**	
Periodo	T2	T3	T2	T3
Data	19/12/2014	02/03/2015	19/12/2014	02/03/2015
Temperatura aria °C	10,0	8,0	10,0	8,0
Temperatura Acqua °C	11,2	10,2	13,0	10,8
pH	8,51	8,42	8,37	8,40
Ossigeno disciolto (mg/l)	11,40	12,20	9,90	11,90
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	119,5	130,0	112,0	126,0
Salinità g/l	26,37	30,10	28,98	31,20

Tabella 35. Rilevazione dei parametri chimico-fisici nell'Allevamento Adriatic off-shore di Giulianova – 8 m

Coordinate Geografiche: 42° 48'02,9"N – 014° 00' 07,8"E

Profondità	T1	T2	T3
Data	28/07/2014	20/11/2014	03/3/2015
Temperatura Acqua	26,9	17,0	10,0
pH	8,20	8,29	8,57
Ossigeno disciolto (mg/l)	5,78	8,51	12,95
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	88,1	107,6	138,8
Salinità g/l	32,87	34,80	31,34

I risultati delle rilevazioni sulle caratteristiche fisico-chimiche delle acque marine che ospitano tutti e tre gli allevamenti non hanno presentato valori anomali per i parametri considerati. Detti valori non si discostano dai dati riportati in letteratura per le acque costiere abruzzesi nei diversi periodi dell'anno (42).

4.5 Analisi quali-quantitativa del fitoplancton

Durante i monitoraggi sono stati prelevati campioni di acqua di mare in superficie e ad 8 metri di profondità per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton. Nell'allevamento Adriatic Off-Shore s.r.l. di Giulianova l'analisi è stata effettuata solo a 8 m di profondità, dove erano stati istallati i collettori.

Di seguito sono riportati i risultati.

Allevamento Acquachiara s.r.l. di Vasto

Coordinate Geografiche: 42° 08'13,4"N – 014° 46' 36,2"E

Tabella 36. Analisi quali-quantitativa del fitoplancton in superficie e a 8 m di profondità

Data	Classe	Superficie	8 m di profondità
20 agosto 2014 (T1)	Bacillariophyceae	*Pseudosolenia calcar avis* 100 cellule/litro	*Thalassionema nitzschioides* 150 cellule/litro *Pleurosigma* sp. 100 cellule litro
	Dinophyceae	Non rilevate	Non rilevate
27 agosto 2014 (T1)	Bacillariophyceae	*Leptocylindrus* sp. 150 cellule/litro *Thalassionema nitzschioides* 150 cellule/litro	*Proboscia alata* 150 cellule/litro
	Dinophyceae	Non rilevate	Non rilevate
17 settembre 2014 (T1)	Bacillariophyceae	*Thalassionema nitzschioides* 250 cellule/litro	*Thalassionema nitzscioides.* 200 cellule/litro
	Dinophyceae	Non rilevate	Non rilevate
3 novembre 2014 (T2)	Bacillariophyceae	*Thalassiothrix* sp. 750 cellule/litro	*Thalassiothrix* sp. 50 cellule/litro
	Dinophyceae	Non rilevate	*Ceratium fusus* 50 cellule/litro *Ceratium furca* 50 cellule/litro *Ceratium* sp. 100 cellule/litro *Prorocentrum micans* 50 cellule/litro
19 novembre 2014 (T2)	Bacillariophyceae	*Thalassiothrix* sp. 150 cellule/litro *Coscinodiscus* sp. 50 cellule/litro	*Chaetoceros* sp. 250 cellule/litro
	Dinophyceae	*Ceratium fusus* 100 cellule/litro *Dinophysis tripos* 100 cellule/litro	*Prorocentrum micans* 50 cellule/litro *Dinophysis tripos* 100 cellule/litro
20 febbraio 2015 (T3)	Bacillariophyceae	*Skeletonema costatum* 511.500 cellule/litro *Nitzschia* sp. 1.900 cellule/litro *Coscinodiscus* sp. 50 cellule/litro	*Skeletonema costatum* 11.050 cellule/litro *Nitzschia* sp. 1.000 cellule/litro
	Dinophyceae	*Prorocentrum micans* 350 cellule/litro	*Prorocentrum micans* 50 cellule/litro
24 marzo 2015 (T3)	Bacillariophyceae	*Skeletonema costatum* 3.828.714 cellule/litro (fioritura) *Nitzschia* sp. 2.500 cellule/litro *Coscinodiscus* sp. 50 cellule/litro	*Skeletonema costatum* 3.245.721 cellule/litro (fioritura) *Nitzschia* sp. 1.000 cellule/litro
	Dinophyceae	*Prorocentrum micans* 250 cellule/litro *Ceratium fusus* 50 cellule/litro	*Ceratium fusus* 50 cellule/litro *Ceratium* sp. 50 cellule/litro

Figura 49. *Dinophysis tripos*, così come riscontrata, subito dopo la duplicazione mediante scissione binaria (http://www.diatomloir.eu/Siteplancton/Phytoflagel.html).

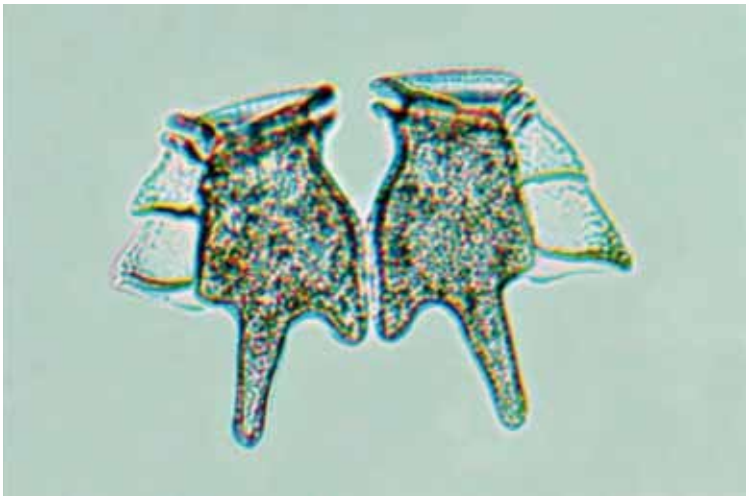
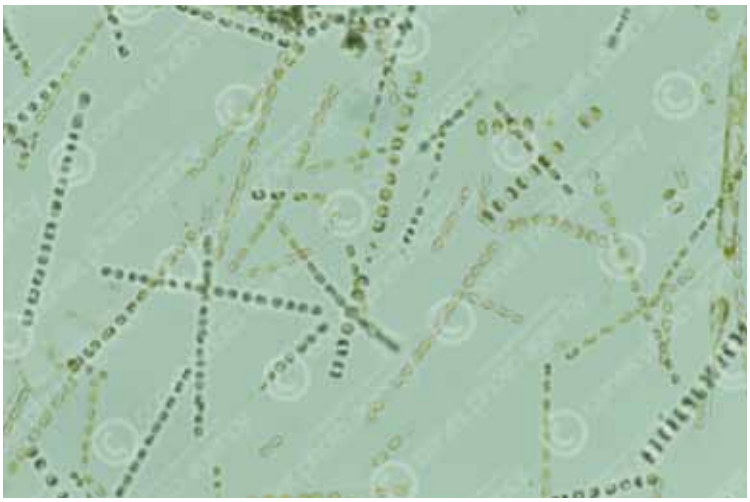


Figura 50. Fioritura di *Skeletonema costatum*, così come riscontrata



Allevamento MItilmare s.r.l. di Francavilla

Coordinate Geografiche: 42° 27' 46,3"N – 014° 19' 07,6"E

Tabella 37. Analisi quali-quantitativa del fitoplancton in superficie e a 8 m di profondità

Data	Classe	Superficie	8 m di profondità
19 dicembre 2014 (T2)	Bacillariophyceae	*Skeletonema costatum* 7.350 cellule/litro *Nitzschia* sp. 1.650 cellule/litro *Coscinodiscus* sp. 200 cellule/litro *Dactylosolen fragilissima* 350 cellule/litro *Chaetoceros* spp. 12.600 cellule/litro *Thalassionema nitzschioides* 2.200 cellule/litro *Rhizosolenia* sp. 100 cellule/litro *Hemialus* sp. 250 cellule/litro	*Skeletonema costatum* 4.050 cellule/litro *Lioloma pacificum* sp. 2.600 cellule/litro *Coscinodiscus* sp. 150 cellule/litro *Rhizosolenia* sp. 600 cellule/litro *Thalassionema nitzschioides* 1.050 cellule/litro *Chaetoceros* spp. 6.050 cellule/litro
	Dinophyceae	*Prorocentrum micans* 200 cellule/litro *Scrippsiella trochoidea* 50 cellule/litro	*Ceratium furca* 50 cellule/litro *Prorocentrum micans* 150 cellule/litro

Allevamento Adriatic off-shore s.r.l. di Giulianova
Coordinate Geografiche: 42° 48'02,9"N – 014° 00' 07,8"E

Tabella 38. Analisi quali-quantitativa del fitoplancton a 8 m di profondità

Data	Classe	8 m di profondità
3 marzo 2014 (T3)	Bacillariophyceae	*Skeletonema costatum* 1.121.030 cellule/litro (fioritura)
	Dinophyceae	*Ceratium furca* 50 cellule/litro

4.6 Analisi istologiche per ricerca *Bonamia* spp. e *Marteilia* spp.

Le analisi istologiche per *Bonamia* spp. e *Marteilia* spp. effettuate su un campione costituito da n. 10 esemplari, prelevato il 23 febbraio 2015, dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Centro di Referenza Nazionale per le Malattie dei Pesci, Molluschi e Crostacei, hanno rilevato la presenza di *Marteilia refringens* in 5 esemplari. La ricerca di *Bonamia spp.* ha invece dato esito negativo in tutti gli esemplari esaminati.

5. DISCUSSIONE

In questo capitolo si riporta la discussione delle varie attività svolte nel progetto.

5.1 Captazione del seme

Sono state utilizzate tre tipologie diverse di collettori: cappelli cinesi, lanterne con reggette e panne. Tutti questi attrezzi sono riusciti a captare il seme di ostrica, ma con rese differenti.

- **Cappelli cinesi:** sono stati collocati in mare per primi, tra maggio e giugno 2014, e hanno mostrato un'efficienza di cattura maggiore rispetto agli altri collettori nei primi due monitoraggi di settembre e novembre con una media di 18,7 ostriche per attrezzo. In questi due monitoraggi la taglia delle ostriche presentava una variabilità che andava da 1-2 cm fino a 5-6 cm con una distribuzione tipicamente gaussiana (v. Figura 23), indicando anche un immediato insediamento dal momento dell'immersione, data la taglia raggiunta.

  I cappelli sono stati controllati successivamente a dicembre 2014 e a marzo 2015 e il numero medio delle ostriche riscontrate per attrezzo è stato di 17,2 e di 11,2 rispettivamente, mentre la distribuzione delle taglie è rimasta invariata rispetto a quella registrata nei monitoraggi precedenti. Questa osservazione sembra indicare che le ostriche di taglia maggiore di 6 cm di diametro, che per la grandezza fuoriescono dal disco del cappello cinese, siano più soggette a distacco, rispetto a quelle più piccole, per l'azione della forza del mare.
- **Lanterne con reggette:** sono state posizionate in acqua tra il 12 e il 18 giugno, con un mese e mezzo di ritardo rispetto ai cappelli cinesi. Durante i primi monitoraggi di settembre e novembre, condotti sull'impianto Acquachiara s.r.l., sono state riscontrate 4-5 piccole ostriche per lanterna di circa 2,7 cm di larghezza media, invece nel monitoraggio di novembre sull'impianto di Giulianova il numero complessivo delle ostriche per lanterna è stato di 49 esemplari con taglia media di 2,6 cm. Questo numero medio è aumentato nei monitoraggi successivi fino ad arrivare a 75 esemplari per lanterna. La distribuzione delle taglie delle ostriche è sempre riferibile ad una curva gaussiana (v. Figura 21) che va da un valore minimo di 1 cm fino ad uno massimo di 6 cm. Molte delle ostriche riscontrate nelle lanterne non erano più attaccate alle reggette, ma si trovavano libere nei vari piani.
- **Panne:** sono i collettori che hanno avuto la resa di captazione minore, sia quelli immersi a maggio sia quelli immersi a giugno con una captazione massima di 1-2 esemplari per attrezzo. Le panne posizionate a maggio sono state interamente ricoperte dal seme di mitili, quelle posizionate a giugno, sebbene non presentassero questo fenomeno, ugualmente non sono state in grado di captare il seme di ostrica piatta.

Da come riportato in bibliografia, sembra che l'ostrica riesca a riprodursi per tutto il periodo dell'anno con delle pause durante il periodo estivo nel basso Adriatico (43) e durante il periodo invernale nel medio Adriatico (44). In effetti, dai dati biometrici riscontrati in questo progetto, sembra che il seme di ostrica sia presente in acqua in modo quasi continuativo e presumibilmente con picchi riproduttivi primaverili e autunnali.

Considerando che tutti gli attrezzi sono stati posizionati alla profondità di circa 4 m, nella zona fotica, la competizione per lo spazio ha interessato molte specie di organismi, soprattutto mitili e in modo inatteso anche *Scapharca demiri*, specie aliena di origine indopacifica. Questa forte competizione può aver condizionato l'efficacia della cattura del seme di ostrica.

5.2 Accrescimento delle ostriche grandi e piccole

In generale per quanto riguarda l'accrescimento si può dire che per le ostriche grandi (7-8 cm di lunghezza e 43,4 ± 8,9 cm^2 di superficie) il periodo tra l'estate e l'autunno è quello più favorevole (v. Figura 29), mentre per le ostriche piccole (3-4 cm di lunghezza e 13,9 ± 4,3 cm^2 di superficie) l'accrescimento è costante dalla primavera all'autunno e rallenta nel periodo invernale.

La taglia iniziale, quindi, è un fattore che incide molto sul tasso di accrescimento, in relazione sia all'incremento della superficie media della conchiglia sia all'incremento del peso vivo.

Per quanto riguarda l'accrescimento rispetto alle variabili considerate (tipologia di attrezzo, profondità, densità iniziale di stoccaggio e luogo di allevamento) le interazioni più favorevoli sono riportate nella Tabella 39 per le ostriche grandi e nella Tabella 40 per le ostriche piccole.

Tabella 39. Interazione favorevole e significatività delle variabili sperimentate rispetto all'accrescimento delle ostriche grandi

Ostriche grandi	**Variabile di allevamento**			
	Attrezzo (CE/LA)	**Profondità (4/8 m)**	**Densità (AL/BA)**	**Sito (PE/VA)**
Accrescimento (superficie conchiglia)	Ceste ++	No	No	Pescara-Francavilla ++
Accrescimento (peso vivo)	No	8 m. +	Bassa ++	Vasto +

Legenda:
Attrezzo (CE/LA) = CESTA o LANTERNA; Profondità (4/8 m) =4 o 8 m; Densità (AL/BA) = ALTA o BASSA densità; Sito (PE/VA) = PESCARA-FRANCAVILLA A MARE o VASTO
+ = Interazione favorevole, differenza non significativa
++ = Interazione favorevole, differenza significativa
No = nessuna differenza

Tabella 40. Interazione favorevole e significatività delle variabili sperimentate rispetto all'accrescimento delle ostriche piccole

Ostriche piccole	**Variabile di allevamento**	
	Profondità (4/8 m)	**Sito (PE/VA)**
Accrescimento (superficie conchiglia)	8 m ++	Vasto ++
Accrescimento (peso vivo)	8 m++	Vasto +

Legenda:
Profondità (4/8 m) =4 o 8 m; Sito (PE/VA) = PESCARA-FRANCAVILLA A MARE o VASTO
+ = Interazione favorevole, differenza non significativa
++ = Interazione favorevole, differenza significativa
No = nessuna differenza

5.3 Sopravvivenza/mortalità

Escludendo la mortalità iniziale (10%) causata dallo stress dovuto all'attività di pesca e alla stabulazione iniziale ad alta densità, la sopravvivenza finale delle ostriche grandi utilizzate nella sperimentazione è stata del 59,2% e la sopravvivenza finale per le ostriche piccole è stata del 59,1%. Il valore relativo alle ostriche piccole non è pienamente rappresentativo poiché influenzato dall'elevato numero di perdite nel periodo invernale (159 individui). Tale valore, recuperando le perdite, avrebbe potuto far registrare una sopravvivenza complessiva anche del 72%. La più alta percentuale di mortalità (23,6% ostriche grandi) è stata riscontrata nel campionamento autunnale, ma probabilmente tale mortalità era riconducibile alla fine del periodo estivo quando la temperatura dell'acqua del medio Adriatico

raggiunge i valori più elevati. È presumibile che l'aumento della mortalità sia cominciato nel mese di agosto come riscontrato nel campionamento effettuato in quel periodo (13,2% ostriche grandi).
Per quanto riguarda la mortalità rispetto alle variabili considerate (tipologia di attrezzo, profondità, densità iniziale di stoccaggio e luogo di allevamento) le interazioni più favorevoli sono riportate nella Tabella 41 per le ostriche grandi e nella Tabella 42 per le ostriche piccole.

Tabella 41. Interazione favorevole e significatività delle variabili sperimentate rispetto alla riduzione della mortalità delle ostriche grandi

Ostriche grandi	**Variabile di allevamento**			
	Attrezzo (CE/LA)	**Profondità (4/8 m)**	**Densità (AL/BA)**	**Sito (PE/VA)**
Riduzione mortalità	Lanterne ++	No	Bassa ++	No

Legenda:
Attrezzo (CE/LA) = CESTA o LANTERNA; Profondità (4/8 m) =4 o 8 m; Densità (AL/BA) = ALTA o BASSA densità; Sito (PE/VA) = PESCARA-FRANCAVILLA A MARE o VASTO
+ = Interazione favorevole, differenza non significativa
++ = Interazione favorevole, differenza significativa
No = nessuna differenza

Tabella 42. Interazione favorevole e significatività delle variabili sperimentate rispetto alla riduzione della mortalità delle ostriche piccole

Ostriche piccole	**Variabile di allevamento**	
	Profondità (4/8 m)	**Sito (PE/VA)**
Riduzione della Mortalità	8 m ++	Pescara-Francavilla ++

Legenda:
Profondità (4/8 m) =4 o 8 m; Sito (PE/VA) = PESCARA-FRANCAVILLA A MARE o VASTO
+ = Interazione favorevole, differenza non significativa
++ = Interazione favorevole, differenza significativa
No = nessuna differenza

Infine, l'asporto degli organismi colonizzatori dai contenitori (pulizia) è un fattore che sembra influenzare solo leggermente (5% in più) la sopravvivenza complessiva delle ostriche stabulate nell'impianto.

5.4 Produzione totale

In generale i dati mostrano che le ostriche di taglia piccola hanno avuto un incremento notevole nel peso totale finale rispetto a quello iniziale (in alcuni casi l'incremento è stato anche tre volte superiore). Per le ostriche di taglia grande, invece, il peso totale è aumentato molto meno nel tempo e in alcuni casi è risultato anche inferiore a quello iniziale a causa della mortalità elevata riscontrata in alcuni contenitori nel monitoraggio autunnale (v. Figura 43).
La valutazione della variazione del peso totale delle ostriche grandi e piccole nel tempo rispetto alle variabili considerate (tipologia di attrezzo, profondità, densità iniziale di stoccaggio e luogo di allevamento) sono riportate nella Tabella 43 per le ostriche grandi e nella Tabella 44 per le ostriche piccole.

Tabella 43. Interazione favorevole e significatività delle variabili sperimentate rispetto alla produttività per le ostriche grandi

Ostriche grandi	Variabile di allevamento			
	Attrezzo (CE/LA)	Profondità (4/8 m)	Densità (AL/BA)	Sito (PE/VA)
Produttività	No	No	BA	No

Legenda:
Attrezzo (CE/LA) = CESTA o LANTERNA; Profondità (4/8 m) =4 o 8 m; Densità (AL/BA) = ALTA o BASSA densità; Sito (PE/VA) = PESCARA-FRANCAVILLA A MARE o VASTO
+ = Interazione favorevole, differenza non significativa
++ = Interazione favorevole, differenza significativa
No = nessuna differenza

Tabella 44. Interazione favorevole e significatività delle variabili sperimentate rispetto alla produttività per le ostriche piccole

Ostriche piccole	Variabile di allevamento	
	Profondità (4/8 m)	Sito (PE/VA)
Produttività	8 m ++	No

Legenda:
Profondità (4/8 m) =4 o 8 m; Sito (PE/VA) = PESCARA-FRANCAVILLA A MARE o VASTO
+ = Interazione favorevole, differenza non significativa
++ = Interazione favorevole, differenza significativa
No = nessuna differenza

5.5 Aspetti ambientali e sanitari

In merito alle caratteristiche fisico-chimiche delle acque marine che ospitano gli allevamenti utilizzati per la sperimentazione, non sono stati riscontrati valori anomali per i parametri considerati ad indicare l'idoneità dei luoghi per la stabulazione delle ostriche, anche se la temperatura di 26,0 °C registrata alla fine di agosto può essere considerata al limite dell'insorgenza di mortalità (45).

I risultati dell'analisi quali-quantitativa del fitoplancton evidenziano:

- una fioritura algale di *Scheletonema costatum* (Classe Bacillariophyceae) nel periodo febbraio-marzo, come avviene di consueto nel Mare Adriatico nel periodo invernale senza successivi fenomeni di ipossia nelle acque interessate;
- la presenza di *Dinophysis tripos* (Classe Dinophyceae), microalga potenzialmente tossica in grado di produrre biotossine associate alla sindrome DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*) nei consumatori di Molluschi Bivalvi contaminati.

Questi risultati ribadiscono la necessità di un monitoraggio sanitario, costante nel tempo, attualmente in atto negli allevamenti di mitili, ai sensi del Regolamento 854/2004/CE (29), a tutela della salute del consumatore.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla sanità animale, ossia le malattie che possono interessare le ostriche piatte, è stata effettuata la ricerca di *Bonamia* spp. e *Marteilia* spp. in un campione costituito da 10 ostriche. I risultati delle analisi hanno riscontrato la presenza di *Marteilia refringens* in 5 esemplari su 10.

La presenza di questo parassita può avere influenzato la mortalità nelle ostriche riscontrata nel periodo di fine estate rafforzando il fattore di stress causato dall'aumento della temperatura dell'acqua. La *Marteilia refringens* può causare mortalità che vanno dal 50% al 90% durante il periodo estivo e autunnale pertanto non è da escludersi che tale parassita abbia contribuito in modo sostanziale alle elevate mortalità riscontrate durante la spe-

rimentazione proprio in questi periodi. La presenza di *Marteilia refringes*, era già stata segnalata nelle acque marine abruzzesi in ostriche piatte, raccolte da un banco naturale nella zona di Vasto (46) e in altri banchi naturali della parte settentrionale centrale e meridionale dell'Abruzzo (47). La conoscenza del reale stato sanitario delle ostriche dei banchi naturali dovrebbe essere aggiornato da un costante programma di sorveglianza.

6. CONCLUSIONI E PROTOCOLLO OPERATIVO

I collettori, i cappelli cinesi e le lanterne con reggette sono stati in grado di captare il seme di ostrica piatta, però non è stato possibile valutare la loro reale efficacia di captazione perché non può essere messa in relazione all'abbondanza effettiva di larve di ostrica piatta nelle zone di mare testate.
Per il reperimento del seme, non sembra opportuno posizionare i collettori in impianti di mitilicoltura poiché la competizione per lo spazio che si instaura durante i periodi riproduttivi sovrapposti sembra favorire fortemente i mitili e altre specie come la *Scapharca demiri*. Pertanto, i collettori dovrebbero essere distanti dagli allevamenti, sperimentando anche profondità di immersione maggiori.
Dalle sperimentazioni effettuate si deduce che un impianto tipo per l'allevamento delle ostriche dovrebbe avere le seguenti caratteristiche per diminuire la mortalità e ottenere le migliori rese di accrescimento per l'ingrasso:

- utilizzo delle lanterne;
- stabulazione ad 8 metri di profondità;
- basse densità di stabulazione (circa 20 esemplari per piano per le ostriche grandi)
- utilizzo di ostriche di taglia non commerciale (sotto i 6 cm di lunghezza).

La sperimentazione nel suo complesso ha dato buoni risultati, tenendo presente che è avvenuta in un impianto tarato per i mitili e testando modalità di allevamento e di captazione differenti che hanno influenzato sicuramente la produttività.
La presenza di parassiti patogeni rappresenta comunque un fattore di rischio, così come la possibilità che si verifichino danni agli impianti a causa di condizioni meteo-marine estreme.
In conclusione è auspicabile che gli spunti positivi di questa sperimentazione possano essere utilizzati dagli allevatori come riferimento per ottenere tassi di sopravvivenza migliori e una maggiore produttività.

1. BIBLIOGRAFIA

Bibliografia di riferimento

1. http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/it/.
2. Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani a cura di S. Cautadella e M. Spagnolo, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (2011).
3. L'occupazione nel settore ittico dell'Unione Europea, Analisi & Ricerche, ISMEA (Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare) (2007).
4. www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2340
5. Riedl, R. Fauna e flora del Mediterraneo, Franco Muzzio Editore (1991).
6. www.fao.org/fishery/culturedspecies/Ostrea_edulis/en.
7. da Silva, M., Fuentes, P., J., Villalba, A. Growth, mortality and disease susceptibility of oyster *Ostrea edulis* families obtained from brood stocks of different geographical origins, through on-growingin the Ría formosa de Arousa (Galicia, NW Spain). Marine Biology 147: 965-977 (2005).
8. Laing I., Walker P., and F. J. Areal. A feasibility study of native oyster (*Ostrea edulis*) stock regeneration in the United Kingdom. Report to Defra and Seafish Industry Autority. Lowestoft: CEFAS, 96 p. (2005).
9. Walne, P.R. Observations on the fertility of the oyster (*Ostrea edulis*). J. Mar. Biol.Assoc. UK 44, 293–310 (1964).
10. Korringa, P. Recent advances in oyster biology. Quarterly Review of Biology, 27, 266-308 & 339-365 (1952).
11. Korringa, P. Farming the flat oyster of the genus Ostrea. Developments in Aquaculture & Fisheries Science. 3:1-238 (1976).
12. Carlucci, R., Sassanelli, G., Matarrese, A., Giove, A., D'Onghia, G. Experimental data on growth, mortality and reproduction of *Ostrea edulis* (L., 1758) in a semi-enclosed basin of the Mediterranean Sea, Aquaculture 306, 167-176 (2010).
13. Cataudella, S., Massa, F., Crosetti, D. Interactions between aquaculture and capture fisheries: a methodological perspective. Studies and Reviews. Gen. Fish.Comm. Mediterr. 78 229 pp. (2005).
14. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture – 2008 (SOFIA). FAO Fisheries and Aquaculture Department. 176 pp. (2009).
15. FAO. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. www.fao.org/fishery/aquaculture/en. (2011).
16. Coen, I.D., Luckenbach, M.W. & D.I. Breitburg. The role of oyster reefs as essential fish habitat: a review of current knowledge and some new perspectives. Fish habitat: essential fish habitat and rehabilitation. 22:438-454 (1998).
17. Petersen, G.H., Madsen, P.B., Jensen, K.T., van Bernem, K.H., Harms, J., Heiber, W., Droncke, I., Michaelis, H., Rachor, E., Reise, K., dekker, R., Visser, G.J.M. & W.J. Wolff. Red List of macrofaunal benthic invertebrates of the Wadden Sea. Hel.Meers. 50(Suppl) 69-76. In: von Nordheim (1996).
18. UKBAP. Native oyster (*Ostrea edulis*). Species Action Plan. In UK Biodiversity Group. Tranche 2 Action Plans. Vol.V. Maritime Species and Habitats. English Nature for the UK Biodiversity Group, Peterborough (1999).
19. Rees, H.L., Waldock, R., Matthiessen, P. & M.A. Pendle. Improvements in the epifauna of the Crouch estuary (United Kingdom) following a decline in TBT concentrations. Mar. Poll. Bull. 42, 137-144 (2001).
20. Edwards, E.. Molluscan fisheries in Britain. In The History, Present Condition, and Future of the Molluscan Fisheries of North and Central American and Europe, vol. 3, Europe, (ed. C.L. MacKenzie) (1997).
21. Culloty, S.C. & M.F. Mulcahy. Bonamia ostreae in the native oyster *Ostrea edulis*: a review.Marine Environment and Health Series, 29. Marine Institute. Foras na Mara: Galway, Ireland. 36 pp (2007).

22. Ruesink, J. L., H. S. Lenihan, A. C. Trimble, K. W. Heiman, F. Micheli, J. E. Byers & M. C. Kay,. Introduction of non-native oysters: Ecosystem effects and restoration implications. Annual Review of Ecology and Systematics 36: 643-689 (2005).
23. Jackson, A.. *Ostrea edulis*. Native oyster. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom (2007). [cited 14/09/2007]. Available from: http://www.marlin.ac.uk/species/Ostreaedulis.htm
24. Kennedy, R.; D. Roberts. Restoration of native of native oyster beds in Strangford Lough,Northern Island. Shellfish News 12: 6-7 (2001).
25. Spärck, R. Fluctuations in the stock of oyster (*Ostrea edulis*) in the Limfjord in recent time. Rapports et Procès-verbaux des Réunions. Conseil Permanent International pour L'exploration de la Mer. 128(2), 27-29 (1951).
26. www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code
27. www.fao.org/docrep/005/v9878i/v9878it00.HTM
28. Commissione delle Comunità Europee, Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo - Una strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea, COM, 511 (2002).
29. Regolamento (CE) N. 854/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 che stabilisce norme specifiche per l'organizzazione di controlli ufficiali sui prodotti di origine animale destinati al consumo umano, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, L 226 del 26 giugno 2004.
30. Metodo ufficiale del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio, Servizio Difesa Mare – ICRAM Metodologie analitiche di riferimento – 2001, ICRAM – Fitoplancton.
31. Tomas, C.,R., Identifying marine phytoplankton, Academic Press, (1997).
32. Rampi, L., Bernhard, M., "Key for the determination of mediterranean pelagic diatoms" CNEN – RT7BIO (78) 8 CNEN- RT/BIO (78) I.
33. Rampi, L., Bernhard, M., Chiave per la determinazione delle peridinee pelagiche mediterranee CNEN RT/BIO (80) 8.
34. Rampi, L., Zattera, A., Chiave per la determinazione dei Tintinnidi mediterranei ENEA-RT/BIO (82) 28.
35. Decreto Legislativo 4 agosto 2008, n. 148 Attuazione della direttiva 2006/88/CE relativa alle condizioni di polizia sanitaria applicabili alle specie animali d'acquacoltura e ai relativi prodotti, nonché alla prevenzione di talune malattie degli animali acquatici e alle misure di lotta contro tali malattiee" Allegato IV, Parte II, Malattie non esotiche, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 225 del 25 settembre 2008.
36. OIE Manual for Aquatic Animals, 2012, Chap. 2.4.3.
37. Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals OIE, 2009, Chap. 2.4.4.
38. Hammer, Ø., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4, 1–9. (2001).
39. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/ (2013).
40. Mizzan L, Segnalazioni 18 – *Anadara demirii. Boll. Mus. civ. Stor. Nat. Venezia*, 53: 265 (2002).
41. Mizzan L., Vianello C. Segnalazioni 189 – *Anadara demiri (Piani, 1981). Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 58: 319 (2007).
42. Giansante, C. il monitoraggio delle acque marine costiere prospicienti la regione Abruzzo, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" – Regione Abruzzo, Relazioni annuali (Anni 1997-2000).
43. Carlucci, R., Sassanelli, G., Mastrototaro, F., Imperatrice, M., Matarrese, A. Aspetti Riproduttivi Di *Ostrea edulis* (L., 1758) (Bivalvia: Ostreacea) nel Mar Grande di Taranto (Mar Ionio Settentrionale). Biol. Mar. Mediterr. 15 (1): 230-231(2008).

44. Mietti, N., Prioli, G., Fiori, F., Tontini, N. Studi sull'attività riproduttiva di Ostrea edulis L. in medio Adriatico e prove di reperimento di seme selvatico. Biol. Mar. Mediterr., 9:145-153 (2002).
45. Cano, J., Rocamora, J. Growth of the European flat oyster in the Mediterranean Sea (Murcia, SE Spain). *Aquaculture International* 4, 67-84 (1996).
46. Tieri, E., Ceschia, G., Cannone, N., Giansante, C. Presenza di Marteilia refringens in un banco naturale di ostriche piatte (*Ostrea edulis*) del Mare Adriatico Centrale in Italia. *Ittiopatologia*, 3: 41-45 (2006).
47. Tieri, E., Ceschia, G., D'Angelo, A.R., Del Toro, R., Di Nardo, W. Monitoraggio sanitario in mitili (*Mytilus galloprovincialis*) ed ostriche piatte (*Ostrea edulis*) presenti lungo le coste dell'Abruzzo (Mare Adriatico Centrale). *Ittiopatologia*, 4: 49-59 (2007).

Ulteriore bibliografia consultata

1. Connor D. W., Allen J. H., Golding N., Howell K. L., Lieberknecht L. M., Northen K. O. & J. B. Reker,2004. The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05.JNCC, Peterborough ISBN 1 861 07561 8 Available from: ww.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification.
2. Dankers, N., Herlyn, M., Kristensen, P, Michaelis, H., Millat, G., Nehls, G. & M. Ruth, 1999. Bluemussels and blue mussel beds in the littoral. In: de Jong et al., (Eds) Wadden Sea quality status report. Wadden Sea Ecosystem No.9. Common Wadden Sea Secretariat.
3. Drinkwaard, A. C., 1999. Introductions and developments of oysters in the North Sea area; a review.Hel.Meers. 52:301-308.
4. Dolmer P., & E., Hoffmann, 2004. Østersfiskeri i Limfjorden – sammenligning af redskaber. DFUrapportNr. 136-04, 39 p.
5. Jr., V.G. Burrell, Jr., Rosenfield, A. & W.L. Hobart). National Oceanic and Atmospheric Administration,NOAA Technical Report NMFS 129.
6. FIGIS 2006. Fisheries Global Information System *Ostrea edulis*.
7. http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=culturespecies&xml=Ostrea_edulis.xml
8. Haelters, J., Kerkchof, F. & J.-S. Houziaux, 2007. The designation of marine protected areas in theBelgian part of the North Sea: a possible implementation of OSPAR Recommendation 2003/3 in Belgium. Belgian Science Policy, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Brussels (in Dutch).
9. Houziaux J.-S., Kerckhof F., Degrendele, K., Roche, M. and A. Norro, 2008. The Hinder banks: yet an important area for the Belgian marine biodiversity? Belgian Science Policy, Scientific support plan for as sustainable development policy (SPSD II), Final Report, Research contract n° EV/36/45: 259 pp
10. ICES 2002. Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fisheries. Advisory Committee on Ecosystems. ICES CM 2002/ACE:03.
11. La ricerca scientifica a supporto della pesca e dell'acquacoltura, Unimar, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Direzione Generale della Pesca Marittima e dell'Acquacoltura. Divulgazione dei risultati delle ricerche del V e VI Piano Triennale, 2010.
12. Mietti, N., Prioli, G., Fiori, F., Tontini, N. Studi sull'attività riproduttiva di O. edulis in medio Adriatico e prove di reperimento di seme selvatico. Biol. Mar. Medit. (2002), 9 (1): 145-153.
13. Nehring, S., 1998. Natural process in the Wadden Sea - challenging the concept of "an intact ecosystem". Ocean Challenge. 8: 27-29.
14. OSPAR 2008. Case reports for the initial list of Threatened and/or declining species and habitats in the OSPAR Maritime area. OSPAR Biodiversity Series. Publication 2008/358.
15. OSPAR Commission, Biodiversity Series, Background document for *Ostrea edulis* and *Ostrea edulis* beds, ISBN 978-1-906840-68-6, Publication Number: 428/2009.

16. Pais, A., Saba, S., Campus, P., Gorla, A. Sopravvivenza e crescita dell'Ostrica piatta (*Ostrea edulis*, Linnaeus, 1758) nello stagno di San Teodoro (Sardegna Nord Orientale) Biol. Mar. Mediterr. (2012), 19 (1): 160-161
17. H. Norden Andersen, O., J. Thissen, (Coord.). Red Lists of Biotopes, Flora & Fauna of the Trilateral Wadden Sea Area, 1995.
18. Reise, K. 1982. Long-term changes in the macrobenthic invertebrate fauna of the Wadden Sea: are polychaetes about to take over? Neth.J.Sea. Res.16:29-36.
19. Reise, K. & A. Schubert, 1987. Macrobenthic turnover in the subtidal Wadden Sea: the Norderaue revisited after 60 years. Helg. Meers. 41:69-82.
20. Reise, K., Herre, E. & M. Sturm, 1989. Historical changes in the benthos of the Wadden Sea around the island of Sylt in the North Sea. Helg. Meers. 43:417-433.
21. Reise K; 1998. Pacific oysters invade mussel beds in European Wadden Sea. Senckenbergiana marit 28:167-175
22. Roberts, D., Davies, C., Mitchell, A., Moore, H., Picton, B., Portig, A., Preston, J., Service, M., Smyth,D., Strong, D. & S. Vize, 2004. Strangford Lough Ecological Change Investigation (SLECI). Report to Environment and Heritage Service by the Queen's University, Belfast, 30p.
23. Tieri, E., Ceschia, G., Cannone, G., Giansante, C., 2006. Presenza di *Marteilia refringens* in un banco naturale di ostriche piatte (*Ostrea edulis*) del Mare Adriatico Centrale in Italia. Ittiopatologia 3, 41–45.
24. van Benthem Jutting, T., 1943. Mollusca. Lamellibranchia. In: Boschma, H. (Ed). Fauna van Nederland. Sijthoff, Leiden Yonge, C.M. 1960. Oysters. London: Collins.

Materiale fofografico di
Riccardo Caprioli, Maurizio Di Pietro e Carla Giansante

Finito di stampare
nel mese di aprile 2015
da EditPress srl - Castellalto (TE)