



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

DALLA PESCA ALL'ALLEVAMENTO DELLA VONGOLA  
FILIPPINA IN LAGUNA DI VENEZIA:

## **“IL PREINGRASSO”**

A cura di  
Rossella Boscolo Brusà,  
Emanuele Ponis e Federica Cacciatore

### **Informazioni legali**

L'Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo Quaderno.

La Legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 195 del 21 agosto 2008, ha istituito l'ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. L'ISPRA svolge le funzioni che erano proprie dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (ex APAT), dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (ex INFS) e dell'Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ex ICRAM).

La presente pubblicazione fa riferimento ad attività svolte in un periodo antecedente l'accorpamento delle tre Istituzioni e quindi riporta ancora, al suo interno, richiami e denominazioni relativi ai tre Enti soppressi.

**ISPRA** - Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma  
[www.isprambiente.it](http://www.isprambiente.it)

ISPRA, Quaderni - Ricerca Marina n. 2/2011

ISBN 978-88-448-0488-6

Riproduzione autorizzata citando la fonte

### **Elaborazione grafica**

ISPRA

*Grafica di copertina:* Franco Iozzoli

*Referenze fotografiche:* Emanuele Ponis, Cooperativa Damiano (foto cestelli)

### **Coordinamento tipografico:**

Daria Mazzella

**ISPRA** - Settore Editoria

### **Amministrazione:**

Olimpia Girolamo

**ISPRA** - Settore Editoria

### **Distribuzione:**

Michelina Porcarelli

**ISPRA** - Settore Editoria

### **Impaginazione e Stampa**

Tipolitografia CSR - Via di Pietralata, 157 - 00158 Roma

Tel. 064182113 (r.a.) - Fax 064506671

Finito di stampare nel mese di giugno 2011

Si ringrazia il personale della Società consortile "Gestione Risorse Alieutiche s.c.a.r.l.". In particolare, gli autori ringraziano il Dott. Luigi Boscolo per la preziosa opera di mediazione tra ISPRA e le realtà produttive locali e per il supporto nella raccolta di tutte le informazioni relative ai progetti pilota di sperimentazione di preingrasso di vongola.

Si ringraziano sentitamente le cooperative di allevatori "Clodiamare1", "Damiano", "Kappa" e "Venere", coinvolte attivamente nella realizzazione di attività sperimentali e produttive sul preingrasso di seme di vongola filippina, grazie alle quali è stato possibile operare le sperimentazioni descritte all'interno del presente volume.



# INDICE

---

PRESENTAZIONE	p.	7
1. PREMESSA	p.	9
2. INTRODUZIONE	p.	11
3. Vongole veraci: riproduzione, sviluppo e crescita	p.	15
4. Stato dell'arte dei sistemi di preingrasso per le vongole filippine	p.	19
4.1 Fasi del ciclo di allevamento del seme di vongola verace	p.	19
4.2 Condizionamento dei riproduttori	p.	20
4.3 Riproduzione, allevamento larvale e postlarvale	p.	21
4.4 Alimentazione in schiuditoio	p.	23
4.5 I sistemi di preingrasso	p.	23
4.5.1 Sistemi di preingrasso a terra	p.	24
4.5.2 Sistemi di preingrasso in mare / laguna	p.	28
5. Suggerimenti per la gestione sostenibile dell'attività di preingrasso in Laguna di Venezia	p.	31
5.1 Il reperimento del seme	p.	31
5.2 La scelta del sito	p.	35
5.3 Il <i>timing</i> di preingrasso	p.	39
5.4 Indicazioni complessive sul preingrasso in Laguna di Venezia	p.	39
6. Prove sperimentali di preingrasso in Laguna di Venezia	p.	49
6.1 Descrizione delle attività	p.	49
6.2 Materiali e metodi	p.	49
6.2.1 Aree di studio	p.	49
6.2.2 Indici di condizione	p.	50
6.2.3 Test di sopravvivenza in aria	p.	51
6.2.4 Tasso istantaneo di crescita	p.	51
6.2.5 Elaborazioni statistiche	p.	51
6.3 Caratterizzazione del seme selvatico	p.	51
6.4 Prove di preingrasso in <i>poches</i>	p.	54
6.4.1 Prima sperimentazione: crescita nel tempo	p.	54
6.4.2 Seconda sperimentazione: siti diversi	p.	56
6.5 Prove di preingrasso in FLUPSY	p.	66
6.6 Prime prove di preingrasso con seme di <i>R. decussatus</i>	p.	69
7. Conclusioni	p.	73
8. Bibliografia	p.	77



## PRESENTAZIONE

---

La Laguna di Venezia è l'emblema di innumerevoli idee, immagini e fatti concreti. Tra questi è diffuso nell'immaginario collettivo l'associazione tra laguna e un buon piatto di spaghetti alle vongole. Dietro a questa immagine la realtà della venericoltura veneziana rappresenta un fenomeno assai complesso in cui la vongola filippina ed il suo sfruttamento rappresentano una importante risorsa economica ed un elemento di grande rilievo dal punto di vista sociale in riferimento alle numerose famiglie che si sostentano grazie alla pesca e allevamento delle vongole ma, in contrapposizione, anche una fonte di impatto ambientale, di compromissione delle biocenosi, di depauperamento delle risorse e di sovrapposizione con altre specie autoctone. Dai floridi periodi degli anni '80-90, il settore della venericoltura in Laguna di Venezia sta attraversando una profonda crisi legata ad uno sfruttamento non sostenibile della risorsa e ad una destabilizzazione del mercato dovuta alla sovrapproduzione. Un ruolo importante ha giocato in questi anni anche la bassa sensibilità ambientale per una risorsa che nasce, cresce e prospera grazie alle buone caratteristiche ambientali della Laguna di Venezia. Nonostante siano trascorsi più di 25 anni dall'introduzione di *Ruditapes philippinarum* in Laguna di Venezia, per tale settore c'è ancora molto da fare. La sperimentazione, la ricerca applicata possono contribuire a dare nuove prospettive per la venericoltura. È dall'incontro di queste esigenze ed interessi complementari che ISPRA si sta dedicando da anni ai diversi temi della Laguna di Venezia e a ciò che ruota attorno al mondo dell'allevamento delle vongole.

È quindi con orgoglio che presento questo volume intitolato *Dalla pesca all'allevamento della vongola filippina in Laguna di Venezia: 'Il preingrasso'* finalizzato allo studio e alla sperimentazione della venericoltura da una prospettiva diversa, ossia dal "Preingrasso", sottendendo tale *step* come un passaggio obbligato per rendere l'allevamento delle vongole economicamente e ambientalmente sostenibile.

Il Presidente ISPRA  
**Prof. Bernardo de Bernardinis**



# 1. PREMESSA

---

In data 12/09/07 è stata stipulata una Convenzione di Ricerca tra la Società consortile "Gestione Risorse Alieutiche" (G.R.A.L.) ed ISPRA, volta alla predisposizione di "Studi e ricerche per l'approfondimento e attuazione di attività che consentano la conversione dalla pesca all'allevamento della vongola filippina *Ruditapes philippinarum* in Laguna di Venezia".

L'attività di ricerca inizialmente della durata di 1 anno e successivamente prorogata fino al 31 dicembre 2008, si è articolata in 4 Fasi:

- durante la Prima Fase sono state raccolte le informazioni utili a definire lo stato dell'arte dei sistemi di preingrasso di seme di vongola attualmente disponibili e necessarie ad individuare i sistemi maggiormente idonei per le peculiarità della Laguna di Venezia;
- nel corso della Seconda Fase, ISPRA ha identificato, sulla base di differenti criteri [conoscenze sullo stato di salute della Laguna di Venezia, indicazioni fornite dal G.R.A.L. relative agli spazi acquei in concessione e alla disponibilità delle differenti Cooperative che si occupano di allevamento in Laguna di Venezia], le aree maggiormente idonee per condurre le attività di preingrasso e ha definito i protocolli sperimentali per la gestione del seme in funzione dei diversi sistemi di preingrasso;
- la Terza Fase ha previsto l'avvio e lo svolgimento delle sperimentazioni: in questa fase ISPRA ha svolto un ruolo di supervisione e di valutazione delle attività svolte;
- infine nel corso della Quarta Fase è stata effettuata l'elaborazione dei dati e la valutazione delle attività svolte.

Il presente libro riporta i risultati complessivi ottenuti nel corso dell'intera attività di ricerca.



## 2. INTRODUZIONE

---

La vongola verace filippina (*Ruditapes philippinarum*), originaria del Mar del Giappone, è stata introdotta in diverse regioni biogeografiche del mondo ed ha ormai colonizzato ampie fasce indopacifiche ed euromediterranee. La sua produzione mondiale ha subito una crescita impressionante negli ultimi decenni passando dalle circa 20.000 tonnellate prodotte nei primi anni '80 alle oltre 3.200.000 tonnellate prodotte nel 2008 (Figura 2-1).

In Figura 2-2 sono rappresentati i principali produttori a livello mondiale. Secondo le statistiche FAO l'Italia rappresenta il secondo produttore mondiale con un quantitativo di circa 61.000 tonnellate prodotte nel 2008.

L'ingresso della vongola filippina in Europa è avvenuto lungo le coste mediterranee della Francia agli inizi degli anni '80 per immissione di lotti di individui a scopo commerciale; nel 1983 questa specie è stata introdotta in Laguna di Venezia (bacino meridionale) mediante la liberazione di 200.000 giovanili ottenuti da riproduzione controllata (Cesari e Pellizzato, 1985).

Le procedure di semina sono proseguite negli anni successivi interessando anche altri siti lagunari dell'Alto Adriatico quali la Sacca di Goro (Fe), la sacca del Canarin - Porto Tolle (Ro) e la Laguna di Grado - Marano; l'estensione delle aree di semina e la formazione di banchi di seme naturale hanno portato alla rapida colonizzazione da parte della vongola filippina dell'insieme dei sistemi lagunari dell'Alto Adriatico

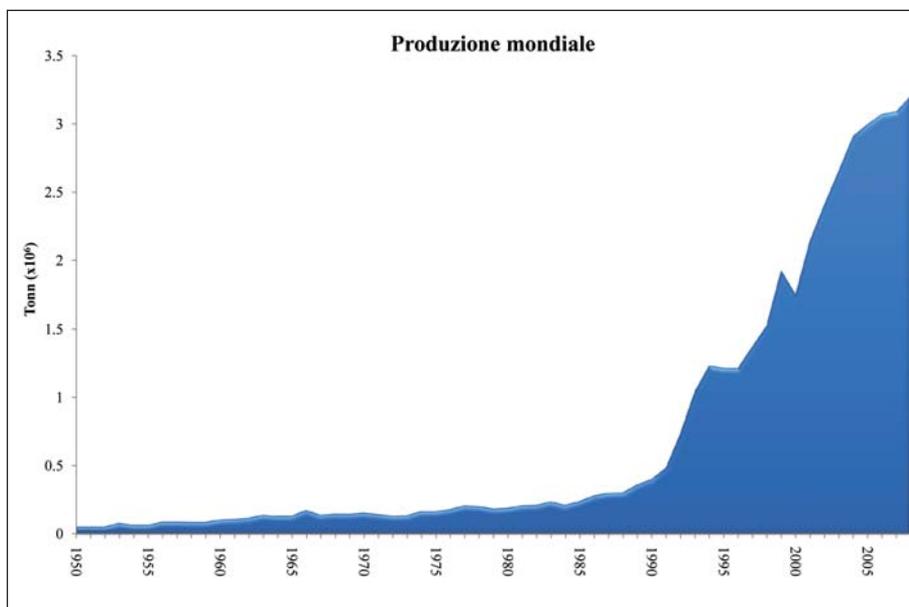


Figura 2-1 - Produzione mondiale di *R. philippinarum* [Dati FAO Fishery Statistics]



Figura 2-2 - Carta di distribuzione di *R. philippinarum* [tratta dal sito [www.fao.org](http://www.fao.org)]

e all'altrettanto rapida regressione delle aree occupate dalla specie autoctona *Ruditapes decussatus* (Breber, 1996).

Sviluppata a partire dai primi anni ottanta, dapprima in via sperimentale e quindi a fini produttivi, la venericoltura ha trovato grande espansione nelle lagune dell'Alto Adriatico, sino a diventare un'importante realtà economica e occupazionale nel panorama dell'acquacoltura nazionale. La forte vocazione ambientale di queste aree lagunari per le pratiche di venericoltura, unitamente all'introduzione della vongola filippina, spiegano l'incredibile successo di tale attività. A livello nazionale la Laguna di Venezia rappresenta il primo sito produttore, con una quota stimata per il 2007 pari al 50% della produzione italiana; seguono l'area del delta Po emiliano-romagnolo (principalmente la Sacca di Goro) con una quota pari al 28% della produzione totale, l'area del delta del Po veneto (21%) e la Laguna di Grado - Marano (1%) (Zentilin *et al.*, 2008). Pur nella difficoltà di operare stime di produzione reali, integrando ai dati ufficiali quelli officiosi derivanti dalla pesca illegale, attualmente viene stimata per la Laguna di Venezia una produzione annua di vongole di circa 30.000 tonnellate (Zentilin *et al.*, 2008).

Dal punto di vista ecosistemico la Laguna di Venezia è caratterizzata da elevata trofia, in conseguenza degli ingenti apporti di nutrienti e di materia organica convogliati dai numerosi sbocchi fluviali presenti e dai reflui urbani. A tale fattore vanno aggiunti un regime idrologico che consente un ricambio idrico ed un apporto di nutrimento (microalghe, batteri, sostanza organica) adeguato al sostentamento di una grossa biomassa di bivalvi. La ricchezza di nutrienti, la bassa profondità media e una forte radiazione solare in gran parte dell'anno determinano le condizioni ottimali per un'ingente produzione primaria e, in questo senso, le lagune dell'Alto Adriatico agiscono come veri e propri fotobioreattori naturali, garantendo elevate biomasse fitoplanctoniche e una successione stagionale di specie dominanti, quali diatomee e flagellati, idonee per taglia e valore nutrizionale all'alimentazione dei bivalvi.

Il successo dell'introduzione della vongola filippina nelle lagune dell'Alto Adriatico si spiega prendendo in considerazione gli indubbi vantaggi biologici che questa specie presenta rispetto alla consimile specie autoctona *R. decussatus*, sebbene non si possa parlare di competizione diretta tra le due specie.

Rispetto alla vongola verace nostrana la vongola filippina dimostra, infatti, una maggiore tolleranza alle variazioni di salinità e temperatura, all'anossia e sembra adattarsi meglio al tipo di substrato tipico delle lagune dell'Alto Adriatico (tessitura mista di fango e sabbia; *R. decussatus* è legata invece a peliti molto sabbiose). La migliore *fitness* dimostrata da *R. philippinarum* si basa, inoltre, su un periodo riproduttivo più lungo (4 mesi in luogo di 2), durante il quale gli animali sono in grado di effettuare deposizioni multiple, sulla precoce maturità sessuale e su di un maggior tasso di fertilità (numero di uova prodotte per individuo). Inoltre, anche la sopravvivenza delle larve sembra essere migliore ed il tasso di crescita risulta più elevato rispetto a *R. decussatus* (Paesanti e Pellizzato, 2000).

In conseguenza dei fattori sopraelencati la produzione di *R. philippinarum* in Laguna di Venezia ha avuto un incremento rapidissimo, passando dalle 1.300 tonnellate stimate per l'anno 1990 alle circa 40.000 stimate nel 1998-1999 (Boatto e Pellizzato, 2005). Successivamente si è verificata una contrazione importante nella produzione venericola locale, conseguente ad una serie di fattori che includono sia aspetti biologici (riduzione delle popolazioni fitoplanctoniche presenti in laguna, alterazione delle comunità bentoniche), che aspetti legati ad una gestione non sostenibile della risorsa (utilizzo di sistemi di prelievo ad azione impattante che causano l'alterazione del sedimento e conseguenti fenomeni erosivi, sovrasfruttamento degli *stocks* naturali, pesca illegale) (Sorokin *et al.*, 1999; Sfriso e Facca, 2007). In Figura 2-3 viene riportata la produzione di vongole filippine stimata per la Laguna di Venezia a partire dalla sua introduzione.

Per fare fronte ai decrementi produttivi la Provincia di Venezia si è dotata nel 1999 di un "Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della Provincia di Venezia" (Provincia di Venezia, 2000) che, oltre a proporre una serie di norme tese a limitare l'impatto ambientale delle azioni di prelievo dei bivalvi, prevedeva un

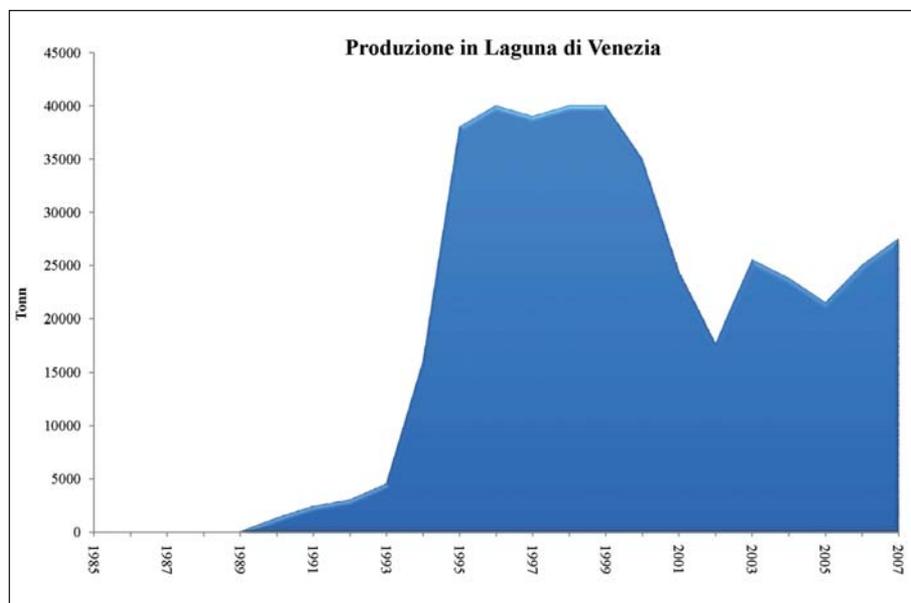


Figura 2-3 - Produzione di vongola filippina in Laguna di Venezia (dati estratti da Zentilin *et al.*, 2008)

graduale passaggio dalla pesca in libero accesso a forme di allevamento su terreni in concessione. Nonostante il piano di intenti, tale trasformazione non è stata pienamente attuata e i medesimi principi ispiratori sono stati ripresi nel "Piano d'uso sostenibile delle aree in concessione per venericoltura", presentato dalla società consortile "Gestione Risorse Alieutiche Lagunari" (G.R.A.L.) nel 2006 (G.R.A.L., 2006). Tale piano prevede, tra l'altro: una gestione sostenibile del seme selvatico, un controllo della filiera produttiva a garanzia della salubrità del prodotto, una riduzione degli impatti della raccolta delle vongole sull'ambiente e un'analisi della capacità portante dell'ambiente per identificarne i livelli produttivi.

Nel 2008 è stato presentato il nuovo "Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune di Venezia e Caorle" (Provincia di Venezia, 2008), mentre al 2009 risale il documento "Adeguamento al Piano d'uso sostenibile delle aree in concessione per la venericoltura" (G.R.A.L., 2009). Il documento ripercorre le attività previste ed attuate dal Piano d'uso 2006-2008 e ne propone un adeguamento, anche alla luce del nuovo Piano di gestione alieutica provinciale. Tra le varie indicazioni date dal Piano (rimodellamento delle aree in concessione, adozione di norme di gestione sostenibile della risorsa, riduzione dello sforzo di pesca), particolare rilevanza viene data alla valorizzazione del seme selvatico e alle attività di preingrasso. Sempre all'interno del suddetto documento sono riportate le aree in concessione per la venericoltura della Laguna di Venezia, che ammontavano a circa 3.280 ha. Relativamente agli operatori, a luglio 2010 il numero di addetti alla venericoltura secondo gli elenchi ufficiali della Provincia di Venezia (determina n. 2010/1364 del 19/07/2010) ammontava a 742 addetti, con una flotta costituita da 318 barchini e 64 motopesca con draga vibrante). Il numero di imbarcazioni e di addetti, a cui comunque deve essere aggiunta una quota di irregolari, è sceso negli ultimi anni a seguito alla crisi del settore e rientra in quanto prestabilito dal nuovo Piano d'uso e dalla Direttiva Provinciale 2007/00442 del 23/02/2007 che prevedeva una riduzione fino a un massimo di 1.050 addetti impiegati nelle attività di venericoltura e pesca delle vongole.

È da ricordare infine che per la Laguna di Venezia si stima un "giro d'affari" che ruota intorno a questo settore pari a circa 300 milioni di euro all'anno, compreso l'indotto (G.R.A.L., 2009).

### 3. VONGOLE VERACI: RIPRODUZIONE, SVILUPPO E CRESCITA

---

Per le informazioni relative alla biologia delle vongole veraci si rimanda alla numerosa bibliografia presente in letteratura (es. E.S.A.V., 1990; Turolla, 2007; Turolla, 2008; Boatto e Pellizzato, 2005). Le vongole del genere *Ruditapes* (Figura 3-1) sono a sessi separati (gonocoriche) e non presentano segni esterni di dimorfismo sessuale. La fecondazione è di tipo esterno ed avviene per emissione simultanea dei gameti (ovociti maturi, spermatozoi) di numerosi individui che si trovano raggruppati in banchi.

Nella vongola filippina la maturità sessuale viene raggiunta abbastanza presto: gameti maturi sono stati trovati in individui di circa 15 - 20 mm, taglia che corrisponde all'età di un anno (Cesari e Pellizzato, 1990). Il ciclo riproduttivo di *R. philippinarum* varia a seconda della localizzazione geografica che gioca un ruolo importante nel controllo dell'attività gametogenica (Holland e Chew, 1974; Beninger e Lucas, 1984; Rodriguez-MoscOSO *et al.*, 1992; Robert *et al.*, 1993; Laurelle *et al.*, 1994, Meneghetti *et al.*, 2004). Lo studio di Da Ros *et al.* (2005) sulla valutazione del ciclo gonadico di *R. philippinarum* in Laguna di Venezia, ha mostrato che l'attività riproduttiva è quiescente da ottobre a gennaio, quando si osservano i primi individui in fase di gametogenesi iniziale. Nei mesi successivi aumenta progressivamente il numero di individui in fase di gametogenesi avanzata e la maturità sessuale, raggiunta a partire dal mese di aprile, viene mantenuta durante i mesi estivi. Le prime emissioni si verificano a partire dal mese di maggio e le ultime a settembre. Lo studio di Da Ros e coll. conferma sostanzialmente i risultati ottenuti da Valli *et al.* (1996) nel corso di un lavoro effettuato in precedenza in laguna di Venezia, salvo il fatto che in quest'ultimo caso si era osservato che l'attività riproduttiva si protraeva per alcuni individui sino al mese di ottobre; tali differenze sono da ricondursi a variazioni annuali dei parametri meteo-climatici.

La fecondità, dipendente dall'età e dalla taglia, varia da 500.000 a 12 milioni di uova per le femmine, mentre i maschi producono alcuni miliardi di spermatozoi. L'emissione dei gameti, attraverso il sifone esalante, avviene quando la temperatura dell'acqua oltrepassa una soglia critica detta "temperatura critica di deposizione", subito dopo che i primi individui hanno emesso, anche gli altri sono solleci-



Figura 3-1 - *Ruditapes philippinarum* (sinistra); *Ruditapes decussatus* (destra)

tati dalla presenza in acqua dei gameti e cominciano simultaneamente a liberare spermatozoi e uova. Anche l'alimentazione gioca un ruolo importante per una buona riproduzione: dopo la fecondazione dall'uovo, in poche ore, si sviluppa una larva che è pelagica e si lascia trasportare passivamente dalla corrente; in questo periodo le larve possono spostarsi, trascinate dalle correnti, per insediarsi in nuovi ambienti formando una nuova popolazione. Questa fase, che ha una durata variabile a seconda della temperatura e della quantità di alimento a disposizione (generalmente 2-4 settimane) ed in cui gli animali passano attraverso una serie di stadi larvali (trocofora, larva D, pediveliger), termina con la metamorfosi, quando l'animale raggiunge una misura di circa 0.2 - 0.3 mm, si insedia sul fondo e prende le sembianze dell'adulto (Helm e Bourne, 2004). Il ciclo riproduttivo di *R. philippinarum* è schematizzato in Figura 3-2.

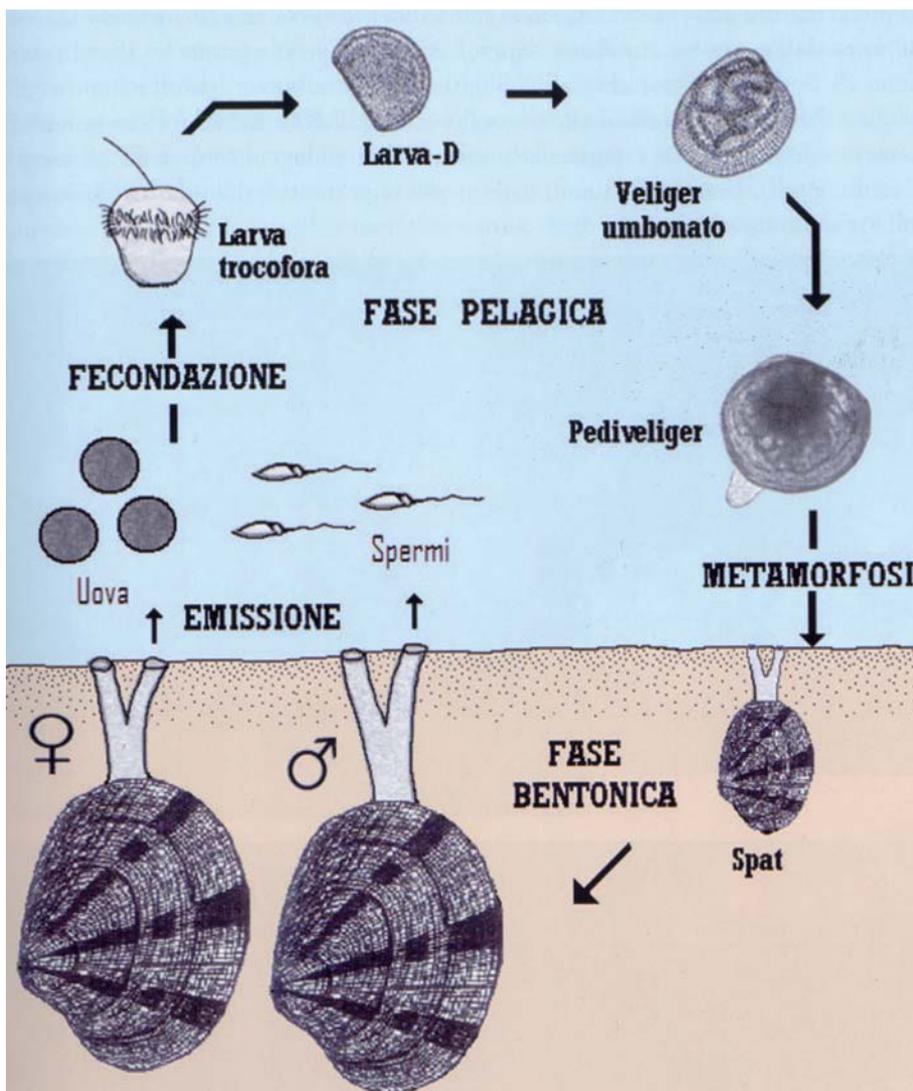


Figura 3-2 - Ciclo vitale della vongola filippina (*R. philippinarum*) (da Turolla, 2008)

Il reclutamento naturale del seme di vongola risente di molteplici fattori (qualità dei riproduttori, condizioni meteo-lagunari al momento dell'emissione, idrodinamismo, mortalità di larve e giovanili); di conseguenza la consistenza dei banchi naturali varia notevolmente di anno in anno. Una volta insediate le vongole cominciano la fase di crescita attiva, con tassi di accrescimento variabili in funzione di fattori quali la temperatura, la disponibilità di alimento, la tipologia di sedimento, l'idrodinamismo. Nel corso del primo anno di vita le vongole riescono a raggiungere una taglia di 20-25 mm, mentre la taglia commerciale (35 mm) viene di solito raggiunta a cavallo tra il 2° ed il 3° anno di età. I tassi di crescita più veloci sono raggiunti nel periodo compreso tra maggio e agosto mentre quelli più bassi si osservano tra novembre e gennaio.



## 4. STATO DELL'ARTE DEI SISTEMI DI PREINGRASSO PER LE VONGOLE FILIPPINE

---

### 4.1 - Fasi del ciclo di allevamento del seme di vongola verace

Tradizionalmente le pratiche di molluschicoltura si basano sulla captazione di giovanili selvatici mediante sistemi di raccolta immessi in ambiente naturale, ma la produzione di larve e giovanili in schiuditoio è una pratica che sta assumendo una crescente importanza, arrivando a coprire quote sempre più consistenti del fabbisogno totale di post-larve. È stato stimato che le produzioni di seme di bivalvi in schiuditoio possano coprire una quota del fabbisogno totale che varia dal 10% della Francia all'80% della costa occidentale degli USA (Robert e Gérard, 1999; Muller-Feuga, 2000). La produzione di seme in cattività è motivata dal fatto che la quantità di giovanili raccolti in ambiente naturale non è costante, a causa della variabilità delle condizioni climatiche delle zone di prelievo nonché della degradazione dell'ambiente. Negli schiuditoi possono inoltre, essere riprodotte specie alloctone ed è possibile, mediante manipolazione genetica, produrre seme triploide che garantisce *performances* di crescita più elevate. Infine, mediante opportune tecniche di condizionamento dei riproduttori, si può ottenere la produzione di larve e quindi di giovanili durante la maggior parte dell'anno.

Nel ciclo di allevamento della vongola, nel caso in cui si parta dalla riproduzione controllata in schiuditoio, si possono identificare almeno 5 fasi distinte. Le fasi, nello specifico, sono:

- Condizionamento dei riproduttori
- Riproduzione ed allevamento larvale
- Metamorfosi ed allevamento del piccolo seme
- Preingrasso
- Ingrasso

Qualora si utilizzi, invece, il seme naturale vengono considerate le ultime 2 fasi (preingrasso e ingrasso), ovviamente precedute dalla fase di reperimento degli individui selvatici in ambiente naturale.

Le prime 3 fasi richiedono la presenza di strutture e personale specializzati ed elevati input energetici, nonché la coltivazione intensiva di fitoplancton in condizioni controllate. Le principali operazioni svolte negli schiuditoi di molluschi riguardano: la coltivazione del fitoplancton, il condizionamento dei riproduttori, la riproduzione e l'allevamento delle larve e post-larve fino a che queste ultime raggiungono una taglia idonea per il rilascio in ambienti costieri o lagunari controllati.

I sistemi di produzione possono variare notevolmente da uno schiuditoio all'altro, ma ciascuna struttura presenta le medesime aree funzionali (sala riproduttori, sala larvale, sala post-larve, sala colture microalgali). Ciascuna area funzionale dovrebbe poter essere termoregolata autonomamente rispetto alle altre, in quanto i *range* di temperatura ottimale variano in maniera importante (Tabella 4-1).

Tabella 4-1 - Range di temperatura ottimali per le differenti attività svolte in schiuditoio per vongole

Area	Range termico ottimale
Sala microalghe	18-22 °C
Sala riproduttori	20-22 °C
Sala larvale	25-28 °C
Sala post-larve	20-25 °C

## 4.2 - Condizionamento dei riproduttori

Il parco riproduttori deve essere accuratamente selezionato tra le popolazioni locali, già preadattate alle condizioni ambientali presenti.

Sfruttando il ciclo di maturazione sessuale naturale è possibile riprodurre vongole in schiuditoio bypassando la fase di condizionamento, ma questo limita l'attività riproduttiva a 3-4 mesi l'anno (maggio-settembre in Laguna di Venezia). La durata del processo di condizionamento varia a seconda dello stadio iniziale di maturazione delle gonadi dei riproduttori, della temperatura e della dieta somministrata. In generale in condizioni idonee di allevamento sono sufficienti 6-8 settimane per portare a maturazione individui anche in stadi di sviluppo gonadico arretrato.

Il condizionamento dei riproduttori può essere effettuato in vasche a circuito chiuso in cui l'acqua in entrata viene filtrata solo grossolanamente, al fine di integrare la dieta somministrata (microalghe coltivate) con l'alimento presente naturalmente nell'acqua pompata (microalghe, batteri, particolato). I riproduttori possono essere mantenuti all'interno di vasche di differente foggia e la scelta della tipologia da adottare sarà effettuata in base ai quantitativi di biomassa allevati. Piccoli quantitativi possono essere gestiti con vaschette di piccole dimensioni, mentre schiuditoi di scala maggiore richiedono l'utilizzo di vasche apposite (Figura 4-1).

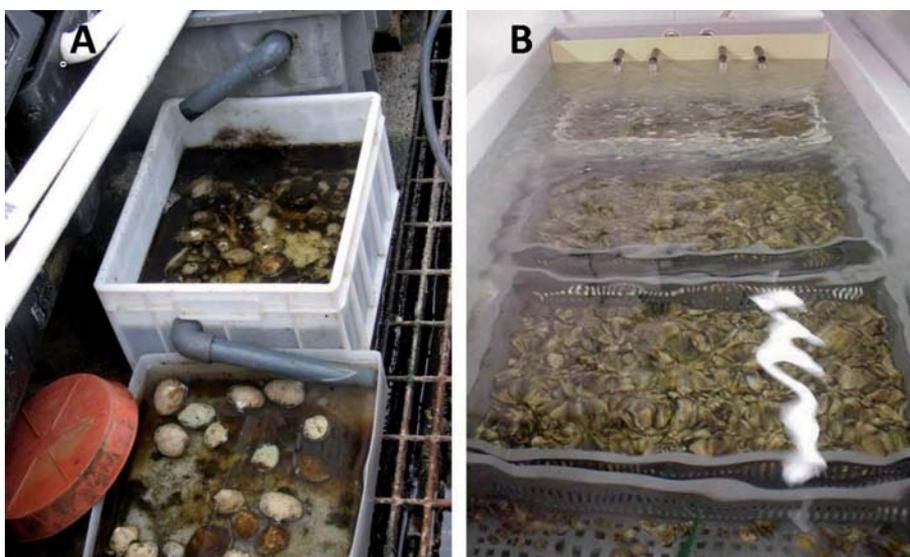


Figura 4-1 - Condizionamento dei riproduttori: A) Vaschette con riproduttori di *Ruditapes decussatus*; B) Raceway per il condizionamento di riproduttori di ostrica concava (*Crassostrea gigas*)

### 4.3 - Riproduzione, allevamento larvale e postlarvale

Per alcuni bivalvi, come ad esempio l'ostrica concava, è possibile operare il prelievo dei gameti per scarificazione dalle gonadi. Questo sistema consente lo sfruttamento massiccio dei gameti presenti, ma oltre a richiedere il sacrificio dei riproduttori non è applicabile a quelle specie, incluse *R. philippinarum* e *R. decussatus*, in cui la gametogenesi si completa solamente con l'uscita degli oociti dai gonodotti. Per tali specie l'emissione dei gameti viene stimolata mediante shock termico (cicli ripetuti di innalzamento ed abbassamento della temperatura dell'acqua da 15-20 °C a 25-28 °C) o chimico (utilizzo di sostanze quali l'acqua ossigenata). Per la riproduzione delle vongole veraci (*R. philippinarum*, *R. decussatus*) vengono generalmente usati circa 40-60 individui per ciclo riproduttivo e si stima una fecondità pari a 5-12 milioni di uova per individuo (Helm e Bourne, 2004). Una volta cominciata l'emissione dei gameti gli animali vengono sessati e separati al fine di evitare fenomeni di polispermia dovuti ad un eccesso di gameti maschili. Uova e spermatozoi (pochi ml) di differenti individui vengono poi raccolti in becher da 2-5 L. Avvenuta la fecondazione, le uova in fase di segmentazione vengono raccolte, contate e trasferite in vasche troncoconiche di capacità variabile (da pochi litri a oltre 1 metro cubo) all'interno delle quali avviene, ad una densità massima di 100.000 embrioni L<sup>-1</sup>, lo sviluppo embrionale fino al momento in cui lo sviluppo delle larve-D (taglia: 70-75 µm) appare concluso (circa 24 h dalla fecondazione). A partire dalle 48 ore successive alla fecondazione si procede ad una stima del numero di larve ed a una loro selezione mediante setacci di differente maglia; a questo punto le larve vengono poste in altre troncoconiche ad una densità di circa 10.000 larve L<sup>-1</sup> (Figura 4-2).

Per questa fase di allevamento viene generalmente utilizzata una tecnica di *batch*, ovvero gli animali vengono allevati in assenza di flusso; ogni 2 o 3 giorni gli animali vengono raccolti per setacciamento e le vasche di allevamento vengono accuratamente pulite e riempite con acqua finemente filtrata (1 µm). Le larve vengono nutrite giornalmente aggiungendo un mix di specie microalgali coltivate nella struttura con sistemi tradizionali (sacchi in polietilene, cilindri in PVC) o con sistemi ad

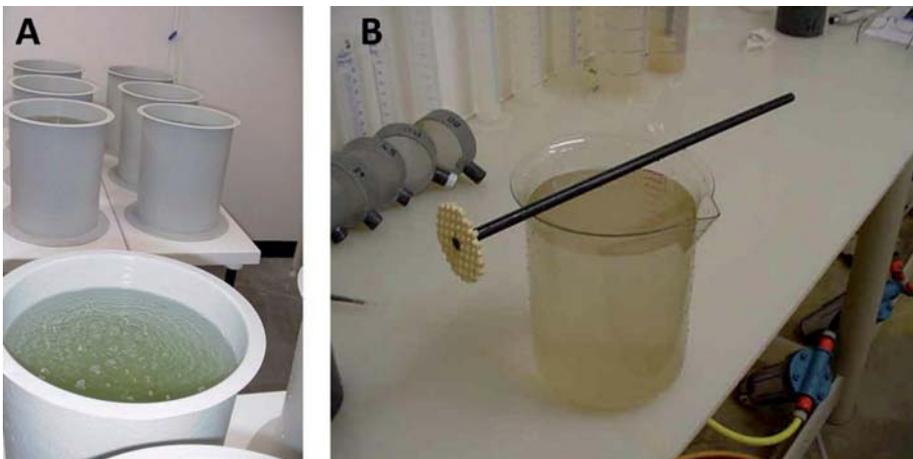


Figura 4-2 - A) Vasche per l'allevamento larvale in piccoli volumi; B) Becher contenente circa 2 milioni di larve-D

elevata resa (fotobioreattori). Le larve vengono alimentate ogni giorno con un quantitativo di 30-100 cellule per microlitro, equivalenti a 6.000-20.000 cellule per larva.

Tecniche innovative di allevamento prevedono l'applicazione di un sistema di allevamento larvale in continuo, basato su di una strategia a ricircolo dell'acqua; il ricircolo viene generalmente effettuato mediante una pompa che pesca direttamente da una riserva d'acqua posta in prossimità della vasca di allevamento o mediante un *air-lift*. Tale tecnica prevede una somministrazione di microalghe continua (sistemi di coltura in continuo, uso di pompe peristaltiche) e permette di incrementare notevolmente la densità di allevamento, ma richiede un trattamento fine dell'acqua (filtrazione, pastorizzazione) per la rimozione della sostanza organica di natura catabolica e per il mantenimento di un buono stato microbiologico all'interno delle vasche di allevamento.

La metamorfosi avviene dopo un periodo di oltre 3-4 settimane dalla schiusa (il tempo è in funzione della specie e dei parametri quali la temperatura e la disponibilità di alimento), quando le larve hanno raggiunto una taglia di 280-300  $\mu\text{m}$ .

Immediatamente prima della metamorfosi, nella fase di sviluppo in cui compare il piede (pediveliger), le larve vengono spostate in vasche o *raceways* adeguati allo sviluppo post-larvale. Per l'allevamento di alcune famiglie, quali gli ostreidi o i pettinidi, è necessario utilizzare substrati idonei per permettere l'insediamento e la fissazione delle larve (pezzi di rete, dischi in PVC, polvere ottenuta da gusci di bivalvi). Questa fase di allevamento può essere effettuata utilizzando sistemi di differente foggia, ma funzionanti tutti a ricircolo, con un flusso costante e forzato di acqua che attraversa il setaccio dall'alto in basso (*downwelling*, Figura 4-3).

Il ricircolo viene generalmente effettuato mediante una pompa che pesca direttamente da una riserva d'acqua posta in prossimità della vasca di allevamento o mediante un *air-lift*; il flusso di acqua viene regolato a circa 25-45  $\text{mL min}^{-1}$  per grammo di seme allevato (Helm e Bourne, 2004).

Il sistema in *upwelling* consente la dispersione dei cataboliti (feci, pseudofeci) e previene la formazione di agglomerati di più individui, ma opera a basse densità (approx. 150-200 individui  $\text{cm}^{-2}$ ), permettendo la coltura di un unico strato di animali.

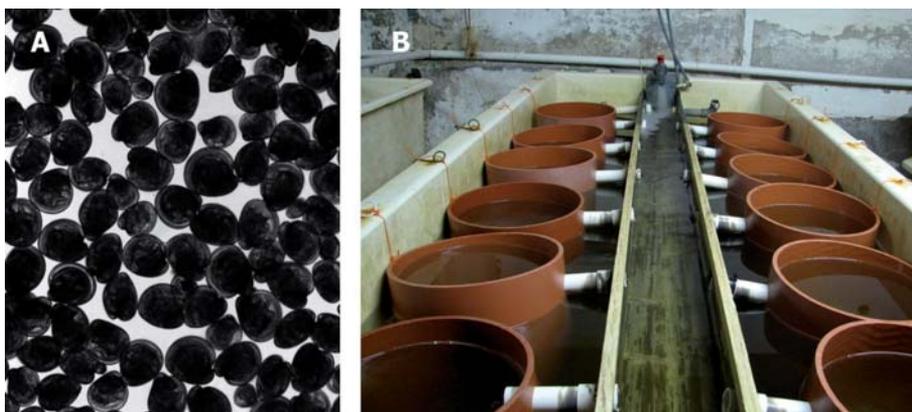


Figura 4-3 - Foto di pediveliger [A] e di un sistema di allevamento in downwelling [B]

Gli animali possono venire allevati con questa tipologia di vasche fino a quando viene raggiunta la taglia di 1-2 mm ma generalmente si preferisce passare ad altre tipologie di preingrasso quando il seme raggiunge la taglia di 500  $\mu\text{m}$ . Per maggiori dettagli relativi al ciclo di produzione di bivalvi in schiuditoio è possibile riferirsi ai lavori di Utting e Spencer (1991), Helm (1992), Robert e Gérard (1999).

#### 4.4 - Alimentazione in schiuditoio

In generale l'alimentazione dei molluschi in schiuditoio prevede l'impiego di una dieta plurispecifica che, consentendo generalmente un miglior bilanciamento dei nutrienti essenziali, produce una migliore crescita ed una riduzione della mortalità (Enright *et al.*, 1986; Laing e Millican, 1986). L'apporto di specie algali differenti sembra influenzare anche il tasso di filtrazione larvale, come illustra uno studio condotto da Gerdes (1983) su veliger di *C. gigas*, nel quale con l'impiego di diete bispecifiche è stato riscontrato un tasso di filtrazione da 2 a 3 volte superiore rispetto a quello rilevato con diete monospecifiche quantitativamente equivalenti. Le post-larve ed i giovanili sono meno esigenti delle larve dal punto di vista nutrizionale, ma la dieta plurispecifica garantisce, in ogni caso, migliori *performances*. Le diete miste più frequentemente utilizzate abbinano una o più specie di fitoflagellati con una Diatomea (Robert e Gérard, 1999). Le esigenze qualitative e quantitative dei molluschi nei confronti delle microalghe variano, ad ogni modo, notevolmente a seconda della specie di appartenenza o, per la stessa specie, in relazione allo stadio vitale. Infatti le larve richiedono minori quantità di alimento, ma di elevata qualità batteriologica e biochimica, mentre i giovanili necessitano di quantitativi di fitoplancton estremamente più elevati, ma sono meno esigenti relativamente alla qualità batteriologica delle colture algali. I riproduttori in fase di condizionamento, infine, risultano molto esigenti dal punto di vista dell'alimentazione, sia in termini qualitativi che quantitativi (Muller-Feuga, 2000).

#### 4.5 - I sistemi di preingrasso

Una volta che il seme raggiunge la taglia di 500  $\mu\text{m}$  diviene più facilmente maneggiabile e risulta possibile applicare sistemi di allevamento alternativi che operano a maggiori densità. A questa taglia il seme di solito passa dall'allevamento al chiuso (*indoor*) alle fasi che si svolgono all'aperto (*outdoor*); in quest'ultimo caso le strutture di allevamento possono essere localizzate a terra, in prossimità di aree lagunari ad elevata trofia o direttamente in mare o in laguna.

I differenti sistemi per il preingrasso del seme di molluschi bivalvi possono essere distinti in quelli a flusso passivo, che sfruttano l'idrodinamismo naturale e l'azione di correnti e maree per garantire il ricambio idrico, e quelli a flusso attivo, che invece richiedono input energetici. Le tipologie di preingrasso per il seme di vongola sono riepilogate in Tabella 4-2.

Tabella 4-2 - Tipologie di allevamento per il preingrasso del seme di vongola

Localizzazione	Tipologia di flusso	Sistema
A terra	Flusso attivo ascendente	Upwelling FLUPSY
In mare / laguna	Flusso attivo orizzontale	<i>Raceway</i>
	Flusso attivo ascendente	FLUPSY
	Flusso passivo	Sistemi in sospensione [cassette, lanterne, <i>poches</i> ] Sistemi su fondale [cassette, <i>poches</i> , semina sotto rete]

#### 4.5.1 - Sistemi di preingrasso a terra

I sistemi utilizzati per il preingrasso di seme a terra sono localizzati in prossimità di aree ad elevata produttività primaria (estuari, lagune) e comprendono di norma una serie di bacini e stagni necessari per la coltivazione del seme e per la produzione di microalghe in grandi volumi, più le vasche di preingrasso vere e proprie. In questo caso l'impianto deve possibilmente essere posto al di sotto del livello del mare allo scopo di sfruttare l'azione di marea per il riempimento dei bacini.

Questi sistemi di preingrasso possono funzionare sia a circuito aperto che a ricircolo; in quest'ultimo caso è necessaria una produzione massiva di fitoplancton da somministrare come alimento ed è previsto un ricambio totale dell'acqua ogni 2-3 giorni. È consigliabile utilizzare i sistemi a ricircolo per le prime fasi di preingrasso, fino ad una taglia del seme di 1-2 mm, mentre per le fasi successive è preferibile il sistema a flusso continuo. I due sistemi possono ovviamente coesistere laddove ci si trovi in situazione di elevata trofia delle acque; in questi casi è possibile applicare il circuito aperto nel periodo di maggior ricchezza di *bloom* microalgali per poi passare al ricircolo quando la temperatura esterna diviene insufficiente per sostenere la biomassa naturale necessaria per una corretta crescita.

Una volta raggiunta la taglia di 3-5 mm gli animali vengono allevati unicamente a circuito aperto, con il fitoplancton naturale eventualmente integrato con quello prodotto per fertilizzazione di bacini o vasche di grande volume (> 10 m<sup>3</sup>). La produzione di microalghe in condizioni controllate non risulta, infatti, più conveniente, dati gli elevati consumi del seme. A titolo esemplificativo in Tabella 4-3 vengono riportati

Tabella 4-3 - Consumo giornaliero di fitoplancton da parte del seme di vongola allevato in schiuditoio

Lunghezza (mm)	Volume del seme (litri per milione di seme)	Volumi di acqua necessari per l'allevamento (litri)	Razione giornaliera di fitoplancton (litri per milione di seme)
1	1	1.500	60
2	4	11.000	440
3	9	34.840	1.400
4	17	85.000	3.400
5	25	160.000	6.400

Fonte: Helm e Bourne, 2004 (modificato)

tati i consumi medi giornalieri in microalghe (prodotte con sistemi tradizionali quali cilindri o sacchi) di seme di *R. philippinarum* di differente taglia.

Il quantitativo di biomassa animale allevabile con questi sistemi a terra dipende dalla produttività e dall'estensione dei bacini disponibili. Ad esempio 1 ha di superficie di bacini o stagni inoculati per l'innesco di *blooms* fitoalgali può sostenere la produzione di 1-3 tonnellate di giovanili. Nel caso delle lagune dell'Alto Adriatico si possono applicare le tecniche di preingrasso a terra anche in assenza di vasche o bacini deputati al fitoplancton, sfruttando l'elevata produttività primaria naturale.

#### 4.5.1.1 Sistema di preingrasso a flusso attivo ascendente: *upwelling*

Per il preingrasso di seme a terra è possibile sfruttare la metodologia di tipo *upwelling*, utilizzando per tale scopo setacci di varia foggia immersi in vasche o bacini. I sistemi di tipo *upwelling* sono ispirati agli impianti di schiusa delle uova di salmonidi detti "cassette californiane". Questa metodologia di preingrasso si basa sul principio del flusso forzato ascendente che attraversa dal basso verso l'alto il seme posto all'interno di setacci immersi in vasche di allevamento. A tale scopo vengono generalmente utilizzate vasche rettangolari della capacità di 1-5 m<sup>3</sup> che possono essere composte di differenti materiali (vetroresina, legno, ecc). I sistemi in *upwelling* possono essere utilizzati sia per l'allevamento *indoor*, più indicato per il seme medio piccolo (< 5 mm) che per l'allevamento *outdoor*, più indicato per il seme di taglia maggiore (Figura 4-4).

Il quantitativo di seme che si può coltivare con questi sistemi dipende dalla dimensione delle vasche di allevamento, dal quantitativo di fitoplancton disponibile e dal flusso di acqua. Per il seme di vongola si calcola un consumo medio giornaliero di microalghe pari a 0,5-2,0 % in peso secco per peso vivo della biomassa coltivata. Nel caso di utilizzo della tecnica a ricircolo la crescita ottimale si ottiene con una biomassa di 200 g per m<sup>3</sup> di volume e con un flusso pari a 20-25 litri h<sup>-1</sup> per ogni 100 g di *spat* allevato.

Un sistema alternativo di *upwelling* consente nell'incrementare considerevolmente le densità di allevamento del piccolo seme mediante la tecnica di fluidizzazione, che applica lo stesso principio degli incubatoi di uova di pesce del tipo "bottiglia di Zug". Per questo tipo di sistema il piccolo seme viene posto in contenitori cilindrici di

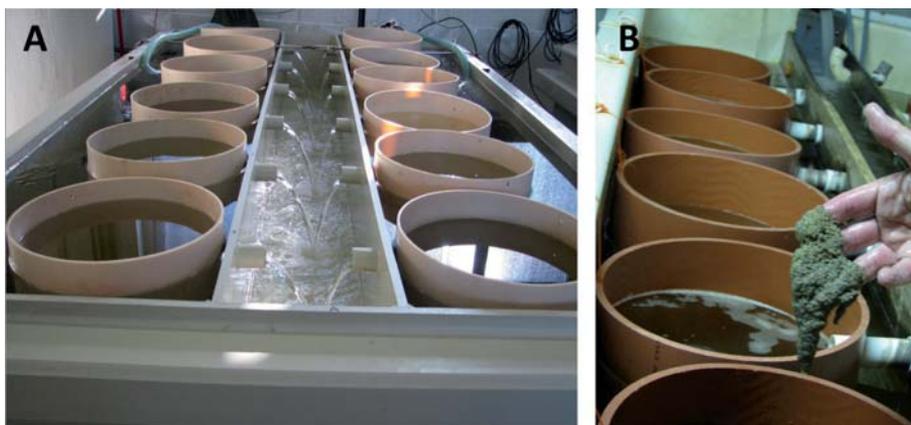


Figura 4-4 - A) Sistema di *upwelling* per l'allevamento della vongola; B) *spat* di vongola allevato

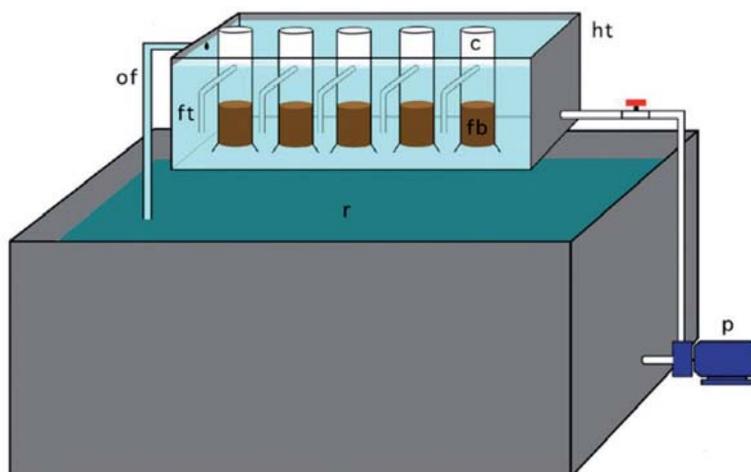


Figura 4-5 - Sistema di coltivazione in upwelling con il metodo della fluidizzazione del seme (da Helm e Bourne, 2004)

piccole dimensioni (5-10 cm di diametro), con un flusso adeguato per mantenere gli animali in sospensione sulla colonna d'acqua; in questo caso gli animali vengono avvolti totalmente dall'acqua riducendo notevolmente i rischi di formazioni di aggregati (Pfeiffer e Rusch, 2000). Il flusso di acqua necessario per la fluidizzazione sarà dipendente dalla taglia/peso degli animali, dalla quantità del seme, nonché dalla dimensione e dalla foggia del contenitore utilizzato (Figura 4-5). Per esempio per animali di 2 mm posti all'interno di contenitori di 10 cm di diametro è necessario un flusso di  $2 \text{ L min}^{-1}$  (Helm e Bourne, 2004).

Generalmente le densità di allevamento utilizzate nel corso di questa fase sono un compromesso tra la crescita ottimale (basse densità) ed un buon sfruttamento degli spazi di allevamento (alte densità).

I tassi di crescita diminuiscono sensibilmente all'aumentare della biomassa. È stato infatti osservato che, in condizioni idonee di densità, il seme di *R. philippinarum* neometamorfosato cresce di 1,4 mm in un periodo di 6 settimane quando viene mantenuto nei setacci ad una densità di 200 g per  $\text{m}^2$ ; se si raddoppiano le densità (400 g) nelle medesime condizioni e con disponibilità di alimento adeguata, la crescita rilevata è stata di soli 0,5 mm (Helm e Bourne, 2004).

È però da rilevare che, nel caso in cui si operi a circuito aperto ed in corrispondenza di importanti produzioni primarie, la stima di densità di allevamento, riportata in precedenza, può essere anche raddoppiata.

Il sistema di flusso forzato ascendente (*upwelling*) può essere applicato anche in strutture galleggianti (zattere, chiatte) utilizzando il sistema FLUPSY (*Floating Upwelling System*, Hadley *et al.*, 1999).

#### 4.5.1.2 - Sistema di preingrasso a flusso attivo ascendente: FLUPSY

I FLUPSY (*Floating Upwelling System*) sono strutture galleggianti di differente materiale (acciaio, vetroresina, alluminio) costituite da un telaio in grado di sorreggere 1 o più cassoni a fondo grigliato, all'interno dei quali viene posto il seme in preingrasso. Una struttura tipica di questo tipo è formata da una zattera con un telaio contenente una serie di cassoni (di norma 10-12), ciascuno con una superficie di circa  $1 \text{ m}^2$ . I cassoni sono

disposti su due file, separate da un canale centrale che raccoglie le acque espulse dai cassoni (Figura 4-6). Il flusso ascendente viene creato da un mixer a basso consumo energetico posto nel canale centrale che richiama l'acqua dall'esterno della struttura. I quantitativi di seme che si possono coltivare con questo sistema dipendono da fattori ambientali e dalla ricchezza in fitoplancton dell'acqua ma in corrispondenza di condizioni adeguate si possono raggiungere densità superiori ai 50 kg per cassone (il quantitativo dipende dalle condizioni ambientali del sito di preingrasso e dalla taglia del seme). La modularità di questo sistema permette il suo utilizzo anche per piccoli quantitativi di seme, mentre la facilità di gestione ne consente l'utilizzo anche da parte delle piccole cooperative di pesca.



Figura 4-6 - Tipologie di FLUPSY

#### 4.5.1.3 - Sistema di preingrasso a flusso attivo orizzontale: *raceway*

In alternativa alla tecnica del flusso ascendente si possono utilizzare vasche di tipo *raceway*, in cui gli animali vengono seminati sul fondo; in questo caso si parla di sistemi a flusso orizzontale, in quanto l'acqua viene pompata ad una delle estremità della vasca e scorre al di sopra degli animali con un flusso laminare (Figura 4-7). In base al flusso e alla disponibilità di alimento è possibile mantenere con questo sistema biomasse di 2-8 kg per m<sup>2</sup>.



Figura 4-7 - Sistema di preingrasso a flusso forzato orizzontale (*raceway*)

#### 4.5.2 - Sistemi di preingrasso in mare / laguna

##### 4.5.2.1 - Sistema di preingrasso a flusso attivo ascendente: FLUPSY

Il sistema di FLUPSY può essere anche utilizzato direttamente in laguna o in mare, in aree protette non soggette alle azioni del moto ondoso e dei venti dominanti. In questo caso non è possibile operare un controllo diretto sui parametri di allevamento ma si può comunque modulare il flusso di acqua in arrivo, determinando di fatto il quantitativo di alimento a disposizione degli animali.

##### 4.5.2.2 - Sistema di preingrasso a flusso passivo in sospensione: cassette, lanterne, *poches*

I sistemi di preingrasso a flusso passivo si basano sul confinamento nello spazio acqueo del seme, allo scopo di proteggerlo dalla predazione e per impedirne la dispersione. Rispetto ai sistemi di preingrasso a flusso attivo, questi non richiedono input energetici e risultano di facile gestione. Nelle zone lagunari ad alto fondale (>3 m) è possibile attuare pratiche di preingrasso in sospensione utilizzando allo scopo cassette, lanterne o *poches* per l'allevamento delle ostriche. In Laguna di Venezia questo sistema si può applicare utilizzando i pergolati degli impianti dismessi per la mitilicoltura. Per il seme di media dimensione (6-8 mm) possono essere utilizzati dei cestelli di 50 cm di diametro con dischi traforati e maglia da 4 mm. I cestelli, ciascuno contenente 1 kg di biomassa animale, possono essere impiantati fino ad un numero di 10-15 per corda, a seconda delle condizioni trofiche ed idrodinamiche del sito di preingrasso.

Con questo sistema è possibile operare almeno due cicli annuali, della durata di 3 o 4 mesi, sfruttando i periodi più idonei per la crescita delle vongole (primavera, autunno). Per ogni ciclo è possibile prevedere praticamente un raddoppio delle dimensioni di partenza (seme di 10-12 mm, partendo da taglie di 6-8 mm). Per animali di taglia minore (2-3 mm) si possono utilizzare contenitori differenti, a maglia più sottile. In questo caso, nella stessa unità di tempo è possibile ottenere animali di 5-7 mm. Il sito prescelto per il preingrasso in lanterna dovrà essere caratterizzato da un idrodinamismo adeguato al ricambio idrico ed all'apporto del nutrimento, ma non tale da procurare rischi di danneggiamento della struttura. Le operazioni di gestione infatti sono abbastanza semplici e prevedono il setacciamento periodico per la separazione delle differenti classi di taglia e la rimozione del *fouling* presente sulle superfici dei cestelli.

##### 4.5.2.3 - Sistema di preingrasso passivo su fondale: *poches*, cassette

I sistemi di preingrasso in *poches* o in cassette si possono applicare sia in sospensione che su fondale. Per il sistema in *poches* vengono utilizzate sacche rigide di materiale plastico (*poches* ostreicole), generalmente di formato standard (100 cm x 50 cm), formate da una rete rigida di maglia variabile a seconda della dimensione del seme. Il quantitativo di seme che può essere gestito con questa tecnica dipende dalla taglia, dalla disponibilità di alimento e, in generale, dalle condizioni ambientali. Nelle lagune dell'Alto Adriatico per seme di taglia 6-8 mm si utilizza in genere un quantitativo di seme pari a circa 0,6-1,0 kg per sacca; a partire da taglie maggiori il quantitativo di seme per *poches* può essere aumentato. Alternativamente alle *poches*, possono venire utilizzate delle cassette modulari di plastica rigida, posizionate sul fondale. Le cassette possono incastrarsi tra di loro sia in altezza sia di

lato. In ciascuna cassetta di dimensioni standard (60 cm x 40 cm x 7 cm) possono essere inseriti circa 1 kg di seme di taglia 3-4 mm.

I sistemi di preingrasso su fondale presentano l'indubbio vantaggio di poter sfruttare una componente trofica, quali le diatomee bentoniche, che riveste un'importanza rilevante nella dieta delle vongole filippine (Breber, 1996). Il sistema di preingrasso su fondale sotto rete può essere applicato nelle zone lagunari intertidali o subtidali, che emergono in bassa marea o che comunque presentano basse profondità.

#### 4.5.2.4 - Sistema di preingrasso passivo su fondale: semina sotto rete

La tipologia di preingrasso sotto rete può essere effettuata solo in presenza di determinate caratteristiche del terreno e la scelta del sito ove effettuare tale tipologia di preingrasso viene effettuata in base ad una serie di caratteristiche. Le vongole filippine non hanno strette esigenze riguardo alla granulometria del sedimento, ma prediligono le aree a matrice sabbioso-limosa o sabbioso-argillosa. L'area prescelta per questa attività deve presentare un substrato abbastanza compatto da permettere agli operatori di effettuare le pratiche di manutenzione, ma, al contempo, deve permettere al seme di insediarsi. Il sito dovrà, inoltre, essere pianeggiante, al fine di permettere una distribuzione omogenea degli animali, al riparo dal forte moto ondoso e dall'azione dei venti, ma dovrà comunque essere caratterizzato da un idrodinamismo adeguato al ricambio idrico ed all'apporto del nutrimento e da una profondità limitata, per poter consentire le operazioni di preparazione del terreno e di gestione del seme coltivato.

La procedura di semina sotto rete prevede una prima fase di preparazione del fondale, durante la quale l'area prescelta viene appianata, eventualmente ripascita con sabbia di granulometria adeguata e vengono rimosse le biomasse macroalgali eventualmente presenti. La rete, la cui maglia sarà scelta in funzione della taglia del seme, viene successivamente stesa sul fondale e parzialmente ricoperta con il sedimento. Una volta effettuata la semina a spaglio la rete viene ripiegata "a sandwich" a protezione del seme e viene chiusa utilizzando tondini metallici. Nelle zone non emerse in bassa marea è possibile utilizzare il medesimo sistema ma in questo caso i letti di rete vanno allestiti precedentemente a terra. La maglia della rete ed il tipo di substrato presente influiscono notevolmente sulle *performances* di crescita del seme (Chessa *et al.*, 2005). Ad una taglia di 4-5 mm il seme deve essere idealmente distribuito ad una densità di 2 animali per cm<sup>2</sup> (20.000 animali per m<sup>2</sup>), utilizzando una rete di maglia 2 mm. Se il seme è di dimensione intermedia (6-7 mm) viene posto ad una densità di circa 3.000 animali per m<sup>2</sup>, sotto di una rete di maglia 4 mm, mentre a dimensioni di circa 10 mm la densità di semina dovrà essere di circa 750 individui per m<sup>2</sup> nel caso di fondale limoso o di circa 1500 individui per m<sup>2</sup> nel caso di fondale sabbioso (Melià e Gatto, 2005). Una volta che il seme inizia a crescere, gli animali all'interno del telo vanno diradati per evitare problemi di eccessiva biomassa per unità di superficie. Per quanto riguarda la durata del ciclo di allevamento, è stato recentemente proposto un modello matematico, desunto a partire da dati raccolti per la Sacca di Goro (Melià e Gatto, 2005). Secondo tale modello, partendo da seme di taglia 10 mm, il 93-100% degli individui raggiunge la taglia di 25 mm dopo 12 mesi, quando seminati su fondali sabbiosi; nello stesso arco di tempo tale percentuale scende a 68-86% nel caso di fondale sabbioso-limoso e a 52-69% nel caso di fondale limoso.

Gli interventi di gestione comprendono lo sgombrò dell'area dalla vegetazione, generalmente macroalghe (*Ulva*, *Enteromorpha*, *Gracilaria*, *Chaetomorpha*, ecc). Tali interventi sono concentrati soprattutto in primavera ed estate. Le differenti tipologie di preingrasso a flusso passivo sono riportate in Figura 4-8.

A prescindere dalla tipologia di preingrasso utilizzata, le attività svolte sono simili prevedendo periodicamente una pulizia del seme, allo scopo di evitare che bisso e cataboliti possano interferire con le funzioni di filtrazione, e una sua setacciatura. Il seme in preingrasso è di norma passato al vaglio al fine di separare la parte caratterizzata dalla crescita più rapida ("testa") dagli animali a crescita più lenta e quindi bisognosi di più tempo per il raggiungimento della taglia desiderata ("coda"). Tale procedura risulta fondamentale al fine di ottimizzare la crescita degli animali in quanto è stato osservato che essi tendono a crescere meglio in situazione di uniformità di taglia per motivi legati a competizione trofica.

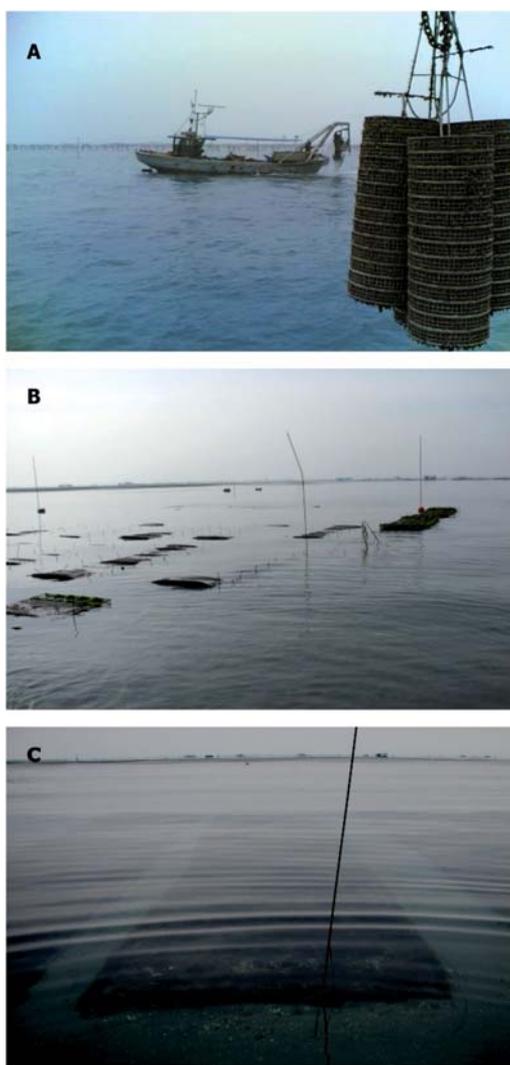


Figura 4-8 - Sistemi di preingrasso di vongole a flusso passivo: A) Lanterne; B) Poches; C) Reti

## 5. SUGGERIMENTI PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELL'ATTIVITÀ DI PREINGRASSO IN LAGUNA DI VENEZIA

---

### 5.1 - Il reperimento del seme

Attualmente il maggiore collo di bottiglia per il pieno sviluppo della venericoltura in Laguna di Venezia risulta il reperimento di seme da porre in ingrasso negli spazi acquei in concessione. Per ottenere il seme di vongola verace esistono due possibilità: reperirlo in natura o acquistarlo presso strutture specializzate che si occupano di riproduzione controllata (schiuditoi) o di preingrasso.

Il comparto della venericoltura veneta è pressoché orientato unicamente all'approvvigionamento di seme selvatico e la Provincia di Venezia autorizza la raccolta del seme stagionalmente ed in periodi limitati da parte dei pescatori professionisti che ne fanno richiesta. Secondo il Regolamento Provinciale il seme raccolto in Laguna di Venezia non può venire utilizzato o essere venduto al di fuori di essa.

Già all'inizio degli anni novanta, in risposta all'abbondante insediamento naturale nelle lagune del delta del Po, si operava abitualmente la raccolta del seme proveniente dai banchi naturali ed il suo trasferimento nelle aree di allevamento a densità idonee per un migliore sfruttamento. Il seme di *R. philippinarum* è reperibile, spesso in ingenti quantità, in particolari aree della Laguna di Venezia o in aree *nursery* prospicienti, quali gli sbocchi fluviali (principalmente Brenta e Adige). Il seme prelevato dai banchi naturali è caratterizzato da taglia variabile, poiché proveniente da differenti cicli riproduttivi e, rispetto a quello di schiuditoio, presenta un costo unitario minore e percentuali superiori di sopravvivenza, in quanto preadattato all'ambiente, dove risulta essere già sottoposto a forti processi selettivi.

L'utilizzo di seme selvatico comporta però problemi di instabilità nella programmazione e nella gestione delle semine stesse, dipendendo il reclutamento naturale del seme di vongola da molteplici fattori, spesso aleatori, quali la qualità dei riproduttori, le condizioni meteo-lagunari al momento dell'emissione, l'idrodinamismo, il tasso di predazione o altre forme di mortalità di larve e giovanili. Di conseguenza la consistenza dei banchi naturali fluttua consistentemente di anno in anno e tale fatto non rende prevedibile una stima delle biomasse presenti ai fini di una gestione sostenibile della risorsa. Un altro significativo problema, legato allo sfruttamento del seme naturale in Laguna di Venezia, risiede nel fatto che uno dei maggiori serbatoi di reclutamento è localizzato sui fondali lagunari del bacino centrale ed in particolare nell'area antistante la zona industriale di Porto Marghera (Casale *et al.*, 2001). Tale area, a forte rischio ambientale e parzialmente posta all'interno della perimetrazione del Sito di bonifica di Interesse Nazionale (SIN) di Venezia - Porto Marghera, è stata interdetta per motivi igienico-sanitari a qualsiasi attività di prelievo di vongole dall'Ordinanza del Sindaco di Venezia del 09/12/1996. Stagionalmente la Provincia di Venezia può rilasciare autorizzazioni provvisorie per la pesca del novellame nell'area

prospiciente Porto Marghera. Tali autorizzazioni vengono, però, rilasciate fatto salvo il rispetto delle prescrizioni, stabilite congiuntamente dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio del Mare e dal Magistrato alle Acque di Venezia, con la specifica finalità di ridurre l'effetto negativo della risospensione del sedimento contaminato durante l'azione di pesca attraverso l'utilizzo di sistemi di contenimento per evitare la risospensione della torbida.

Nonostante i divieti in talune aree ed il programma di gestione in altre, la raccolta di seme in questa zona preclusa avviene ugualmente in regime di illegalità con uno sfruttamento incontrollato della risorsa e con i rischi sanitari derivanti dall'applicazione di procedure di raccolta non consone. L'attività di pesca di seme da banchi naturali ha infatti conseguenze negative sull'ecosistema stesso, in quanto l'azione di prelievo del seme mediante sistemi di cattura dotati di maglia sottile (2-6 mm) inducono la risospensione dei sedimenti fini, ricchi di sostanza organica e di inquinanti, favorendo fenomeni erosivi e la messa in mobilità di sostanze nocive complessate nel sedimento.

Un sistema alternativo di prelievo di seme naturale è costituito dalla captazione, mediante collettori, di larve di bivalvi neometamorfosate. A tale scopo possono venire utilizzati collettori di varie tipologie (pioli o tubi forati in polietilene, "cappelli cinesi", sacchetti di rete). Ad ogni modo questo sistema non costituisce un metodo efficiente di reperimento del seme a scopi produttivi, in quanto richiede un grosso sforzo di mano d'opera ed è caratterizzato da basse rese (al massimo qualche centinaio di animali al giorno per m<sup>2</sup> di superficie), rappresentando piuttosto una tecnica idonea per valutare la consistenza dell'insediamento naturale ai fini di una valutazione delle dinamiche di popolazione della specie (Bressan *et al.*, 2002; Pellizzato *et al.*, 2005). In aggiunta a questo, va considerato che la raccolta per captazione non costituisce un sistema di raccolta selettivo per la specie; inoltre gli individui catturati sono prevalentemente di dimensioni inferiori ai 2-4 mm, taglia che richiede necessariamente una lunga fase di preingrasso.

In alternativa a questi sistemi di raccolta, il seme può venire acquistato presso gli schiuditori o presso centri specializzati per il preingrasso. Attualmente in Italia esistono alcuni centri di riproduzione di molluschi, ma questi operano su numeri limitati (qualche milione di animali per anno) e spesso il seme prodotto è destinato alla semina negli spazi acquei gestiti, direttamente o indirettamente, dagli stessi operatori dello schiuditoio. Per questi motivi i coltivatori che intendono acquistare del seme di schiuditoio devono rivolgersi a centri di riproduzione stranieri (Francia, Spagna, Regno Unito, USA). Rispetto a quello selvatico, il seme di schiuditoio risulta più omogeneo in termine di taglia ed è possibile ordinare i quantitativi necessari con l'anticipo sufficiente per creare una programmazione delle attività nel tempo. Inoltre, lo schiuditoio offre l'indubbio vantaggio di poter effettuare una selezione sui riproduttori; mediante l'applicazione delle metodologie zootecniche di reincrocio risulta possibile selezionare riproduttori con *fitness* elevata (crescita elevata, resistenza a patologie, tolleranza agli stress ambientali), mentre le tecniche di manipolazione genetica permettono la creazione di individui sterili (triploidi), caratterizzati da *performances* di crescita superiori. Il costo del seme di schiuditoio è però sicuramente più elevato rispetto a quello selvatico (3-6 € ogni mille animali di taglia di circa 6-8 mm nel 2006, contro un costo troppo fluttuante in base alla disponibilità e alla stagione per essere stimato, ma sicuramente inferiore). Inoltre, gli schiuditori tendono a vendere seme di piccola taglia (< 10 mm), poiché il consumo di

microalghe e, di conseguenza, i costi di gestione dello schiuditoio aumentano considerevolmente con l'aumentare della taglia del seme stesso.

Il seme di schiuditoio dovrà di conseguenza passare forzatamente attraverso una fase di preingrasso per consentire il raggiungimento della taglia adeguata alla semina (>12-15 mm). Durante le prime settimane del preingrasso questo seme tende a crescere poco e possono, inoltre, verificarsi episodi di mortalità, conseguenti allo stress fisiologico causato dal cambiamento di ambiente.

Una ricapitolazione delle problematiche relative alle differenti tipologie di seme di bivalvi con particolare riferimento alla Laguna di Venezia viene rappresentata sotto forma di analisi SWOT in Tabella 5-1. Tale tipologia di analisi prevede, per gli ambiti individuati, l'identificazione dei punti di forza, dei punti di debolezza, delle opportunità e delle minacce.

Tabella 5-1 - Analisi SWOT sulle differenti tipologie di seme da utilizzare per la venericoltura in Laguna di Venezia

	Punti di forza	Punti di debolezza	Opportunità	Minacce
Seme selvatico	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Importante reclutamento naturale in aree nursery della Laguna di Venezia</li> <li>* Costo unitario competitivo</li> <li>* Animali autoctoni provenienti da popolazioni locali, già selezionati dall'ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Forte sfruttamento, spesso illegale, della risorsa</li> <li>* Difficoltà di previsione delle catture e, conseguentemente, di programmazione delle attività</li> <li>* Forte dispersione delle taglie</li> <li>* Sistemi di prelievo non selettivi per la specie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Avvio di pratiche di gestione collettiva e condivisa della risorsa (ripopolamento, istituzione di aree di tutela, introduzione di periodi riposo biologico)</li> <li>* Definizione di una taglia minima di prelievo del seme (15mm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sistemi di raccolta del seme impattanti sull'ambiente (mobilitazione del sedimento, erosione)</li> <li>* Pesca illegale in aree fortemente inquinate</li> </ul>
Seme da schiuditoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Possibilità di selezione dei riproduttori (crescita elevata, resistenza alle patologie, tolleranza agli stress ambientali, triploidi)</li> <li>* Uniformità delle taglie</li> <li>* Possibilità di operare, mediante la reintroduzione della vongola locale <i>R. decussatus</i>, un'azione di ripristino ecologico di elevato pregio ambientale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Impossibilità di coprire il fabbisogno di seme con animali provenienti da riproduzione controllata</li> <li>* Costo elevato e direttamente proporzionale alla taglia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Riduzione dei costi con possibilità di preingrasso del piccolo seme</li> <li>* Possibilità di programmazione delle attività di ingrasso</li> <li>* Possibilità di utilizzare triploidi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Riduzione della variabilità genetica nei popolamenti lagunari</li> <li>* Possibilità di introduzione accidentale di parassiti o agenti patogeni</li> <li>* Uso di riproduttori alloctoni, non adattati all'ambiente</li> <li>* Eventuali fenomeni di mortalità nel periodo iniziale di preingrasso</li> </ul>
Captazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ingenti quantità di seme in determinati periodi dell'anno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sistema di prelievo non selettivo per la specie</li> <li>* Sistema labour-intensive con basse rese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Avvio di pratiche di preingrasso a partire da animali selvatici di piccole dimensioni</li> <li>* Riduzione dell'impatto di prelievo sull'ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Perdita dei collettori causati da eventi meteo-marini</li> </ul>

Lo sviluppo e l'intensità della pratica di allevamento della vongola verace è condizionata dal reperimento del seme, il cui costo è direttamente proporzionale alla dimensione dell'animale. Attualmente nelle lagune venete l'offerta di seme di *R. philippinarum*, sia naturale che proveniente da schiuditoio, non riesce a coprire l'intensa richiesta degli allevatori veneti. Una produzione annuale di 30.000 tonnellate proveniente da allevamento richiede la semina di almeno 4 miliardi di seme di taglia > 10 mm ogni anno (a questa taglia gli animali hanno già subito forti processi selettivi), quantitativo corrispondente ad oltre 800 tonnellate di materiale. Il prelievo di seme selvatico viene generalmente effettuato su individui di dimensioni medio grosse (> 12-15 mm), poiché gli operatori non hanno le esperienze adatte per svolgere attività di preingrasso di seme di taglia minore; di conseguenza il seme di dimensione media e piccola risulta scarsamente sfruttato, nonché soggetto ad ingenti danni causati dall'utilizzo dei sistemi di raccolta per il seme di taglia maggiore.

Una delle prime attività effettuate in Laguna di Venezia è stato il trasferimento ed il diradamento dei banchi naturali; questa pratica riveste un'importanza fondamentale perché spesso, per il gioco bizzarro delle correnti, il seme può accumularsi ad altissime densità (fino ad oltre 5.000 individui per metro quadrato) in aree poco adatte all'accrescimento. Ben presto, tuttavia, è risultato evidente che, nonostante queste pratiche di gestione attiva dei banchi, il solo reclutamento naturale non garantiva il mantenimento di una produzione annuale regolare e che il seme era comunque sottoposto ad una forte attività predatoria. Le larve ed i giovanili di bivalvi costituiscono infatti il cibo per molte specie di animali e la loro predazione costituisce una delle maggiori cause di mortalità del seme. Nelle lagune dell'Alto Adriatico i maggiori predatori del seme sono costituiti dal granchio comune (*Carcinus maenas*, *C. aestuarii*) dal murice (*Bolinus brandaris*) e dai platelminti del genere *Stylochus*; con l'aumento della taglia gli animali diventano meno vulnerabili all'attacco dei predatori, anche grazie all'acquisizione di una maggiore capacità di affossamento.

Per quanto riguarda le pratiche di ingrasso in laguna è vivamente sconsigliabile avviare attività con seme di taglia inferiore a 12-15 mm poiché le perdite dovute alla predazione possono essere molto consistenti (Paesanti, 2006). Questa taglia difficilmente corrisponde a quella disponibile sul mercato ed in ogni caso il prezzo unitario del seme (sia di schiuditoio che selvatico) aumenta considerevolmente con l'aumentare della taglia. La possibilità di condurre attività di preingrasso direttamente in aree lagunari vocate a tali procedure a partire da seme di piccole (3-6 mm) o medie (6-10 mm) dimensioni rappresenta oramai una scelta obbligatoria per gestire in modo sostenibile questa risorsa.

## 5.2 - La scelta del sito

L'applicazione in Laguna di Venezia di norme virtuose per rendere le attività di venicoltura sostenibili e compatibili con l'ambiente include anche la valorizzazione degli *stocks* di seme naturale e, di conseguenza, la messa a punto e la promozione di tecniche di preingrasso del seme idonee per questo ambiente.

Per quanto riguarda i sistemi di preingrasso, l'elevata variabilità ambientale presente in Laguna di Venezia consente l'applicazione di differenti metodi e l'in-

gente mole di studi ambientali effettuati nell'ultimo decennio permette di avere a disposizione un'immagine dettagliata del suo stato ambientale.

I principali fattori che agiscono nel determinare l'idoneità di un sito per la venericoltura sono la qualità del sedimento (conformazione, granulometria, potenziale redox, assenza di contaminanti), la disponibilità di alimento e l'idrodinamismo. Ulteriori fattori fisici e chimici che influenzano significativamente l'idoneità dei siti sono la temperatura, la salinità, l'ossigeno disciolto e la torbidità. I bivalvi sono in grado di sopravvivere, anche se per periodi limitati, quando tali parametri si trovano fuori dai *range* ottimali di tolleranza specie-specifici, tuttavia questo fatto costituisce un fattore di stress che influisce negativamente sulle *performances* di crescita e che può avere conseguenze anche gravi dal punto di vista immunitario e di esposizione ai parassiti (Soudant *et al.*, 2004).

Vengono di seguito riportati i *range* ottimali per i principali fattori che concorrono a determinare l'idoneità di un'area per il preingrasso di *R. philippinarum* (Fonti: Jones *et al.*, 1993; Breber, 1996; Paesanti e Pellizzato, 2000; Solidoro *et al.*, 2003; G.R.A.L., 2006; Vincenzi *et al.*, 2006).

**TIPO E QUALITÀ DEL SEDIMENTO.** Dal punto di vista della granulometria dei sedimenti, la vongola filippina predilige un substrato prevalentemente sabbioso, con una percentuale pari al 70-80% di sabbia ed il rimanente composto da limo o argilla, ma tollera terreni con percentuali sabbiose pari al 20% del totale.

Per ciò che concerne, invece, la qualità del sedimento, va ricordato che, come molte specie di bivalvi, le vongole filippine tollerano livelli relativamente alti di concentrazione di contaminanti organici e metalli pesanti presenti in ambiente, che accumulano facilmente grazie al loro habitus di filtratori e alle ridotte capacità metaboliche. Essendo organismi fossori, la presenza di contaminanti biodisponibili nel sedimento e negli strati inferiori della colonna d'acqua sono da considerarsi una tra le potenziali cause di accumulo di inquinanti nelle vongole (un'altra via prevalente è l'accumulo attraverso la dieta). Andrebbe pertanto evitato di effettuare attività di preingrasso nelle aree a maggior rischio di contaminazione.

Il quadro complessivo che risulta dall'analisi dei dati di metalli ed elementi in tracce (As, Ni, Cu, Cr, Cd, Hg, Pb, V, Zn) e inquinanti organici (IPA, BT, PCB, PCDD/F, DDT, DDD, DDE, HCB,  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH) indagati in campioni di sedimento della Laguna di Venezia, effettuata da ICRAM (ICRAM, 2007), evidenzia l'esistenza di due zone principalmente contaminate. Una posta in prossimità di San Giuliano, un tempo utilizzata come discarica di rifiuti industriali e successivamente, alla fine degli anni '90, solo in parte messa in stato di sicurezza permanente. La seconda area, a basso idrodinamismo e sottoposta a sedimentazione, risulta situata tra le casse di colmata e la gronda (laguna centrale); qui il sedimento è tipicamente pelitico e ricco di sostanza organica e ciò favorisce l'accumulo di sostanze, sia naturali, sia antropogeniche, che arrivano dalla gronda. Altre fonti di inquinamento si possono individuare nelle attività di cantieristica a Chioggia e a Pellestrina. Per quanto riguarda la zona antistante Porto Marghera, sono da segnalare le alte concentrazioni di PCB, anche se la produzione di tali contaminanti è stata da tempo abbandonata dopo la riconosciuta pericolosità dei composti rilasciati nell'ambiente. Inoltre è da segnalare che, nonostante l'assenza di correlazioni statistiche significative, PCB e diossine hanno presentato nel suddetto studio punti di picco sovrapposibili.

Nell'ambito dello stesso studio alcuni tra i contaminanti ricercati nel sedimento sono stati indagati in campioni di vongole raccolte nei medesimi siti di campionamento. I risultati hanno mostrato che il bioaccumulo dal sedimento dipende dalla biodisponibilità del contaminante stesso: solo per alcuni contaminanti, come ad esempio arsenico, nichel, mercurio e PCB, i punti di maggior concentrazione nel sedimento sono coincisi con i valori più elevati di concentrazione nelle vongole. Per altri contaminanti, come per esempio il TBT, si è evidenziato che la via principale di assunzione per le vongole non è legata alla contaminazione presente nel sedimento.

**DISPONIBILITÀ DI ALIMENTO.** La disponibilità di fitoplancton nel corso dell'anno non influisce solo con i tassi di crescita degli animali allevati, ma di fatto determina la capacità portante del sistema. Le vongole filippine filtrano, ingeriscono ed assimilano un largo spettro di organismi (microalghe, cianobatteri, batteri, microzooplancton). L'assimilazione delle alghe varia dal 69% per le diatomee al 37% per i cianobatteri (Sorokin e Giovanardi, 1995). Data la preponderante componente di fitoplancton nella dieta delle vongole, la misura del quantitativo di clorofilla presente nella colonna d'acqua viene considerato il parametro ottimale per stimare l'alimento disponibile. Per una crescita corretta le vongole abbisognano di un apporto giornaliero pari a circa 0,5-2% in peso secco di alimento rispetto al loro peso vivo. A tale scopo ciascun adulto in Laguna di Venezia filtra mediamente 20 m<sup>3</sup> di acqua all'anno (Sorokin e Giovanardi, 1995).

La densità e la qualità delle microalghe presenti influiscono sulle *performances* di ingestione e digestione degli animali. I valori ottimali di clorofilla *a* (indicatore della quantità di fitoplancton presente) per la vongola filippina sono compresi nel *range* di 2-11 µg L<sup>-1</sup> (Paesanti e Pellizzato, 2000). A concentrazioni più basse la crescita ottimale è compromessa, mentre a concentrazioni più elevate il rendimento si riduce per problemi legati alla saturazione delle branchie. La Laguna di Venezia rappresenta un ecosistema di tipo eutrofico: i quantitativi maggiori di clorofilla vengono riscontrati nella fascia prospiciente la gronda lagunare, con valori medi annuali massimi raggiunti nel bacino nord in prossimità del fiume Osellino (18 µg L<sup>-1</sup>, come media del triennio 2001-2003, AAVV, 2006). Nello stesso periodo i valori minori sono stati registrati in prossimità della bocca di porto di Malamocco (valore medio 4 µg L<sup>-1</sup>).

**IDRODINAMISMO.** In Laguna di Venezia la circolazione idrica è indotta principalmente dalla marea astronomica e dai principali regimi di vento che caratterizzano l'area dell'Alto Adriatico (scirocco e bora). L'idrodinamismo rappresenta un parametro fondamentale nell'accrescimento e la sopravvivenza della specie che predilige aree con velocità della corrente compresa tra 0,3 e 1 m s<sup>-1</sup>. Nel caso di allevamenti in sospensione il sito prescelto deve essere protetto dall'azione diretta delle onde, dai venti dominanti e da eventuali mareggiate in quanto un eccessivo movimento della struttura di allevamento potrebbe causare una diminuzione o un arresto del processo di filtrazione da parte dei bivalvi allevati. Il moto ondoso deve comunque garantire un idrodinamismo adeguato al sostentamento della biomassa allevata.

Il confinamento è uno dei descrittori principali degli ecosistemi di transizione ed è definito come il tempo di rinnovo delle sostanze biogene di origine marina in un determinato punto del bacino in esame. Per la Laguna di Venezia si è osservato

che le zone di confinamento intermedio quali, ad esempio, i fondali a ridosso di Porto San Leonardo, di Marghera, di Tessera e di Campalto forniscono le massime rese di *R. philippinarum*. Nella scelta del sito potenzialmente idoneo per stabilire un'attività di allevamento dovranno essere escluse le aree eccessivamente confinate, ovvero laddove non venga garantito un adeguato ricambio idrico.

**TEMPERATURA.** Le vongole filippine presentano una crescita discontinua nel corso dell'anno, prediligendo temperature comprese tra i 15 e i 25 °C; al di sotto di tale *range* il tasso di filtrazione si riduce e a temperature < 10 °C gli animali entrano in uno stato di letargia fisiologica che li porta a minimizzare i consumi, arrestando di fatto la crescita. Temperature molto elevate (> 28 °C) sono invece spesso nocive e, in mancanza di un ricambio idrico ed ossigenazione adeguati, possono innescare processi distrofici nello spazio acquoso che causano fenomeni di moria estesa.

**SALINITÀ.** Le vongole sono animali eurialini che riescono a crescere correttamente in un ampio *range* di salinità (15 – 35 ‰). Nel caso delle fasi precoci (larve, piccolo seme) la salinità dovrebbe comunque essere superiore al 25‰, mentre gli adulti infossandosi in profondità riescono a proteggersi dalle oscillazioni. L'andamento della salinità in Laguna di Venezia è tipico delle acque di tipo polialino ed eualino: varia nel tempo e nello spazio dal 14 al 32‰ e corrisponde al *range* di tolleranza di molte specie di molluschi bivalvi. I valori medi di salinità aumentano gradualmente dalle aree situate a ridosso della gronda lagunare (zone polialine), alle zone situate in prossimità delle bocche di porto (zone eualine) maggiormente influenzate dagli scambi con l'ambiente marino. Stagionalmente i valori massimi di salinità vengono registrati in estate, in conseguenza alla maggiore evaporazione e alla riduzione degli apporti idrici fluviali: la salinità può essere, infatti, considerata come un buon indicatore del mescolamento tra acque di origine fluviale ed acque marine.

**OSSIGENO.** Una delle principali cause di moria diffusa di banchi di vongole filippine è legata alla carenza di ossigeno disciolto. Valori di saturazione dell'ossigeno disciolto inferiori al 40% risultano incompatibili con la sopravvivenza della specie, mentre percentuali superiori all'80% sono da considerare ottimali. Generalmente i valori di ossigeno riscontrati in Laguna di Venezia nella colonna d'acqua risultano, nel corso dell'anno, compatibili con quelli ottimali per la crescita delle vongole; inoltre, brevi periodi di anossia di per sé non comportano direttamente effetti deleteri per questa specie (in estate le vongole possono resistere 4-6 giorni in mancanza totale di ossigeno). Il problema maggiore riguarda, invece, i fenomeni di anaerobiosi sul fondo che portano allo sviluppo di batteri *Desulfovibrio* i quali producono H<sub>2</sub>S a partire da materiale organico in decomposizione. In questi casi si possono verificare estese morie in tempi rapidi (qualche ora). L'unica misurazione in grado di descrivere tali fenomeni è il potenziale redox della superficie del substrato. A tale scopo basta inserire la sonda nei primi 2 cm del sedimento; letture superiori a +220 mV indicano un ambiente ossidante, mentre quelle inferiori un ambiente riducente. Un buon sito non deve dare valori inferiori a -350 mV quando la temperatura dell'acqua cade tra 25 e 30 °C .

Allo scopo di abbattere i rischi di anossia è opportuno scegliere un sito caratterizzato da adeguato idrodinamismo e procedere alla rimozione delle biomasse algali, alla base dell'innescamento dei processi distrofici, ed alla pulizia dei contenitori di preingrasso.

**TORBIDITÀ.** Il tasso di filtrazione dei bivalvi varia in funzione della quantità e della qualità di particolato presente in sospensione, oltre che in risposta dei parametri ambientali (principalmente temperatura e salinità). Al di sopra o al di sotto del loro *range* ottimale gli animali tendono a ridurre il tasso di filtrazione. La vicinanza del sito prescelto per l'attività di preingrasso agli sbocchi fluviali è considerata generalmente indicata, poiché comporta l'apporto di ingenti quantitativi di sostanza organica utili all'innesco di importanti processi di produzione primaria (fitoplancton). D'altra parte un quantitativo di particolato in sospensione in eccesso porterebbe ad un significativo calo del tasso di filtrazione da parte dei bivalvi in conseguenza ad una saturazione degli apparati branchiali. Ogni specie di bivalve presenta una differente sensibilità nel tollerare la torbidità presente nell'acqua, ma, in generale, si tende ad escludere le zone caratterizzate da elevati livelli di particolato inorganico in sospensione quali, ad esempio, le aree più interne delle sacche e delle lagune caratterizzate da basso fondale e scarso idrodinamismo. Un *range* di 0-20 mg L<sup>-1</sup> di particolato in sospensione viene considerato ottimale per la vongola filippina, mentre il valore di 100 mg L<sup>-1</sup> corrisponde al limite vitale.

### 5.3 - Il *timing* di preingrasso

A prescindere dal sistema utilizzato, al fine di una gestione ottimale del seme è fondamentale considerare anche il *timing* del preingrasso, ovvero l'identificazione del momento migliore in cui iniziare i cicli di preingrasso. Come ricordato in precedenza le vongole filippine crescono in maniera discontinua nel corso dell'anno, prediligendo temperature dell'acqua primaverili o autunnali. Se confinate ad elevate densità ed in mancanza di un'adeguata ossigenazione le vongole rischiano forti mortalità estive; per tale motivo si tende ad evitare di condurre pratiche di preingrasso durante la stagione più calda; se si dispone di seme di taglia elevata (8-10 mm) si possono compiere 2 cicli brevi di preingrasso, seminando il prodotto a marzo (o settembre) per poi raccoglierlo a maggio giugno (o ottobre-novembre) ad una taglia adeguata alla loro semina senza sistemi di protezione. Nel caso in cui si parta con seme di taglia minore (2-3 mm) sarà necessario prolungare il preingrasso per almeno 9 mesi ed in questo caso si preferisce seminare in settembre per poi raccogliere in tarda primavera il prodotto pronto per l'ingrasso. I cicli di allevamento possono anche includere i mesi invernali; in questo periodo le crescite ottenute non sono significative, ma si permette in tal modo agli animali di adattarsi al nuovo ambiente al fine di poter meglio sfruttare le stagioni più propizie; a vantaggio dell'effettuazione dell'attività di preingrasso nei mesi freddi c'è la scarsa manodopera necessaria durante tale periodo.

### 5.4 - Indicazioni complessive sul preingrasso in Laguna di Venezia

Prima di intraprendere un'attività di preingrasso è essenziale prendere in considerazione ogni opzione possibile e ponderarla accuratamente in base alle caratteristiche specifiche del sito prescelto, ai costi (investimenti iniziali, costi di gestione) e alla taglia di partenza del seme a disposizione.

A titolo riepilogativo in Tabella 5-2 vengono riportati i *range* ottimali e tollerati dei fattori elencati in precedenza e, per tipologia di allevamento, una valutazione della loro rilevanza in Laguna di Venezia.

I valori di salinità, temperatura ed il quantitativo di fitoplancton non costituiscono dei fattori di rischio in Laguna di Venezia, rientrando nei *range* ottimali per una gran parte dell'anno e restando nei *range* tollerati per brevi periodi nel caso di eventi eccezionali. La torbidità, l'ossigeno e la granulometria del sedimento possono invece costituire un problema nel caso dell'utilizzo di sistemi di preingrasso su fondale, mentre la qualità dell'acqua e del sedimento hanno un'influenza significativa per tutte le tipologie.

In Tabella 5-3 sono riportate, sotto forma di analisi SWOT, le principali caratteristiche dei sistemi di preingrasso descritti in precedenza, mentre in Tabella 5-4 vengono riportate le idoneità di ciascun metodo per l'ingrasso di seme di differente pezzatura. Nella tabella viene riportata, inoltre, una stima della durata dell'intero ciclo di allevamento [preingrasso, ingrasso] fino al raggiungimento di una taglia commerciale soddisfacente (35 mm). Tali valori temporali devono essere considerati indicativi poiché fattori climatici, ambientali e trofici possono influire significativamente sulla durata del ciclo, allungando o riducendo significativamente i tempi. Nel caso di allevamento a terra la possibilità di utilizzare il fitoplancton innescato in bacini costituisce un ulteriore vantaggio, consentendo una riduzione del ciclo di allevamento.

Tabella 5-2 - Tabella riepilogativa dei range ottimali e dei range tollerati dalle vongole e stima della rilevanza dei fattori presi in considerazione per l'avvio di pratiche di preingrasso Laguna di Venezia

	Range ottimale <sup>a</sup>	Range tollerato <sup>a</sup>	FLUPSY	Sistemi in sospensione (cassette, lanterne, <i>poches</i> )	Sistemi su fondale ( <i>poches</i> , reti)
Salinità	20-35 ‰	15-45 ‰	**	**	**
Torbidità	0-20 mg L <sup>-1</sup>	0-100 mg L <sup>-1</sup>	***	***	***
Temperatura	15-25 °C	0-32 °C	**	**	**
Ossigeno	>80 %	>40 %	**	**	***
Idrodinamismo	0,3-1 m s <sup>-1</sup>	0,2-2 m s <sup>-1</sup>	*	***	***
Fitoplancton (Chl <i>a</i> )	2-11 µg L <sup>-1</sup>	2-22 µg L <sup>-1</sup>	**	**	**
Sedimento granulometria	>80% sabbia	>20% sabbia	*	*	***
Sedimento qualità	Inquinanti inorganici ed organici compresi nei valori tabellari di riferimento <sup>b</sup>		***	***	***
Colonna d'acqua qualità	Inquinanti inorganici ed organici compresi nei valori tabellari di riferimento <sup>c</sup>		***	***	***

Legenda: \* di importanza secondaria; \*\* di importanza primaria ma non costituisce un fattore limitante in Laguna di Venezia; \*\*\* di importanza primaria e può costituire un fattore limitante in Laguna di Venezia.

Note alla tabella: a) Breber, 1996; Paesanti e Pellizzato, 2000; Solidoro *et al.*, 2003; G.R.A.L., 2006; b) Colonna A del "Protocollo fanghi" del 1993 e Tab 2/A e 3/B del DM 260/2010; c) Tab. 1/C Allegato 2 Parte terza del D.Lgs 152/2006, limiti tabellari per acque destinate alla vita dei molluschi; DM 260/2010 (Tab 1/A e 1/B), DM 23/04/1993

Indipendentemente dal tipo di sistema utilizzato nell'intero ciclo di preingrasso e di allevamento non si dovrebbero perdere più del 20-25% del seme iniziale per *R. philippinarum*; relativamente a *R. decussatus* le perdite ipotizzabili per ciclo di allevamento sono maggiori a causa di un più regredito stato di consolidamento delle metodiche di preingrasso per questa specie.

Tra i differenti sistemi di preingrasso descritti in precedenza, i sistemi a terra (*upwelling*, *raceway*) sono indicati solamente per le prime fasi di preingrasso poiché, se utilizzati per taglie superiori, richiederebbero un eccessivo consumo energetico e di spazio. Nell'ottica di una gestione diretta del seme da parte degli allevatori lagunari, i sistemi di preingrasso più indicati per il seme di dimensioni medio-piccole sono quelli in sospensione di tipo "lanterne" o quelli di tipo flottante (FLUPSY), mentre per il seme di taglia maggiore sono più indicate le reti, le *poches* (sul fondale o in sospensione) e le cassette. Per i sistemi di preingrasso a flusso attivo a terra, le aree perilagunari più indicate sono le valli da pesca in cui si pratica l'allevamento intensivo di specie ittiche. L'allevamento ittico, infatti, produce grandi quantitativi di sostanza organica derivata dal cibo non digerito e dagli scarti metabolici; tale sostanza, fertilizzando l'acqua, favorisce lo sviluppo di *bloom* fitoplanctonici, in particolare durante la primavera-estate, quando la temperatura dell'acqua e la radiazione solare aumentano. L'eccesso di sostanze nutrienti, che quindi potrebbe essere oggetto di un impatto negativo dell'allevamento ittico, potrebbe, in questo caso, essere sfruttato per accrescere i giovani molluschi alloggiati in strutture idoneamente progettate per il loro collocamento. Le valli venete in cui si pratica l'allevamento ittico intensivo, inoltre, sono quasi sempre dotate di impianti per lo stoccaggio del prodotto ittico e per la distribuzione dell'ossigeno disciolto. Questo è un vantaggio fondamentale quando si lavora con biomasse elevate e in ambienti eutrofici, poiché a causa delle elevate temperature estive non è infrequente che l'ambiente acquatico incorra in fenomeni di ipossia o anossia.

Tabella 5-3 - Analisi SWOT sulle differenti tipologie di preingrasso del seme di vongola utilizzabili in Laguna di Venezia

	Punti di forza	Punti di debolezza	Opportunità	Minacce
Nursery a terra	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Utilizzo a partire da seme di piccola taglia</li> <li>* Possibilità di regolare il flusso secondo le esigenze</li> <li>* Facilità di gestione</li> <li>* Controllo sui parametri di allevamento (salinità, temperatura, ossigeno, alimento)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Flusso attivo (pompe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Uso di bloom fitoaigali innescati in grandi volumi</li> <li>* Utilizzo di acque reflue degli impianti di acquacoltura nelle valli da pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rischio di black-out elettrici</li> </ul>
Lanterne	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Flusso passivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* In laguna di Venezia applicabile solo in corrispondenza di canali</li> <li>* Labour-intensive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Gestione del seme da parte delle medesime cooperative di pesca</li> <li>* Riutilizzo di impianti dismessi per mitilicoltura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rischio di perdita di materiale per mareggiate</li> </ul>
Poches o cassette	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Flusso passivo</li> <li>* Disponibilità di diatomee bentoniche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Labour-intensive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Gestione del seme da parte delle medesime cooperative di pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rischio di morie diffuse in corrispondenza di crisi anossiche di fondale</li> </ul>
FLUPSY	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Permette alti carichi</li> <li>* Facilità di gestione</li> <li>* Basso consumo elettrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Richiede una batimetria di almeno 1,5 m sul mediomare</li> <li>* Flusso attivo (mixer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Gestione del seme da parte delle medesime cooperative di pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rischio di perdita di materiale per eccessivo idrodinamismo</li> <li>* Rischio di black-out elettrici</li> </ul>
Semina sotto rete	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Flusso passivo</li> <li>* Disponibilità di diatomee bentoniche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Applicabile solo su aree di bassofondo intertidali o subtidali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Gestione del seme da parte delle medesime cooperative di pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rischio di morie diffuse in corrispondenza di crisi anossiche di fondale</li> </ul>

**Tabella 5-4 - Idoneità dei differenti sistemi di preingrasso per seme di vongola di differente pezzatura e durata del ciclo di allevamento in Laguna di Venezia.**  
*In questo caso il ciclo si ritiene concluso quando l'animale raggiunge la taglia di 35 mm [circa 1 10 pezzi a kg]*

Taglia del seme (mm)	Peso (g)	Pezzi per Kg	Durata del ciclo (mesi)	Upwelling a terra	Raceway	FLUPSY	Lanterne	Poches o cassette	Rete	Ingrasso
1	0,0002	5.000.000	22-24							
2	0,0016	625.000	20-23							
3	0,005	200.000	20-22							
4	0,012	83.000	21-22							
5	0,035	28.600	20-21							
6	0,05	20.000	19-20							
7	0,08	12.500	18-19							
8	0,10	10.000	17-18							
9	0,15	6.700	16-18							
10	0,20	5.000	16-17							
11	0,25	4.000	15-17							
12	0,33	3.000	14-16							
13	0,43	2.300	14-15							
14	0,54	1.850	13-14							
15	0,68	1.450	12-14							
↓	↓	↓								
35	9	111								

Tabella 5-5 - Stima delle superfici occupate per l'allevamento di giovanili di vongola filippina destinati a seminare efficientemente 1 ha di spazio acqueo in concessione in Laguna di Venezia, utilizzando differenti sistemi di preingrasso (densità di semina calcolata: 300 individui per m<sup>2</sup>)

Taglia	Peso (kg)	Upwelling n. setacci <sup>a</sup>	Raceway area (m <sup>2</sup> )	FLUPSY n. cassoni <sup>b</sup>	Lanterne n. cestelli <sup>c</sup>	Rete Area (m <sup>2</sup> )	Poches n. sacchi <sup>d</sup>
Piccola (2-3 mm)	6-20	27	2-4	1	6-20 (1-2 pile)	180	30-70
Media (6-8 mm)	180-360	180-260	30-40	4-9	150-260 (15-20 pile)	1.350	375-500
Grande (10-12 mm)	750-1.200	-	150-225	25-40	750-1.200 (75-100 pile)	3.750	-

<sup>a</sup>diametro 40 cm; <sup>b</sup>area 1mq; <sup>c</sup>diametro 50 cm; <sup>d</sup>dimensione 0,5 x 1m

Per seminare in maniera efficiente 1 ha di concessione lagunare (2,7 kg per m<sup>2</sup>, corrispondenti a 300 animali di taglia media 35 mm) è necessario preingrassare circa 3.750.000 pezzi di seme (nella stima viene inclusa anche una perdita prevista di prodotto pari al 25%). Ad una taglia di 2-3 mm tale quantitativo di seme pesa approssimativamente 6-20 kg ed occupa un volume di circa 25 litri; nel caso di animali di taglia 6-8 mm lo stesso quantitativo pesa circa 180-360 kg ed occupa un volume di circa 225 litri, mentre alla taglia di 10-12 mm si giunge ad un peso di 750-1.200 kg e ad un volume superiore ai 1.200 litri.

A titolo indicativo viene riportata in Tabella 5-5 una stima delle superfici necessarie per effettuare le pratiche di preingrasso necessarie per seminare 1 ha di laguna (3.750.000 di individui). In questa stima viene considerato l'utilizzo, secondo le modalità precedentemente riportate, dei differenti sistemi di preingrasso descritti in precedenza e vengono prese in considerazione tre pezzature differenti di seme (piccola, media, grande).

In considerazione dell'insieme dei fattori analizzati nella presente relazione è stato possibile delimitare in Laguna di Venezia le aree maggiormente idonee per avviare attività di preingrasso con i differenti sistemi. Da tali aree devono essere escluse le aree soggette a vincoli o ad altro uso primario, con particolare riferimento alle aree che circondano i principali centri urbani insistenti in laguna (Venezia, Chioggia, Murano), l'area SIN prospiciente Porto Marghera ed i canali navigabili in uso; inoltre una vasta area della laguna sud risulta caratterizzata da popolamenti di fanerogame marine; in tale area l'avvio di pratiche di preingrasso (sia in sospensione che su fondale) è vincolata all'identificazione di zone non coperte da fanerogame marine. In Figura 5-1 sono riportate le aree vincolate o non idonee descritte in precedenza.

Sono state inoltre escluse le aree a minor ricambio idrico, quali le aree più interne ed una buona parte del sottobacino nord. Un'eccezione in queste aree potrebbe essere costituita dall'utilizzo di sistemi di preingrasso a terra nelle aree vallive, sfruttando a questo scopo anche le strutture degli impianti esistenti di piscicoltura intensiva.

Per le tipologie di preingrasso su fondale sono state identificate alcune macroaree poste nella parte più esterna della laguna, ovvero le aree caratterizzate da una granulometria del sedimento più grossolana e da un minor tempo di residenza. In aggiunta, per le attività di preingrasso in sospensione sono state identificate ulteriori tre macroaree, più interne rispetto alle altre ma comunque caratterizzate da condizioni idonee per l'allevamento del seme di vongola (Figura 5-2). All'interno di queste macroaree le attività di preingrasso potranno essere effettuate nelle zone a bassofondo laddove non ci siano fanerogame marine o vincoli di altro tipo.

Alcune tipologie di preingrasso richiedono condizioni particolari che si rilevano in limitate aree lagunari (Figura 5-3). Nello specifico, il preingrasso sotto rete richiede l'utilizzo di aree che emergono in bassa marea o che comunque risultino di profondità limitata e dunque questa attività può essere effettuata solo in alcune zone delle macroaree identificate in laguna sud (zone antistanti Chioggia e San Pietro in Volta, zona antistante l'area detta "Lazzaretto vecchio") ed in gran parte della macroarea localizzata tra l'isola di Sant'Erasmo e Punta Sabbioni. Il posizionamento dei FLUPSY in laguna sarà possibile solo in presenza di una batimetria adeguata (> 2 m sul mediomare); in conseguenza di tale vincolo e nell'impossibilità di posizionare tali strutture nei canali navigabili sono state identificate due macroaree idonee, entrambe in laguna centrale (fonda sei sette morti, area prospiciente la bocca di

Malamocco). L'area della bocca di Malamocco è considerata, però, una zona a forte erosione per cui la messa in posa di queste strutture dovrebbe comunque essere effettuata solo nel caso in cui analisi ambientali adeguate diano parere favorevole. Infine per i sistemi che necessitano di filari in sospensione (lanterne, cestelli) si possono utilizzare gli impianti dismessi di mitilicoltura presenti in alcuni canali prospicienti le bocche di porto di Chioggia e Malamocco.

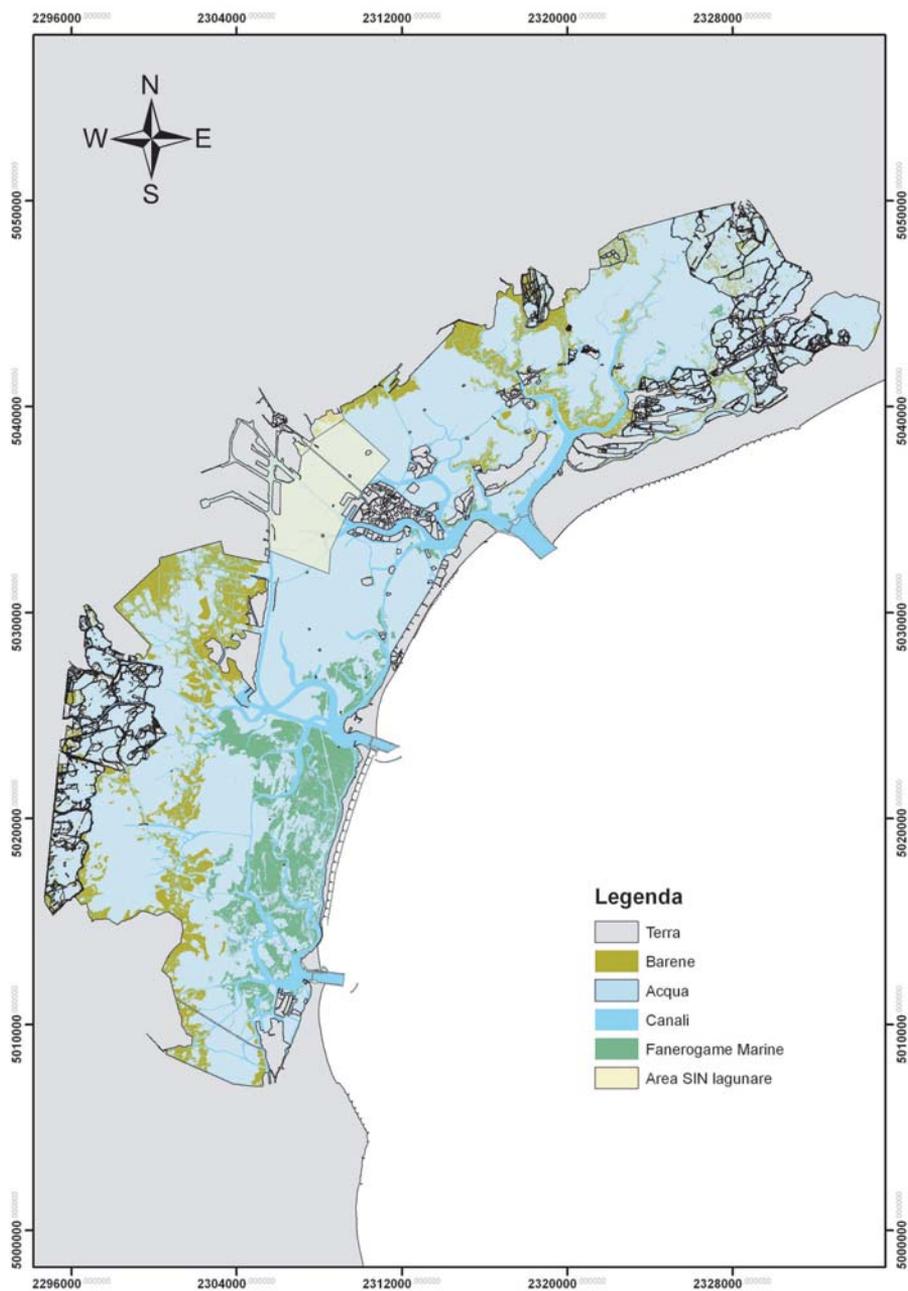


Figura 5-1 - Localizzazione delle aree vincolate e/o non idonee per le attività di preingrasso

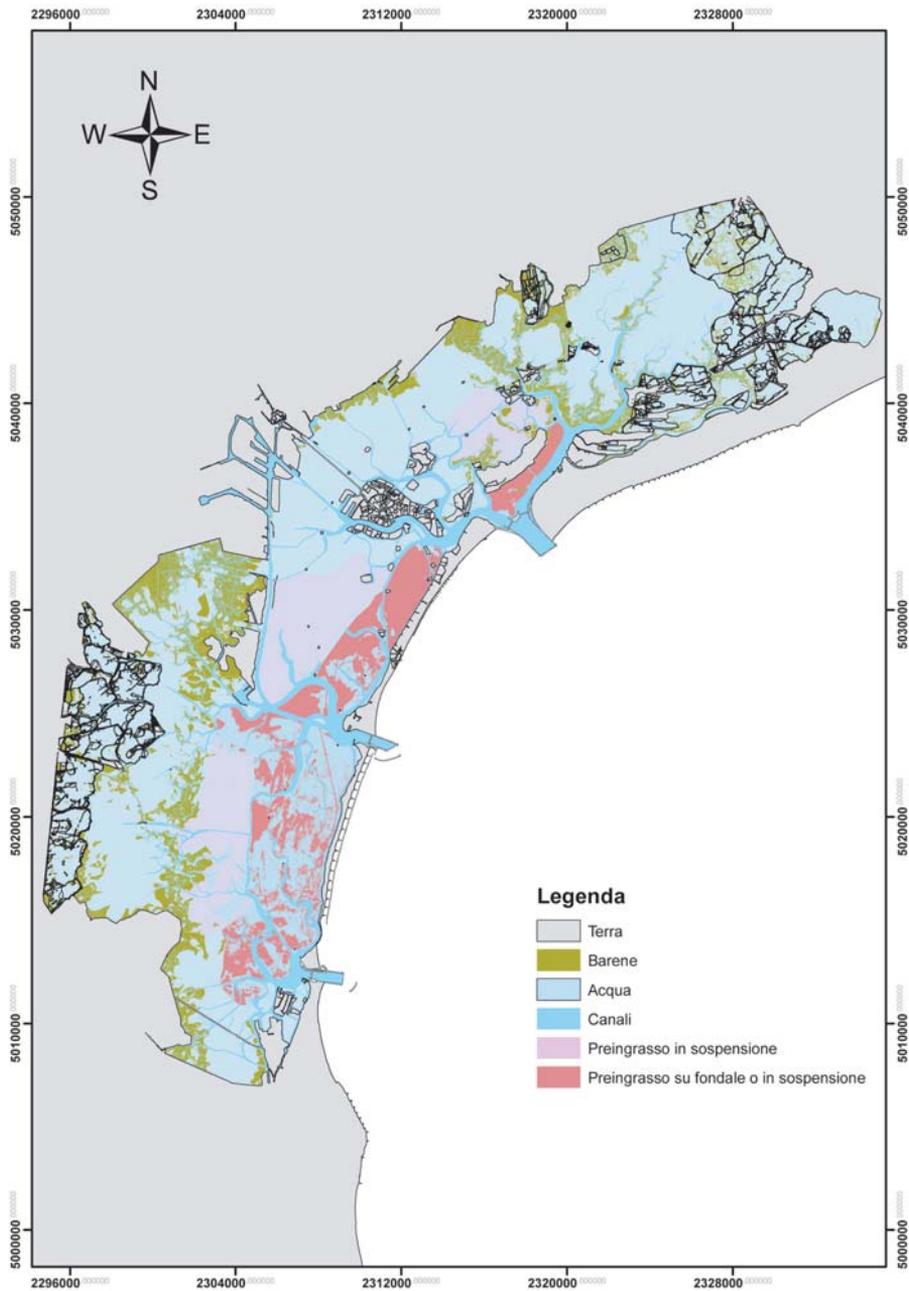


Figura 5-2 - Localizzazione delle aree più idonee in cui effettuare preingrasso su fondale o in sospensione (aree rosa) o solo in sospensione (aree viola). N.B.: l'avvio di pratiche di preingrasso (sia in sospensione che su fondale) non può essere effettuata sulle aree a copertura di fanerogame marine o in aree di particolare pregio ambientale

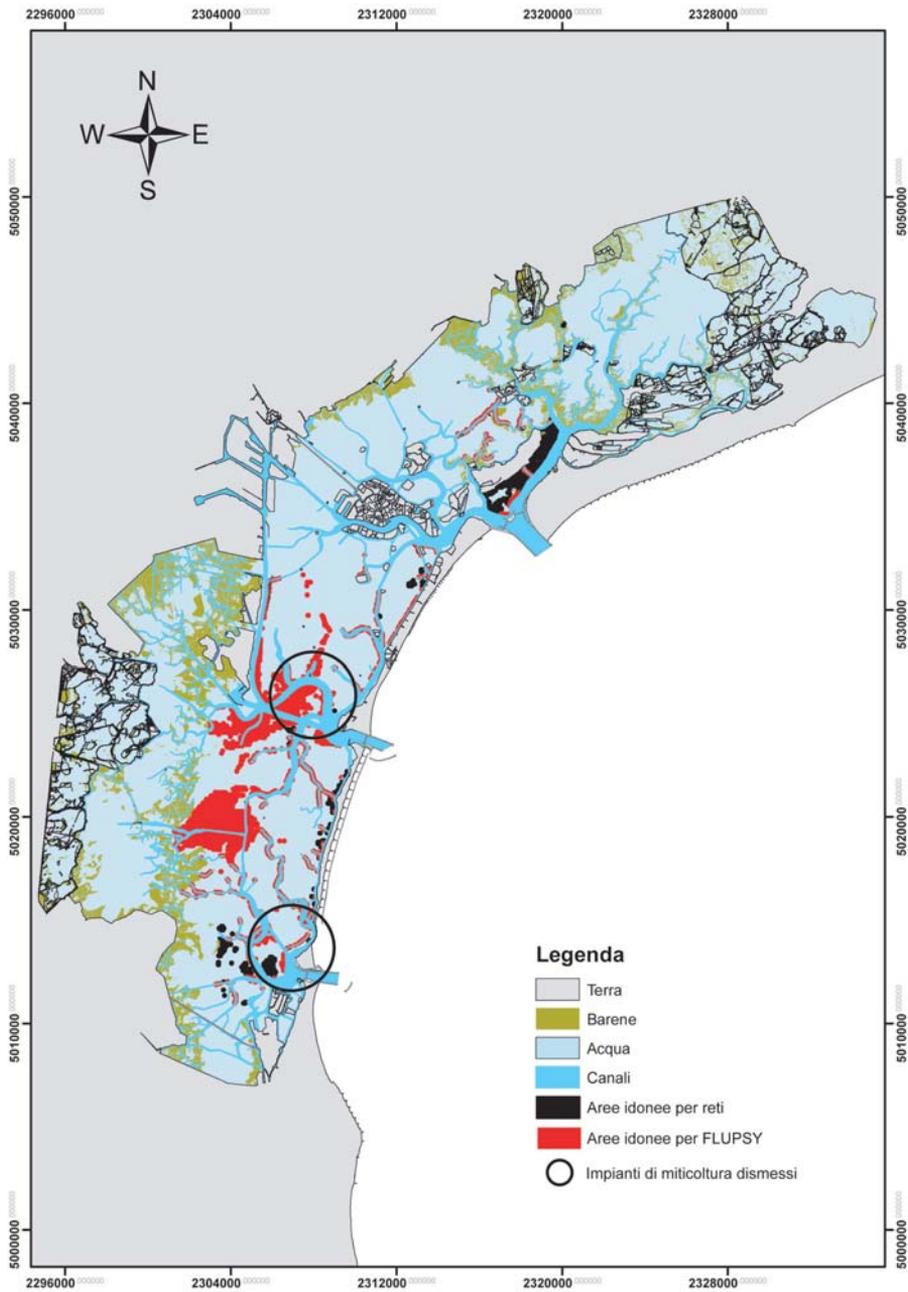


Figura 5-3 - Localizzazione delle aree specifiche per FLUPSY [rosso], reti [nero] e per il prein-grasso in sospensione, utilizzando gli impianti dismessi per la miticoltura [cerchi]

## 6. PROVE SPERIMENTALI DI PREINGRASSO IN LAGUNA DI VENEZIA

---

### 6.1 - Descrizione delle attività

Una volta raccolte le informazioni sullo stato dell'arte dei sistemi di preingrasso ed identificate le tipologie più idonee per la Laguna di Venezia, si è provveduto alla definizione di protocolli sperimentali specifici, a supporto delle attività svolte dagli allevatori professionali del settore.

Successivamente a queste fasi preliminari e conoscitive, si è passati all'avvio e svolgimento delle sperimentazioni all'interno di allevamenti che avevano ottenuto le autorizzazioni da parte degli organi competenti.

Dopo aver eseguito la caratterizzazione del seme selvatico, utilizzato come materiale di partenza per l'avvio del preingrasso in Laguna di Venezia, sono state individuate le tipologie di preingrasso di maggior interesse nell'ambito del progetto di ricerca. Nello specifico le attività oggetto di studio sono state:

- preingrasso di *R. philippinarum* con il sistema di *poches* in sospensione;
- ciclo di allevamento di *R. philippinarum* in FLUPSY;
- preingrasso sotto rete della vongola autoctona *R. decussatus*.

Al fine di valutare le *performances* delle differenti tipologie di preingrasso, per ciascuna sperimentazione sono stati confrontati i parametri di crescita, biometrici e gravimetrici, dei molluschi e sono state valutate le condizioni fisiologiche degli organismi, mediante l'applicazione di indici sullo stato di nutrimento dei molluschi (indici di condizione) e risposte fisiologiche allo stress (test di sopravvivenza all'aria). Tali informazioni sono state, inoltre, messe in relazione con le principali caratteristiche chimiche, fisiche e trofiche dei siti di allevamento (temperatura, salinità, clorofilla *a*).

### 6.2 - Materiali e metodi

#### 6.2.1 - Aree di studio

Le aree oggetto di studio sono state individuate all'interno delle Cooperative della laguna sud di Venezia, riportate in Figura 6-1.

Nel corso delle sperimentazioni, per ogni sito e per ogni campionamento, fatta eccezione per la caratterizzazione del seme selvatico, utilizzato come materiale di partenza per l'avvio del preingrasso in Laguna di Venezia, sono stati misurati i seguenti parametri ambientali: salinità, temperatura dell'acqua e clorofilla *a* (determinazione spettrofotometrica secondo il metodo di Strickland e Parsons, 1968).

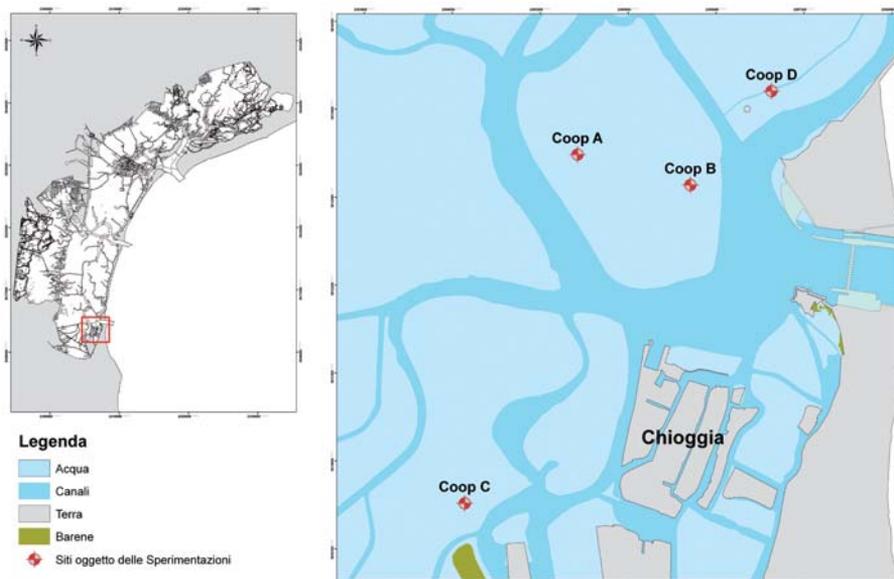


Figura 6-1 - Localizzazione delle aree oggetto di sperimentazione del preingrasso in Laguna di Venezia

### 6.2.2 - Indici di condizione

Sono stati raccolti campioni costituiti da 40 vongole ciascuno, su cui sono stati misurati i parametri riportati in Tabella 6-1.

Tabella 6-1 - Parametri corporei, con relative sigle usate nel testo, misurati sugli esemplari di vongole

Parametri	Sigla
Lunghezza maggiore dell'asse latero-laterale della conchiglia	L
Altezza della conchiglia	A
Spessore della conchiglia	S
Spessore x Altezza x Lunghezza della conchiglia	SAL
Peso umido totale	PUtot
Peso secco della conchiglia	PC
Peso umido delle carni	PU
Peso secco delle carni	PS

Lunghezza, spessore e altezza delle conchiglie sono state misurate mediante calibro decimale al mm inferiore. Per ottenere il peso secco, la parte molle di ciascuna vongola è stata prelevata, messa in contenitori prepesati e disidratata in stufa a 105°C per un periodo di tempo sufficiente al raggiungimento di un peso costante [Boscolo *et al.*, 2003]. Tutte le pesate sono state effettuate mediante bilancia analitica di precisione ( $10^{-5}$  g).

Gli indici di condizione, definiti come rapporto tra il contenuto edule e la conchiglia dei molluschi, sono stati misurati secondo le seguenti formule:  $PS \times 100/PC$ ,  $PS \times 100/SAL$ ,  $PU \times 100/PC$ ,  $PU \times 100/SAL$ .

### 6.2.3 - Test di sopravvivenza in aria

Al fine di valutare le risposte fisiologiche degli animali allo stress, si è provveduto ad effettuare il test di sopravvivenza in aria come riportato in Boscolo *et al.* (2003). A questo scopo sono stati prelevati 30 individui per ogni campione e sono stati asciugati e posti all'interno di contenitori di plastica a tenuta, con valori di umidità a saturazione. Gli animali sono stati mantenuti alla temperatura di  $18 \pm 0,5$  °C e giornalmente sono stati controllati allo scopo di rimuovere i morti, ovvero gli individui che presentavano le valve aperte anche a seguito di stimolazione meccanica.

### 6.2.4 - Tasso istantaneo di crescita

Per le sperimentazioni in cui si è voluto verificare le *performances* di crescita nel tempo è stato calcolato, relativamente ai parametri il cui incremento è risultato significativo, il tasso istantaneo di crescita utilizzando la seguente formula:

$$\text{IGR} = \frac{(\ln \bar{x}_2 - \ln \bar{x}_1)}{t_2 - t_1} \times 100$$

dove  $\bar{x}_1$  e  $\bar{x}_2$  sono i valori medi dei parametri corporei, rispettivamente, al tempo  $t_1$  e  $t_2$ .

### 6.2.5 - Elaborazioni statistiche

Per confrontare i parametri determinati sui campioni di vongole, a causa della distribuzione non normale dei dati (test  $\chi^2$  non significativo per  $p > 0,05$ ), dovuto principalmente alla selezione per taglia del seme prima dell'immissione in allevamento, sono stati applicati i seguenti test statistici non parametrici: test di Mann-Whitney per il confronto tra due campioni; test di Kruskal-Wallis e relativo test *post-hoc* per le comparazioni multiple.

I dati di sopravvivenza sono stati processati mediante l'equazione di Kaplan e Meier (1958) con la quale è stato possibile calcolare il valore di  $LT_{50}$ , ovvero il numero di giorni necessario per il dimezzamento della sopravvivenza (50% di morti). I dati di sopravvivenza sono stati rappresentati come curve cumulate ed il confronto tra le curve è stato effettuato mediante il test F di Cox.

Per la prova di preingrasso in *poches* effettuata confrontando due siti di allevamento diversi, sono state valutate le interazioni tra l'insieme dei parametri della Tabella 6-1 con i fattori densità e localizzazione dei siti, mediante *scaling* multidimensionale (MDS), previa trasformazione dei dati [ $\log(x+1)$ ], con l'utilizzo del software Primer (Primer-E).

Per tutte le altre analisi statistiche è stato utilizzato il software Statistica 6 (Statsoft).

## 6.3 - Caratterizzazione del seme selvatico

Preliminarmente alle attività sperimentali è stata eseguita la caratterizzazione del seme selvatico destinato alle procedure di preingrasso, prelevato dalle foci dei fiumi Brenta e Adige durante le campagne di raccolta gestite dal G.R.A.L..

I due campioni di seme selvatico, nonostante la diversa provenienza, hanno presentato caratteristiche molto simili tra loro (Tabella 6-2), sia per quanto riguarda i

parametri corporei ( $p > 0,05$  per tutti i valori), sia dal punto di vista della pezzatura e della distribuzione percentuale per taglie (Figura 6-2).

Anche gli indici di condizione basati sul peso secco non hanno evidenziato differenze significative ( $p > 0,05$ ) tra i due campioni, mentre quelli calcolati sul peso umido sono risultati significativamente differenti ( $p < 0,005$ ), con valori maggiori per il campione proveniente dal Brenta rispetto a quelli del campione proveniente dall'Adige. Tale risultato può essere dovuto ad un contenuto d'acqua maggiore nelle carni delle vongole raccolte nel Brenta rispetto a quelle dell'Adige e, sebbene tale ipotesi non possa essere supportata da dati fisico-chimici relativi a questa campagna, è possibile che la differenza rilevata sia dovuta a diverse condizioni saline presenti nei due siti di prelievo. È da segnalare, infine, che la quantità di scarto riscontrata nel seme proveniente dal fiume Brenta è risultata pari al 25% del pescato, mentre per il seme proveniente dal fiume Adige è risultato pari al 48%.

Tabella 6-2 - Parametri corporei, indici di condizione (media  $\pm$  dev. st.),  $LT_{50}$  e principali caratteristiche dei campioni di seme selvatico raccolti presso le foci dei fiumi Brenta e Adige. [ $**$   $p < 0,005$ ; n.s. = non significativo]

	seme Brenta	seme Adige	Confronti statistici
L (mm)	11,33 $\pm$ 1,14	11,05 $\pm$ 1,70	n.s.
PUtot (mg)	301,23 $\pm$ 107,78	280,38 $\pm$ 88,88	n.s.
PC (mg)	163,53 $\pm$ 46,37	164,17 $\pm$ 75,05	n.s.
PU (mg)	93,40 $\pm$ 43,52	76,78 $\pm$ 39,79	n.s.
PS (mg)	16,26 $\pm$ 5,56	14,52 $\pm$ 6,28	n.s.
PSx100/PC	9,78 $\pm$ 2,53	9,17 $\pm$ 2,58	n.s.
PSx100/SAL	3,53 $\pm$ 0,85	3,44 $\pm$ 0,53	n.s.
PUx100/PC	55,02 $\pm$ 13,06	48,21 $\pm$ 23,25	** *
PUx100/SAL	19,75 $\pm$ 3,61	18,33 $\pm$ 9,10	** *
Scarto (%)	25	48	-
Mortalità (%)	< 5	< 5	-
Pezzi per kg *	1.770	1.480	-
$LT_{50}$ (giorni)	3(A), 4(B), 6(C)**	6(A), 7(B), 6(C)**	

\* = incluso scarto

\*\* = classi di taglia: > 15 mm (A), tra 10 e 15 mm (B) e < 10 mm (C)

Per il test di sopravvivenza in aria (Figura 6-3) gli animali di ciascun lotto sono stati suddivisi in 3 classi di taglia sulla base della distribuzione percentuale di entrambi i campioni (Figura 6-2): > 15 mm (A), tra 10 e 15 mm (B) e < 10 mm (C). Il valore di  $LT_{50}$  rilevato per le tre classi è stato rispettivamente di 3 (A), 4 (B) e 6 (C) giorni per il seme proveniente dal Brenta e di 6 (A) e 7 (B, C) giorni per il seme proveniente dall'Adige.

Il seme più piccolo proveniente dal Brenta è risultato statisticamente più resistente del seme più grande proveniente dallo stesso sito ( $p < 0,05$ ); mentre per quanto riguarda l'Adige il seme più grande è risultato statisticamente meno resistente rispetto a quello appartenente alle altre due classi di taglia ( $p < 0,05$ ).

A parità di classe di taglia, invece, gli animali prelevati dalla foce dell'Adige sono risultati statisticamente più resistenti al test di sopravvivenza, rispetto a quelli provenienti dalla foce del Brenta ( $p < 0,05$ ).

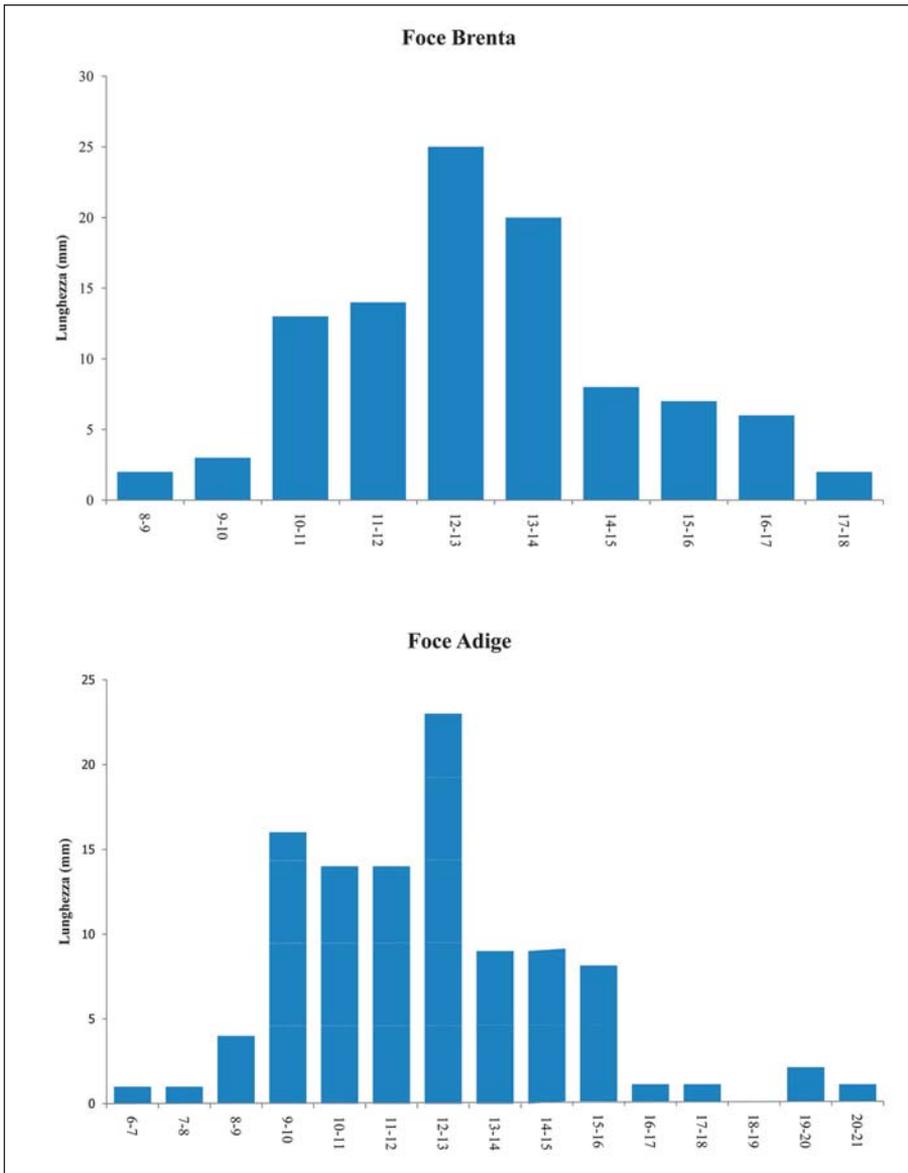


Figura 6-2 - Distribuzione percentuale della taglia del seme selvatico

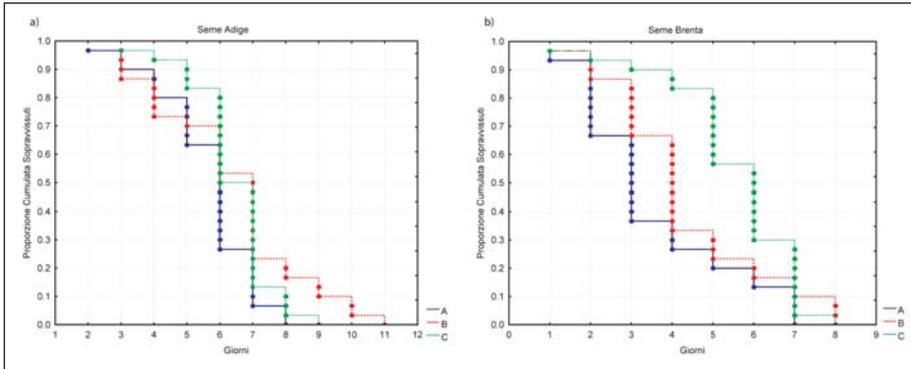


Figura 6-3 - Percentuale cumulata di sopravvivenza dei due campioni di seme selvatico (a, seme Adige; b, seme Brenta) suddivisi per tre classi di taglia: A > 15 mm, B tra 10 e 15 mm, C < 10 mm

#### 6.4 - Prove di preingrasso in *poches*

Le prove di preingrasso con l'utilizzo delle *poches* in sospensione hanno riguardato tre diversi allevamenti. Nella prima sperimentazione sono state valutate le *performances* di crescita su di un unico sito, in funzione del tempo; nella seconda sperimentazione un medesimo sistema di allevamento è stato adottato in aree lagunari differenti ed in questo caso sono stati valutati gli effetti della densità di allevamento e l'effetto della localizzazione.

##### 6.4.1 - Prima sperimentazione: crescita nel tempo

La prima Cooperativa seguita (Coop. A) utilizzava un sistema di *poches* in sospensione in cui le sacche, di maglia 2 o 4 mm a seconda della taglia del seme, erano sospese su filari galleggianti a circa 30 cm dalla superficie (Figura 6-4). In ciascuna *poches* (dimensioni 0,5 m x 1,0 m) è stata mantenuta una densità operativa massima di 1,2 kg. Presso questa Cooperativa sono stati effettuati 2 campionamenti: nel corso del primo, avvenuto a inizio ottobre 2007, si è provveduto a caratterizzare il seme, originario della foce del Brenta e già posto in preingrasso da 25 giorni; il secondo campio-



Figura 6-4 - Sistema di preingrasso mediante *poches* in sospensione utilizzato nella Coop. A

namento è stato effettuato verso la fine di ottobre, dopo altri 22 giorni di allevamento (47 giorni di preingrasso totale). In Tabella 6-3 sono riportate le misure dei parametri fisico-chimici effettuate durante le due campagne da cui si evidenzia che mentre la salinità è di poco aumentata (da 32 a 34 ‰), la temperatura e la clorofilla *a* sono invece lievemente diminuite (da 21 a 17°C e da 2,3 a 1,2 µg L<sup>-1</sup>).

Dai risultati delle biometrie misurate nei due diversi campioni (Tabella 6-4) si è osservato che dopo 22 giorni di allevamento (2° campionamento) il peso secco delle carni, il peso della conchiglia e il peso umido totale hanno subito un notevole incremento statisticamente significativo ( $p < 0,005$ ) con tassi istantanei di crescita *rispettivamente, pari al 2,3%, 2%, 1,9%*. Per ciò che concerne, invece, la lunghezza e il peso umido delle carni, non sono state rilevate differenze significative tra i campioni esaminati. Anche per alcuni indici di condizione si è osservato un aumento significativo nel tempo, in particolare per quanto riguarda i rapporti calcolati come  $PS \times 100 / SAL$  ( $p < 0,005$ ) e come  $PU \times 100 / PC$  ( $p < 0,05$ ).

Il test di sopravvivenza in aria ha rilevato, per tutte le classi di taglia di entrambi i campioni, uno stesso valore di  $LT_{50}$  (8 giorni) ed anche il test F di Cox ha dato esito negativo ( $p > 0,05$ ), non rivelando dunque particolari differenze nelle condizioni di stress. Da questa sperimentazione si è potuto verificare quindi che la scelta di operare il preingrasso in pochies in sospensione, in un'area come quella in cui è localizzata la Coop. A, è risultata positiva, mostrando un incremento significativo della crescita soprattutto relativamente alla parte edule del mollusco.

Tabella 6-3 - Parametri fisico-chimici misurati durante i due campionamenti

	1° campionamento (3/10/2007)	2° campionamento (25/10/2007)
Temperatura (°C)	21	17
Salinità (‰)	32	34
Clorofilla <i>a</i> (µg L <sup>-1</sup> )	2,3	1,2

Tabella 6-4 - Parametri corporei, indici di condizione (media ± dev. st.) ed  $LT_{50}$  dei campioni di seme raccolti *rispettivamente a inizio e fine ottobre presso la Coop. A* (\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,005$ ; n.s. = non significativo)

	1° campionamento (25 gg di preingrasso)	2° campionamento (47 gg di preingrasso)	Confronti Statistici
L (mm)	10,32 ± 1,08	11,44 ± 2,37	n.s.
PU <sub>tot</sub> (mg)	188,84 ± 73,40	327,36 ± 213,84	***
PC (mg)	118,01 ± 42,62	183,98 ± 118,17	***
PU(mg)	51,88 ± 18,05	78,98 ± 65,39	n.s.
PS (mg)	7,95 ± 3,05	13,14 ± 9,40	***
PSx100/PC	6,70 ± 1,02	6,84 ± 1,29	n.s.
PS X100/SAL	2,29 ± 0,26	2,53 ± 0,27	***
PU X 100/PC	44,02 ± 4,24	49,67 ± 9,28	*
PU X 100/SAL	15,10 ± 1,12	14,58 ± 2,07	n.s.
$LT_{50}$ (giorni)	8	8	n.s.

#### 6.4.2 - Seconda sperimentazione: siti diversi

La seconda prova sperimentale ha riguardato la verifica delle *performances* di crescita di vongole filippine poste in preingrasso, in parallelo, in due diverse aree in concessione situate nel sottobacino sud della Laguna di Venezia, in prossimità della città di Chioggia. Le due aree di allevamento, pur risultando entrambe particolarmente idonee per svolgere attività di preingrasso di vongole veraci, si differenziavano sensibilmente l'una dall'altra. La Coop. B si trovava in prossimità della bocca di porto di Chioggia, dove era soggetta a condizioni generali abbastanza marinizzate, caratterizzate da limitata escursione termica e salina. La Coop. C, invece, pur essendo ubicata in una zona più distante dalla bocca di porto, si trovava in uno spazio compreso tra due canali lagunari, godendo quindi di un notevole effetto vivificante a livello idrologico. Questo sito era caratterizzato da elevate escursioni stagionali termiche e saline, dovute alla minor influenza del mare e, inoltre, dalla presenza di importanti produzioni primarie. Per entrambi i siti il medio mare è stato stimato intorno a 0,5–1,0 m ed il sedimento, similare nelle due aree, presentava caratteristiche ottimali per lo svolgimento delle attività di venericoltura, quali la prevalenza di sabbia, la presenza di poche peliti e di una parte limitata di fango.

L'ipotesi iniziale era che le condizioni idrologiche, fisico-chimiche e trofiche presenti presso l'area gestita dalla Coop. B fossero più idonee per sostenere la crescita durante le stagioni invernali, mentre nei periodi di maggior crescita dei molluschi (periodo tardo primaverile e tardo estivo) l'area gestita dalla Coop. C potesse risultare più performante.

Entrambe le Cooperative operavano il preingrasso mediante sacchi di rete (*poches*) adagiate su letti metallici, del tipo riportato in Figura 6-5.

Al fine di valutare gli effetti delle densità di allevamento e della localizzazione del preingrasso in differenti aree lagunari è stato proposto un protocollo che prevedeva l'utilizzo del medesimo seme di partenza per i due siti ed un controllo mensile dei parametri corporei delle vongole e dei parametri ambientali delle aree di allevamento per la durata complessiva di sei mesi.

Le caratteristiche del seme utilizzato, raccolto durante le campagne di pesca gestite dal G.R.A.L. presso la foce del Brenta, sono riportate in Tabella 6-5.



Figura 6-5 - Preingrasso mediante *poches* in sospensione utilizzato nella Coop. B e Coop. C

Tabella 6-5 - Parametri corporei, indici di condizione (media  $\pm$  dev. st.) e principali caratteristiche del seme raccolto presso la foce del Brenta ed utilizzato per le prove sperimentali di preingrasso presso la Coop. B e Coop. C

	Seme iniziale
L (mm)	7,46 $\pm$ 0,76
PUtot(mg)	90,16 $\pm$ 25,13
PC(mg)	57,29 $\pm$ 16,82
PU (mg)	15,90 $\pm$ 6,02
PS (mg)	3,27 $\pm$ 0,97
PS X 100/PC	5,78 $\pm$ 0,93
PS X 100/SAL	2,38 $\pm$ 0,30
PU X 100/PC	27,76 $\pm$ 5,62
PU X 100/SAL	11,34 $\pm$ 1,46
Pezzi per Kg*	8.870
Scarto stimato	20%

\*incluso scarto

Per ciascun sito le Cooperative avevano messo a disposizione 9 *poches* di maglia 4 mm nelle quali sono state provate tre differenti densità di allevamento (ciascuna in triplicato): bassa densità [ld], corrispondente a 500 g di animali (600 g, incluso lo scarto) per *poches*; media densità [md], corrispondente a 1.000 g di animali (1.200 g, incluso lo scarto) per *poches*; alta densità [hd], corrispondente a 1.500 g di animali (1.800 g, incluso lo scarto) per *poches*. A causa di una forte mareggiata a marzo, in corrispondenza del quarto mese di sperimentazione, sono andate perdute alcune *poches* situate presso la Coop. B (in particolare quelle dei lotti hd ed md), comportando delle modifiche all'iniziale disegno sperimentale.

L'andamento della temperatura nel tempo è risultato molto simile nelle due aree (Figura 6-6). Nel periodo compreso tra novembre e febbraio la temperatura rilevata nella Coop. C è risultata leggermente inferiore rispetto a quanto misurato nella Coop. B, successivamente si è osservato il contrario. Per quanto riguarda la clorofilla *a* (Figura 6-6), nella Coop. C sono stati determinati valori relativamente maggiori rispetto a quanto riscontrato nella Coop. B per l'intero periodo osservato, ad eccezione dei mesi di novembre e gennaio in cui si è verificato l'inverso.

A causa della perdita delle *poches* della Coop. B ad alta e media densità di allevamento, i dati relativi ai campioni di vongole ottenuti nei primi tre mesi di sperimentazione sono stati elaborati separatamente rispetto a quelli ottenuti successivamente. Nel corso delle campagne di campionamento la salinità è rimasta relativamente costante nel tempo, con valori sempre superiore a 34‰ in entrambe le stazioni.

Confrontando i risultati ottenuti dopo 3 mesi di preingrasso (Tabella 6-6), con i valori iniziali (Tabella 6-5), si è osservato che solo per alcuni campioni della Coop. B e per alcuni parametri è stata registrata una crescita significativa (campione Coop.B-ld per i parametri PS e PC; campione Coop.B-md per i parametri PS, PUtot, PU e PC;  $p < 0,05$ ). La causa della limitata crescita è probabilmente dovuta al fatto che questa prova sperimentale è cominciata a novembre e ha richiesto un periodo di acclimatazione maggiore rispetto a quanto verificatosi nella sperimentazione precedente.

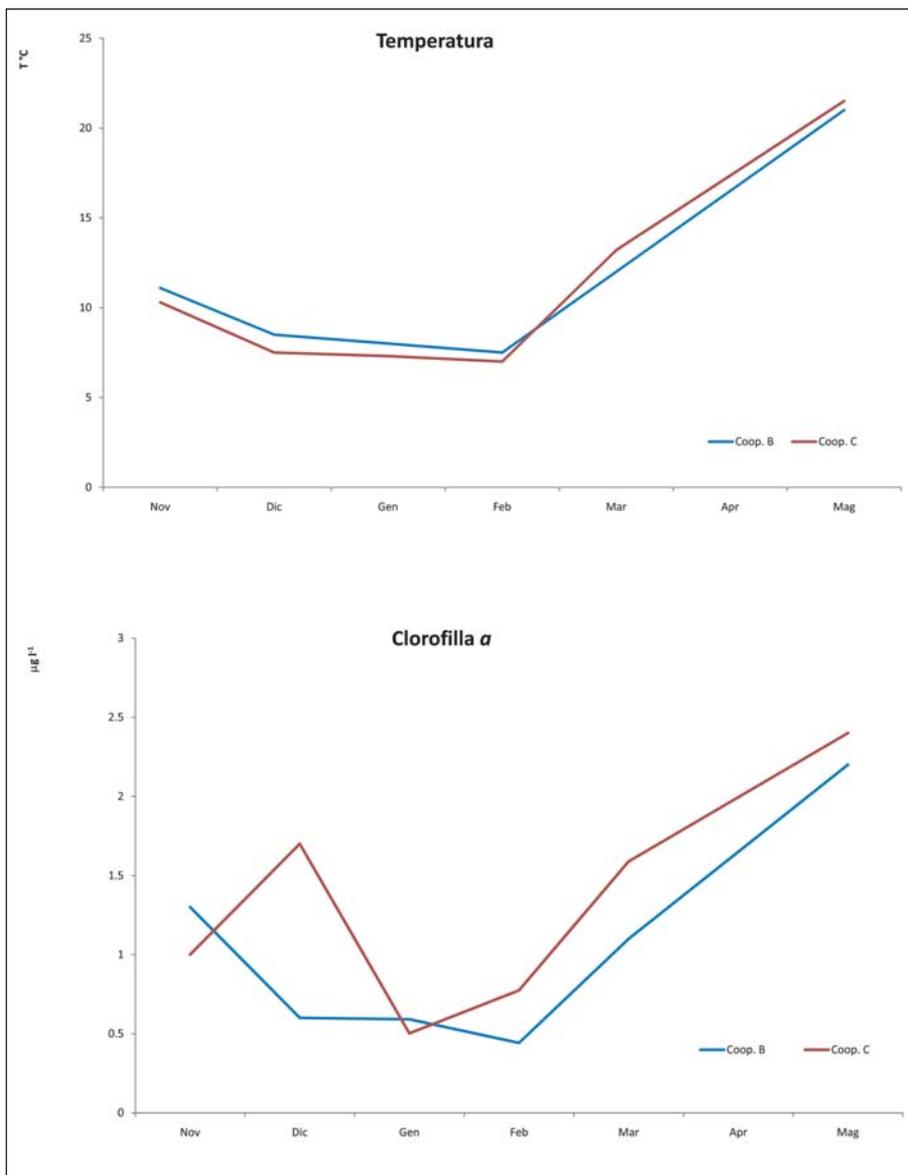


Figura 6-6 - Andamento della temperatura e della concentrazione di clorofilla a nelle due stazioni di preingrasso

Dal confronto degli indici di condizione calcolati dopo 3 mesi di allevamento e i valori iniziali si è evidenziato un decremento significativo ( $p < 0,05$ ) di tutti gli indici analizzati nei campioni Coop.C-hd, Coop.C-md e Coop.C-ld e degli indici PU X 100/PC e PU X 100/SAL per il campione Coop.B-hd.

Tabella 6-6 - Parametri corporei ed indici di condizione (media  $\pm$  dev. st.) risultati nei campioni di vongole dopo 3 mesi di allevamento nella Coop. B e nella Coop. C e suddivisi secondo le diverse densità di allevamento (bassa, ld; media, md ed alta, hd)

	Coop. B			Coop. C		
	ld	md	hd	ld	md	hd
L (mm)	7,90 $\pm$ 1,30	7,57 $\pm$ 0,77	7,24 $\pm$ 0,43	7,37 $\pm$ 0,69	7,47 $\pm$ 0,74	7,13 $\pm$ 0,60
PUtot (mg)	113,68 $\pm$ 55,95	104,08 $\pm$ 31,34	84,52 $\pm$ 16,50	95,07 $\pm$ 31,28	92,88 $\pm$ 28,16	82,65 $\pm$ 17,99
PC(mg)	74,80 $\pm$ 16,22	65,94 $\pm$ 17,81	54,01 $\pm$ 12,50	60,49 $\pm$ 20,68	57,25 $\pm$ 17,58	52,33 $\pm$ 12,04
PU (mg)	21,00 $\pm$ 14,55	18,98 $\pm$ 7,00	13,18 $\pm$ 3,55	14,23 $\pm$ 5,88	7,56 $\pm$ 4,71	10,03 $\pm$ 2,50
PS(mg)	5,51 $\pm$ 2,84	3,86 $\pm$ 1,32	3,46 $\pm$ 0,78	3,01 $\pm$ 0,97	2,66 $\pm$ 0,89	2,09 $\pm$ 0,69
PS x 100/PC	7,07 $\pm$ 2,35	5,90 $\pm$ 1,46	6,54 $\pm$ 1,37	5,04 $\pm$ 0,69	4,66 $\pm$ 0,78	4,01 $\pm$ 0,90
PS x 100/SAL	3,36 $\pm$ 0,94	2,51 $\pm$ 0,54	2,71 $\pm$ 0,47	2,20 $\pm$ 0,25	1,93 $\pm$ 0,29	1,67 $\pm$ 0,35
PU x 100/PC	25,89 $\pm$ 12,45	28,82 $\pm$ 7,47	24,85 $\pm$ 6,02	23,56 $\pm$ 4,97	12,83 $\pm$ 7,79	17,09 $\pm$ 5,33
U x 100/SAL	11,86 $\pm$ 4,05	12,19 $\pm$ 2,49	10,33 $\pm$ 2,23	10,26 $\pm$ 1,87	5,28 $\pm$ 3,07	7,10 $\pm$ 2,12

In Figura 6-7 si riporta l'andamento del peso secco delle carni, uno dei parametri rilevato in questo periodo di tempo e ritenuto maggiormente significativo. Nonostante la scarsa crescita, i valori sono risultati ordinati, all'interno di ciascuna Cooperativa (Coop. B e Coop. C), secondo il medesimo pattern relativo alla densità di allevamento, evidenziando una maggiore crescita per le basse densità, seguite dalle medie densità e dalle alte densità [ld > md > hd].

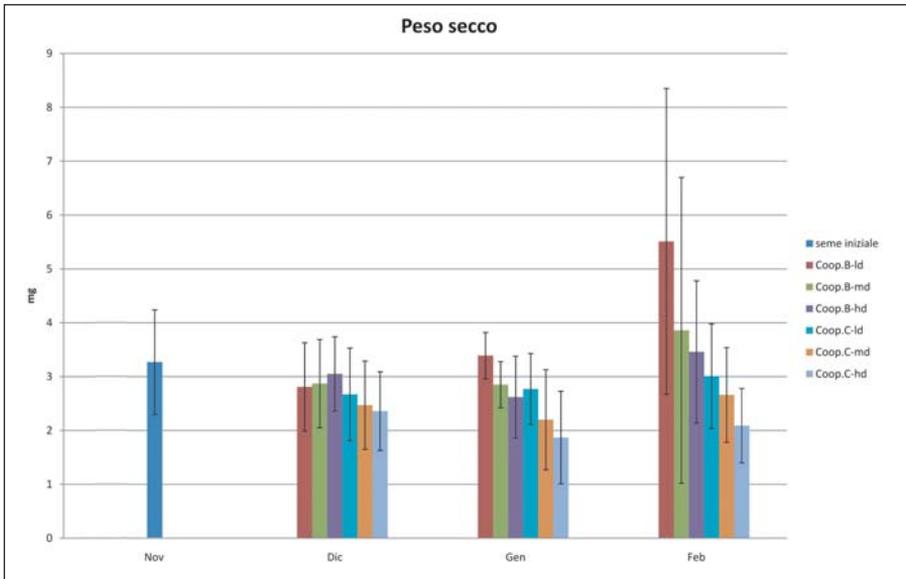


Figura 6-7 - Andamento del peso secco nelle vongole preingrassate nelle due Cooperative (Coop. B e Coop. C) e suddivise nelle diverse densità di allevamento [ld, bassa densità, 500 g di animali per poches; md, media densità, 1.000 g di animali per poches; hd, alta densità 1.500 g di animali per poches]

Al fine di poter meglio valutare l'influenza dei fattori densità e localizzazione sulle diverse *performances* di crescita è stata applicata inizialmente l'analisi MDS sui risultati ottenuti nei primi tre mesi di sperimentazione (Figura 6-8), ovvero gli unici mesi con a disposizione tutte le densità di allevamento in entrambi i siti.

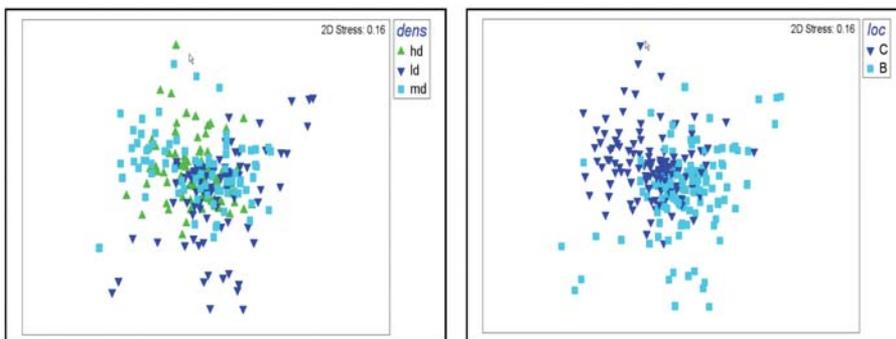


Figura 6-8 - Risultati dell'analisi MDS effettuata sui parametri corporei dopo tre mesi di preingrasso in poches: a sinistra, effetto densità; a destra, effetto localizzazione

Dall'analisi MDS è emerso che il fattore localizzazione ha differenziato maggiormente i dati rispetto al fattore densità.

Confrontando i valori raggruppati per localizzazione (Tabella 6-7) e per densità (Tabella 6-8) si osserva che i valori delle vongole della Coop. B sono risultati significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) rispetto a quelli della Coop. C. Per quanto riguarda, invece, il confronto tra le diverse densità di allevamento è interessante evidenziare che le vongole allevate a bassa densità hanno sempre presentato valori significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) per tutti i parametri corporei, rispetto a quelle allevate ad alta densità (Tabella 6-8).

A causa della perdita a marzo dei lotti hd e md presso la Coop. B, dal quarto mese di sperimentazione in poi le comparazioni tra siti diversi sono state eseguite solo per il seme mantenuto a bassa densità. A partire dal mese di marzo la prova è dunque proseguita con solo 4 delle 6 tesi iniziali.

Anche nel confronto tra bassa e media densità, fatta eccezione per alcuni parametri ed indici (lunghezza, peso umido totale e l'indice  $PU \times 100/PC$ ), si sono ottenuti valori significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) per la prima tipologia rispetto alla seconda, suggerendo tale strategia di allevamento come la più vantaggiosa.

In Tabella 6-9 sono riportati i risultati conseguiti alla fine della sperimentazione (maggio 2008), ovvero dopo sei mesi di preingrasso. Per quanto riguarda la comparazione tra le differenti densità, effettuabile solo con i campioni della Coop. C, tutti i parametri corporei hanno evidenziato il medesimo *pattern* dei primi tre mesi di sperimentazione:  $ld > md > hd$ .

Osservando l'andamento del peso secco nel corso dell'intera sperimentazione per i campioni ld raccolti in entrambe le Cooperative (Figura 6-9), si è potuto notare che da gennaio a marzo i valori della Coop. B sono stati maggiori, mentre nel mese di maggio si è verificato l'inverso. Pur non avendo a disposizione dati annuali completi (la sperimentazione ha avuto inizio a novembre ed è terminata a maggio), è stato ad ogni modo possibile osservare che le caratteristiche trofiche, in termini di clorofilla *a*, del sito di allevamento hanno giocato un ruolo importante sulle *performances* di crescita dei molluschi, confermando l'ipotesi iniziale per la quale il sito B è risultato più idoneo per il preingrasso nei mesi invernali, mentre nei mesi primaverili il sito C si è dimostrato quello più adeguato.

Tabella 6-7 - Parametri corporei ed indici di condizione (media  $\pm$  dev. st.;  $n=120$ ) risultati dopo 3 mesi di allevamento nei campioni di vongole nella Coop. B e nella Coop. C e relativo confronto statistico mediante test di Mann-Whitney [ $*p < 0,05$ ;  $**p < 0,01$ ;  $***p < 0,005$ ; n.s. non significativo]

	Località		test di
	Coop. B	Coop. C	Mann-Whitney B vs. C
L (mm)	7,57 $\pm$ 0,93	7,32 $\pm$ 0,69	*
PUtot(mg)	100,76 $\pm$ 39,82	90,20 $\pm$ 26,76	*
PC (mg)	64,92 $\pm$ 17,74	56,69 $\pm$ 17,33	***
PU (mg)	17,72 $\pm$ 10,03	10,25 $\pm$ 5,96	***
PS (mg)	4,27 $\pm$ 2,05	2,59 $\pm$ 0,93	***
PS x 100/PC	6,51 $\pm$ 1,83	4,57 $\pm$ 0,90	***
PS x 100/SAL	2,86 $\pm$ 0,77	1,93 $\pm$ 0,37	***
PU x 100/PC	26,52 $\pm$ 9,15	17,83 $\pm$ 7,54	***
PU x 100/SAL	11,47 $\pm$ 3,12	7,54 $\pm$ 3,16	***

Tabella 6-8 - Parametri corporei ed indici di condizione (media  $\pm$  dev. st.; n=80) risultati dopo 3 mesi di allevamento nei campioni di vongole suddivisi per densità di allevamento (bassa, ld; media, md ed alta, hd) e relativo confronto statistico mediante test di Mann-Whitney (\* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; \*\*\* $p<0,005$ ; n.s. non significativo)

	Densità			test di Mann-Whitney		
	ld	md	hd	ld vs. md	ld vs. hd	md vs. hd
L (mm)	7,63 $\pm$ 1,06	7,52 $\pm$ 0,52	7,19 $\pm$ 0,52	n.s.	*	***
P <sub>ultot</sub> (mg)	104,37 $\pm$ 46,00	98,48 $\pm$ 30,13	83,58 $\pm$ 17,18	n.s.	**	***
PC (mg)	67,64 $\pm$ 19,83	61,60 $\pm$ 18,12	53,17 $\pm$ 12,22	*	***	**
PU (mg)	17,62 $\pm$ 11,54	13,27 $\pm$ 8,59	11,07 $\pm$ 4,25	*	***	n.s.
PS (mg)	4,26 $\pm$ 2,45	3,26 $\pm$ 1,27	2,78 $\pm$ 1,01	***	***	*
PS x 100/PC	6,04 $\pm$ 2,06	5,27 $\pm$ 1,37	5,28 $\pm$ 1,72	*	*	n.s.
PS x 100/SAL	2,77 $\pm$ 0,93	2,22 $\pm$ 0,54	2,19 $\pm$ 0,66	***	***	n.s.
PU x 100/PC	24,61 $\pm$ 9,72	21,29 $\pm$ 10,81	20,97 $\pm$ 6,87	n.s.	**	n.s.
PU x 100/SAL	10,99 $\pm$ 3,38	8,93 $\pm$ 4,36	8,72 $\pm$ 2,71	***	***	n.s.

Tabella 6-9 - Parametri corporei ed indici di condizione (media  $\pm$  dev. st.; n = 40) risultati nei campioni di vongole al termine della sperimentazione

	Coop. B		Coop. C	
	ld	ld	md	hd
L (mm)	9,78 $\pm$ 1,25	10,59 $\pm$ 1,20	10,16 $\pm$ 1,14	9,51 $\pm$ 1,41
PUtot (mg)	195,54 $\pm$ 68,99	254,29 $\pm$ 78,31	226,59 $\pm$ 79,01	190,99 $\pm$ 74,92
PC (mg)	109,86 $\pm$ 39,71	143,84 $\pm$ 40,36	130,16 $\pm$ 43,78	108,04 $\pm$ 40,71
PU (mg)	44,08 $\pm$ 17,07	59,29 $\pm$ 20,40	46,66 $\pm$ 20,00	38,86 $\pm$ 17,82
PS (mg)	9,20 $\pm$ 3,46	11,23 $\pm$ 3,78	8,89 $\pm$ 3,56	7,17 $\pm$ 3,11
PS x 100/PC	8,41 $\pm$ 1,36	7,79 $\pm$ 1,13	6,79 $\pm$ 1,00	6,59 $\pm$ 1,19
PS x 100/SAL	3,04 $\pm$ 0,34	2,88 $\pm$ 0,35	2,56 $\pm$ 0,30	2,43 $\pm$ 0,40
PU x 100/PC	40,04 $\pm$ 6,83	41,06 $\pm$ 5,93	35,35 $\pm$ 6,14	35,21 $\pm$ 7,51
PU x 100/SAL	14,48 $\pm$ 1,83	15,17 $\pm$ 1,55	13,31 $\pm$ 1,76	12,97 $\pm$ 2,39



Figura 6-9 - Variazione del peso secco (media  $\pm$  dev. std.) dei campioni di seme allevato a bassa densità nel corso dell'intera sperimentazione nelle due cooperative

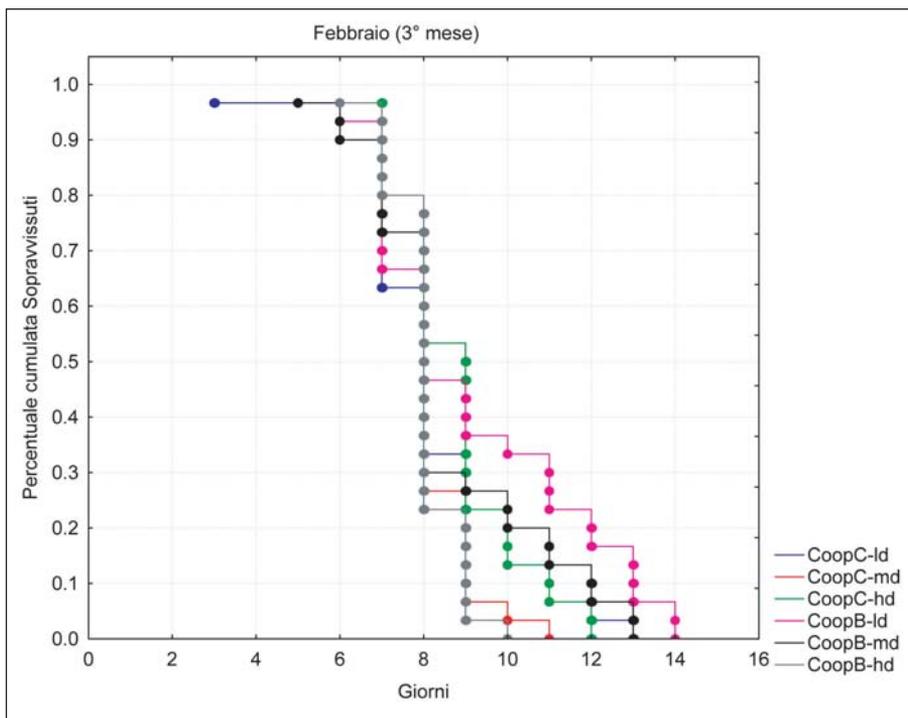


Figura 6-10 - Percentuale cumulata di sopravvivenza dopo tre mesi di allevamento dei campioni di seme allevati a diverse densità nella Cooperativa B e nella Cooperativa C

Per quanto riguarda i test di sopravvivenza in aria si riportano i risultati ottenuti con i campioni raccolti al terzo mese e alla fine della sperimentazione, in quanto ritenuti maggiormente significativi.

In Figura 6-10 e in Tabella 6-10 sono rappresentate le curve di sopravvivenza, i valori di  $LT_{50}$ , derivati dalla funzione di Kaplan-Meier ed i risultati ottenuti dal test F di Cox relativi al terzo mese di allevamento.

Dopo tre mesi di allevamento si è osservato che il campione del lotto allevato a bassa densità nella Coop. B (CoopB-ld) è risultato il più resistente (differenze significative per  $p < 0,05$  in 3 casi su 5 nel confronto con gli altri lotti), mentre gli orga-

Tabella 6-10 - Test F di Cox per il confronto tra le curve di sopravvivenza dei campioni dei lotti allevati a diverse densità nella Coop. B e nella Coop. C. [\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,005$ ; n.s. non significativo]

CoopB-hd	**	n.s.	n.s.	**	n.s.
	CoopB-ld	n.s.	*	n.s.	**
		CoopB-md	n.s.	n.s.	n.s.
			CoopC-hd	n.s.	n.s.
				CoopC-ld	*
					CoopC-md

nismi più stressati sono invece risultati quelli dei campioni allevati ad alta densità nella stessa cooperativa (CoopB-hd). I valori di  $LT_{50}$  registrati sono stati di 8 giorni per tutti i campioni, con l'eccezione del campione del lotto Id della Coop. C (CoopC-Id, 9 giorni).

Per quanto riguarda, invece, il mese di maggio corrispondente alla fine della sperimentazione (Figura 6-11; Tabella 6-11) le vongole allevate ad alta densità della Coop. C (campione CoopC-hd) sono risultate significativamente ( $p < 0,01$ ) meno resistenti di quelle allevate a media densità della medesima Cooperativa (Campione CoopC-md). I valori di  $LT_{50}$  registrati sono stati di 8 giorni per il campione del lotto hd allevato nella Coop. C (CoopC-hd), 9 giorni per CoopC-Id e CoopB-Id e di 10 giorni per CoopC-md.

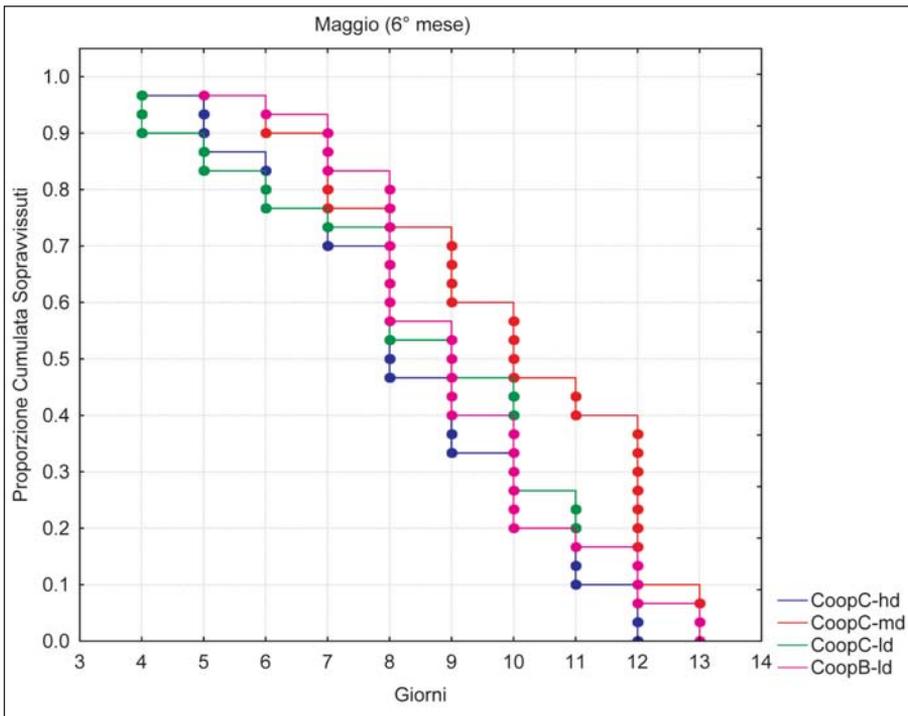


Figura 6-11 - Percentuale cumulata di sopravvivenza a fine sperimentazione dei campioni di seme allevati a diverse densità nelle Coop. B e Coop. C. L'assenza dei campioni CoopB-hd e CoopB-md è dovuta alla perdita dei lotti ad alta e media densità di semina della Cooperativa B avvenuta a marzo

Tabella 6-11 - Test F di Cox per il confronto tra le curve di sopravvivenza dei campioni dei lotti allevati a diverse densità nella Coop. B e nella Coop. C. [ $*p < 0,05$ ;  $**p < 0,01$ ; n.s. non significativo]

CoopB-Id	n.s.	n.s.	n.s.
	CoopC-hd	**	n.s.
	CoopC-md		n.s.
	CoopC-Id		

Anche nel caso della valutazione delle risposte fisiologiche degli organismi in funzione degli stress, la densità di allevamento ha avuto un ruolo significativo determinando minore resistenza nelle vongole allevate ad elevata densità. Tuttavia non si sono evidenziati *pattern* ben definiti e non è stata osservata una netta distinzione tra i campioni in funzione del sito di allevamento, come invece si è verificato nel caso della crescita dei parametri corporei.

### 6.5 - Prove di preingrasso in FLUPSY

Nei mesi di agosto e settembre 2008 è stata effettuata una sperimentazione di preingrasso, presso una zattera di tipo FLUPSY posta in Laguna di Venezia a nord della bocca di porto di Chioggia (Coop. D). Il FLUPSY in questione constava di 10 cassoni in alluminio (120 x 120 cm), con il fondo in rete, sostenuti da una struttura flottante di ferro (700 x 660 cm). Tra le due file di 5 vasche era presente il canale centrale largo 150 cm che all'estremità portava una ventola/elica da aspirazione immersa, in grado di estrarre dal canale fino a 280 litri/minuto e azionata da un generatore elettrico silenziato; il movimento dell'acqua era assicurato da una pompa alimentata da un gruppo elettrogeno (Figura 6-12).

In Tabella 6-12 sono riportati i dati dei parametri chimico-fisici misurati durante le due campagne di campionamento. A distanza di un mese dal primo al secondo campionamento si è osservato un incremento della clorofilla *a* da 4,2 a 11,3  $\mu\text{g L}^{-1}$ , mentre temperatura e salinità hanno mostrato valori relativamente simili.

Il seme utilizzato per la sperimentazione era di provenienza di schiuditoio ed al suo arrivo è stato selezionato, mediante setacciamento, in 3 taglie differenti (G = taglia grande; M = taglia media; P = taglia piccola). Le caratteristiche principali del seme



Figura 6-12 - FLUPSY utilizzato per la sperimentazione

a inizio sperimentazione sono riportate in Tabella 6-13, mentre i risultati ottenuti dopo 28 giorni di allevamento sono riportati in Tabella 6-14.

Inizialmente le taglie rilevate erano le seguenti: piccola (P) = 28.000 pezzi per kg, corrispondenti ad una taglia di  $5,5 \pm 0,7$  mm; media (M) 20.000 pezzi per kg, corrispondenti

Tabella 6-12 - Parametri fisico-chimici misurati durante i due campionamenti

	1° campionamento (12/08/2008)	2° campionamento (11/09/2008)
Temperatura [°C]	27	26
Salinità [‰]	36	34
Clorofilla a [ $\mu\text{g L}^{-1}$ ]	4,2	11,3

Tabella 6-13 - Parametri corporei e indici di condizione (media  $\pm$  dev. st. di ciascun parametro) del seme all'inizio della fase sperimentale suddiviso nelle tre taglie di allevamento (G = taglia grande, 9.300 pezzi per kg; M = taglia media, 20.000 pezzi per kg; P = taglia piccola, 28.000 pezzi per kg)

	G	M	P
L (mm)	$8,18 \pm 1,01$	$6,49 \pm 0,52$	$5,48 \pm 0,70$
PUtot (mg)	$107,54 \pm 38,85$	$50,07 \pm 13,53$	$35,81 \pm 13,33$
PC (mg)	$60,28 \pm 23,24$	$29,61 \pm 8,49$	$23,51 \pm 9,23$
PU (mg)	$21,38 \pm 9,75$	$7,77 \pm 3,14$	$3,77 \pm 2,04$
PS (mg)	$4,40 \pm 2,12$	$2,04 \pm 0,71$	$1,14 \pm 0,49$
PS x 100/PC	$7,42 \pm 2,46$	$7,34 \pm 3,17$	$5,02 \pm 1,64$
PS x 100/SAL	$2,42 \pm 0,63$	$2,61 \pm 0,85$	$2,08 \pm 0,56$
PU x 100/PC	$35,21 \pm 8,75$	$27,52 \pm 12,93$	$15,94 \pm 6,56$
PU x 100/SAL	$11,75 \pm 2,80$	$9,76 \pm 3,27$	$6,65 \pm 2,45$

Tabella 6-14 - Parametri corporei e indici di condizione (media  $\pm$  dev. st.) del seme alla fine della fase sperimentale suddiviso per taglie (G = taglia grande, 3.200 pezzi per kg; M = taglia media, 9.400 pezzi per kg; P = taglia piccola, 19.000 pezzi per kg) e confronto statistico (test di Mann-Whitney a coppie) con i dati iniziali (\*  $p < 0,05$ ; \*\*\*  $p < 0,005$ ; n.s. = non significativo)

	G			M			P		
L (mm)	$11,41 \pm 0,88$	***		$8,24 \pm 1,13$	***		$6,35 \pm 0,78$	***	
PUtot (mg)	$315,50 \pm 58,25$	***		$106,17 \pm 36,77$	***		$52,88 \pm 14,72$	***	
PC (mg)	$172,34 \pm 44,53$	***		$59,44 \pm 19,94$	***		$31,41 \pm 8,82$	***	
PU (mg)	$80,93 \pm 17,77$	***		$24,51 \pm 12,15$	***		$10,28 \pm 4,24$	***	
PS (mg)	$14,67 \pm 3,43$	***		$4,61 \pm 1,73$	***		$2,38 \pm 0,82$	***	
PS x 100/PC	$8,92 \pm 2,65$	*		$7,81 \pm 1,71$	n.s.		$7,68 \pm 1,92$	***	
PS x 100/SAL	$3,07 \pm 0,43$	***		$2,64 \pm 0,46$	n.s.		$2,95 \pm 0,46$	***	
PU x 100/PC	$49,05 \pm 13,16$	***		$40,23 \pm 10,72$	***		$32,61 \pm 9,81$	***	
PU x 100/SAL	$16,94 \pm 2,12$	***		$13,56 \pm 2,99$	***		$12,45 \pm 2,42$	***	

ad una taglia di  $6,5 \pm 0,5$  mm; grande (G) 9.300 pezzi per kg, corrispondenti ad una taglia di  $8,2 \pm 1,0$  mm. Dopo 28 giorni di allevamento le taglie erano diventate: P = 19.000 pezzi per kg (lunghezza  $6,4 \pm 0,8$  mm); M = 9.400 pezzi per kg (lunghezza  $8,2 \pm 1,1$  mm), G = 3.200 pezzi per kg (lunghezza  $11,4 \pm 0,9$  mm). Tutti i parametri corporei del seme allevato mediante FLUPSY hanno mostrato una crescita statisticamente significativa ( $p < 0,005$ ) dopo 28 giorni di allevamento per tutte e tre le taglie selezionate (Tabella 6-14).

Per valutare quale taglia avesse avuto un maggiore incremento, a parità di condizioni trofiche e chimico-fisiche, sono stati calcolati i tassi di crescita istantanea (IGR) relativi a peso secco (PS) e lunghezza (L) per ciascuna taglia. Dal grafico riportato in Figura 6-13 si è evidenziato che i tassi di crescita istantanei del peso secco sono stati maggiori rispetto a quelli della lunghezza per tutte le taglie considerate. La taglia G ha ottenuto un tasso di crescita pari al 4,1%, mentre le taglie P e M non hanno mai superato il 3% (rispettivamente 2,7% e 2,8%). Per quanto riguarda la lunghezza, il tasso di crescita della taglia G è stato di 0,9% mentre P e M hanno presentato tassi di crescita, rispettivamente, dello 0,5% e 0,8%.

Dall'analisi emerge quindi che a parità di successo del sistema di preingrasso adottato, i migliori risultati sono stati ottenuti per gli organismi di taglia G. È da sottolineare, inoltre, che alcuni tra gli individui di taglia maggiore sono risultati già maturi sessualmente, come rilevato osservando al microscopio i gameti di alcune vongole di taglia G a fine sperimentazione (Figura 6-14).

Per quanto riguarda, infine, gli indici di condizione, si è evidenziato un incremento significativo per tutte le tipologie di rapporto considerate. Unica eccezione si è verificata per il seme di media dimensione in cui gli indici che utilizzavano il peso secco al numeratore ( $PS \times 100/PC$  e  $PS \times 100/SAL$ ) non hanno mostrato differenze

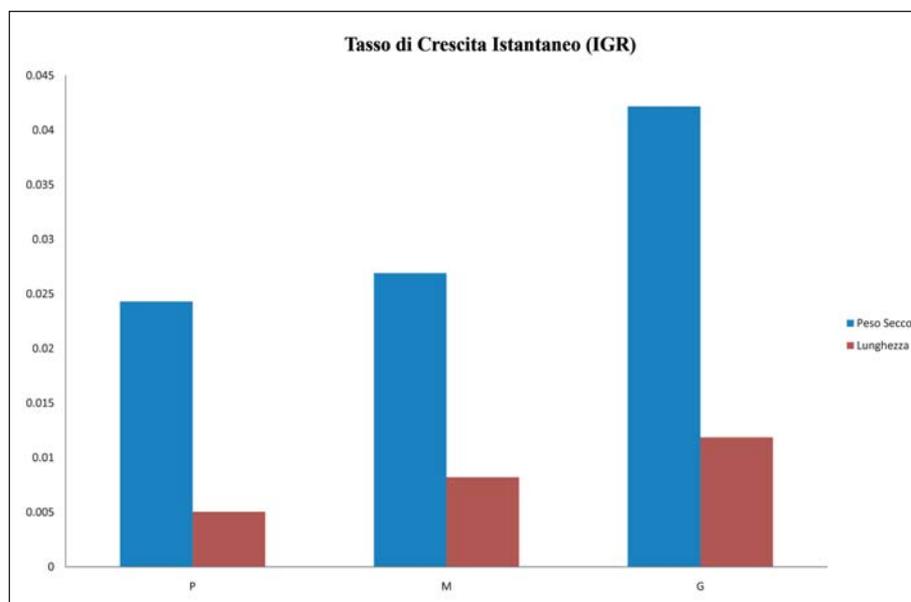


Figura 6-13 - Rappresentazione dei tassi di crescita istantanea (IGR) relativi a peso secco (PS) e lunghezza (L) delle tre taglie in cui è stato suddiviso il seme (P = piccola; M = media; G = grande)

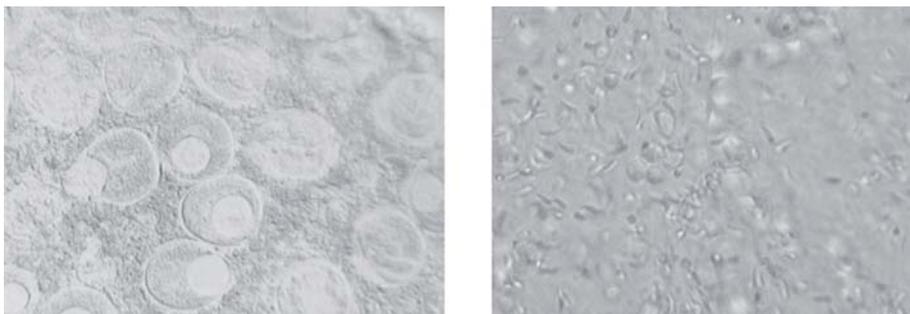


Figura 6-14 - Gameti di individui di taglia G dopo 28 gg di allevamento osservati al microscopio ottico: a sinistra ovociti maturi, a destra spermatozoi vitali e motili

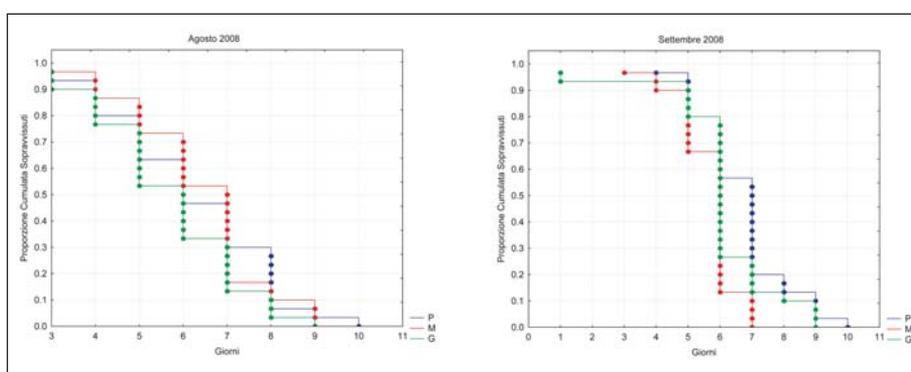


Figura 6-15 - Percentuale cumulativa di sopravvivenza nei lotti di seme preingrassati in FLUPSY

significative ( $p > 0,05$ ) rispetto all'inizio della sperimentazione. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che nonostante l'aumento significativo del peso secco, questo incremento è rimasto ad ogni modo inferiore rispetto alla crescita che ha subito la conchiglia dei molluschi, sia in termini di peso (PC) che di dimensioni (L, S, A). Osservando i risultati del test di sopravvivenza in aria si sono evidenziate differenze statisticamente significative tra le taglie solo per il mese di settembre, ovvero dopo 28 giorni di allevamento (Figura 6-15). Nello specifico, gli organismi selezionati come taglia media sono risultati statisticamente meno resistenti sia di quelli di taglia grande ( $p < 0,05$ ), che di quelli di taglia piccola ( $p < 0,005$ ). Tale evidenza ha confermato quindi la presenza di uno stress che ha influito sia sulle risposte fisiologiche allo stress che sullo stato di nutrimento delle vongole di taglia M.

## 6.6 - Prime prove di preingrasso con seme di *R. decussatus*

A partire dal mese di settembre 2008 sono cominciate, presso la Coop. B, delle prove di preingrasso di seme di *R. decussatus* effettuate utilizzando delle reti (10 x 2 m) poste su fondale (Figura 6-16). Il seme utilizzato proveniva da due differenti schiuditori: uno italiano (di seguito identificato come I), l'altro comunitario (di seguito identificato come E). Sulla base delle quantità di materiale seminale messe a dispo-



Figura 6-16 - Allevamento di seme sotto rete utilizzati dalla Coop. B

sizione per la sperimentazione, è stato scelto un disegno sperimentale, di seguito descritto, utile al fine di valutare le diverse *performances* di crescita in funzione della provenienza del seme e della posizione di allevamento.

Preliminarmente sono state identificate due aree della concessione, denominate A e B, caratterizzate da regimi idrodinamici relativamente differenti, dovuti principalmente alla distanza o meno dai canali lagunari: l'area A è stata scelta come zona relativamente più confinata, in quanto posta in posizione più distale rispetto ai canali; l'area B è stata, invece, scelta come zona maggiormente vivificata, in quanto più vicina ai canali lagunari. Nell'area A e B sono stati posizionati i teli contenenti il seme di provenienza I (rispettivamente lotti IA e IB), mentre il seme di tipo E è stato seminato solo nell'area B (lotto EB). Sui lotti così ripartiti sono stati eseguiti 2 campionamenti: nel corso del primo, avvenuto a fine settembre, sono stati caratterizzati i campioni di vongole messi in preingrasso sotto rete da tre settimane (dati iniziali non disponibili); il secondo e ultimo campionamento è stato invece effettuato a inizio novembre dopo altri 42 giorni di preingrasso. In Tabella 6-15 sono riportati i parametri fisico-chimici misurati durante i prelievi dei campioni di vongole, da cui si evidenzia che le due aree hanno presentato caratteristiche simili tra loro, con una diminuzione di temperatura e salinità nel tempo conformi ai mesi in cui sono stati effettuati i campionamenti.

Osservando i risultati ottenuti sui molluschi è da segnalare, innanzitutto, che all'inizio della sperimentazione il seme di tipo E presentava dimensioni più ridotte rispetto a quello di tipo I, mantenendo tale differenza per tutta la durata della sperimentazione. Per quanto riguarda invece i confronti tra seme di tipo I preingrassato in aree diverse, si è evidenziato, già dopo tre settimane, che i parametri corporei e gli indici di condizione (tranne PUX100/SAL) delle vongole allevate

nell'area B (campione IB) erano significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) rispetto alle vongole allevate nell'area A (campione IA) (Tabella 6-16).

I risultati del secondo campionamento (Tabella 6-17) hanno mostrato che dopo 42 giorni di preingrasso sottorete i parametri corporei delle vongole del campione IA

Tabella 6-15 - Parametri chimico fisici misurati rilevati nel corso dei due campionamenti

	1° campionamento (30/09/2008)		2° campionamento (11/11/2008)	
	Area A	Area B	Area A	Area B
Temperatura (°C)	21	21	15	14
Salinità (‰)	36	35	35	35
Clorofilla a (µg L <sup>-1</sup> )	2,4	2,7	1,8	1,4

Tabella 6-16 - Parametri corporei e indici di condizione (media ± dev. st.) del seme di *R. decussatus* dopo tre settimane di preingrasso sotto rete e confronto statistico a coppie tra i lotti IA vs. IB mediante test di Mann-Whitney: \*  $p < 0,05$ ; \*\* \*  $p < 0,005$ ; n.s. = non significativo

	1° campionamento (30/09/2008)			
	IA	IB	EB	
L (mm)	8,81 ± 1,44	9,58 ± 1,55	*	7,03 ± 1,23
PUtot (mg)	116,14 ± 51,92	142,67 ± 71,95	*	70,30 ± 33,74
PC (mg)	64,29 ± 26,77	79,06 ± 35,53	*	41,76 ± 18,87
PUtot (mg)	24,21 ± 14,46	31,73 ± 17,87	*	11,50 ± 6,43
PS (mg)	4,43 ± 2,78	6,44 ± 3,27	***	2,52 ± 1,22
PS x 100/PC	6,68 ± 1,69	7,83 ± 1,84	***	6,00 ± 1,13
PS x 100/SAL	2,42 ± 0,39	2,77 ± 0,58	***	2,47 ± 0,42
PU x 100/PC	36,29 ± 10,13	38,32 ± 11,82	*	26,54 ± 5,36
PU x 100/SAL	13,07 ± 2,23	13,56 ± 4,05	n.s.	10,91 ± 1,83

Tabella 6-17 - Parametri corporei e indici di condizione (media ± dev. st.) del seme di *R. decussatus* alla fine della fase sperimentale del preingrasso sotto rete e confronto statistico a coppie con la prima campagna di prelievo del seme mediante test di Mann-Whitney: \*\* \*  $p < 0,005$ ; n.s. non significativo

	2° campionamento (11/11/2008)					
	IA	IB	EB			
L (mm)	10,53 ± 1,73	***	10,12 ± 2,39	n.s.	7,28 ± 1,82	n.s.
PUtot (mg)	205,73 ± 92,09	***	204,95 ± 33,26	n.s.	74,7 ± 27,67	n.s.
PC (mg)	113,00 ± 48,97	***	111,28 ± 68,38	n.s.	45,25 ± 16,04	n.s.
PU (mg)	43,84 ± 23,14	***	45,66 ± 33,27	n.s.	12,07 ± 5,84	n.s.
PS (mg)	7,35 ± 3,72	***	7,81 ± 5,48	n.s.	2,43 ± 1,00	n.s.
PS x 100/PC	6,40 ± 1,10	n.s.	6,80 ± 0,96	***	5,30 ± 0,77	***
PS x 100/SAL	2,28 ± 0,49	n.s.	2,51 ± 0,31	***	2,23 ± 0,30	***
PU x 100/PC	37,38 ± 7,50	n.s.	38,76 ± 6,65	n.s.	25,69 ± 5,12	n.s.
PU x 100/SAL	13,38 ± 2,38	n.s.	14,27 ± 2,05	n.s.	10,77 ± 1,83	n.s.

sono aumentati significativamente ( $p < 0,005$ ), con tassi di crescita istantanea di 0,4% per la lunghezza, 1,2% per il peso secco, 1,4% per il peso totale e il peso umido e 1,3% per il peso della conchiglia. Al contrario, non è stata verificata alcuna crescita significativa dei parametri corporei dei campioni IB ed EB ( $p > 0,05$ ). Inoltre è da sottolineare che, mentre gli indici di condizione di IA non hanno presentato differenze significative ( $p > 0,05$ ) rispetto al campionamento precedente, gli indici PS x100/PC e PS x 100/SAL dei campioni IB ed EB sono diminuiti significativamente ( $p < 0,005$ ).

Tali evidenze possono essere messe in relazione principalmente al periodo scelto per il preingrasso, non propriamente favorevole alla crescita dei molluschi.

In Figura 6-17 sono riportate le curve di sopravvivenza osservate nel corso delle due campagne di prelievo. Relativamente al test di sopravvivenza all'aria sono stati registrati valori di  $LT_{50}$  nel range di 9-11 giorni nel corso della prima campagna e di 12-14 giorni nel corso della seconda. Relativamente al test F di Cox, l'unica differenza significativa ( $p < 0,05$ ) riguarda la minor resistenza del lotto IB rispetto a quello EB nel corso della prima sperimentazione. Nel corso della seconda campagna non sono emerse differenze significative.

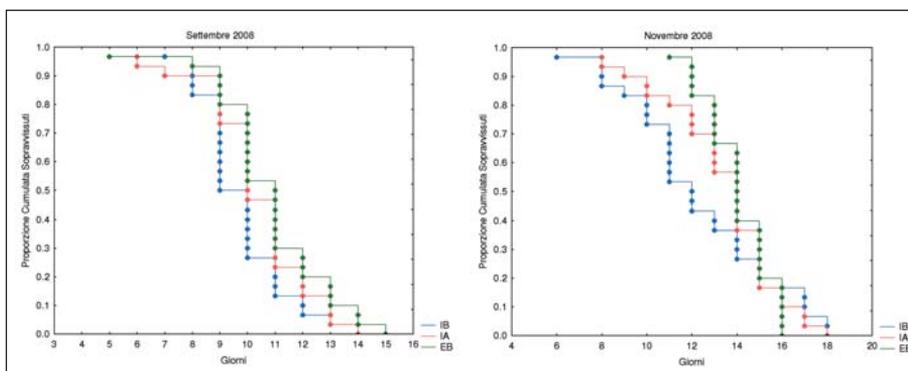


Figura 6-17 - Percentuale cumulativa di sopravvivenza nei lotti di seme di *R. decussatus* preingrassato

## 7. CONCLUSIONI

---

Il settore della venericoltura in Italia ed in Laguna di Venezia, nello specifico, sta attraversando un periodo di forte criticità, principalmente in conseguenza ad uno sfruttamento non sostenibile della risorsa e ad una destabilizzazione del mercato dovuta alla sovrapproduzione. Altri fattori che hanno determinato i decrementi produttivi sono da ricollegarsi alla diminuzione di fitoplancton presente in laguna, causata dagli incrementi di torbidità conseguenti alle attività antropiche (navigazione, attrezzi meccanici usati per il prelievo delle vongole, dragaggio di canali, cantieri lagunari). Può essere inoltre ipotizzato che gli incrementi della biomassa di bivalvi filtratori possano avere un loro ruolo nella regolazione della produzione primaria planctonica [Facca *et al.*, 2002; Cugier *et al.*, 2010]. Nonostante la mole esistente di studi effettuati negli ultimi anni, relativi agli impatti causati dalle attività di pesca ed allevamento di vongole in Laguna di Venezia, la situazione attuale continua a presentarsi compromessa e le soluzioni prefigurate per incrementare la compatibilità ambientale di tale attività, mantenendo adeguati livelli di sostenibilità economica ed occupazionale, risultano largamente disattese. Di conseguenza, la ricerca di approcci sostenibili per la gestione del comparto assume un'importanza prioritaria e pregiudiziale.

In questo senso sono stati redatti il "Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della Provincia di Venezia" da parte della Provincia di Venezia (2000 e 2008) ed il "Piano d'uso sostenibile delle aree in concessione per venericoltura" da parte del G.R.A.L. (2006 e 2009). Tra le linee guida emerse da tali Piani viene data particolare rilevanza al passaggio dalle forme di pesca in libero accesso all'allevamento. I vantaggi ottenuti sono evidenti: tenendo in considerazione le densità medie di biomassa raccolte con i due sistemi, a parità di strumento di raccolta, la conversione da pesca ad allevamento porterebbe all'abbattimento di oltre il 95% degli impatti ambientali legati alla movimentazione di sedimenti.

Dal punto di vista produttivo, il maggiore collo di bottiglia per il pieno sviluppo dell'allevamento della vongola in Laguna di Venezia risulta il reperimento di seme da porre in ingrasso negli spazi acquei in concessione. Infatti, attualmente nelle lagune venete l'offerta di seme di *R. philippinarum*, sia naturale che proveniente da schiuditoio, non riesce a coprire l'intensa richiesta degli allevatori veneti.

In questa prospettiva la valorizzazione del seme selvatico di vongola, naturalmente presente in laguna in cospicue quantità, se posto in situazioni idonee di accrescimento e protetto dai predatori, rappresenta una strada per superare tale ostacolo.

Nella prima fase di questo lavoro è stato effettuato uno *screening* di tutte le metodiche di preingrasso per il seme di vongola utilizzate in ambito internazionale, allo scopo di identificare le metodiche più performanti da trasferire poi in Laguna di Venezia. Questa fase ha portato all'identificazione di una serie di sistemi idonei, in sospensione o su fondale (*poches*, cestelli o lanterne, FLUPSY e reti). In particolare, ciascuno dei sistemi selezionati può risultare idoneo per fasi specifiche dell'ac-

crescimento ed in determinate aree della laguna; a tale riguardo le conoscenze delle caratteristiche ambientali e delle criticità esistenti hanno portato all'identificazione di aree della Laguna di Venezia dove applicare i differenti sistemi.

Nel presente volume sono riportate una serie di prove sperimentali di preingrasso, eseguite allo scopo di valutare l'idoneità di differenti sistemi di preingrasso per la vongola filippina e di verificare l'efficacia del sistema di allevamento sotto rete per l'allevamento del seme della vongola nostrana. Tali prove hanno dimostrato l'idoneità dei sistemi selezionati per l'allevamento del seme di vongola, permettendo di delineare un quadro dettagliato, seppur non esaustivo, sulle metodiche di preingrasso di vongola da utilizzare in Laguna di Venezia. Al fine di completare la panoramica sulle metodiche disponibili sarebbe comunque necessaria una prosecuzione delle ricerche in atto. Tale prosecuzione consentirebbe da una parte di effettuare prove su periodi prolungati, tali da coprire interamente il ciclo di preingrasso, dall'altra di effettuare prove anche con altri tipi di sistemi di preingrasso (*poches* su fondale, cestelli o cassette) inizialmente previsti, ma mai entrati in fase operativa. Gli ulteriori apprendimenti sarebbero, infine, necessari per proseguire le sperimentazioni su più vasta scala della vongola locale *R. decussatus*.

Con le prime due prove sperimentali di preingrasso effettuate mediante diverse tipologie di *poches* in sospensione si è potuto verificare che entrambi i sistemi proposti risultano idonei alle caratteristiche ambientali dei siti di allevamento della Laguna sud di Venezia, inoltre si sono dimostrati relativamente soddisfacenti dal punto di vista produttivo.

I risultati della prima sperimentazione hanno evidenziato che la scelta di operare il preingrasso nelle suddette aree lagunari mediante l'utilizzo di *poches* poste su filari galleggianti ha permesso di ottenere un incremento significativo nella crescita dei molluschi, in particolare della componente edibile, con tassi di crescita istantanea che si aggirano attorno al 2%, già dopo soli 22 giorni di allevamento, senza evidenziare particolari condizioni di stress fisiologico.

Nella seconda prova, invece, sono state utilizzate delle *poches* adagiate in sospensione su letti metallici e sono stati valutati sia gli effetti della localizzazione che della densità di allevamento in funzione del tempo. Dai risultati ottenuti, si è potuto constatare come le caratteristiche idrologiche, fisico-chimiche e trofiche del sito di allevamento abbiano condizionato fortemente le *performances* di crescita del seme allevato, ma in modo diverso a seconda delle stagioni dell'anno. Un'ulteriore utile indicazione emersa da questa seconda sperimentazione, è stata infine quella di aver verificato sperimentalmente che la densità di allevamento ottimale per la crescita degli animali e per le condizioni fisiologiche degli organismi, si ottiene mantenendo la semina ad una bassa numerosità, corrispondente a non più di 500 g di animali di circa 7,5 mm di lunghezza per *poches*. Ovviamente, tale rilevanza è da considerarsi come punto di partenza delle strategie gestionali: nelle pratiche di attività di preingrasso, a scala produttiva, le suddette densità potranno comunque essere incrementate, al fine di giungere ad un miglior compromesso tra le *performances* di crescita ed un contenimento delle attività ordinarie di esercizio dell'impianto (selezione seme e contenitori, pulizia, etc.).

Per quanto riguarda la sperimentazione del FLUPSY seguita in questo studio, è da sottolineare, innanzitutto, che si sono ottenute *performances* di crescita significative e ben superiori alle altre tecniche di preingrasso considerate, dopo solo 28 giorni di sperimentazione. Oltre alla conferma e verifica del maggior successo

produttivo di questa tecnica anche in Laguna di Venezia, il disegno sperimentale qui seguito ha permesso di evidenziare alcune informazioni utili ai fini gestionali. Si sono osservate, infatti, risposte diverse in funzione delle taglie di allevamento scelte, in particolare il successo maggiore è stato ottenuto con molluschi che ad inizio sperimentazione presentavano la taglia maggiore (lunghezza circa 8 mm) i quali hanno presentato tassi di crescita istantanea del peso secco pari al 4%. La taglia intermedia e quella piccola (lunghezza circa 6,5 mm e 5,5 mm, rispettivamente), hanno, invece, presentato tassi istantanei di crescita relativamente più bassi e di poco inferiori al 3%. Anche le risposte fisiologiche allo stress e gli indici di condizione hanno fornito informazioni diverse in funzione delle diverse taglie, evidenziando per gli organismi di grandezza media una minor resistenza e uno stato di nutrimento inferiore rispetto alle altre taglie. Le osservazioni emerse non hanno comportato differenze tali da incidere sulla qualità finale dei molluschi, ma dovrebbero, ad ogni modo, essere prese in considerazione al fine di ottimizzare al meglio le prestazioni del preingrasso in FLUPSY.

Infine sono state effettuate alcune prove di preingrasso di vongola verace autoctona (*R. decussatus*) utilizzando delle reti poste su fondale. I risultati ottenuti in questa sperimentazione hanno evidenziato *performances* di crescita limitate, ma questo è dovuto principalmente al periodo nel quale la prova sperimentale si è svolta (fine settembre – novembre), piuttosto che a problemi legati alla tipologia di preingrasso, alla provenienza del seme, alla specie o al sito di allevamento. In questa sperimentazioni sono stati utilizzati lotti di seme di vongola verace autoctona, provenienti da schiuditoi italiani e europei, seminati sotto rete in aree con grado di confinamento relativamente differente tra loro, pur appartenendo alla stessa cooperativa di allevamento. Dal punto di vista applicativo le informazioni che si possono trarre da questa esperienza sono, innanzitutto, che occorre una scelta più ponderata dei tempi di semina, soprattutto considerando il fatto che l'approvvigionamento del seme da schiuditoio è generalmente programmabile. Alla luce dei risultati conseguiti ci si auspica, comunque, che sperimentazioni di questo tipo possano essere nuovamente intraprese per approfondire tutti gli aspetti legati all'allevamento della vongola autoctona. L'importanza di questa specie è, infatti, duplice: oltre che essere caratterizzata da un prezzo mediamente più elevato rispetto alla vongola filippina, la reintroduzione di seme di *R. decussatus* in Laguna di Venezia costituisce un'azione di restauro ecologico e di ripristino della biodiversità (prima della raccolta alla taglia adulta gli animali avranno infatti il tempo di riprodursi più volte) con una specie che in passato popolava in modo massivo la laguna. In questo modo sarà, inoltre, possibile operare una diversificazione delle produzioni venericole lagunari.



## 8. BIBLIOGRAFIA

---

- AAVV, 2006. Atlante della laguna: Venezia tra terra e mare. Città di Venezia - Osservatorio Naturalistico della Laguna, CNR-ISMAR Venezia, Guerzoni S., Tagliapara D. (a cura di). Marsilio: pp. 242.
- BENINGER, P.G., LUCAS, A., 1984 - Seasonal variations in condition, reproductive activity, and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat, *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve). *Journal of experimental marine biology and ecology*, 79: 19-37.
- BOATTO, V., PELLIZZATO, M., 2005. La filiera della vongola. Franco Angeli Editore: pp. 185.
- BOSCOLO, R., CORNELLO, M., GIOVANARDI, O., 2003. Condition index and use of air survival time to compare three different kinds of *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve) farming system. *Aquaculture International* 11(3), 243-254.
- BREBER, P., 1996. L'allevamento della vongola verace in Italia. Cleup: pp. 157.
- BRESSAN, N. M., BARRICHELLO, B., GATTO, T., STELLATO, M., ZAMPIERI, S., PELLIZZATO, M., 2002. Inseidamento larvale di molluschi bivalvi di interesse commerciale in Laguna di Venezia, *Biologia Marina Mediterranea*, 9(1): 244-246.
- CASALE, M., GIOVANARDI, O., GRIMM, F., OREL, G., PESSA G., 2001. Distribuzione ed abbondanza delle principali specie di molluschi bivalvi nella Laguna di Venezia nell'estate 1999, con particolare riguardo per *Tapes philippinarum* (Adams & Reev, 1850). *Biologia Marina Mediterranea*, 8(1): 413-423.
- CESARI, P., PELLIZZATO M., 1985. Molluschi pervenuti in laguna di Venezia per apporti antropici volontari o casuali. Acclimatazione di *Saccostrea commercialis* (Iredale & Roughely, 1933) e di *Tapes philippinarum* (Adams & Reeves, 1850). *Bolletino Malacologico*, 21(10-12): 237-274.
- CESARI, P., PELLIZZATO, M., 1990 - *Biologia di Tapes philippinarum*. In: *Tapes philippinarum* - *Biologia, sperimentazione*. Ente Sviluppo Agricolo Veneto, 2: 23-39.
- CHESSA, L.A., PAESANTI, F., PAIS, A., SCARDI, M., SERRA, S., VITALE, L., 2005. Perspectives for development of low impact aquaculture in a Western Mediterranean lagoon: the case of the carpet clam *Tapes decussatus*. *Aquaculture International*, 13: 147:155.
- CUGIER, P., STRUSKI, C., BLANCHARD, C., MAZURIÉ, J., POUVREAU, S., TRIGUI, R., THIÉBAULT, E., 2010. Assessing the role of benthic filter feeders on phytoplankton production in a shellfish farming site : Mont Saint Michel Bay, France. *Journal of Marine Systems*, 82: 21-34.
- DA ROS, L., MOSCHINO, V., MENEGETTI, F., MARIN, M.G., 2005. Aspetti del ciclo riproduttivo e del metabolismo energetico di *Tapes philippinarum* in laguna di Venezia. In: Boatto V. e Pellizzato M., 2005. La filiera della vongola. Franco Angeli: pp. 190.
- E.S.A.V., 1990. *Tapes philippinarum* *Biologia e sperimentazione*. Ente Sviluppo Agricolo Regione Veneto: pp 299.
- ENRIGHT, C.T., NEWKIRK, G.F., CRAIGE, G.F., CASTELL, J.D., 1986. Evaluation of phyto-

- plankton as diets for juvenile *Ostrea edulis* L.. Journal of Experimental Biology and Ecology, 96: 1-13.
- FACCA, C., SFRISO, A., SOCAL, G., 2002. Changes in abundance and composition of phytoplankton and macrophytobenthos due to increased sediment fluxes in the Venice Lagoon, Italy. Estuarine Coastal Shelf Science, 54: 773-792.
- G.R.A.L., 2006. Piano d'uso sostenibile delle aree in concessione per venericoltura. Documento Tecnico: pp. 94.
- G.R.A.L., 2009. Adeguamento al Piano d'uso sostenibile delle aree in concessione per venericoltura. Gestione Risorse Alieutiche Lagunari. Documento Tecnico: pp. 46.
- GERDES, D., 1983. The Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part I. Feeding behaviour of larvae and adults. Aquaculture, 21: 195-212.
- HADLEY, N.H., BALDWIN, R.B. DEVOE, M.R. & RHODES, R. 1999. Performance of a tidal powered upwelling nursery system for northern quahogs (hard clams) [*Mercenaria mercenaria*] in South Carolina. Journal Shellfish Research, 18: 555-560.
- HELM, M.M., 1992. Moderna progettazione, gestione di schiuditori per molluschi bivalvi, nuovi sviluppi & Coltivazione di Microalghe. In: *Tapes philippinarum* - Biologia, sperimentazione. Ente Sviluppo Agricolo Veneto: 65-105.
- HELM, M.M., BOURNE, N., 2004. Hatchery culture of bivalves. A practical manual. FAO Fisheries Technical Paper 471: pp. 176.
- HOLLAND, H.J., CHEW, K.K., 1974. Reproductive cycle of the Manila clam *Venerupis japonica* from Hood Canal, National Shellfisheries Association, Proceeding, 64: 53-58.
- ICRAM, 2007. Programma di studio in materia di salvaguardia e riqualificazione del territorio e della Laguna di Venezia, Relazione finale. Scheda Tecnica 1: Attività di analisi e monitoraggio dello stato della Laguna di Venezia.
- JONES, G., SANFORD, C.L., JONES, B.L., 1993. Manila clams: hatchery and nursery methods. B.C. Science Council: pp. 73.
- KAPLAN, E.L., MEIER, P., 1958. Nonparametric estimation from incomplete observations. Journal of the American Statistical Association, 53: 457-481.
- LAING, I., MILLICAN F., 1986. Relative growth and growth efficiency of *Ostrea edulis* L. spat fed various algal diets. Aquaculture, 54: 245-262.
- LAURELLE, F., GUILLOU, J., PAULET, Y.M., 1994. Reproductive pattern of the clam *Ruditapes decussates* and *R. philippinarum* on intertidal flats in Brittany. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 74: 351-366.
- MELIÀ, P., GATTO, M., 2005. A stochastic bioeconomic model for the management of clam farming. Ecological Modelling 184: 163-174.
- MENEGHETTI, F., MOSCHINO V., DA ROS, L., 2004 - Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. Aquaculture, 240: 473-488.
- MULLER-FEUGA, A., 2000. The role of microalgae in aquaculture. Journal of Applied Phycology, 12: 527-534.
- PAESANTI, F., 2006. Come non farsi mangiare il seme di vongola verace dai granchi ed altri predatori. Il Pesce 5/06.
- PAESANTI, F., PELLIZZATO, M., 2000. *Tapes philippinarum*. Manuale di divulgazione. Serie Acquacultura. Veneto Agricoltura, 2°Ed., Padova: pp. 74.
- PELLIZZATO, M., GALVAN, T., PENZO, P., 2005. Monitoraggio delle principali aree di reclutamento di *Tapes philippinarum* [Adams & Reeve, 1850] in laguna di Venezia. Biologia Marina Mediterranea, 12(1): 219-222.

- PFEIFFER, T.J., RUSCH, K.A., 2000. An integrated system for microalgal and nursery seed clam culture. *Aquacultural Engineering*, 24: 15-31.
- PROVINCIA DI VENEZIA, 2000. Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della Provincia di Venezia: pp. 102.
- PROVINCIA DI VENEZIA, 2008. Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune di Venezia e di Caorle. Documento Tecnico di Piano. pp. 221.
- ROBERT, R., GÉRARD, A., 1999. Bivalve hatchery techniques: current situation for the oyster *Crassostrea gigas* and the scallop *Pecten maximus* in France. *Aquatic Living Resources*, 12: 121-130.
- ROBERT, R., TRUT, G., LABORDE, J.L., 199. Growth, reproduction and gross biochemical composition of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* in the Bay of Arcachon, France. *Marine Biology*, 116: 291-299.
- RODRIGUEZ-MOSCOSO, E., PAZO, J.P., GARCIA, A., FERNANDEZ-CORTES, F., 1992. Reproductive cycle of Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, (Adams, Reeve, 1850) in Ria of Vigo (NW Spain). *Scientia Marina*, 56 (1): 61-67.
- SFRISO, A., FACCA, C., 2007. Distribution and production of macrophytes and phytoplankton in the Lagoon of Venice: comparison of actual and past situation. *Hydrobiologia* 577: 71-85.
- SOLIDORO, C., PASTRES, R., MELAKU CANU, D., PELLIZZATO, M., ROSSI, R., 2003. Modelling the growth of *Tapes philippinarum* in Northern Adriatic lagoons. *Marine Ecology Progress Series*, 199: 137-148.
- SOROKIN, Y.I., GIOVANARDI, O., 1995. Trophic characteristics of the Manila clam (*Tapes philippinarum* Adams and Reeve). *ICES Journal of Marine Science*, 52: 853-862.
- SOROKIN, Y.I., GIOVANARDI, O., PRANOVI, F., SOROKIN, P.I., 1999. Need for restricting bivalve culture in the southern basin of the Lagoon of Venice. *Hydrobiologia*, 400: 141-148.
- SOUDANT, P., PAILLARD, C., CHOQUET, G., LAMBERT, C., REID, H.J., MARHIC, A., DONAGHY, L., BIRKBECK, T.H., 2004. Impact of season and rearing site on the physiological and immunological parameters of the Manila clam *Venerupis* (= *Tapes*, = *Ruditapes*) *philippinarum*. *Aquaculture*, 229: 401-418.
- STRICKLAND, J.D.H., T.R. PARSONS, 1968. A Practical Handbook of Seawater Analysis. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 167: 1312.
- TUROLLA E., 2007. Atlante dei bivalvi dei mercati italiani. Grafiche Adriatica, Taglio di Po: pp. 95.
- TUROLLA E., 2008. L'allevamento della vongola verace nel Delta del Po. Grafiche Adriatica, Taglio di Po: pp. 111.
- UTTING, S.D., SPENCER, B.E., 1991. The hatchery culture of bivalve mollusc larvae and juveniles. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (UK) Laboratory Leaflet No. 68: 32 pp.
- VALLI, G., MAZZOLINI, D., RAIMONDI, V., 1996. Ciclo riproduttivo e biometria in *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) dell'Alto Adriatico durante un ciclo annuale. *Hydrores*, 12: 41-53.
- VINCENZI, S., CARAMORI, G., ROSSI, R., DE LEO, G., 2006. A GIS-based habitat suitability model for commercial yield estimation of *Tapes philippinarum* in Mediterranean coastal lagoon (Sacca di Goro, Italy). *Ecological Modelling*, 193: 90-104.
- ZENTILIN, A., PELLIZZATO, M., ROSSETTI, E., TUROLLA, E., 2008. La venericoltura in Italia a 25 anni dal suo esordio. *Il Pesce /3*.

Finito di stampare nel mese di giugno 2011  
dalla Tipolitografia CSR - Via di Pietralata, 157 - 00158 Roma  
Tel. 064182113 (r.a.) - Fax 064506671