

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/286934162>

PROGETTO PILOTA PER L'ALLEVAMENTO DELLA VONGOLA VERACE NOSTRANA (TAPES DECUSSATUS) NELLA LAGUNA DI VARANO

Thesis · April 2006

CITATIONS

0

READS

808

1 author:



Cilenti Lucrezia

Italian National Research Council

84 PUBLICATIONS 389 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Transitional water ecosystems pollution and population dynamics [View project](#)



BALMAS: Ballast water management system for Adriatic Sea protection [View project](#)

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FOGGIA
FACOLTA' DI AGRARIA



DOTTORATO DI RICERCA XVII° CICLO
'ECOSISTEMI AGRICOLI SOSTENIBILI'

PROGETTO PILOTA PER L'ALLEVAMENTO DELLA VONGOLA
VERACE NOSTRANA (*TAPES DECUSSATUS*) NELLA LAGUNA DI
VARANO

Tesi di dottorato di :

Dr.ssa Lucrezia Cilenti

Coordinatore:

Prof. Emanuele Tarantino

Tutor:

Dott.ssa Rosaria Marino

Co-tutore:

Dr. Paolo Breber

Anno Accademico
2005-2006

Alla mia piccola, dolce "Vittoria"

PREMESSA

DEFINIZIONE DEGLI AGROECOSISTEMI SOSTENIBILI

Per sostenibilità ecologica si intende una attività che prevede di preservare il più possibile intatto l'ambiente e tutte le sue caratteristiche peculiari.

Lo sviluppo sostenibile si basa su due principi: il primo è che la velocità di prelievo dovrebbe essere pari alla velocità di rigenerazione; il secondo è che la velocità di produzione dei rifiuti dovrebbe essere uguale alla capacità naturale di assorbimento da parte degli ecosistemi in cui i rifiuti vengono immessi.

Sulla base di questi concetti abbiamo voluto prendere in considerazione un particolare tipo di attività produttiva e di un particolare tipo di ecosistema che si prestano bene per la messa in pratica delle teorie di sviluppo sostenibile: l'allevamento della vongola verace nostrana (*Tapes decussatus*) nella laguna di Varano. La venericoltura, così come tutta la molluschicoltura, si basa sul trofismo e l'energia naturali dell'ecosistema. Il ricambio d'acqua necessario al metabolismo dei bivalvi si ha mediante le correnti naturali che circolano nel bacino, e l'alimento è fornito dalle microalghe che crescono spontaneamente in laguna. Non si hanno modifiche nel paesaggio, né alterazioni dell'ecosistema, né modifiche della biodiversità esistente. La venericoltura è, anzi, migliorativa della situazione ambientale lagunare poiché contrasta l'eutrofia, e la presenza di vivai di vongole mature che attuano la riproduzione favorisce la densa colonizzazione della specie anche nelle zone di pesca libera, esterne alle concessioni.

1. INTRODUZIONE

Gli ambienti lagunari in genere sono caratterizzati da elevati livelli di produzione e sono particolarmente adatti per l'allevamento estensivo il quale mostra una spiccata compatibilità con la conservazione dell'ambiente; sono, tuttavia, facilmente soggetti a mutamenti ecologici sia per cause naturali, sia per cause

antropiche. Le lagune stanno assumendo

una grande importanza nell'ambito delle politiche ambientali di salvaguardia; in queste zone le attività di pesca e di acquacoltura hanno giocato un ruolo fondamentale di tutela. Esse sono abitate, per quanto riguarda la fauna, da invertebrati e vertebrati il cui reclutamento si effettua in

Tab. 1

Scheda delle caratteristiche acquicole di *Tapes decussatus*.

Specie indigena
Specie eurialina
Alto valore commerciale
Facile reperibilità del seme
Basso tasso di mortalità
Sfruttamento sostenibile delle risorse rinnovabili
Autoecologia compatibile con le tecniche di allevamento

parte dall'ambiente marino attraverso le foci o canali, e solo in parte con la riproduzione di popolazioni sedentarie. Nell'acquacoltura estensiva gli organismi allevati appartengono a specie eurialine di acque costiere. Tra queste specie rientra la vongola verace nostrana (*Tapes decussatus*) (Tab.1).

L'obiettivo generale del progetto è quello di creare una offerta di *Tapes decussatus* sul mercato nazionale, offerta attualmente carente vista la forte domanda e relativo alto prezzo. Sotto lo stimolo dell'alto valore commerciale della specie, negli anni '80 furono condotte delle prove sperimentali in Laguna di Venezia per creare ex novo delle basi razionali all'allevamento commerciale della specie (Breber, 1985). Queste prove furono abbandonate

quando il mercato fu invaso dalla specie esotica *Tapes philippinarum* la cui acquacoltura era in una fase più avanzata. Le zone lagunari dell'Alto Adriatico furono rapidamente occupate dai vivai di filippina (Breber, 2002). Ultimamente è emerso un settore di mercato discriminante che richiede esclusivamente la nostrana ed è disposta a pagarla tre o quattro volte il prezzo della filippina per cui è giustificato un nuovo tentativo di allevare la specie. L'obiettivo specifico è di creare localmente nuovi redditi rendendo più produttiva la laguna di Varano.

1.2 CENNI DI BIOLOGIA DELLA VONGOLA VERACE NOSTRANA (*Tapes decussatus*)

Nella classe dei Bivalvi quella dei veneridi è la famiglia che conta il maggiore numero di specie (ne sono descritte oltre 400), distribuite in tutti i mari del mondo. Assieme alle famiglie

Scheda tassonomica

Phylum *MOLLUSCA*
Classe *BIVALVIA*, Linné, 1758
Sottoclasse *HETERODONTA*, Neumayr, 1884
Ordine *VENEROIDA*, H. & Adams, 1815
Superfamiglia *VENEROIDEA*, Rafinesque, 1815
Famiglia *VENERIDAE*, Rafinesque, 1815
Sottofamiglia *TAPETINAE*, Gray, 1815
Genere *TAPES*, Von Muehlfeld, 1811
Sottogenere *RUDITAPES*, Chiamenti, 1900
Specie *DECUSSATUS*, (Linneo, 1758)

dei mitilidi, ostreidi e pettinidi, da sempre i veneridi costituiscono una importante fonte di proteine animali per l'alimentazione umana.

Tapes decussatus è una specie endemica mediterranea, rinvenibile però anche lungo le coste atlantiche dalle isole britanniche al Senegal. *T. philippinarum* ha invece un areale d'origine esteso a tutta la regione nipponica ed in parte alla sottostante indopacifica. Già a

partire dal 1920 si ebbe la prima introduzione volontaria della vongola filippina nelle acque delle isole Hawaii, mentre, sempre agli inizi del secolo, fu registrata la prima introduzione accidentale lungo la costa occidentale del Nord America seguita all'importazione di ostriche dal Giappone (Loosanoff e Davis, 1963). Solo negli anni '70 la nuova specie fece la sua comparsa in Europa a scopo di allevamento (in Spagna, Francia e Inghilterra) e nei primi anni '80 per intensificare la produttività degli allevamenti ittici in Medio-Oriente (Israele), dove venne sperimentata in policoltura (Shpigel e Fridman, 1990).

Da un simile quadro è facile intuire quanto estesa possa essere oggi la diffusione di *T. philippinarum*, divenuta una delle specie di bivalvi più importante in acquicoltura, prevalendo quantitativamente in Italia sulla nostra specie endemica.

1.2.1. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E ANATOMICHE

Le vongole, come del resto tutti i bivalvi, sono caratterizzate da una conchiglia formata da due valve distinte e incernierate tra loro mediante legamenti ed incastrici (denti cardine).

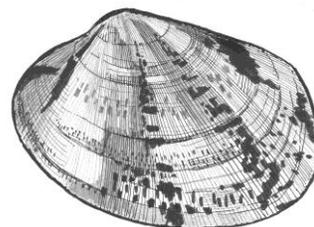


Fig.1.
Tapes decussatus

Le valve si chiudono grazie all'azione di robusti muscoli adduttori. Il corpo ha uno sviluppo orizzontale ed è avvolto esternamente da due lembi di tessuto denominato mantello preposto anche alla formazione della conchiglia. Nel corpo che è privo di capo ma dispone di bocca in una estremità e dell'ano in quella opposta, si possono distinguere il piede e le branchie, notevolmente sviluppate e dotate di una struttura lamellare, da cui deriva il nome di lamellibranchi.

CONCHIGLIA

La conchiglia è composta da due valve che proteggono le parti molli. Conchiglia di forma ovata e piuttosto solida, equivalve ed inequilaterale con il lato posteriore più lungo dell'anteriore (Fig.1). La superficie è ornata da strie di accrescimento concentriche ed elementi radiali.

Internamente il margine è liscio come tutto il resto della superficie, che è sempre biancastra. Possiede un elevato polimorfismo cromatico con linee, reticoli, fiammole, fasce radiali e figure di altro tipo sono frequenti esemplari completamente bianchi. Per quanto riguarda le dimensioni, espresse come lunghezza massima delle valve, possono raggiungere i 40 e i 50 mm, ma alcuni individui anche i 70-

80 mm. Nonostante quello che si dice, non è molto semplice, soprattutto per il profano, distinguere la specie esotica dalla nostrana, viste le notevoli somiglianze. I principali caratteri discriminanti sono: la disposizione delle sculture della conchiglia (decussata o semidecussata); la colorazione interna delle valve e l'ampiezza del seno palleale. Se si possiede materiale vivo, è facile osservare che i sifoni, inalante ed esalante, sono nettamente separati in *T. decussatus* e parzialmente fusi in *T. philippinarum* (Cesari e Pellizzato, 1985).

L'umbone (Fig.2), l'apice della valva, è il punto dove nasce la conchiglia e a volte conserva la piccola conchiglia embrionale. Gli umboni si trovano vicini alla cerniera. Le valve sono tenute insieme dal ligamento che è formato da due parti uno più scuro, non elastico, e uno più chiaro,

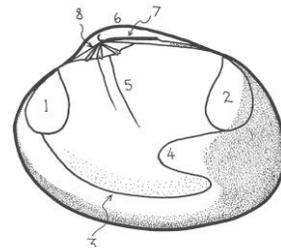


Fig. 2

Visione laterale di valva destra. (1) e (2) corrispondono all'impianto dei muscoli adduttori anteriore e posteriore responsabili della chiusura delle valve. La linea palleale (3) è il punto di inserzione dei muscoli che sostengono il bordo del mantello. Il seno palleale (4) è l'impronta dei muscoli flabelliformi che determinano la retrazione dei sifoni. Il sacco viscerale è retto da i muscoli che lasciano il segno (5) sulla valva. L'umbone (6) è l'apice della valva ed è il punto dove nasce la conchiglia. Le valve sono unite dal legamento (7) e si articolano tra loro per mezzo della cerniera (8) costituita da una serie di denti.

elastico. Il ligamento agisce per elasticità di pressione e non di trazione; tende a divaricare le valve in opposizione al lavoro dei muscoli adduttori.

Nell'esaminare una vongola verace bisogna, per prima cosa, poterla orientare correttamente. (Fig.3). La cerniera, il punto dove si articolano le due valve con una serie di denti, segna il dorso. Là dove le due valve sono unite dal ligamento è la parte posteriore. La faccia interna delle valve è coperta dal mantello, una fodera di epitelio che presenta

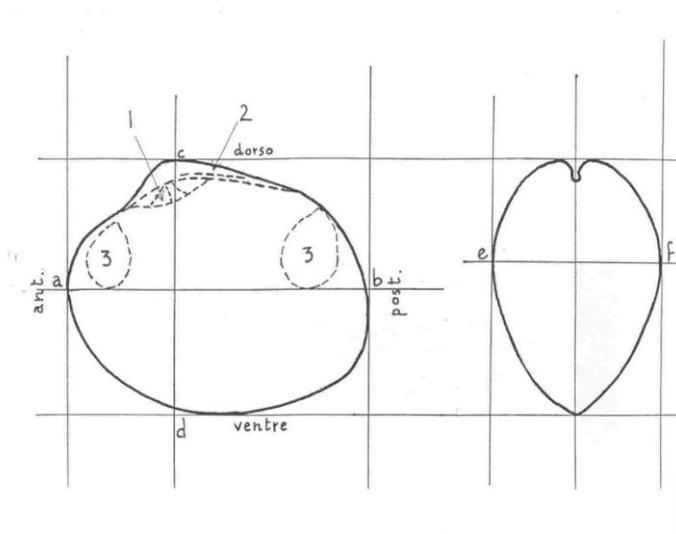


Fig. 3

Profili dei piani mediano e trasversale di una vongola. La cerniera (1) segna il dorso del legamento(2) la parte posteriore dell'animale. La linea *ab* tangente al bordo inferiore dei muscoli adduttori (3) è la lunghezza o taglia. la linea *cd* che scende dall'umbone al bordo ventrale è l'altezza. La larghezza è la linea *ef* che unisce la facce esterne della valve nel punto di maggiore convessità.

antero – centralmente un varco per far uscire il piede e posteriormente si prolunga in due tubi detraibili, i sifoni, attraverso cui avviene lo scambio d'acqua col mezzo esterno. Nella cavità racchiusa dalle valve, detta cavità palleale o del mantello, pende libero il sacco delle viscere il quale dorsalmente è unito al mantello nella zona del legamento e in direzione anteriore si prolunga nel piede, l'organo mobile di locomozione che può protendersi all'esterno. Ai lati del sacco viscerale pendono le branchie. I due fasci muscolari bianchi che permettono al bivalve di serrare con grande forza la conchiglia sono i muscoli adduttori di cui uno anteriore e uno posteriore. Viene detta la lunghezza (Fig. 3) la linea che va dall'estremità anteriore a quella posteriore, di regola tangente al bordo inferiore dei due muscoli adduttori delle valve. L'altezza è la linea che scende dagli umboni al bordo ventrale. La larghezza è la linea che

unisce le facce esterne delle valve nel punto di maggior convessità. La conchiglia è generata dal mantello ed è formata da tre strati, andando dall'esterno verso l'interno, troviamo il periostraco, l'ostraco e l'ipostraco. Il primo, sottile, è formato da una sostanza organica chiamata conchiolina, gli altri due sono più o meno abbondantemente calcificati.

MUSCOLI

I muscoli adduttori sono due, e lasciano sulla faccia interna delle valve delle impronte concave; una impronta si riscontra all'estremità anteriore delle valve vicino alla bocca e l'altra in quella posteriore in rapporto all'ano. Il punto di inserzione dei muscoli che sostengono il bordo del mantello si presenta come una linea leggermente depressa, la linea palliale, parallela al bordo ventrale delle valve, che va dal muscolo adduttore anteriore a quello posteriore (Fig.2). Là dove sono i sifoni, i muscoli flabelliformi che ne determinano la retrazione lasciano un'impronta, detta seno palliale, sulla faccia interna nella parte posteriore delle valve (Fig.2). il piede oltre ai suoi muscoli intrinseci, è mosso anche da muscoli estrinseci inseriti sulla faccia interna delle valve che lasciano due impressioni, una anteriore e una posteriore. Il sacco viscerale è retto da muscoli o tendini che lasciano un segno netto sulla valva (Fig.2).

MANTELLO

Il mantello è uno strato epitelico sottile aderente all'interno della conchiglia e che ne segue le forme (Fig. 4). Esso genera la conchiglia con la continua deposizione di sali di calcio sulla faccia interna e sull'orlo delle valve. Ventralmente il mantello presenta tre aperture verso l'esterno (Fig. 5) di cui una antero-ventrale per il passaggio del piede e due posteriori vicine: l'inferiore inalante in corrispondenza delle branchie ed una superiore esalante in corrispondenza dell'ano. Questi due orifizi

sono posti all'estremità dei sifoni che in *T. decussatus* sono nettamente separati mentre in *T. philippinarum* sono accoppiati come canne di fucile per 2/3 della lunghezza e separati per il terzo distale. Il sifone branchiale inalante, posto ventralmente rispetto all'altro, è quasi sempre più lungo e largo di quello anale esalante. Questi due orifizi costituiscono rispettivamente il punto di ingresso e di uscita di quella corrente d'acqua generata dalle branchie. Il bordo delle aperture terminali dei sifoni è guarnito da una serie di piccole appendici tentacoliformi ricche di organelli sensibili alla luce e agli stimoli chimici. La cavità racchiusa nel mantello, la cavità palleale, contiene la bocca, l'ano e le branchie.

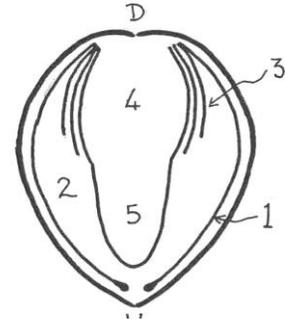


Fig. 4
Sezione trasversale di una vongola. (1) mantello che foderà l'interno delle valve; (2) cavità palliale; (3) branchie; (4) sacco viscerale; (5) piede retratto.

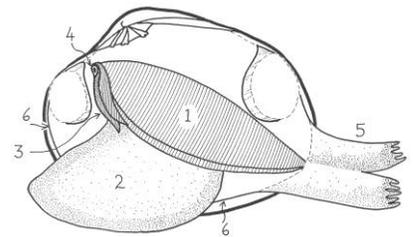


Fig. 5
Visione laterale di una vongola a cui è stata spostata la valva di sinistra con relativa parte di mantello. (1) branchie; (2) piede estroflesso; (3) palpi boccali; (4) sifoni estroflessi; (6) bordo del mantello.

BRANCHIE

Le branchie sono due disposte sui lati del corpo e fissate dorsalmente (Fig.5). Posteriormente si uniscono tra loro e con il setto dei sifoni. Ogni branchia è composta da due lamine divise internamente in una serie di tubuli paralleli. Alla base delle branchie questi tubuli convergono su canali longitudinali che, a loro volta, si riuniscono all'orifizio del sifone esalante. Esaminate al microscopio le lamelle branchiali appaiono come un reticolo di vasi sanguigni e di pori orlati di ciglia vibratili che si aprono sui tubi branchiali. Queste ciglia, con il loro movimento sincronizzato generano una corrente d'acqua che percorre la cavità del mantello, entrando dal sifone inalante ed uscendo dal sifone esalante con un flusso variabile. Tutte le particelle sospese nell'acqua, sia di origine organica che inorganica, vengono trattenute sulla superficie delle branchie. Da qui, poi, passano nei solchi branchiali dove si impastano col muco e trasportate verso il bordo libero delle branchie per essere infine convogliate in avanti alla bocca.

PIEDE

Il piede, a forma di lingua, è compresso lateralmente, la sua posizione è ventrale e anteriore (Fig.5). La sua muscolatura è distinta in estrinseca ed intrinseca. Esiste nel piede una ghiandola che secerne il bisso nella fase larvale, fino alla taglia di 5-6 mm. Oltre alla ghiandola del bisso sono presenti nel piede anche ghiandole mucipare.

SISTEMA DIGERENTE

In rapporto all'apertura boccale non si nota alcun differenziamento di radula o di mascelle; questo si spiega con il tipo di alimento dato da alghe unicellulari. Grazie alla corrente d'acqua

generata dalle ciglia branchiali le microalghe vengono aspirate dall'ambiente esterno attraverso il sifone inalante e trattenute sulle branchie. Qui ha luogo una prima cernita dove vengono scartate le particelle non alimentari più grossolane convogliate verso il sifone esalante per essere espulse. Le particelle più fini vengono impastate col muco e convogliate dalle ciglia verso i palpi boccali che compiono una cernita finale (Fig.5). il materiale così selezionato entra nella bocca; la bocca conduce all'esofago che si apre nello stomaco dove arrivano i dotti della ghiandola digestiva. Dallo stomaco l'intestino va giù nel piede, forma alcune anse, e quindi ritorna dorsalmente dove sembra di attraversare il cuore (in realtà è il cuore che si avvolge attorno all'intestino). Termina con l'ano posto vicino al sifone esalante. Data la natura finemente particellata del cibo dei bivalvi già al momento dell'ingestione non vi è necessità di triturazione o disgregazione, e la digestione può iniziare direttamente dalla fase intracellulare.

CUORE E SISTEMA CARDIOCIRCOLATORIO

Il cuore è costituito da un ventricolo e da due atri, e giace nella cavità pericardica (Fig. 6). Il cuore pompa il sangue sia in avanti all'intestino ed al piede, sia posteriormente al mantello. Molte delle arterie non conducono a capillari ma a seni, dai seni il sangue entra nelle vene e poi ritorna al cuore.

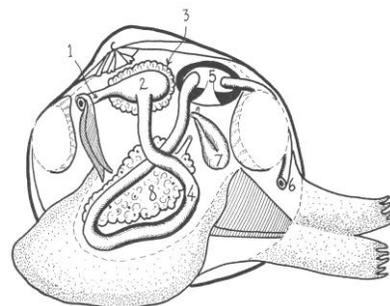


Fig. 6
 Visione laterale di una vongola a cui è stata asportata la valva sinistra con la relativa parte di mantello, le branchie di sinistra e l'epitelio del lato sinistro del sacco viscerale. (1) esofago; (2) stomaco; (3) ghiandola digestiva; (4) intestino; (5) cuore; (6) ano; (7) organo escretore; (8) gonade.

ORGANO ESCRETTORE

Ci sono due organi escretori che giacciono uno per lato, appena al di sotto della cavità pericardica (Fig.6). Ognuno si presenta come un tubo piegato su se stesso, con le due metà parallele, una sovrapposta all'altra. La parte inferiore, il rene vero e proprio, ha pareti ghiandolari. Alla sua estremità anteriore è collegato con la cavità pericardiale. Alla sua estremità posteriore si prolunga nella vescica dalle pareti sottili, che giace sopra il rene e si apre anteriormente in un canale branchiale dorsale. Il rene estrae dal sangue e dal fluido pericardiale i prodotti di rifiuto del metabolismo.

SISTEMA NERVOSO

Il sistema nervoso in questi organismi risulta essere ridotto. Ognuna delle tre regioni principali del corpo, capo, piede e viscere è dotata di un paio di gangli e dal paio del capo si dipartono due lunghi nervi che collegano le altre due paia di gangli.

RIPRODUZIONE

Su circa 10.000 specie di bivalvi solo 400 sono ermafrodite mentre le altre, tra cui le veraci, sono a sessi separati. Non ci sono strutture per l'accoppiamento e la fecondazione avviene esternamente. Il tessuto gametogenico non è raccolto in un organo ma è diffuso nel corpo attorno all'apparato digerente (Fig. 6). La gametogenesi nelle veraci inizia subito dopo l'inverno quando le acque cominciano a scaldarsi ma la maturazione dei gameti avviene, e la loro emissione ha luogo solo se si giunge a una soglia termica "temperatura critica di deposizione". Gli individui maturi non sono sessualmente riconoscibili da segni esteriori. La temperatura dell'acqua è il principale regolatore esterno di tutto il ciclo sessuale. La

fecondazione avviene esternamente: quando la vongola è pronta e le condizioni ambientali sono giuste, i prodotti sessuali vengono liberati in acqua attraverso il sifone esalante. Il mezzo acquatico consentirà l'unione dei gameti (Fig. 7). Inizialmente, l'emissione è determinata da un particolare stimolo esterno, ma appena la prima vongola emette, la presenza dei gameti nell'acqua sollecita fortemente le altre ad emettere. Non si conoscono ancora bene quali siano i fattori esterni che scatenano l'emissione; lo sbalzo termico di alcuni gradi viene considerato il fattore che maggiormente stimola l'emissione. L'uovo fecondato non dà vita ad un organismo simile all'adulto bensì ad una larva, che nasce poche ore dopo la fecondazione. La larva, denominata *trocofora* (Fig. 8), dura solo 24 ore dopo di che si trasforma in *veliger* la cui forma suggerisce già l'aspetto di un bivalve in quanto possiede già le due valve incernierate (Fig 9). Lo stadio di veliger può durare da 10 a 30 giorni, a seconda della temperatura ambientale attraversando diverse forme anatomiche planctoniche (*stadio "D"*, *stadio umbonato*, *pediveliger*) (Fig.10). Al momento del passaggio dalla forma planctonica a quella definitiva bentonica l'animale misura circa 0.2-0.3 mm, da questa taglia fino a quella di 4 mm la vongola assume il nome di *cria*. La *cria* è in grado di attaccarsi al substrato attraverso il bisso.

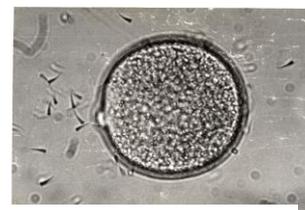


Fig. 7
Uovo di *T. decussatus*
circondato da
spermatozoi

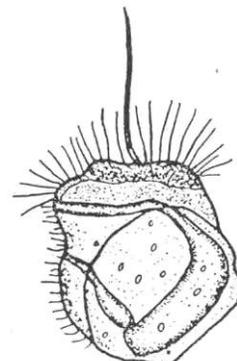


Fig. 8
Trocofora di *T. decussatus*

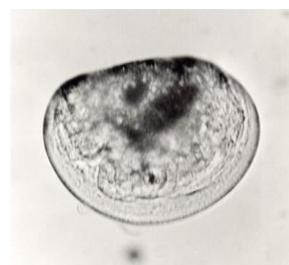


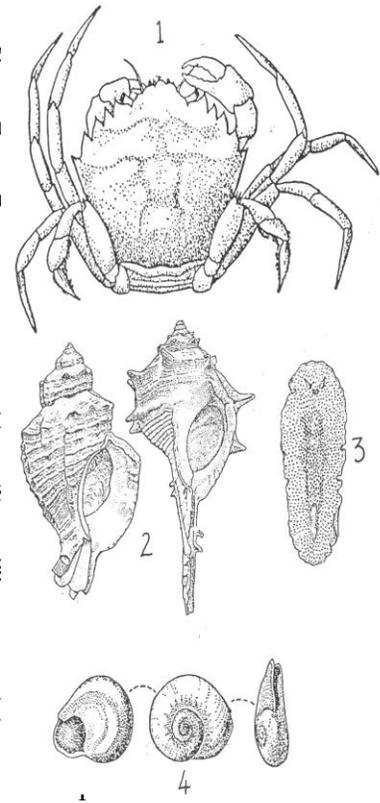
Fig 9
Veliger di *T. decussatus*
(forma D).



Fig 10
Pediveliger di *T. decussatus*.

1.2.2 CAUSE DI MORTALITA'

Le larve costituiscono cibo per molte specie di animali e metamorfosi, la piccola vongola è oggetto di molti predatori. Ma la resistenza del guscio e i predatori adottano metodi di aggressione: alcuni spezzano come il granchio comune (*Carcinus mediterraneus*), e altri la forano come i gasteropodi muricidi (*Murex* spp.) (Fig. 11) o dividono le valve stancando la resistenza dei muscoli adduttori. Nel caso del verme piatto come lo *Stylochus* spp., riesce ad insanguinare divorandone le carni. Con l'aumento della taglia le vongole divengono preda ai predatori, ma subentrano forme di parassitismo. L'età più



l'incidenza della predazione

manifestano in maniera virulenta

I parassiti hanno un ciclo vitale

ognuno dei quali deve concludersi

ospite. Ad esempio il verme trematode

(Fig. 12), che causa grosse perdite nei banchi di vongola

nostrana, ha un ciclo vitale che richiede tre ospiti: *T.*

decussatus (2), l'anfipode *Erichtonius brasiliensis* (3), ed il

pesce *Atherina boyeri* (1).

Fig. 11
Predatori: (1) *Carcinus mediterraneus*; (2) *Murex trunculus* e *M. brandaris*; (3) *Stylochus* sp.; (4) *Ciclope neritea*, organismo necrofilo che accorre laddove ci sono vongole morte.

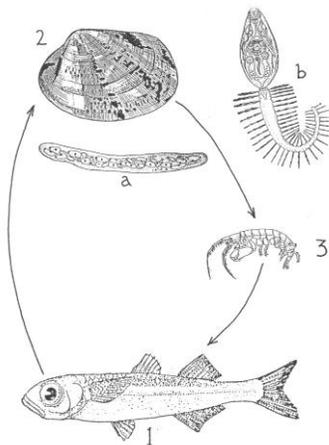


Fig. 12
Ospiti del parassita *Bacciger bacciger*

1.3 L'ECOSISTEMA LAGUNARE - LA LAGUNA DI VARANO

1.3.1. GENERALITA'

Le lagune occupano 660.000 ha di costiera mediterranea. Sono bacini poco profondi che comunicano col mare e spesso fanno parte di un sistema deltizio con relativi apporti d'acqua dolce. La produttività biologica nelle lagune è molto alta e si calcola che la produzione primaria sia almeno dieci volte quella del vicino mare.

Nel corso dell'anno la temperatura, il tenore di ossigeno e la salinità delle acque subiscono forti oscillazioni raggiungendo in certi momenti valori proibitivi per cui se moltissime sono le specie animali che frequentano nei momenti buoni le lagune, poche sono quelle che vi risiedono in permanenza in quanto la capacità di superare i periodi ostili richiede un alto grado di adattamento.

La temperatura nel corso delle stagioni può variare da 5°C in inverno a 32°C al culmine dell'estate. Escursioni anche di 10°C in tempi molto brevi si hanno per effetti meteorologici quali vento e pioggia. Nei bacini meno profondi ci può essere una diminuzione di 5°C passando dal giorno alla notte. L'ossigenazione delle acque lagunari è quasi sempre alta, vicino alla saturazione, grazie all'attività fotosintetica dell'esuberante produzione primaria e all'efficienza della diffusione d'ossigeno dall'atmosfera per via della scarsa profondità dell'acqua. Nonostante ciò, in estate vi possono essere momenti in cui la concomitanza di certi fattori può portare ad una drastica riduzione a livelli insufficienti (< 4 ppm) d'ossigeno fino all'anossia. Gli aumenti nei valori di temperatura e di salinità che si osservano in estate determinano la diminuzione della solubilità dell'ossigeno nell'acqua. A questo effetto si aggiunge l'aumentata richiesta d'ossigeno degli organismi lagunari causata dall'accelerazione del metabolismo dovuta alle temperature estive. L'anossia e l'alta temperatura fanno sì che i

batteri anaerobici *Desulfovibrio*, normalmente relegati nel sedimento, facciano sentire i loro effetti anche nella colonna d'acqua soprastante. Il metabolismo di questi batteri produce H₂S il quale, essendo altamente tossico, causa la morte di tutta la biocenosi. Questo è il fenomeno naturale più dannoso che può accadere nell'economia di una laguna.

La salinità può variare notevolmente nel corso delle stagioni e ci può essere grande diversità tra una laguna e l'altra. In quei casi dove c'è molto apporto di acqua continentale, la salinità può restare tutto il tempo al di sotto del valore marino (35‰ S). A volte si riscontrano zone a salinità diversa nella stessa laguna. La salinità più favorevole all'economia di una laguna è quella ricadente nello spettro 20 - 40‰. Altri fattori fisico-chimici sono meno condizionanti. La luce non diviene mai un fattore limitante in quanto la tipica scarsa profondità delle acque permette l'illuminazione di tutta la colonna d'acqua anche in presenza di una certa torbidità. Il livello dei sali nutrienti è sempre alto, diverse volte maggiore di quello del mare antistante. Nei climi temperati i nutrienti arrivano con le acque di dilavamento del bacino imbrifero. Nei climi aridi i nutrienti entrano con l'acqua marina attraverso le foci e vengono trattenuti.

SCHEMA BIONOMICO LAGUNARE DI FRISONI *ET AL.* (1984)

Secondo diversi autori (Perès & Picard, 1964. Bedulli & Sabelli, 1990) le lagune del Mediterraneo presentano un medesimo schema bionomico. Per molto tempo la salinità è stata considerata il fattore determinante le caratteristiche della bionomia lagunare ma tale concetto è stato contestato da Frisoni *et al.* (1984). La localizzazione delle specie ed i gradienti quantitativi (biomassa, densità, etc.) dei popolamenti dipenderebbero essenzialmente da un parametro originale che questi autori chiamano *confinamento* ovvero il grado di penetrazione

marina nel bacino. L'esame della biocenosi delle lagune rivelerebbe, quindi, una zonazione spaziale che rispecchia l'aumento del confinamento dalla Zona I alla VI (Fig. 13).

La Zona I si trova in prossimità della comunicazione con il mare. Il benthos non mostra qui differenza con quello marino antistante. Nella Zona II successiva si avverte la scomparsa nella macrofauna bentonica più

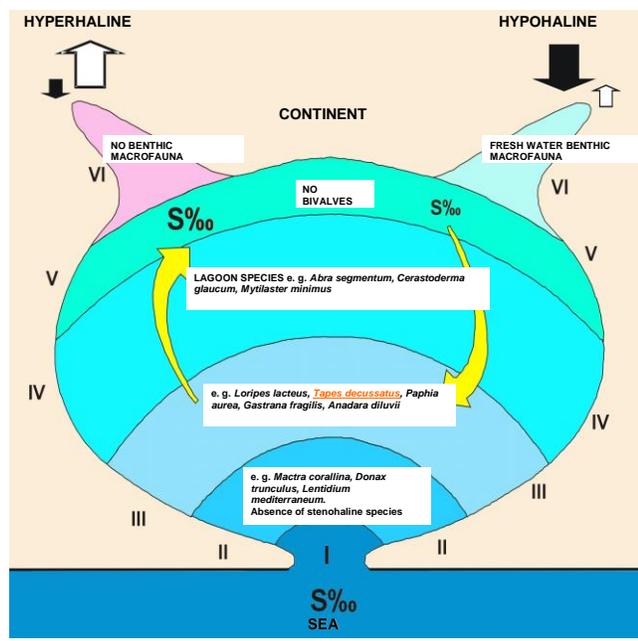


Fig. 13
Schema bionomico ideale del benthos lagunare (Frisoni et al. 1984)

strettamente marina. Si hanno i molluschi *Mactra corallina*, *M. glauca*, *Tellina tenuis*, *Donax semistriatus*, *D. trunculus*, *Acanthocardia echinata*, *Dosinia exoleta*, i policheti *Audouinia tentaculata*, *Magelona papillicornis*, *Owenia fusiformis*, *Phyllodoce mucosa*, *Pectinaria koreni*, il crostaceo *Portumnus latipes*, gli echinodermi *Asterina gibbosa*, *Holoturia polii*, *Paracentrotus lividus*, ed infine la presenza di *Branchiostoma lanceolatum*. Pure la Zona III è caratterizzata da specie che si possono trovare anche in mare: *Tapes decussatus*, *Paphia aurea*, *Scrobicularia plana*, *Corbula gibba*, *Loripes lacteus*, *Gastrana fragilis*, *Akera bullata*, *Nephtys hombergi*, *Armandia cirrosa*, *Glycera convoluta*, *Upogebia littoralis*. Entrando nella Zona IV si incontrano, invece, specie esclusivamente lagunari: *Abra ovata*, *Cerastoderma glaucum*, *Hydrobia acuta*, *Nereis diversicolor*, *Gammarus insensibilis*, *G. aequicaudi*, *Corophium insidiosum*. Nella Zona V il benthos animale sessile scompare e si hanno solo poche specie vagili quali crostacei detritivori (*Sphaeroma hookeri*, *S. rugicauda*, *Corophium*

insidiosum, *Idotea balthica*), gasteropodi brucatori (*Hydrobia acuta*, *Pirenella conica*), policheti (*Nereis diversicolor*), e larve di Chironomidi. Con la Zona VI si passa nell'ambito continentale con acqua dolce là dove giungono fiumi, oppure si ha un ambiente iperalino in sacche molto internate con scarso ricambio ed elevata evaporazione. Con l'acqua dolce compaiono gli organismi bentonici strettamente dulciacqicoli pur con l'incursione occasionale di qualche organismo lagunare vagile come *Sphaeroma hookeri*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Gammarus insensibilis*. Nel caso di una situazione evaporitica si ha l'assenza completa di macrofauna bentonica.

La ricchezza di specie o biodiversità è massima nella Zona I per poi diminuire man mano che si attraversano le altre Zone fino a raggiungere il minimo in Zona VI. La biomassa della macrofauna bentonica è dell'ordine di 1 g/m² (peso secco decalcificato) nella Zona I, delle decine di g/m² nella II, ed è massima nella III e IV con quantità da 50 a 500 g/m². Al di là della Zona IV la biomassa decresce nettamente fino a scomparire nella VI. Riguardo al rapporto tra benthos e plancton gli autori hanno osservato l'esistenza di un certo antagonismo. Là dove comincia a diminuire il benthos dopo la Zona IV, hanno notato che si ha un netto aumento del fitoplancton. La Zona V, infatti, è quella dove maggiormente avvengono le fioriture microalgali a volte nocive al resto della biocenosi. Frisoni *et al.* (1984) infine, a conclusione, propongono lo schema bionomico come strumento pratico per stimare le risorse naturali potenziali di una laguna ritenendo che vi sia una correlazione tra le caratteristiche del benthos e la vocazione alieutica ed acquicola dell'ambiente.

In una pubblicazione successiva, Frisoni (1990) espone quest'ultimo concetto più estesamente. Nella parte della laguna più oligotrofica, prossima alla foce (Zone I e II), l'acquacoltura è possibile solo con alimentazione artificiale (ad es. piscicoltura in gabbie galleggianti). La

maggiore eutrofia delle Zona III e IV consente, invece, un tipo di allevamento dove l'alimento viene fornito dalla produttività naturale dall'ecosistema (ad es. molluschicoltura, vallicoltura, crostaceicoltura

estensiva). Queste

Zone sono anche

quelle della

maggiore pescosità

naturale. La Zona V

è di bassa qualità in

quanto influenzata

da pesanti fioriture

microalgali molto spesso dannose per le risorse che interessano l'uomo. La Zona VI è del tutto marginale essendo in pratica la soglia di passaggio verso altri ambienti. In sintesi, l'ambiente delle Zone III e IV, è ritenuto da Frisoni *et al.* (1984) la parte migliore della laguna. Sulla base, quindi, della bionomia bentonica di Varano sono state individuate le aree più idonee per l'allevamento (Fig. 14).

Infatti dall'analisi dei dati è scaturito che Varano può essere suddiviso in tre delle sei Zone descritte da Frisoni *et al.* (1984); le zone III, IV e V. La zona III è caratterizzata dalla presenza dei bivalvi *Loripes lucinalis* e *Gastrana fragilis*; la zona IV presenta i bivalvi *Abra ovata*, *Cerastoderma glaucum*, e *Mytilaster minimus*; infine la zona V è caratterizzata dall'assenza di bivalvi. Poiché dallo schema degli studiosi francesi risulta che la zona III è idonea per *T. decussatus*, per proprietà transitiva nella zona III di Varano dovrebbe esserci la maggiore probabilità di attivare l'allevamento.

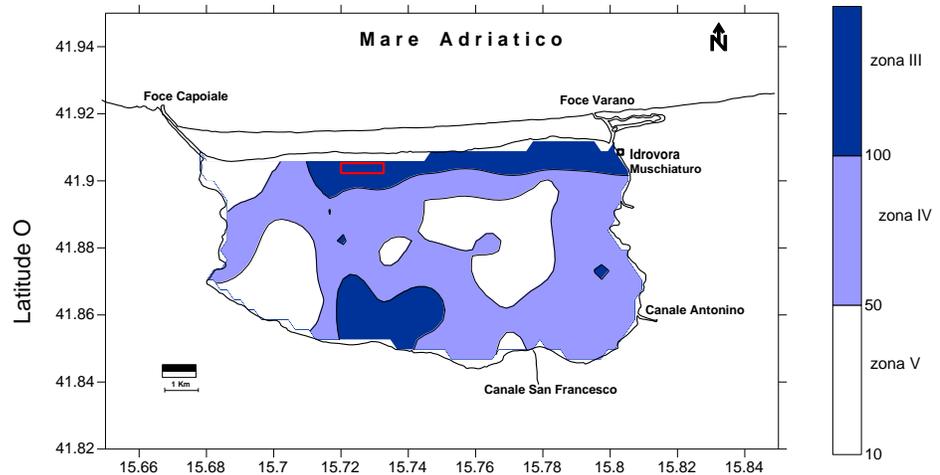


Fig. 14

Zonazione della laguna di Varano secondo lo schema di Frisoni *et al.* (1984)

Localizzazione dell'imbiante

1.3.2 LA LAGUNA DI VARANO

Il lago di Varano è situato lungo il versante settentrionale del promontorio del Gargano (Foto1), ad oriente rispetto alla vicina laguna di Lesina; ha l'aspetto di un vero e proprio lago tanto per la sua forma, praticamente trapezoidale, che per le sue coste che in lunghi tratti si immergono a picco nelle acque.



Foto 1
Foto satellitare del promontorio del Gargano

A causa del suo ricambio idrico con il mare e a causa dei valori di salinità delle sue acque, esso dovrebbe prendere il nome di “laguna”, analogamente a quanto avviene nella vicina Lesina, ma vuoi per una antica tradizione culturale, vuoi per la maggiore profondità delle sue acque, vuoi per una situazione ambientale fondamentalmente differente rispetto a quella di



Foto 2
Foto aerea della laguna di Varano

Lesina, il termine “Lago di Varano” è utilizzato per indicare tale ambiente (si è comunque preferito utilizzare il termine “laguna” per sottolineare le caratteristiche ecologiche).

La Laguna di Varano (Foto 2) risulta separata dal Mar Adriatico tramite una stretta fascia dunale, localmente denominata “Isola”, che presenta ai suoi margini estremi due canali che permettono lo scambio con il mare. All'incirca duemila anni or sono, era presente un'ampia insenatura, che costituiva un vero golfo incassato nelle pareti scoscese del Gargano, in modo

da garantire sicuro riparo alle navi. Plinio lo chiamava infatti “Seno Uriano”. La formazione della duna di chiusura della laguna verso il mare (l’Isola), è più recente e secondo numerosi storici, risale a circa mille anni fa. L’isola si è formata grazie all’azione combinata dei sedimenti provenienti dalle alture circostanti e dallo spostamento di materiale sabbioso presente in mare. Negli ultimi mille anni circa sull’Isola si è insediata una tipica vegetazione dunale, in grado di stabilizzare la neoformazione impedendone una sua eventuale redistribuzione da parte degli stessi fenomeni idrodinamici che l’avevano formato. E’ evidente in questo caso, che l’attività antropica di piantumazione nonché di attenuazione dei fenomeni erosivi (es. regolarizzazione del deflusso delle acque sull’isola), ha avuto il grande merito di accelerare la realizzazione di questo cordone che ha sancito di fatto l’esistenza della “Laguna di Varano”. Il mantenimento di questa laguna è stato ottenuto con il lavoro periodico e costante dell’uomo, soprattutto per quanto concerne la struttura ed il funzionamento delle due foci che costituiscono un fattore primario di sopravvivenza ecologica di tale ecosistema.

ASPETTI CLIMATOLOGICI

Il clima della zona di studio in ragione della vicinanza del mare e delle retrostanti colline risulta essere sufficientemente dolce e mite, maggiormente temperato e caldo rispetto alle zone limitrofe. Secondo la classificazione di De Martonne, infatti, risulta essere di tipo temperato-caldo senza inverno, con almeno 8 mesi l’anno con temperatura media superiore ai 10°C.

Lo studio della temperatura, effettuato elaborando dati di 38 anni (1951-1988), ha evidenziato le seguenti caratteristiche:

- le temperature più elevate, in media circa 24°C, si raggiungono nel mese di luglio;
- le temperature più basse, in media circa 7,5°C, si ottengono in gennaio;

- i mesi di massima calura sono giugno, luglio e agosto mentre quelli più freddi sono gennaio e febbraio;
- l'andamento della temperatura assume una tipica forma gaussiana non discostandosi molto da quanto rilevabile presso altre zone costiere garganiche.

Si tratta in definitiva di temperature tipiche di zone a clima alquanto mite.

I dati di piovosità della stazione di Cagnano Varano relativi allo stesso periodo opportunamente elaborati hanno mostrato che:

- la piovosità media annuale è pari a 848,9 mm;
- il mese di massima intensità di pioggia è novembre con 97,4 mm;
- il numero medio di giorni di pioggia per anno è pari a 85;
- il mese più piovoso in media è risultato gennaio (11 giorni);
- i mesi meno piovosi in media sono risultati luglio ed agosto con circa 4 giorni di pioggia.

I risultati di tali elaborazioni hanno permesso di evidenziare che su scala annuale:

- i venti dominanti come frequenza sono quelli provenienti da Nord-Ovest (maestrale) e da Nord. Data la sua scarsa frequenza, il vento di scirocco risulta quasi del tutto ininfluenza, data anche l'esposizione del sito d'indagine. Per quanto concerne la velocità, si nota che la classe modale è compresa tra gli 8 e i 12 nodi ed è associata (anche per la velocità maggiore) comunque ai venti di maestrale.
- Per quanto concerne il periodo invernale e quello primaverile, l'elaborazione dei dati ha evidenziato che sono sempre i venti provenienti da Nord-Ovest quelli più frequenti. Anche in questo caso, sono gli stessi venti di maestrale che si presentano associati alle maggiori velocità.

- In estate, oltre al maestrale, si presenta egualmente frequente la tramontana; tuttavia al vento di maestrale è associata la maggiore velocità. Gli altri venti risultano quasi del tutto poco influenti mentre le leggere brezze (0-1 nodo), è ancora una volta il vento di maestrale quello che presenta le maggiori frequenze sebbene con velocità generalmente più ridotte rispetto alla stagione precedente.

ASPETTI IDROGEOLOGICI

La fascia costiera della Laguna di Varano, risulta interessante dal punto di vista idrogeologico, per la presenza di acque dolci sotterranee che emergono secondo modalità differenti e che sono condizionate sia dalle acque di mare di invasione continentale, sia dalle acque meteoriche.

L'alimentazione idrica dell'acquifero carbonatico avviene attraverso l'infiltrazione di un discreto tasso di precipitazione nelle rocce calcaree permeabili per fratturazione e per carsismo. Tali infiltrazioni danno luogo ad una imponente circolazione idrica sotterranea che si sviluppa secondo direttrici preferenziali di deflusso, nei calcarei mesozoici che degradano verso il Mare Adriatico, caratterizzati da numerosi sistemi di faglie e fratturazioni. In corrispondenza della Laguna di Varano gli acquiferi si presentano sotto forma di:

- Manifestazioni sorgentizie (ad es. dalla località C. Coccia a S. Nicola Varano e da Irchio sino a La Chianca, ecc.);
- Travaso idrico e circolazione idrica sotterranea nei terreni palustri (ad es. in corrispondenza di Muschiatturo);
- Emergenze sorgentizie subacquee (polle vicine alla costa denominate localmente "Pozzacchi").

2. MATERIALI E METODI

Nella molluschicoltura, la maggior parte delle condizioni ambientali necessarie per la riuscita dell'impresa sono fornite dall'ecologia naturale del sito. Se la località risulta non idonea non vi è possibilità di correggerne artificialmente i difetti per cui è indispensabile poter valutare la zona preventivamente prima di procedere ad insediarsi. L'originalità del lavoro qui presentato sta nel metodo innovativo di scelta di un'area idonea mediante indicatori biotici. Le caratteristiche del posto devono inoltre soddisfare le esigenze dell'operatore che deve potervi lavorare senza troppi disagi e fatica, e con costi ridotti. L'habitat della vongola verace è costituito dalle lagune ma non tutti i luoghi all'interno di questi ecosistemi sono buoni. Il metodo generalmente seguito in questi casi è di collocarsi là dove la specie è già presente naturalmente, ma nella laguna di Varano non siamo riusciti a riscontrare dei banchi spontanei che ci guidassero nella scelta. Poiché nello studio delle lagune il benthos è considerato uno dei migliori descrittori ambientali in quanto riflette strettamente la fisiologia dell'ambiente, ci siamo avvalsi della bionomia bentonica interpretandola secondo lo schema per le lagune Mediterranee di Frisoni *et al.* (1984).

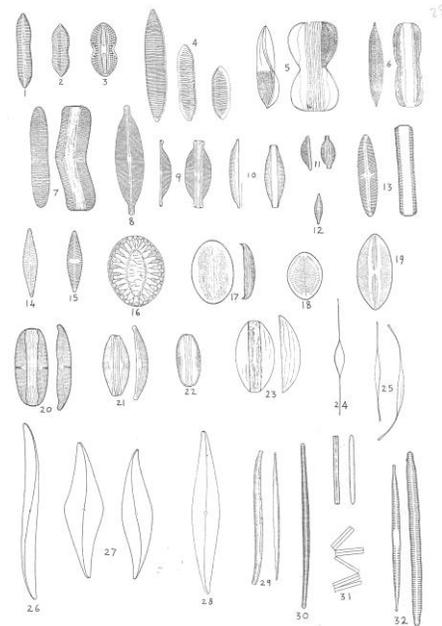
Nel triennio del progetto sono state previste tre semine. La prima semina di veraci ha lo scopo di osservare l'adattamento della specie all'ambiente di Varano per cui è stata dimensionata su scala ridotta in modo da consentire un monitoraggio particolarmente accurato. La seconda e la terza invece sono state organizzate diversamente in base all'esperienza ricavata dalla prima.

2.1 SCELTA DEL SITO

All'interno della cosiddetta Zona III (Fig. 14) abbiamo scelto dei punti in cui l'area si presentava agibile agli operatori, vicina alla sponda Nord, caratterizzata da sedimento sabbioso-limoso e da acque basse (0,7m). Il fondale prescelto è stato lavorato in modo da avere un campo rettangolare ben delimitato, di sedimento omogeneo; i confini sono stati delimitati con dei pali. Una minaccia per le vongole, specialmente alle taglie più piccole, sono i predatori dai quali vanno protette. Altro pericolo è l'insorgere di condizioni di anossia con l'accompagnamento di acido solfidrico. Questo fenomeno naturale avviene di frequente nelle lagune durante l'estate e causa la morte immediata di tutta la biocenosi ma lo si può evitare scegliendo un sito indenne in base ad una conoscenza pregressa dell'ecologia del bacino. È stato necessario inoltre monitorare il fitoplancton per rilevare eventuali fioriture nocive di dinofiticee, e controllare la presenza delle diatomee pennate bentoniche che costituiscono il nutrimento delle vongole (Fig. 15).

Fig. 15

Alcune diatomee fra le più comuni. (1) *Nitzschia apiculata*; (2) *Nitzschia punctata*; (3) *Diploneis bombus*; (4) *Nitzschia trybionella*; (5) *Amphiprora paludosa*; (6) *Tropidoneis lepidoptera*; (7) *Achnanthes longipes*; (8) *Navicula cuspidata*; (9) *Amphora salina*; (10) *Amphora coffeaformis*; (11) *Amphora exigua*; (12) *Navicula cryptocephala*; (13) *Navicula digitoradiata*; (14) *Navicula lanceolata*; (15) *Navicula graciloides*; (16) *Surirella fastuosa*; (17) *Cocconeis placentula*; (18) *Cocconeis scutellum*; (19) *Navicula Lyra*; (20) *Amphora ostrearia*; (21) *Amphora veneta*; (22) *Amphora lineolata*; (23) *Amphora hyalina*; (24) *Nitzschia longissima*; (25) *Nitzschia closterium*; (26) *Pleurosigma formosum*; (27) *Pleurosigma angulatum*; (28) *Pleurosigma affina*; (29) *Nitzschia sigma*; (30) *Synedra gallionii*; (31) *Thalassionema nitzschioides*; (32) *Synedraulna*.



Condizione necessaria è stata la collocazione dell'allevamento nell'ambito di una concessione d'acqua in modo d'avere l'esclusività dell'uso dell'area. Questa concessione è stata messa a disposizione dalla ditta SOLEMAR di Cagnano. La concessione si estende per 90 ha e si trova presso la sponda nord della laguna. In base all'autoecologia di *Tapes decussatus*, seguendo lo schema di Frisoni *et al.* (1984) e alla esigenze dell'operatore il sito presenta caratteristiche idonee. Ha fondali che vanno da una profondità di ca 0,8 m a 2 m. Il fondo è costituito da sabbia mista a fango. La ditta fornisce la guardiania, i servizi logistici e la manodopera per la realizzazione e manutenzione delle infrastrutture.

All'interno della concessione sono stati individuati quattro punti di allevamento (A, B, C, D) (Tab.1) tra di loro il più lontano possibile in modo da verificare eventuali differenze ecologiche nell'ambito della stessa concessione.

Tre (A, B, C) sono stati collocati in fondale basso (0,7 m) ed uno (D) in un punto più profondo (2 m). In previsione dell'allevamento la ditta ha eseguito, nei lotti B, C e D una pulitura del sedimento superficiale asportando il detrito più grossolano e rendendo omogeneo il substrato. Il fondale del lotto A invece è stato lasciato inalterato.

Tab. 1 Coordinate geografiche dei lotti

MODULO	LAT.(N)	LONG.(E)
A	41°54'24''	015°43'26''
B	41°54'23''	015°43'45''
C	41°54'23''	015°44'16''
D	41°54'23''	01°43'57''

2.2 PRIMA SEMINA

In ottobre 2002 sono stati seminati 50.000 esemplari di *Tapes decussatus* di taglia media 16 mm. La partita è stata fornita da una ditta di Goro (Fe). Si è voluto prendere seme relativamente grande (16 mm) in modo da evitare la complicazione data dagli accorgimenti meccanici necessari nel caso di seme piccolo (< 10 mm) dove la protezione da predatori quali granchi, gasteropodi etc. diventa indispensabile. Anche se pur sempre vulnerabili, l'incidenza della predazione su vongole da 16 mm incide assai meno rispetto a taglie sotto i 10 mm. La semina è stata divisa in quattro vivai diversi all'interno della concessione: A, B, C e D. Nei vivai A, B e C, in un fondale di 70 cm, il seme è stata distribuito in quattro lotti a densità

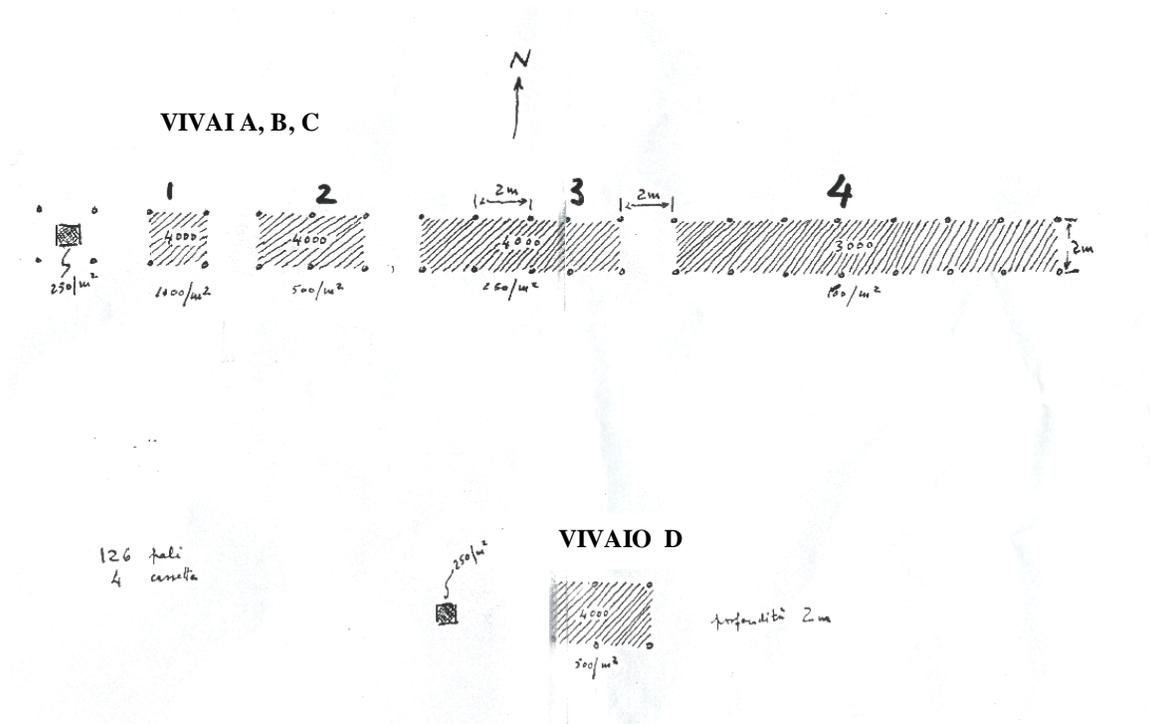


Fig.16.

Planimetria dei vivai della prima semina

1000, 500, 250 e 100 individui/m². Ciò al fine di vedere se l'accrescimento è influenzato dalla densità. Il quarto vivaio D, costituito da un unico lotto di 4000 esemplari a densità 500/m² in un fondale di 2 m in modo da osservare eventuali differenze di risultato dipendenti dalla profondità dell'acqua (Fig. 16).

2.3 SECONDA SEMINA

La seconda semina è stata effettuata in maggio 2004. Sono stati seminati 200.000 pezzi, di taglia media 7 mm, distribuiti in 6 lotti adiacenti ai primi. In base ai risultati ottenuti nella prima semina, e soprattutto dopo aver constatato che non vi sono differenze di crescita in base alla densità seminata, la seconda semina è stata effettuata ad una unica densità di 1000 ind/m² in lotti di dimensioni 6 x 6 m. Tre di questi lotti, identificati con le lettere AR, BR e CR, sono stati coperti da rete al fine di preservarli dalla predazione, soprattutto dai granchi; gli altri tre lotti, identificati con le lettere AS,BS e CS, invece sono stati lasciati senza rete al fine di valutare le perdite dovute alla predazione.

Abbiamo scelto questa volta una taglia di seme molto più piccola della precedente, infatti avevamo in media una taglia di 7 mm, per valutarne meglio il tasso di predazione.

2.4. TERZA SEMINA

La terza semina è stata effettuata in novembre 2004 . Sono state seminate 500.000 vongoline di taglia media 8mm, distribuite ad unica densità di 2000 ind/ m² nella zona B su una superficie pari a 250 m². La densità della terza semina dovrebbe essere quella di partenza per l'impianto di allevamento commerciale vero e proprio.

2.5 IL MONITORAGGIO

Le visite sul vivaio sono state fatte con frequenza quindicinale. Si raccoglievano i dati su temperatura e salinità, fitoplancton e fitobenthos e si prelevavano campioni di 30 vongole vive per ciascun subplotto di ciascun modulo in modo da individuare l'andamento del tasso di crescita durante il periodo dell'anno. Le perdite sono state stimate in base ai gusci vuoti trovati nei prelievi quindicinali, in rapporto agli animali vivi.

La peggiore minaccia per le vongole è l'insorgere di anossia con l'accompagnamento di acido solfidrico. Questo fenomeno naturale avviene di frequente nelle lagune durante l'estate e causa la morte immediata di tutta la biocenosi. Necessario è stato monitorare la presenza del fitoplancton e in particolar modo le diatomee pennate bentoniche, che costituiscono il nutrimento delle vongole, e mettere in relazione le variazioni del tasso di crescita delle vongole con la stagionalità delle fioriture di queste microalghe.

TEMPERATURA DELL'ACQUA

T. decussatus è una specie di acque calde. La temperatura è un fattore di primaria importanza e influenza direttamente il metabolismo dei bivalvi. Per il *T. decussatus* l'optimum di crescita si verifica quando la temperatura raggiunge valori tra i 15 e 21° C.

Abbiamo collocato sul vivaio un termometro che registra i dati di temperatura ogni ora nell'arco delle 24 ore, per verificare gli scarti di temperatura sedimento – acqua, poiché è risaputo che le lagune e i bassi fondali risentono prontamente della temperatura dell'aria e

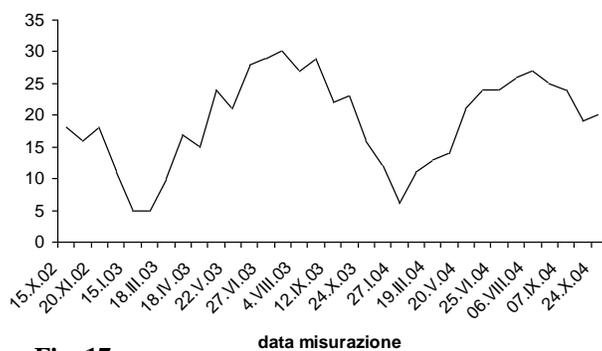


Fig. 17

Temperatura vivo *T. decussatus*

dell'effetto dell'insolazione (Fig. 18-19). Poiché nelle stagioni di transizione le maree provocano un regime termico complesso nelle lagune, con l'effetto che nel giro delle 24 ore si possono verificare delle variazioni cicliche. In primavera, nelle acque molto basse nelle parti più interne e riparate, l'acqua si scalda rapidamente al sole raggiungendo temperature più elevate rispetto al mare. Quando giunge la bassa marea l'acqua così riscaldata scorre via sopra i sedimenti per raggiungere il mare. L'effetto inverso si ha in autunno quando le acque cominciano a raffreddarsi.

Al momento della prima semina, il 30 ottobre 2003 la temperatura misurava 16° C; a dicembre era scesa a 11° C; a gennaio e febbraio stazionava al minimo di 5° C; a marzo si registrava un aumento a 10° C e con il superamento di 15° C ad aprile le vongole riprendevano la crescita. In estate si è registrato 30° C.

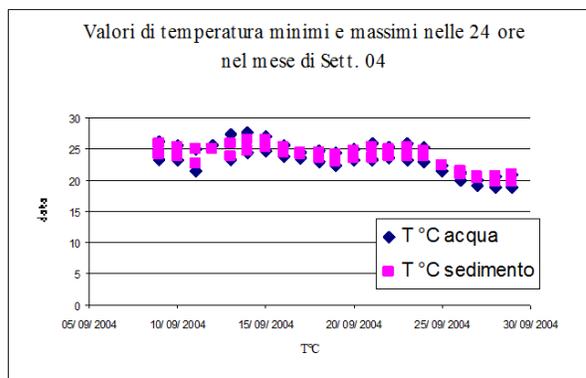


Fig. 18
Valori di temperatura minimi e massimi nell'arco di 24 ore nel mese di settembre

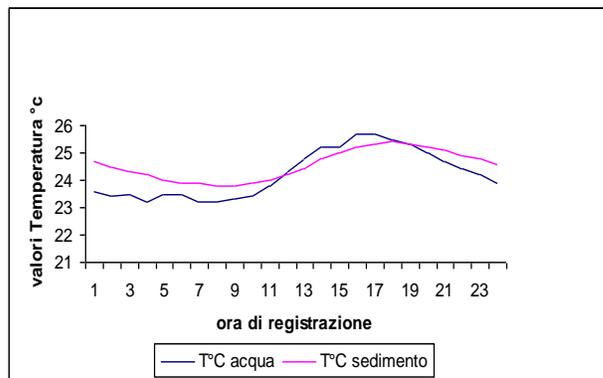


Fig. 19
Variazioni di temperatura acqua-sedimento in una giornata di settembre 2004

SALINITÀ.

L'acqua marina contiene circa 35g di sali ogni litro. Ma nell'ambiente lagunare ed estuarino dove vivono le vere e proprie salinità non è stabile e può registrare delle forti oscillazioni. La salinità, che a Varano è relativamente stabile e solo leggermente inferiore a

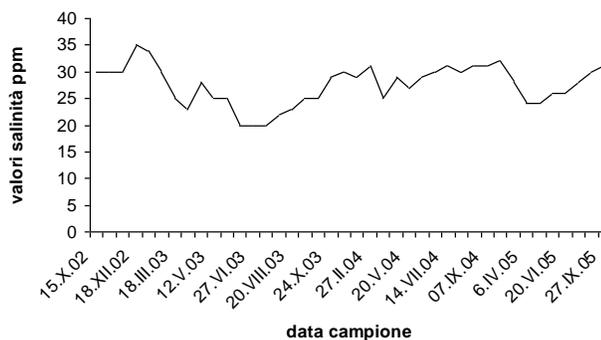


Fig. 20

Salinità vivaio *T. decussatus*

quella marina, registra valori compresi tra i 20 e i 30‰. Tuttavia, la vongola verace, così come sopporta forti variazioni di temperatura così tollera accentuate escursioni di salinità. (Breber, 1996). Per misurare la salinità ci sono vari metodi e strumenti, quello che noi utilizziamo è tra i più semplici e sicuri: l'areometro; il cui principio di funzionamento si basa sul peso specifico.

MISURA DELLE CORRENTI.

Le correnti d'acqua sopra il vivaio sono state misurate mediante un correntometro ADV (Acoustic Doppler Velocimeter) della Sontek, collocato in corrispondenza del lotto A (Foto.3). Lo strumento è stato posizionato a una distanza dal fondo di appena 15 cm, in modo da poter rilevare le correnti che



Foto. 3

Correntometro posto in laguna di Varano

agiscono presso il substrato, ovvero quelle che influenzano direttamente il gli organismi allevati. Lo strumento è corredato di un personal computer per la configurazione dei parametri di acquisizione ed è stato programmato in modo da eseguire misure di corrente non in modo continuo ma ad intervalli di un ora (3600 sec.) l'una dall'altra. Ogni misura è data dalla media di 10 campioni (sample burst). Dai risultati si evince che la marea alle bocche di comunicazione con il mare è caratterizzata da due cicli giornalieri con massimo e minimo pari a 15 cm. I risultati mostrano chiaramente l'influenza delle condizioni alle bocche di comunicazione con il mare. In particolare alla 6^a ed alla 18^a ora le velocità tendono a diminuire in modo evidente. Tuttavia, in gran parte della giornata il campo di moto è caratterizzato, indipendentemente dalle direzioni di moto, da velocità maggiori rispetto alla situazione indisturbata con un miglioramento evidente della circolazione idrica nel sito.

POTENZIALE REDOX ALLA SUPERFICIE DEL SEDIMENTO.

Le misure del redox, registrate da una sonda da campo della Hanna instruments, hanno dato valori positivi indicando, quindi, un sedimento superficiale ben ossigenato anche in piena estate (> -200 mV).

FITOPLANCTON.

Il fitoplancton viene seguito con particolare attenzione perché Varano è soggetto a fioriture di dinoficee specialmente in periodo estivo che condizionano negativamente tutta la parte biotica dell'ambiente. Il prelievo viene effettuato mediante bottiglia Niskin in modo tale da raccogliere un campione immediatamente subsuperficiale. I campioni prelevati sono fissati in formalina al 4%. L'analisi tassonomica è effettuata in laboratorio utilizzando un invertoscopio con luce diretta ed a contrasto di fase ad un ingrandimento 360x, secondo il metodo descritto da Utermöhl (1958). La presenza di dinoficee nei campioni è sempre stata rilevata anche le diatomee sono risultate sempre in percentuale maggiore. E' da rilevare che la posizione dei vivai è stata volutamente collocata nell'acqua bassa litoranea della fascia settentrionale della laguna dove gli effetti negativi delle fioriture di dinoficee sono meno sentiti.

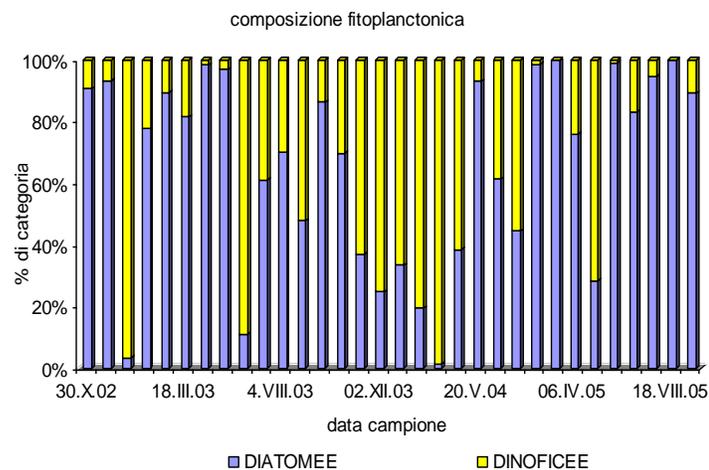


Fig. 21

Composizione fitoplanctonica in percentuale

MICROFITOBENTHOS

Osservando le vongole in condizioni naturali si osserva che i fori dei sifoni sono a filo del sedimento. Le diatomee pennate (microfitobenthos) strisciando sul sedimento cadono nel buco del sifone inalante e vengono risucchiate dentro. Le diatomee pennate epipeliche strisciano sul substrato con un velo di muco e costituiscono la dieta più importante della verace. Queste alghe unicellulari vivono sul sedimento in acque basse e calme, lo stesso habitat della verace. Per stimare la presenza di queste diatomee ci si deve avvalere di un microscopio ottico (60 – 100X), di una camera di Bürker (ematocitometro) (Fig. 22-23) corredata da vetrini coprioggetto appositi, pinzette, una pipetta, ed una vaschetta di plastica con coperchio (10x10x7 (alt) cm. con la vaschetta si preleva, con un disturbo minimo, uno strato di sedimento superficiale ricoperto da qualche cm di acqua (Fig. 24). Una volta in laboratorio la vaschetta verrà posta in luogo ben illuminato ma non surriscaldato.

Si toglie il coperchio e si lascia riposare per circa un giorno.

Quando tutto il detrito si sarà depositato si pongono sulla superficie due vetrini coprioggetto. Dopo 48 ore i vetrini sono pronti per essere esaminati. Si preleva delicatamente il

vetrino e si pone sulla camera di Bürker e si passa alla lettura e al conteggio al microscopio.

Nei nostri campioni il controllo ha rilevato una buona presenza di diatomee pennate con valori

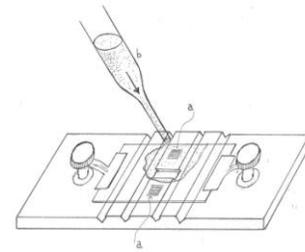


Fig. 22
Camera di Bürker

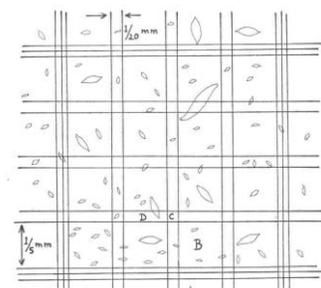


Fig. 23
Reticolo di Bürker sul quale si effettua la conta al microscopio ottico

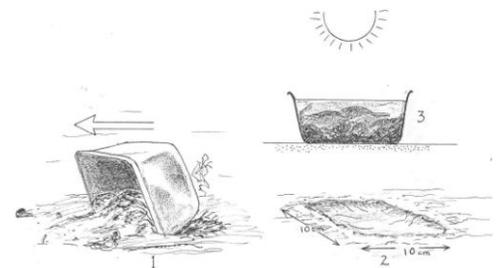


Fig. 24
Campionamento delle diatomee epipeliche

mai sotto i 10.000 ind/cm². Tali diatomee costituiscono l'alimento delle vongole per cui la loro importanza nella riuscita dell'allevamento è evidente.

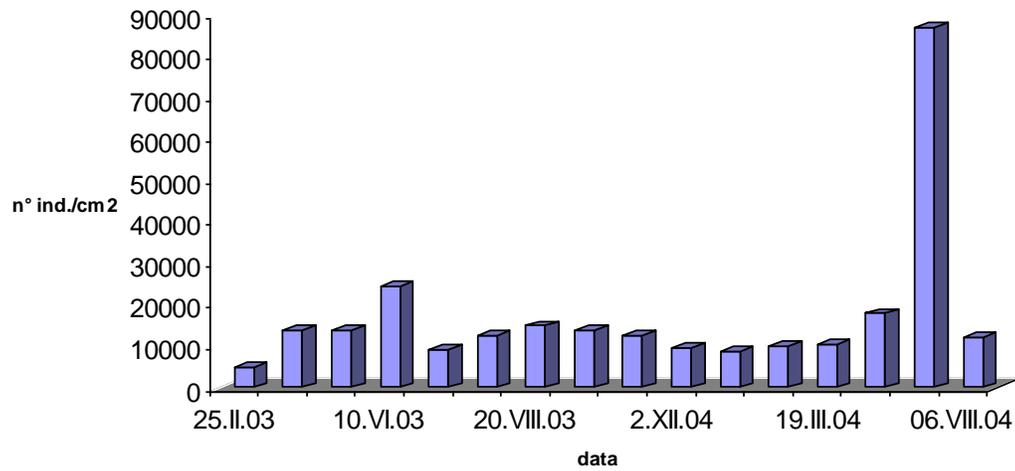


Fig.25
Presenza delle diatomee epipeliche nel vivaio di *T. decussatus*

CONTROLLO DEL TASSO DI CRESCITA DEI MOLLUSCHI BIVALVI

La biometria, la misura della taglia dei bivalvi, si è fatta sui campioni prelevati quindicinalmente. La taglia, che nel mondo commerciale è considerata la misura dell'asse maggiore della vongola coincide con la definizione scientifica di lunghezza: l'asse che passa per i due muscoli adduttori. Legalmente le vongole sono considerate seme al di sotto dei 15mm. Per il consumo solo quelle che superano i 25 mm. Dalla matrice di dati ottenuta è stato creato un data base, opportunamente processato per fini statistici.

CONTROLLO SULLE PERDITE DELLO STOCK

La stima delle perdite è stata fatta osservando e prelevando i gusci vuoti che venivano raccolti con la draga a mano contestualmente al prelievo quindicinale di animali vivi. In base alla taglia delle valve si è potuto stimare l'età al momento del decesso e l'epoca dello stesso. In alcuni casi si è potuto ascrivere la causa del decesso al granchio e al murice in base ai segni che questi predatori lasciano sulle valve.

3. RISULTATI

3.1 RISULTATO DELLA PRIMA SEMINA

Il primo obiettivo è stato quello di verificare se nell'accrescimento ci siano differenze significative tra un lotto e l'altro applicando la procedura statistica GLM univariata (General Linear Model). Questa procedura fornisce un'analisi di regressione e l'analisi della varianza per una variabile dipendente (in questo caso la lunghezza delle vongole) considerando uno o più fattori (le date di campionamento e i lotti).

Essa ha dimostrato che considerando i lotti nel loro complesso esistono differenze significative nel tempo ($p < 0,05$) nella crescita delle vongole. Uno studio più approfondito ha mostrato tuttavia che per i lotti B e C, l'accrescimento risulta essere quantitativamente più simile ($p > 0,05$). Si è dedotto inoltre che esistono periodi di stabilità, ovvero di stagnazione nella crescita, nei periodi iniziali, centrali e finali ($p > 0,05$).

Il secondo obiettivo è stato quello di verificare se nell'accrescimento delle vongole ci siano differenze significative tra sub-lotti utilizzando la stessa procedura GLM. Per il lotto A occorre ricordare che si è assistito alla scomparsa del seme dopo il primo periodo. Comunque in questo breve intervallo per quanto la lunghezza sia variata, le differenze tra sub-lotti non sono risultate significative ($p > 0,05$).

Ugualmente per il lotto B si è potuto riscontrare che l'accrescimento delle vongole avviene in ugual misura all'interno dei sub-lotti al variare della data di campionamento ($p > 0,05$). Solo per il lotto C le differenze tra sub-lotti sono apparse significative ($p < 0,05$), fatta eccezione per i lotti 1 e 3 che non mostrano comportamenti statisticamente dissimili ($p < 0,05$). Infine, per

ciascun sub-lotto, sia in B che in C, si sono registrati i periodi di stagnazione già indicati in precedenza.

In sintesi le vongole della prima semina hanno dato chiari segni di accrescimento a partire dalla metà di aprile 2003 con un orlo valvare nuovo di circa 1 mm verso la fine di tale mese. La prova si è considerata terminata in agosto 2004 con il raggiungimento della taglia media di 35 mm per ciascun lotto. Gli incrementi avvenivano da aprile ad ottobre mentre in inverno la crescita risultava stazionaria. I mesi caldi erano anche il periodo in cui si registravano le perdite, testimoniate dalle valve vuote nei campioni. La perdita totale a fine prova è stata stimata in 4,4% con una incidenza relativa maggiore rilevata nel mese di agosto 2003 con 20% del campione.

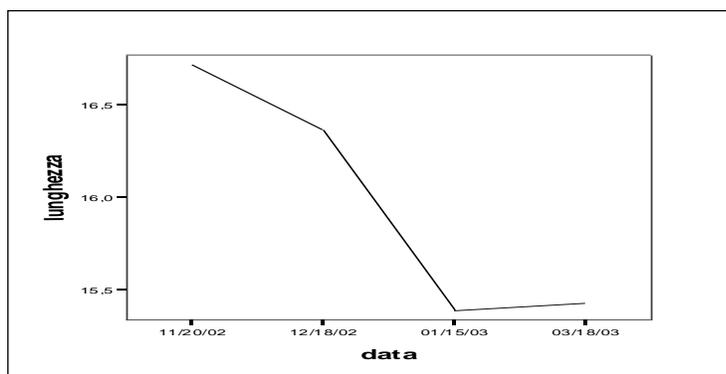
LOTTO A

Nel lotto A abbiamo assistito alla completa scomparsa del seme, in ciascun sub-lotto del lotto stesso. La scomparsa si è verificata nei primi tre mesi dalla semina quando la crescita del seme risultava ancora ferma. Non si è riusciti a diagnosticare la cause della scomparsa.

Tab.3
Principali statistiche descrittive per data di campionamento

		Statistica	
		Media	Dev iazione std.
lunghezza	11/20/02	16,72	2,09
	12/18/02	16,36	1,89
	01/15/03	15,39	1,72
	03/18/03	15,43	1,72

Fig.26
Andamento temporale della crescita delle vongole; non solo si è avuto il crollo ma la lunghezza di quelle trovate risulta piccolissima



LOTTO B

Il lotto B mostra un accrescimento graduale e costante all'interno dei suoi sub-lotti; si riscontra dunque che non ci sono differenze significative di accrescimento delle vongole seminate alle diverse densità. Ciò è messo in evidenza dalla procedura GLM univariata (General Linear Model) $p > 0,5$.

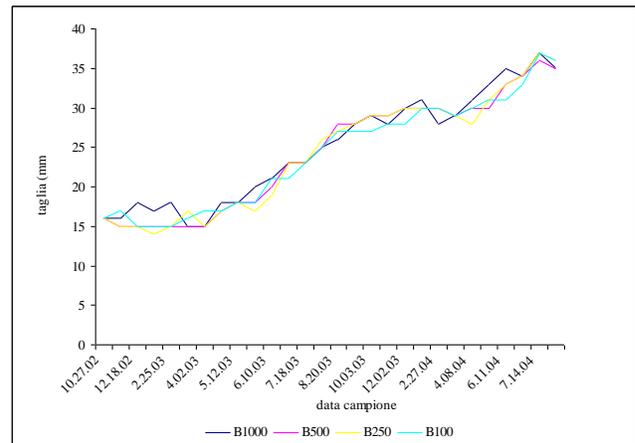


Fig.27
Accrescimento di *T. decussatus* I semina lotto B alle diverse densità di semina

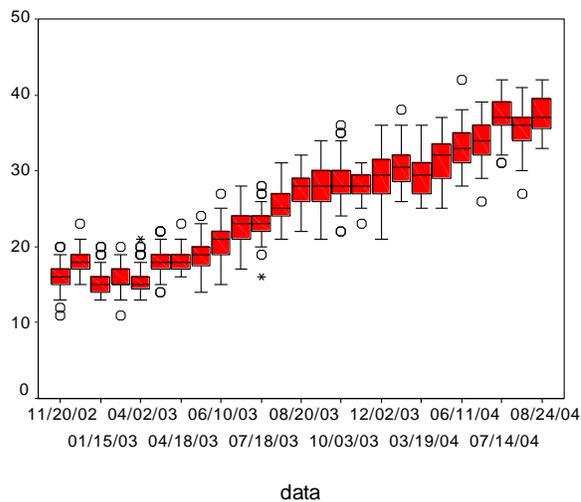


Fig.28
Accrescimento di *T. decussatus* lotto B. Questo grafico mostra in dettaglio, accanto all'accrescimento, anche la variabilità interna per ciascuna data. Una scatola più corta indica minore variabilità interna, una scatola più lunga, invece, maggiore variabilità. Si può dedurre pertanto che negli ultimi campionamenti si è riscontrata una maggiore variabilità nella lunghezza della vongola, mentre nel primo periodo e nel periodo centrale la crescita appariva più omogenea. I simboli \circ e $*$ indicano valori anomali.

Tab.4
Principali statistiche descrittive per data di campionamento.

lunghezza	data	Statistica	
		Media	Deviazione std.
	11/20/02	15,80	1,91
	12/18/02	18,20	1,68
	01/15/03	15,38	1,76
	03/18/03	15,54	1,64
	04/02/03	15,71	1,63
	04/08/03	29,68	3,39
	04/12/03	18,04	1,86
	04/18/03	18,11	1,55
	05/22/03	18,72	1,92
	06/10/03	20,58	2,29
	06/27/03	22,58	2,09
	07/18/03	23,16	2,03
	08/04/03	25,36	2,19
	08/20/03	27,32	2,38
	09/12/03	27,96	2,94
	10/03/03	28,41	2,73
	10/24/03	27,85	2,11
	12/02/03	29,36	3,15
	01/27/04	30,80	3,09
	03/19/04	29,23	2,66
	05/20/04	31,39	2,91
	06/11/04	33,08	2,61
	06/25/04	33,75	2,65
	07/14/04	36,85	2,56
	08/06/04	35,51	2,73
	08/24/04	37,45	2,39

LOTTO C

Il lotto C come il lotto B mostra un accrescimento graduale e costante all'interno dei suoi sub-lotti; si riscontra dunque che non ci sono differenze significative di accrescimento delle vongole seminate alle diversa densità. Ciò è messo in evidenza dalla procedura GLM univariata (General Linear Model) $p > 0,5$.

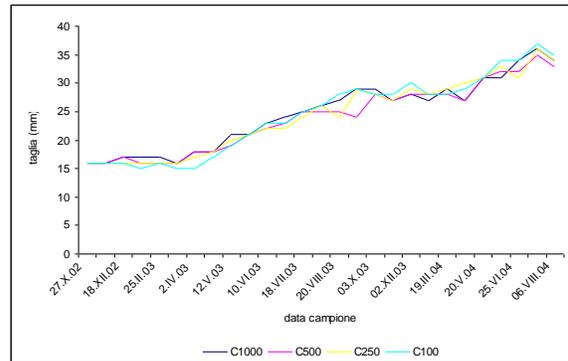


Fig.29

Accrescimento di *T. decussatus* I semina lotto C alle diverse densità

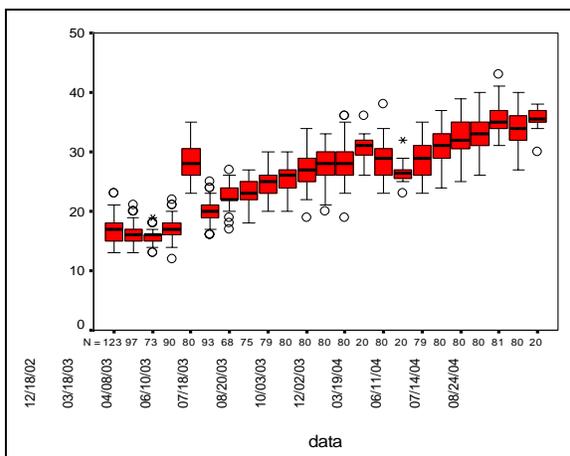


Fig.30

Accrescimento di *T. decussatus* lotto C. La variabilità nella lunghezza della vongola appare molto bassa non solo nel periodo iniziale, ma anche a marzo 2003 nell'ultimo campionamento. Ciò si spiega però probabilmente perché in queste date sono state prelevate poche vongole ($n=20$).

Tab.5

Principali statistiche descrittive per data di campionamento

		Statistica	
		Media	Deviazione std.
lunghezza	12/18/02	16,85	2,05
	01/15/03	16,18	1,70
	03/18/03	15,70	1,22
	04/02/03	17,08	1,82
	04/08/03	28,26	3,12
	04/12/03	19,96	1,99
	06/10/03	22,46	1,82
	06/27/03	23,11	2,18
	07/18/03	24,65	1,94
	08/04/03	25,50	2,15
	08/20/03	26,69	2,67
	09/12/03	27,78	2,76
	10/03/03	28,13	3,07
	10/24/03	30,50	2,24
	12/02/03	28,63	2,79
	01/27/04	26,60	1,85
	03/19/04	28,68	2,99
05/20/04	31,09	2,79	
06/11/04	32,42	3,08	
06/25/04	32,98	3,05	
07/14/04	35,79	2,80	
08/06/04	33,90	2,69	
08/24/04	35,55	1,82	

LOTTO D

Il lotto D pur stando ad una profondità superiore a 2 m ha avuto una crescita graduale e costante nel tempo, mostrando che non ci sono differenze di crescita rispetto ai lotti B e C.

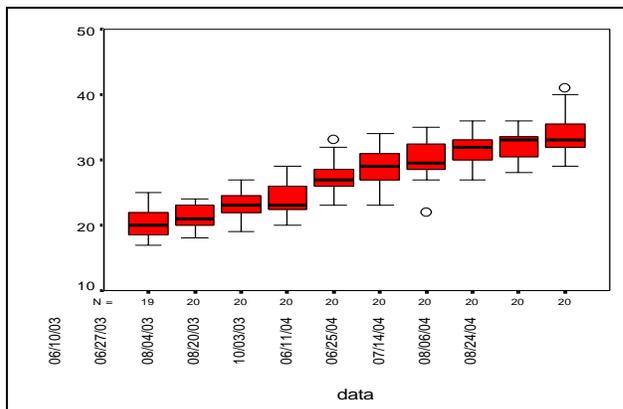


Fig.31

L'accrescimento di *T. decussatus* nel lotto D appare pressoché costante in tutto il periodo con una variabilità interna piuttosto altalenante.

Tab.6

Principali statistiche descrittive per data di campionamento

data	Statistica	
	Media	Deviazione std.
06/10/03	20,53	2,25
06/27/03	21,45	1,90
08/04/03	23,00	1,95
08/20/03	23,85	2,74
10/03/03	27,40	2,44
06/11/04	29,05	2,68
06/25/04	30,10	3,08
07/14/04	31,65	2,41
08/06/04	32,20	2,61
08/24/04	33,55	3,19

3.2. RISULTATO DELLA SECONDA SEMINA

I dati della seconda semina sono attualmente parziali, in quanto non è ancora stata raggiunta la taglia commerciale. Superata la fase di acclimatemento, il seme ha cominciato a crescere portandosi da una taglia di 7mm a 12mm a metà settembre 2004. Con l'abbassamento delle temperature nei mesi che vanno da ottobre ad marzo 2005 la crescita si è arrestata, così come si era verificato nella prima semina, per poi riprendere in modo costante da aprile in poi con l'innalzamento delle temperature portandosi su valori superiori ai 15° C. Per verificare se la lunghezza delle vongole sia stata effettivamente influenzata dal lotto di semina al variare del tempo, si è applicata la procedura statistica GLM (General Linear Model) univariata. Questa procedura fornisce un'analisi di regressione e l'analisi della varianza per una variabile dipendente (in questo caso la lunghezza delle vongole) considerando uno o più fattori (le date di campionamento e i lotti). E' stato possibile investigare pertanto che esistono significative interazioni tra i due fattori considerati rispetto all'accrescimento delle vongole ($p < 0,05$).

Anche l'influenza individuale del fattore tempo è risultata alquanto significativa ($p < 0,01$).

Considerando invece solo il fattore localizzazione, ovvero la separazione in lotti, non esistono differenze significative ($p > 0,05$) nelle lunghezze medie delle vongole tra i lotti BR,BS,CR,CS.

Al contrario si ha un divario significativo tra i lotti AR e AS ed i restanti, a causa della scomparsa degli animali dopo i primi campionamenti.

Nella seconda semina è stata rilevata oltre a un certo grado di predazione, stimabile intorno al 15 % imputabile ai granchi, *Carcinus mediterraneus*, e ai gasteropodi del genere *Murex trunculus*, anche una moria dovuta all'insorgere di anossia; questa situazione si è verificata nella tarda primavera soprattutto nei lotti in cui avevamo posto le reti di protezione.

Questo fenomeno è sicuramente da imputare all'invasione di un nuovo bivalve di origine esotica *Musculista senhousia*, che ha invaso la laguna e in special modo quelle aree in cui erano presenti le reti che hanno funzionato da substrato e permesso l'attecchimento del loro lungo bisso. Questi animali, infatti, sviluppano un bisso lunghissimo con il quale si imbozzano e si legano gli uni agli altri formando una sorta di tappeto spesso e fittissimo al di sotto del quale gli scambi di ossigeno superficie –fondo sono resi nulli, si crea così anossia e gli organismi sessili che vivono nel substrato sabbioso al di sotto di esso muoiono per asfissia.

LOTTO A

Il lotto A come già detto è organizzato in due sub-lotti uguali AR, protetto da rete, e AS, senza protezione. Nel lotto A abbiamo assistito alla completa scomparsa del seme come già è avvenuto nella prima semina. La scomparsa si è verificata dopo i primi tre mesi dalla semina quando la crescita del seme risultava ancora ferma; non si conosce la causa.

Tab.7

Principali statistiche descrittive per data di campionamento lotto AR

	Media	Deviazione standard
29.05.04	6,76	1,26
03.08.04	11,26	1,45
Totale	8,90	2,64

Tab.8

Principali statistiche descrittive per data di campionamento lotto AS

	Media	Deviazione standard
29.05.04	6,76	1,26
03.08.04	7,26	2,58
24.08.04	7,62	1,69
Totale	7,21	1,90

Fig.32
Box-plot lotto AR

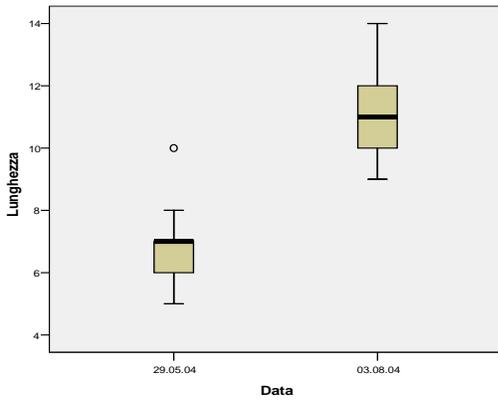


Fig.33
Box-plot lottoAS

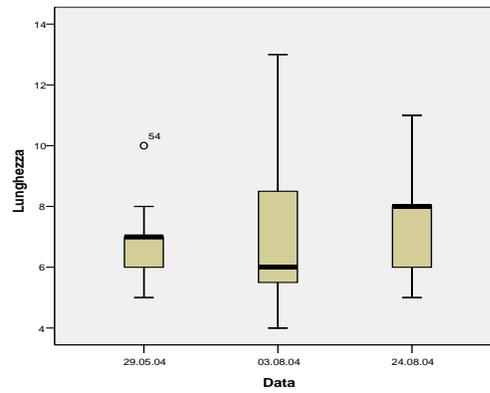


Fig.32 e 33. Questi grafici mostrano in dettaglio, accanto all'accrescimento, anche la variabilità interna al lotto AR, per ciascuna data. Una scatola più corta indica minore variabilità interna, una scatola più lunga, invece, maggiore variabilità. Si può dedurre pertanto che nel secondo campionamento si è riscontrata una maggiore variabilità nella lunghezza della vongola, mentre nel primo e nel terzo in AS la crescita appariva più omogenea.

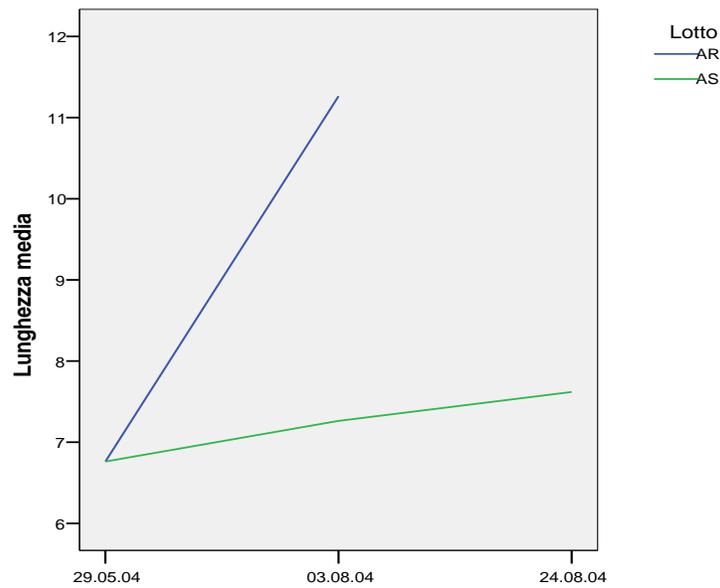


Fig. 34
Lunghezza media per data di campionamento nei lotti AR e AS.
brusca interruzione, differenza notevole tra i due lotti.

LOTTO B

Il lotto B come già detto è organizzato in due sub-lotti uguali BR, protetto da rete, e BS, senza protezione. I due lotti così organizzati mostrano un accrescimento graduale e costante; si riscontra dunque che non ci sono differenze significative di accrescimento delle vongole protette da rete da quelle non protette.

Tab.9

Principali statistiche descrittive per data di campionamento lotto BR

BR		
	Media	Deviazione standard
29.05.04	6,76	1,26
03.08.04	9,81	1,97
20.06.05	17,40	2,83
19.07.05	21,15	4,17
12.08.05	21,05	3,23
03.09.05	21,35	4,24
27.09.05	22,22	2,76
Totale	17,07	6,50

Tab.10

Principali statistiche descrittive per data di campionamento lotto BS

BS		
	Media	Deviazione standard
29.05.04	6,76	1,26
03.08.04	10,71	3,59
24.08.04	11,50	2,69
07.09.04	11,65	1,87
30.09.04	13,26	2,70
24.10.04	13,05	3,05
09.12.04	12,04	3,28
06.04.05	12,55	2,46
05.05.05	15,77	2,51
30.05.05	19,17	3,13
17.06.05	23,60	2,33
19.07.05	21,63	21,63
12.08.05	21,57	2,66
03.09.05	22,00	2,95
27.09.05	24,10	2,51
Totale	16,29	6,05

Fig.35
Box-plot lotto BR

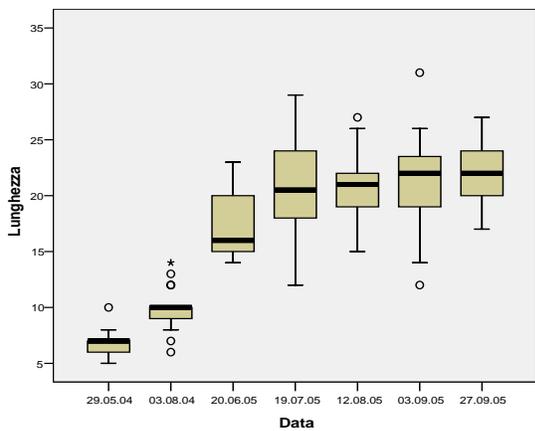


Fig.36
Box-plot lotto BS

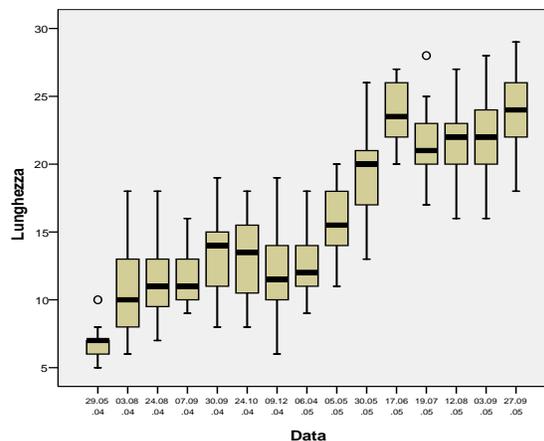


Fig. 36-37. Accrescimento di *T. decussatus* lotto BR-BS. Poichè una scatola più corta indica minore variabilità interna e una scatola più lunga maggiore variabilità, si può dedurre che nel tempo è aumentata la variabilità interna nella lunghezza della vongola, mentre all'inizio avevamo più omogeneità.

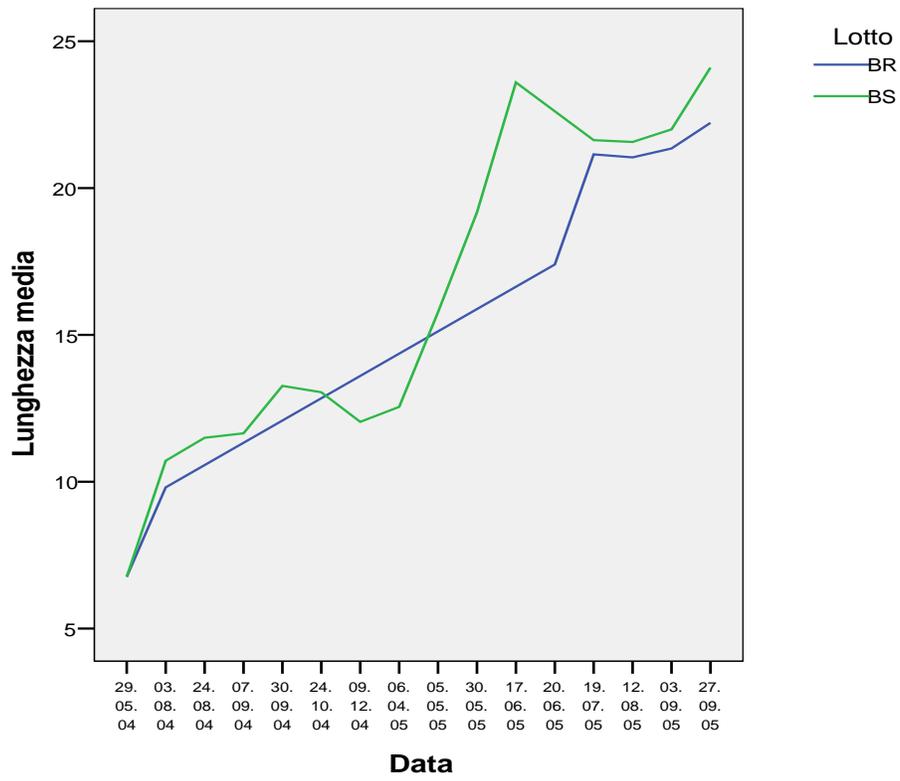


Fig. 37
Lunghezza media per data di campionamento nei lotti BR e BS

LOTTO C

Tab.11
Principali statistiche descrittive per data di campionamento lotto CR

CR		
	Media	Deviazione standard
29.05.04	6,76	1,26
03.08.04	11,80	2,55
30.05.05	19,52	2,62
19.07.05	23,29	3,77
03.09.05	24,40	1,14
27.09.05	21,00	1,73
Totale	14,75	6,76

Tab.12
Principali statistiche descrittive per data di campionamento lotto CS

CS		
	Media	Deviazione standard
29.05.04	6,76	1,26
03.08.04	10,95	3,47
24.08.04	10,50	2,01
07.09.04	9,80	2,61
30.09.04	10,50	2,31
24.10.04	12,35	4,02
06.04.05	12,67	2,88
05.05.05	16,19	3,70
30.05.05	18,13	2,42
17.06.05	21,21	2,72
19.07.05	21,40	2,76
12.08.05	22,58	2,59
03.09.05	22,86	2,64
27.09.05	23,15	2,66
Totale	15,58	6,18

Fig.38
Box-plot lotto CR

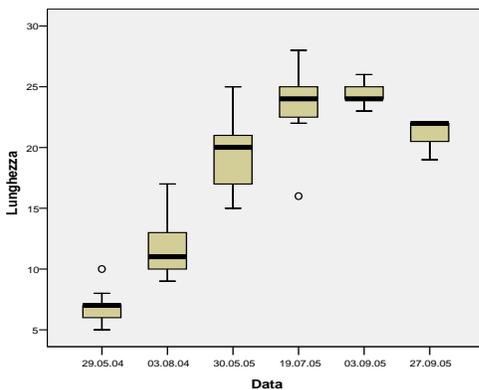


Fig.39
Box-plot lotto CS

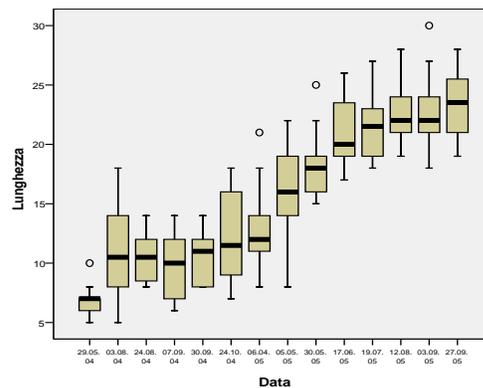


Fig.39 40. Accrescimento di *T. decussatus* lotto CR-CS. Questi grafici mostrano, accanto all'accrescimento, anche la variabilità interna per ciascuna data. Una scatola più corta indica minore variabilità interna, una scatola più lunga, invece, maggiore variabilità. Si può dedurre pertanto che negli ultimi campionamenti si è riscontrata una maggiore variabilità nella lunghezza della vongola, mentre nel primo periodo e nel periodo centrale la crescita appariva più omogenea.

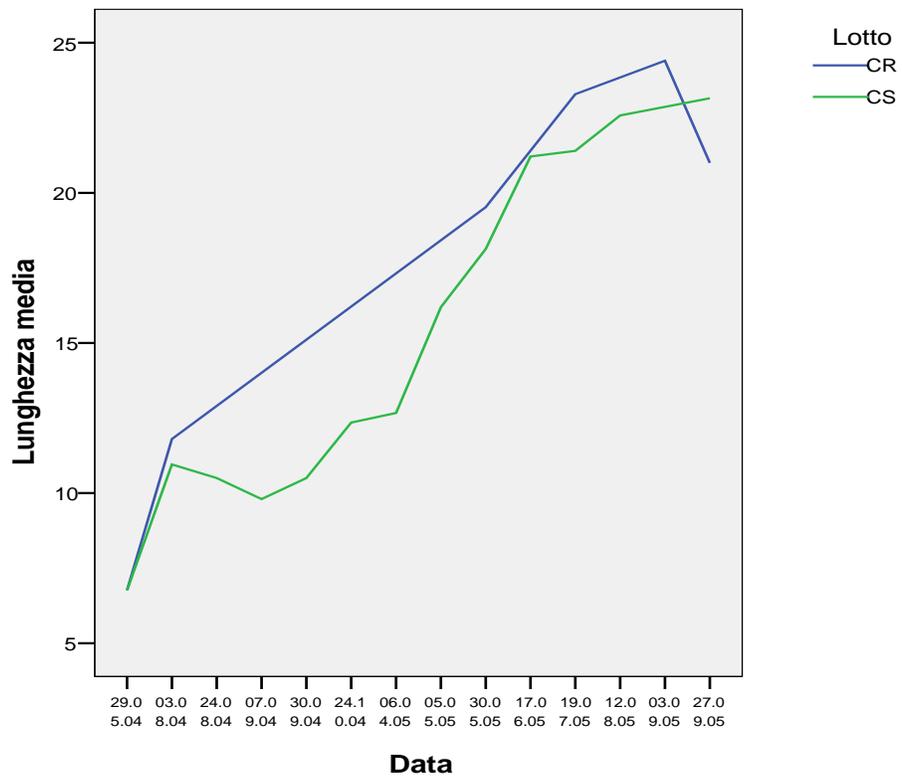


Fig. 40
Lunghezza media per data di campionamento nei lotti CR e CS

3.3. RISULTATO DELLA TERZA SEMINA

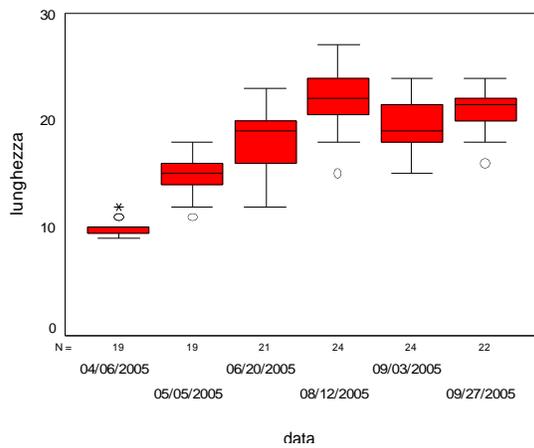


Fig.41

Box-plot lotto III semina. L'accrescimento di *T. decussatus* appare pressoché costante in tutto il periodo. La variabilità interna della lunghezza delle vongole è bassa all'inizio e tende ad aumentare nel tempo, così come già riscontrato nelle precedenti semine.

Tab.13

Principali statistiche descrittive

		Statistica	
		Media	Deviazione std.
	Data		
Lunghezza	04/06/2005	10,00	,82
	05/05/2005	14,95	1,68
	06/20/2005	18,43	2,77
	08/12/2005	21,96	2,79
	09/03/2005	19,58	2,32
	09/27/2005	21,05	2,03

3.4. CONFRONTO DEI TASSI DI CRESCITA

Confrontando le tre semine si nota la stretta relazione del boom di crescita con il fattore temperatura/stagione (Fig.42).

Dal confronto infatti si evince come la taglia di 23 mm è stata raggiunta, nonostante la diversa taglia di partenza, 16mm (I^a semina), 7mm (II^a semina), 8mm (III^a semina), pressochè nello stesso periodo annuale (luglio- agosto), per poi rimanere fermi in autunno- inverno e ripartire nella primavera successiva quando ormai saranno pronte alla vendita.

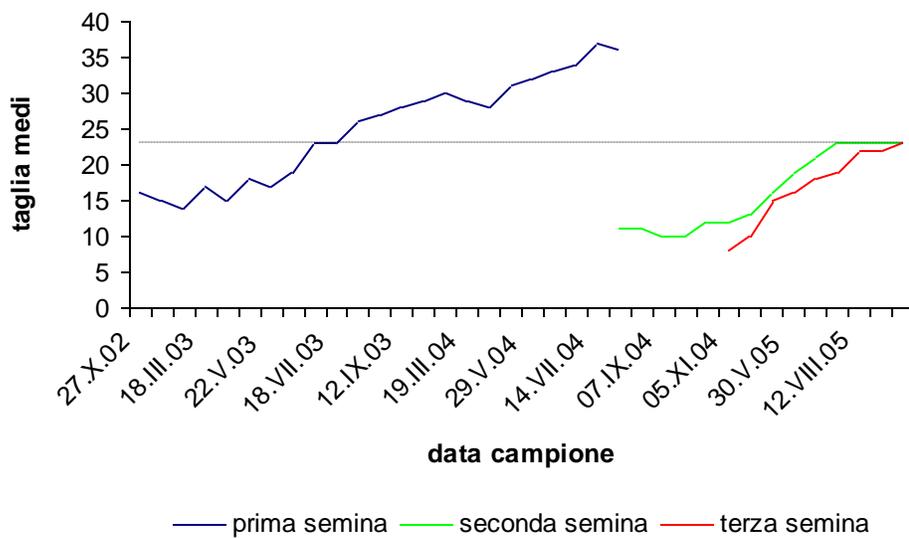


Fig.42

Confronto del tasso di crescita fra le tre semine

3.5 POSSIBILI CORRELAZIONI TRA TASSI DI CRESCITA ED I PARAMETRI FISICO-CHIMICI E BIOTICI

Il modello di regressione multipla (Tab.14), costruito considerando come variabile dipendente la lunghezza delle vongole e come variabili indipendenti parametri biotici (fitoplancton e fitobenthos) e fisico-chimici (temperatura e salinità), mostra la significatività di tutti i parametri considerati, ma solo la temperatura mostra una spiccata influenza sulla crescita delle vongole. Ciò non implica che gli altri parametri considerati non influenzino la crescita ma è dovuto al fatto che, soprattutto per i fattori biologici, il loro range di variazione, così come rilevato sul campo, risulta ininfluenza, perché probabilmente il valore minimo che garantisce l'accrescimento è già pienamente assicurato. Per quanto riguarda la salinità invece risulta che questa specie sopporta ampie escursioni di salinità così come riportato in letteratura.

Tab.14

Modello di regressione multipla

Modello	Coefficients non standardizzati		Coefficients standardizzati	t	Sig.
	B	Errore std.	Beta		
(Costante)	-11,734	1,241		-9,456	,000
Temperatura	,390	,015	,479	26,231	,000
Sppm	1,188	,040	,703	29,415	,000
Diatomee	-3,968E-06	,000	-,245	-18,573	,000
Dinoficee	-8,609E-07	,000	-,149	-3,678	,000
Indeterminati	2,370E-06	,000	,393	10,643	,000
Diatomee.epi	7,492E-06	,000	,027	1,691	,091

Variabile dipendente: Lunghezza

Per evidenziare meglio i risultati emersi dell'analisi di regressione multipla, consideriamo ora singolarmente (regressione lineare) i parametri che hanno mostrato una maggiore significatività e cioè la temperatura e le diatomee epipeliche. Dall' analisi di regressione lineare (Fig. 43 - 44) i valori dei parametri considerati mostrano una correlazione significativa ($p < 0,05$).

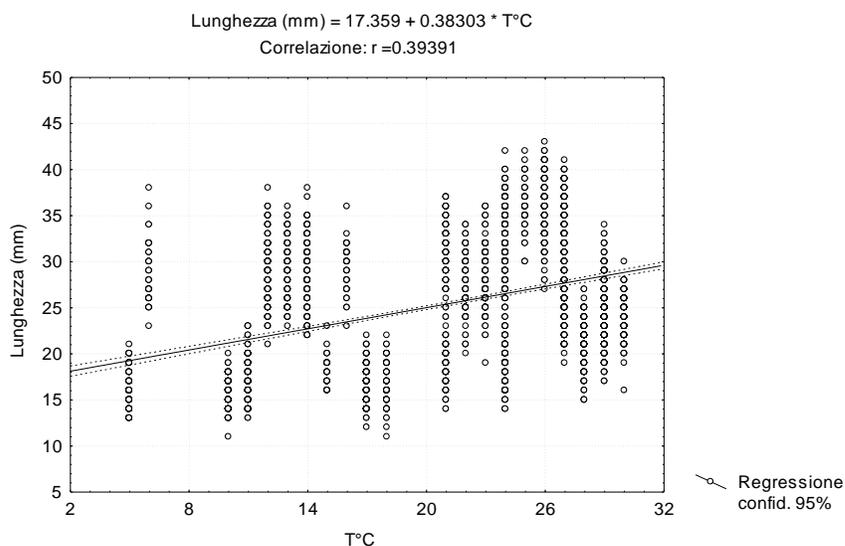


Fig. 43
Modello di regressione lineare. La taglia delle vongole (L mm) è stata correlata con la temperatura (T °C).

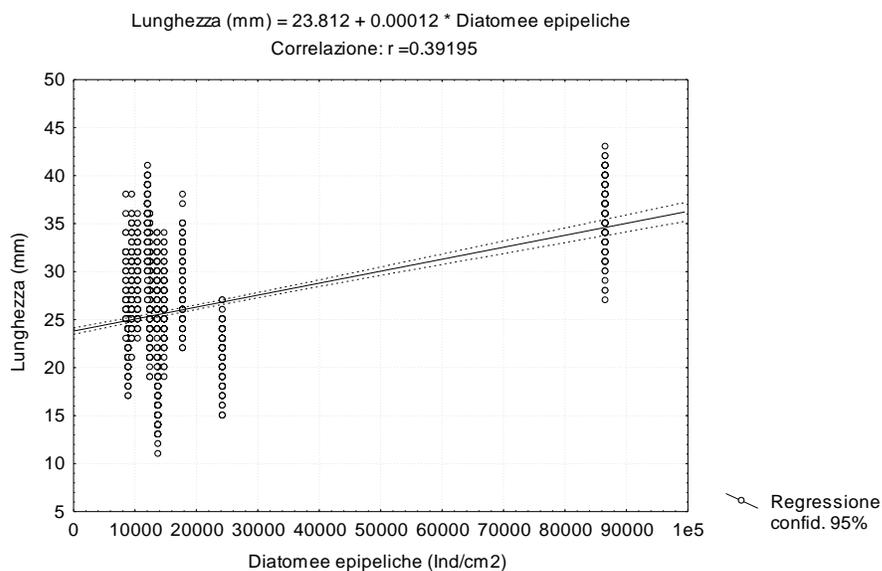


Fig. 44
Modello di regressione lineare. La taglia delle vongole (L mm) è stata correlata con le diatomee epipeliche (Ind/cm²).

3.6 TASSO DI MORTALITÀ

La stima delle perdite è stata fatta, come già detto in precedenza, osservando e prelevando i gusci vuoti che venivano raccolti con la draga a mano contestualmente al prelievo quindicinale di animali vivi. In base alla taglia delle valve si è potuto così stimare l'età al momento del decesso e l'epoca dello stesso, infatti dai grafici (fig. 45, 50 e 51) si evince come le taglie maggiormente colpite dalla mortalità siano state, a prescindere dalla taglia di semina, quelle comprese tra i 16 e i 19 mm. In alcuni casi si è potuto ascrivere la causa del decesso al granchio e al murice in base ai segni che questi predatori lasciano sulle valve. Dai grafici (fig. 46 e 49) invece si capisce come il periodo in cui la mortalità ha una maggiore incidenza sia quello tardo estivo (agosto- settembre).

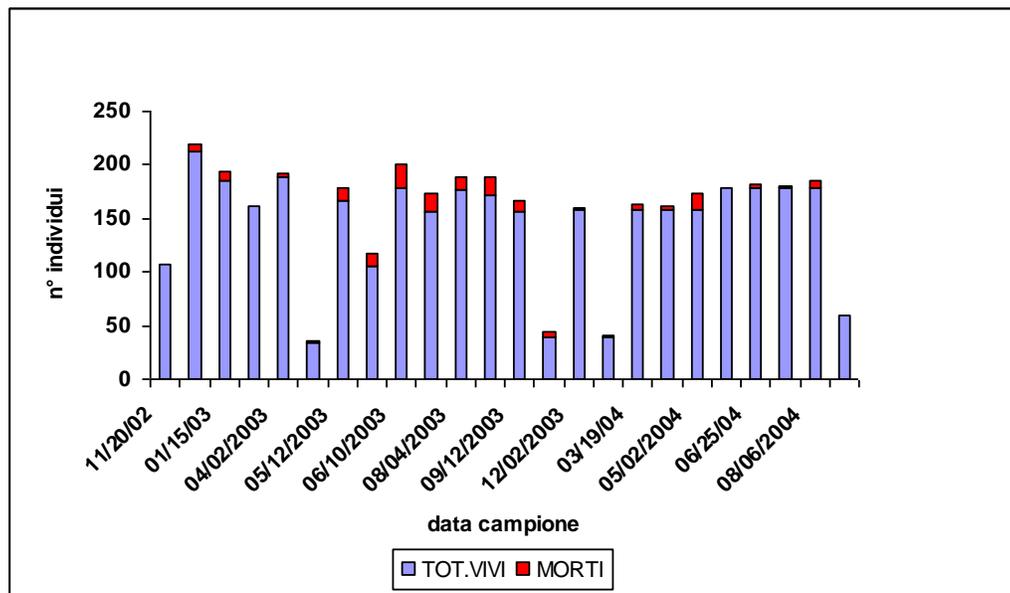


Fig. 45
Composizione (organismi vivi e morti) dei campioni della prima semina di *T. decussatus*.

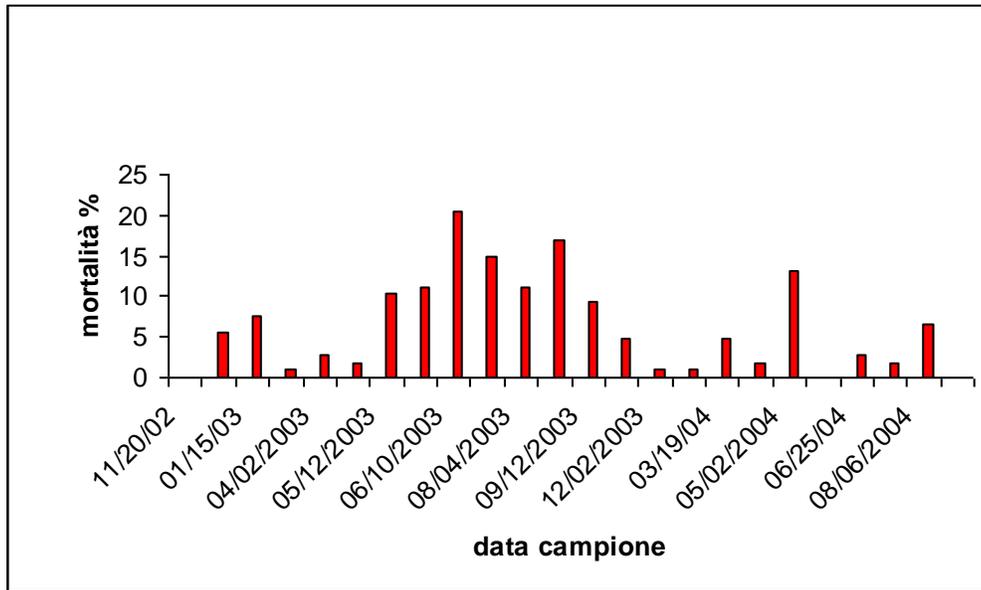


Fig. 46
Tasso di mortalità di *T. decussatus* per data di campionamento nella prima semina.

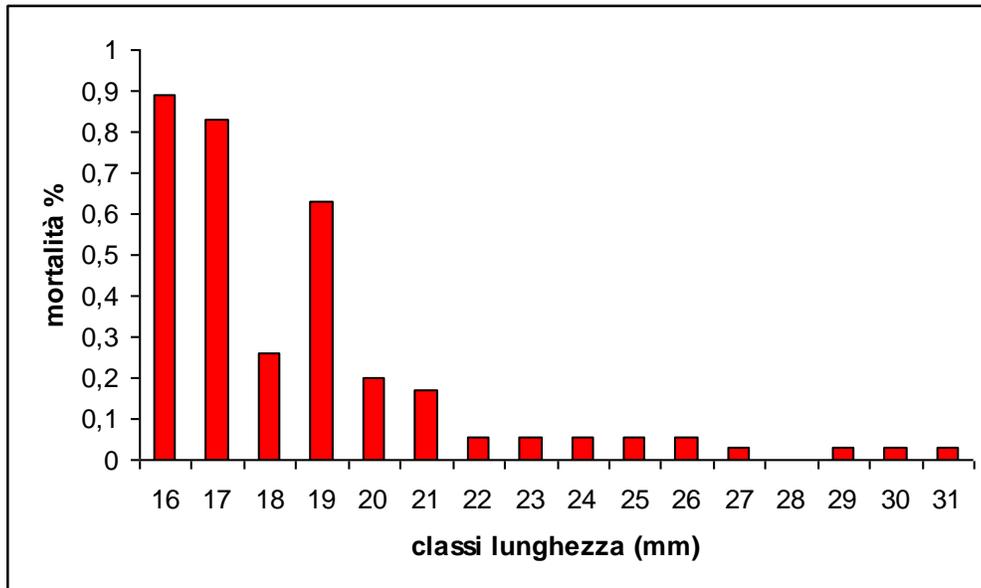


Fig.47
Incidenza del tasso di mortalità alle singole taglie nella prima semina su un campione totale di 3491 organismi.

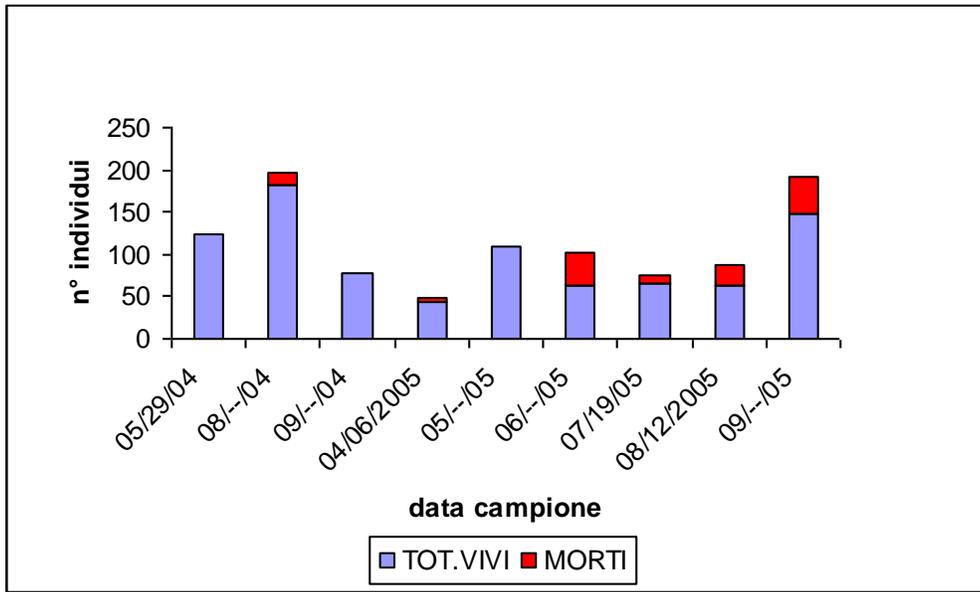


Fig. 48
Composizione (organismi vivi e morti) dei campioni della seconda semina di *T. decussatus*.

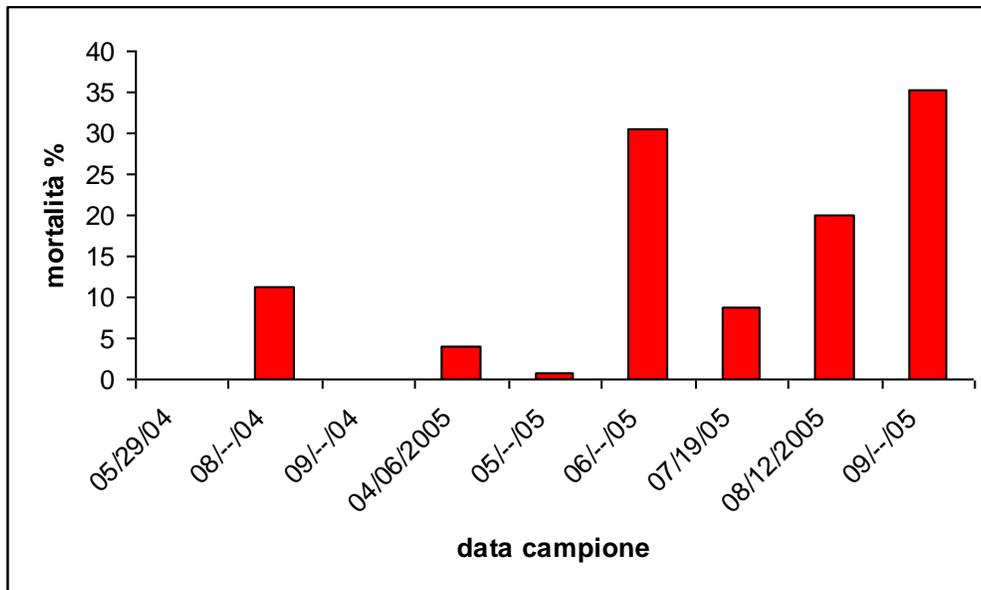


Fig. 49
Tasso di mortalità di *T. decussatus* per data di campionamento nella seconda semina.

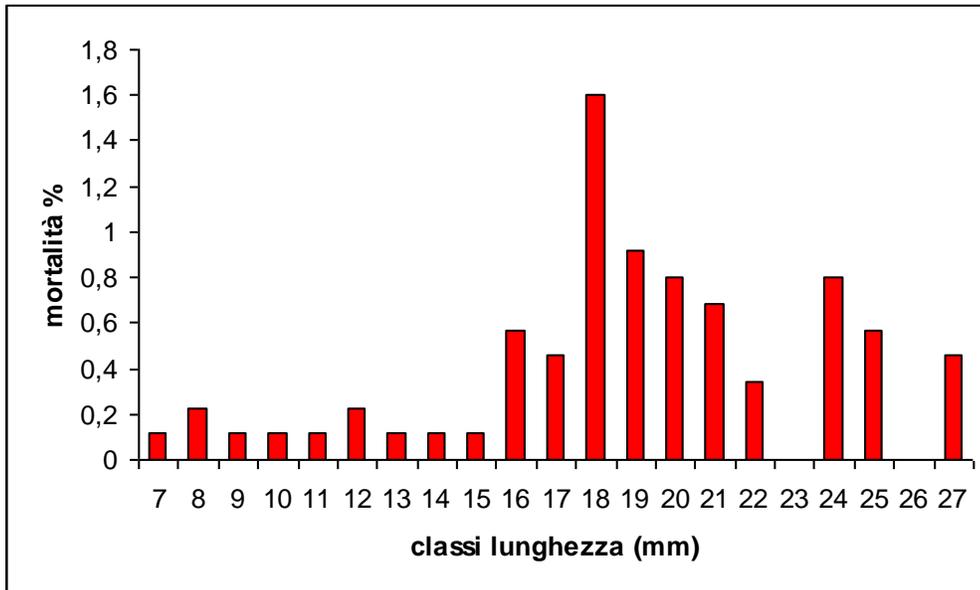


Fig.50
 Incidenza del tasso di mortalità alle singole taglie nella seconda semina, nei lotti protetti da rete, su un campione totale di 875 organismi.

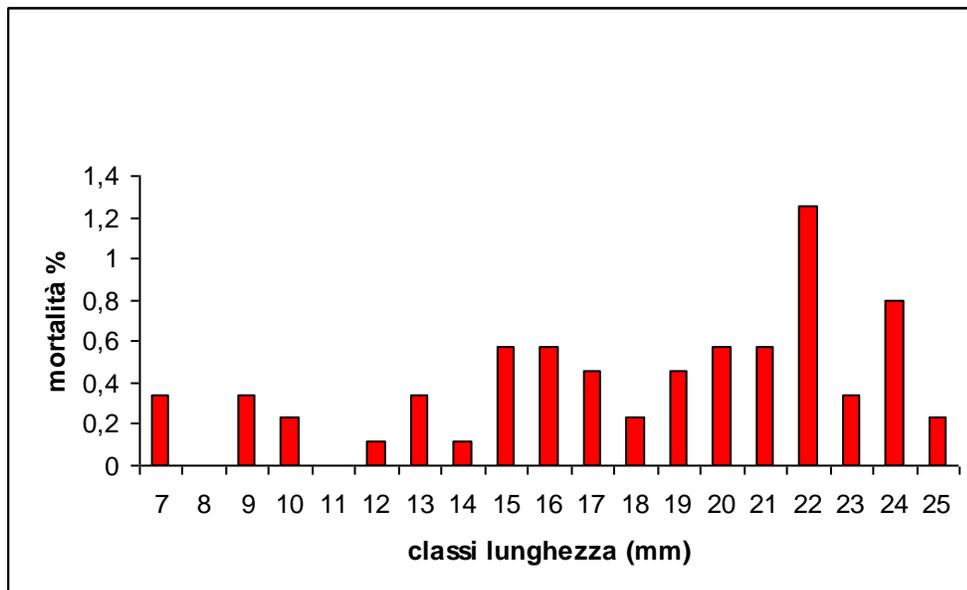


Fig.51
 Incidenza del tasso di mortalità alle singole taglie nella seconda semina, nei lotti non protetti da rete, su un campione totale di 875 organismi.

4. CONCLUSIONE

Nella molluschicoltura la maggior parte delle condizioni ambientali necessarie per la riuscita dell'impresa sono fornite dall'ecologia naturale del sito, quindi è stato di fondamentale importanza la premessa iniziale del progetto sul metodo di scelta del sito stesso. Infatti i dati fin qui mostrati indicano che *T. decussatus* trova in laguna di Varano un ambiente adatto all'allevamento commerciale, avvalorando la nostra ipotesi di partenza, che, pur essendo qui la specie virtualmente assente è stato tuttavia possibile ambientarla grazie alla conoscenza della macrofauna bentonica.

Nella prima semina la verace nostrana è cresciuta da una taglia media di 16 mm a una taglia media di 35 mm in 21 mesi. Gli incrementi avvenivano da aprile ad ottobre mentre in inverno la crescita risultava stazionaria. I mesi caldi erano anche il periodo in cui si registravano le perdite, testimoniate dalle valve vuote nei campioni; esse sono state stimate in una percentuale pari a 4.4%, attribuibili soprattutto a predazione specialmente all'inizio. Anche i dati della seconda e della terza semina sono incoraggianti, se pur parziali, in quanto al momento in cui si scrive non hanno ancora raggiunto la taglia commerciale. Infatti siamo riusciti a portare la crescita della nostrana da una taglia di 7mm a una di 25mm da giugno 2004 a settembre 2005 (15 mesi). Si è visto che tutta la crescita è concentrata nei mesi da maggio ad agosto. Le perdite si hanno per lo più nei mesi caldi così come già registrato nella prima semina. Confrontando i nostri risultati con quelli riportati da Maitre-Allen, (1983) per laguna di Sète, con una crescita della specie da 15 a 26 mm in 18 mesi, e da Breber (1985) che, in una prova in laguna di Venezia, riferisce un incremento da 20 a 35 mm in 17 mesi, si rileva una buona comparabilità.

Una emergenza particolare si è verificata nel corso del terzo anno con la comparsa e rapida diffusione del bivalve *Musculista senhousia*, specie lessepsiana, la quale, insediandosi fittamente sulle reti di protezione, ha determinato il soffocamento delle vongole sottostanti portando la mortalità a punte del 35% nei mesi tardo estivi.

Concludendo, dunque possiamo sicuramente affermare che la laguna di Varano è un ambiente particolare, tipicamente variabile, che va continuamente monitorato, ma che allo stato attuale si manifesta nella sua veste più generosa e particolarmente ospitale nei confronti della vongola verace nostrana consentendo dunque il via ad iniziative economiche vantaggiose che sposano i concetti base della teoria di sviluppo sostenibile (acquicoltura estensiva).

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare la dr.ssa Alessia Spada per il supporto tecnico statistico che mi ha saputo offrire nel corso del lavoro; il dr. Tommaso Scirocco per la sua inesauribile disponibilità e per i suoi preziosi consigli; la sede ISMAR-CNR di Lesina e tutti i suoi dipendenti per avermi dato la possibilità di lavorare e di usufruire della loro esperienza in campo acquacolturale. Un ringraziamento particolare va alla dr.ssa Antonietta Maselli per la determinazione del fitoplancton e alla dr.ssa Antonietta Specchiulli per avermi aiutato nell'installazione del correntometro e nella lettura dei dati.

5. BIBLIOGRAFIA

Algarsawami, K. 1982. Review on controlled breeding of Bivalves of aquaculture importance. In: Progress in Invertebrate Reproduction and Aquaculture, T. Subramoniam and Sudha Varadarajan, eds. Proc. of the 1st All India Symp. on Invertebrate Reproduction, July 28-30, 1980.

Anderson, G.J.; Miller, M.B. & Chew, K.K. 1982. A Guide to Manila Clam Aquaculture in Puget Sound. Washington Sea Grant Program, Univ. of Washington, Seattle.

Baslow, M.H. 1969. Marine Pharmacology. The Williams & Wilkins Co. Baltimore.

Breber, P. 1980. Annual gonadal cycle in the carpet-shell clam *Venerupis decussata* in Venice Lagoon, Italy. Proceedings of the National Shellfisheries Association, 70(1).

Breber, P. 1981. The controlled reproduction of the carpet-shell clam (*Venerupis decussata* (L.)): preliminary results. Journal of the World Mariculture Society 12 (2).

Breber, P. et al. 1984. Attività del Centro Ricerche del Consorzio per lo Sviluppo della Pesca e dell'Acquacoltura del Veneto. In: Ricerca e Sperimentazione in Acquacoltura, Regione Veneto, Ente di Sviluppo Agricolo, Verona, pp. 59 - 91.

Breber, P. 1985. On-growing of the carpet-shell clam (*Tapes decussatus* (L.)): two years' experience in Venice lagoon, Aquaculture, 44: 51 - 56.

Breber, P. 1985b. L'introduzione e l'allevamento in Italia dell'arsella del Pacific, *Tapes semidecussatus* Reeve (Bivalviae; Veneridae). Oebalia, XI(2), N.S.: 675 - 680.

Breber, P. 1985c. L'allevamento delle arselle: un settore nuovo nell'acquacoltura italiana. *Il Pesce*, II, marzo.

Breber, P. 1988. Relazione preliminare sulla ricerca intitolata "Approntamento di una tecnica per la produzione di seme di pellegrina (*Pecten jacobaeus* (L.)) e di arselle del Pacifico (*Tapes semidecussatus* Reeve)". Atti dei seminari delle unità operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura, Ministero della Marina Mercantile e C.N.R., Roma, vol. II, pp. 575 - 585.

Breber, P. 1991. Esperienza di allevamento in Italia della vongola verace del Pacifico (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve) syn. (*Tapes semidecussatus* Reeve). *Rivista Italiana di Acquacoltura*, 26(1): 11-17.

Breber, P. 1992. An account of the acclimatisation of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve) syn. *Tapes semidecussatus* (Mollusca; Bivalviae; Venerinae), in Italian waters. Atti Congresso Soc. Ital. Malacologia, Parma, 11-13 ott. 1990. *Lavori S.I.M.* 24: 47-52.

Breber, P. 1996. L'allevamento della vongola verace in Italia. Cleup. Padova . pp 157.

Breber, P. 2002. The introduction and the acclimatisation of the Pacific carpet clam, *Tapes philippinarum* (Ad. & Rve), to Italian waters. In: E. Leppäkoski, S. Olenin & S. Gollasch eds. *European Invasive Aquatic Species: Distributions, Impacts and Management*. Monographiae Biologicae. Kluwer Academic Publishers. Pp. 120-126.

Breber, P., Cilenti, L. & Scirocco, T. 2002. A biotic index (Λ) for assessing the environmental quality of Mediterranean lagoons. III° Convegno Nazionale delle Scienze del Mare, CoNISMA. Abstract.

Breber, P., Paesanti, F., & Strada, R. 1986. Il primo schiuditoio per bivalvi in Italia. *Il Pesce*, 3(3).

Buchsbaum, R. 1958. *Animals Without Backbones*. The University of Chicago Press. Chicago.

Cheng, T.C. 1967. Marine molluscs as hosts for symbioses. In: F.S. Russell Ed., *Advances in Marine Biology* 5: 1-424.

Cilenti, L., Pelosi, S., & Breber, P. In Stampa. *Tapes decussatus* soppiantato da *T. philippinarum*? XXIV Congresso Soc. Italiana di Biologia Marina, Sousse, 31.V. - 7.VI.2003.

Cilenti L., Scirocco T. e Breber P. (2000) La composizione del macrozoobenthos in un ecosistema paralico – la laguna di Varano. Abstract book del 10° Congresso Nazionale Soc. Ital. Ecologia, 14-16 Sett. 2000, Pisa.

Del Rosso, R. 1905. *Pesche e Peschiere Antiche e Moderne nell'Etruria Marittima*. Firenze. P. 174-5.

E.S.A.V. 1990. *Tapes philippinarum*, Biologia e Sperimentazione.

Frisoni, G., Guelorget, O. and Perthuisot, J.P. 1984. Diagnose écologique appliquée à la mise en valeur biologique des lagunes côtières Méditerranéennes: approche méthodologique. In: J.M.

Fischer, P. 1887. *Manuel de Conchyliologie*. Paris.

Fischer-Piette, E. & Métivier, B. 1971. Révision des Tapetinae (Mollusques Bivalves). Mémoires du Muséum Nationale d'Histoire Naturelle, N.S. Série A, Zoologie, LXXI. Paris.

Korringa, P. 1976. Farming Marine Organisms Low in the Food Chain. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York.

Loosanoff, V.L. & Davis, H.C. 1963. Rearing of bivalve mollusks. Advances in Marine Biology 1:1-136.

Maitre-Allain, T. 1983. Suivi d'un essai de repeuplement de palourdes dans l'Etang de Thau (Hérault): croissance, mortalité, reproduction. Thèse, L'Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, Océanologie Biologique.

Matta, S., Polselli, E., Ravagnoli, L. 1991. Manuale Pratico per Rilevamenti in Molluschicoltura. Dal Noce, Padova.

Mistri, M., 2004. Effect of *Musculista senhousia* matsd on clam mortality and growth: much ado about nothing? Acquaculture 241 (2004) 207-218.

Motavkine, P.A. & Varaskine, A.A. 1989. La reproduction chez les mollusques bivalves, role du système nerveux et régulation. Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER, n° 10, Plouzané.

Partridge, J.K. 1977. Annotated bibliographies of the genus *Tapes* (Bivalvia; Veneridae): Part I - *Tapes decussatus* (L.) Part II - *Tapes semidecussatus* Reeve. Proc. Royal Irish Academy, Section B, 77, B(1).

Piéri, J.-B. 1895. Ire Thèse. Recherches physiologiques sur *Tapes decussata* et quelques Tapidées. Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris. Série A, n° d'ordre 848. Laval.

Scirocco, T., Cilenti, L., Breber, P. & Spada, A. 2002. Analisi della popolazione di *Loripes lacteus* (Bivalvia, Lucinidae) nella laguna di Varano (Fg). *Biologia Marina Mediterranea*. 9(1): 636-638.

Sournia, A., Belin, C., Berland, B., Erard-Le Denn, E., Gentien, P., Grzebyk, D., Marcaillou-Le Baut, C., Lassus, P. et Partensky, F. 1991. Le Phytoplancton Nuisible des Cotes de France. IFREMER, CNRS, Plouzané.

Società Italiana di Malacologia. 1990. Catalogo Annotato dei Molluschi Marini del Mediterraneo, vol. 1.

Targioni Tozzetti, A. 1881. Mostra Internazionale della Pesca tenuta a Berlino nel 1880. *Annali dell'Industria e del Commercio* n° 38, Roma. p. 49.

The American Public Health Association, Inc. 1970. 4th ed. Recommended Procedures for the Examination of Sea Water and Shellfish. A.P.H.A., New York.

Walne, P.R. 1974. Culture of Bivalve Molluscs. Fishing News (Books) Ltd., West Byfleet, England.

Wood, P.C. 1976. Guide to Shellfish Hygiene. World Health Organization, Offset Publication n° 31, Geneva.

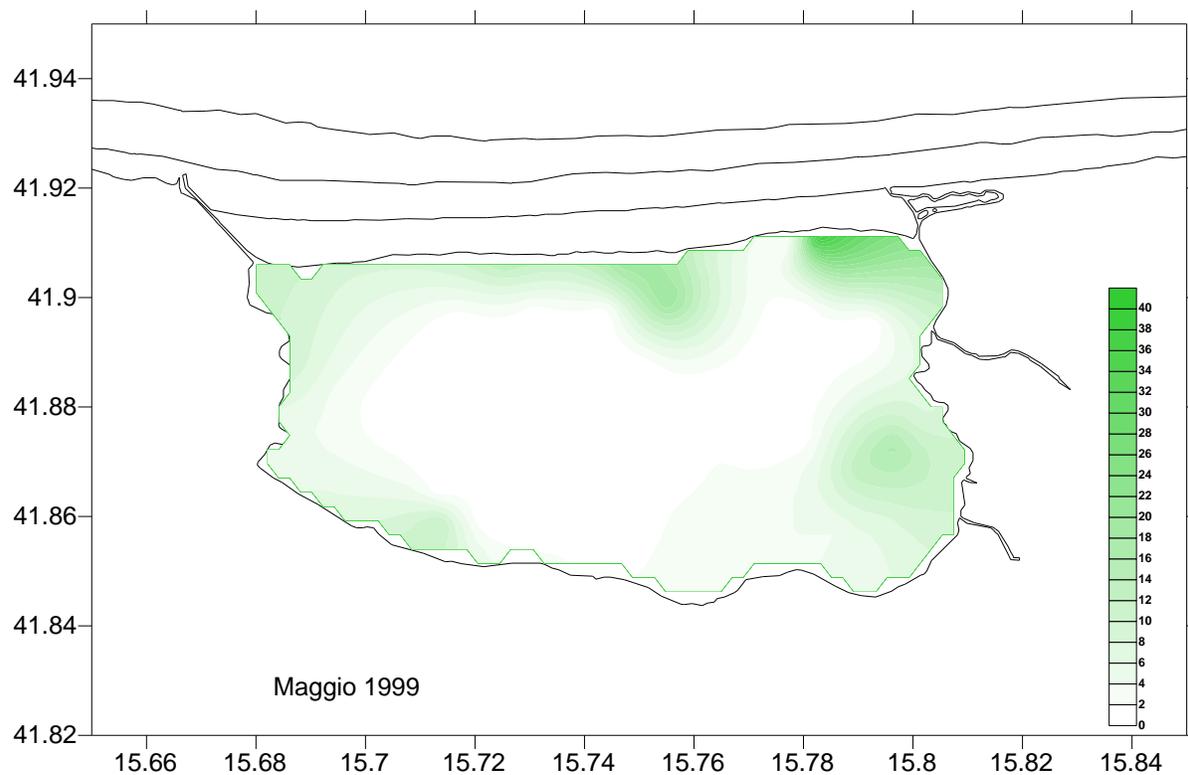
INDICE

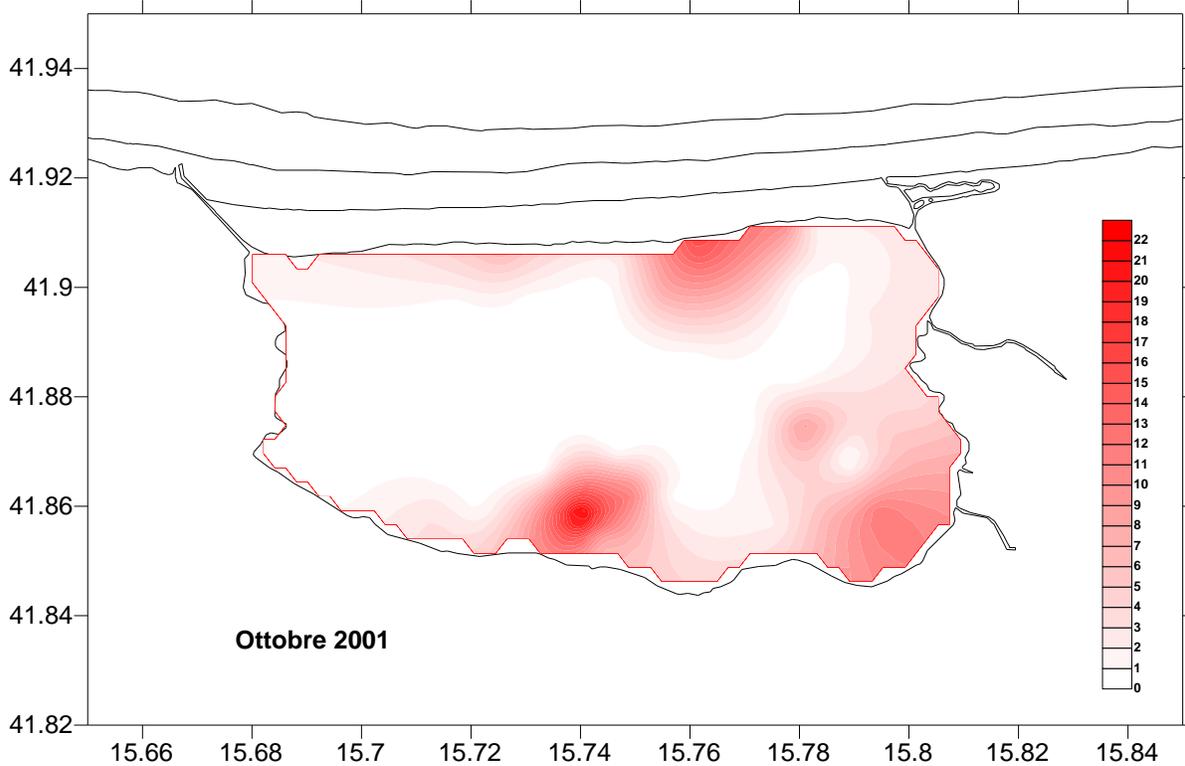
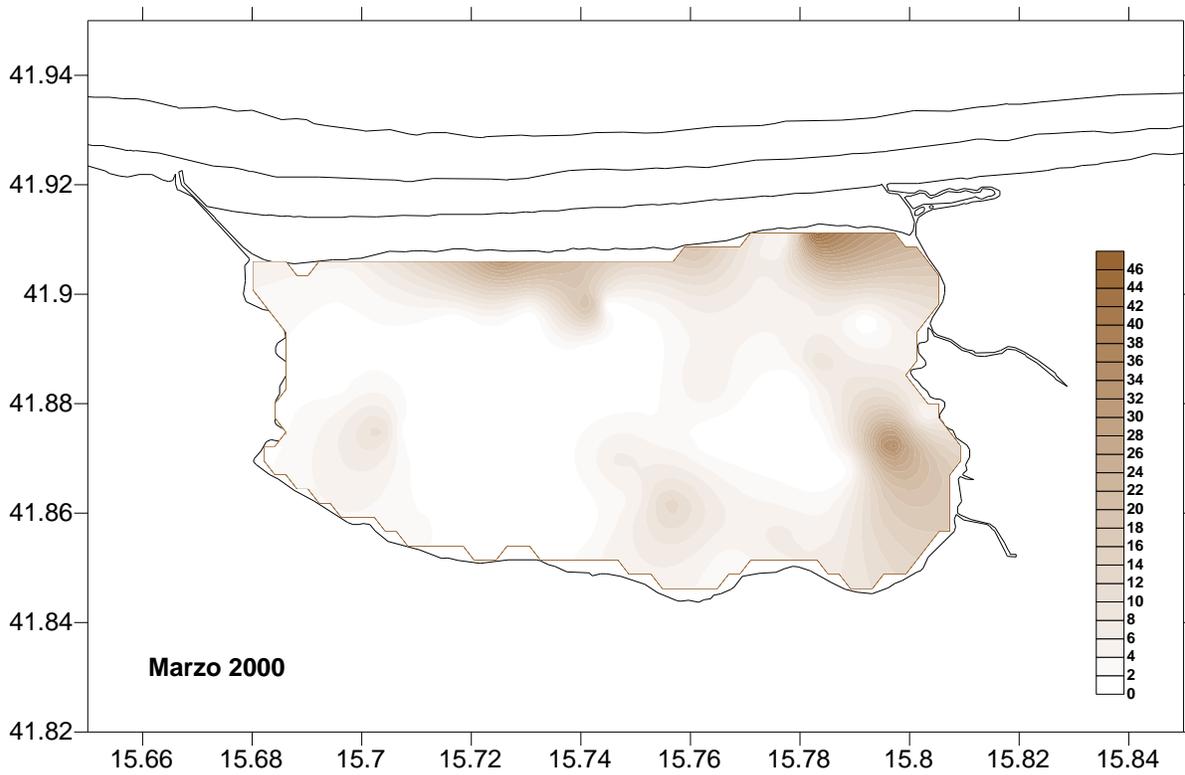
PREMESSA	1
1. INTRODUZIONE	2
1.2 CENNI DI BIOLOGIA DELLA VONGOLA VERACE NOSTRANA	4
1.2.1 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E ANATOMICHE	5
1.2.2 CAUSE DI MORTALITA'	14
1.3 L'ECOSISTEMA LAGUNARE – LA LAGUNA DI VARANO	15
1.3.1 GENERALITA'	15
1.3.2 LA LAGUNA DI VARANO	20
2. MATERIALI E METODI	24
2.1 SCELTA DEL SITO	25
2.2 PRIMA SEMINA	27
2.3 SECONDA SEMINA	28
2.4 TERZA SEMINA	28
2.5 CONTROLLI SULL'AMBIENTE	29
3. RISULTATI	37
3.1 RISULTATI PRIMA SEMINA	37
3.2 RISULTATI SECONDA SEMINA	43
3.3 RISULTATI TERZA SEMINA	52
3.4 CONFRONTO DEI TASSI DI CRESCITA	53
3.5 POSSIBILI CORRELAZIONI TRA TASSI DI CRESCITA.....	54
3.6 TASSO DI MORTALITA'	57

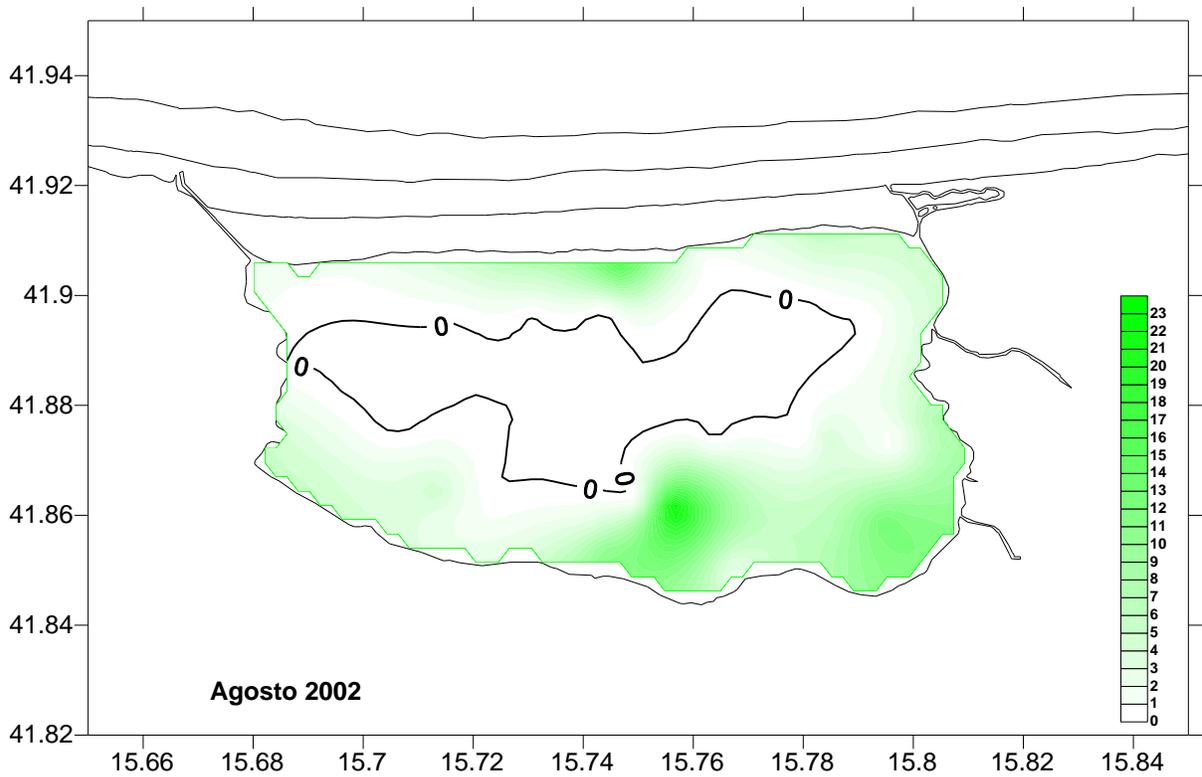
4. CONCLUSIONI	61
RINGRAZIAMENTI	63
5. BIBLIOGRAFIA	64
APPENDICE (GRAFICI E FOTO)	

DISTRIBUZIONE DELLA MACROFAUNA BENTONICA NELLA LAGUNA DI VARANO NEL CORSO DEGLI ANNI 1999- 2002

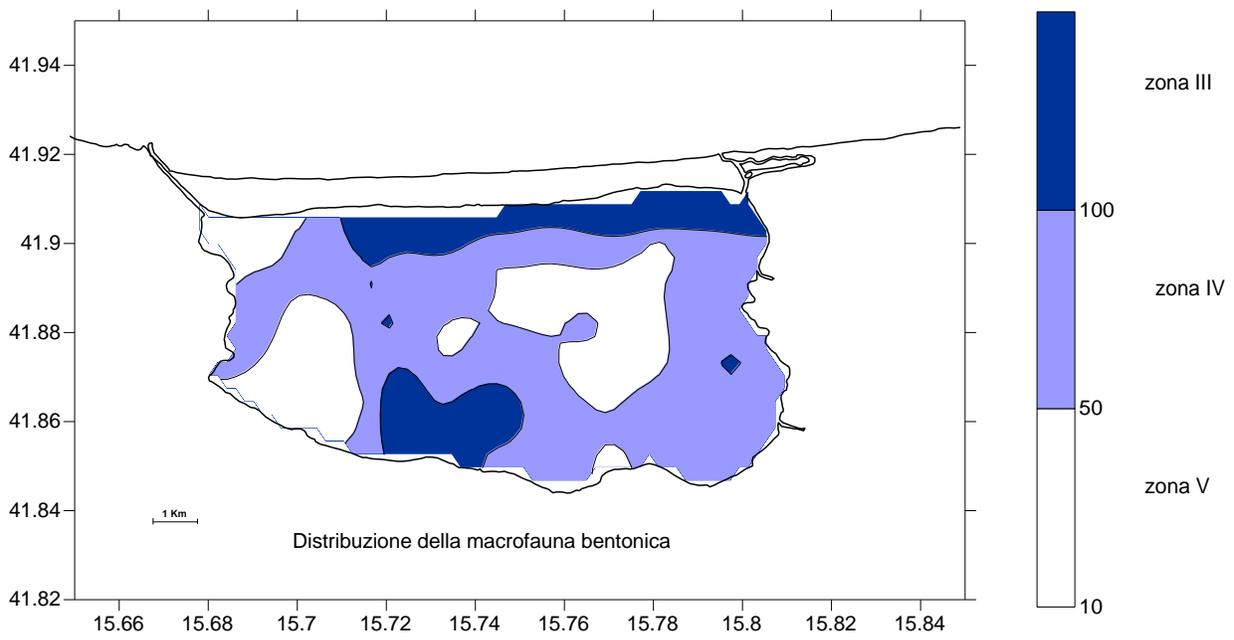
Elaborazioni software SURFER 8.0



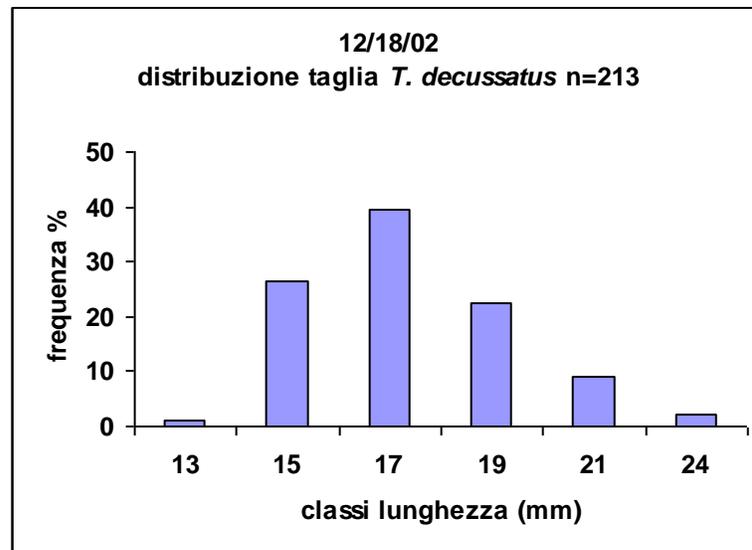
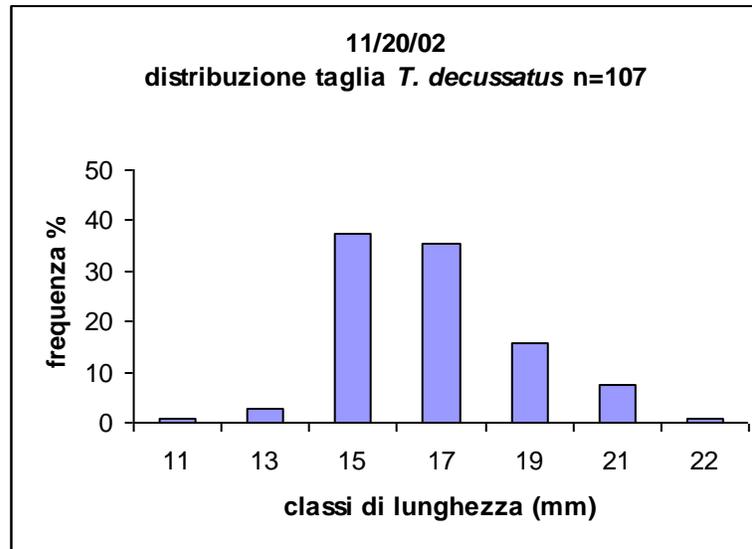




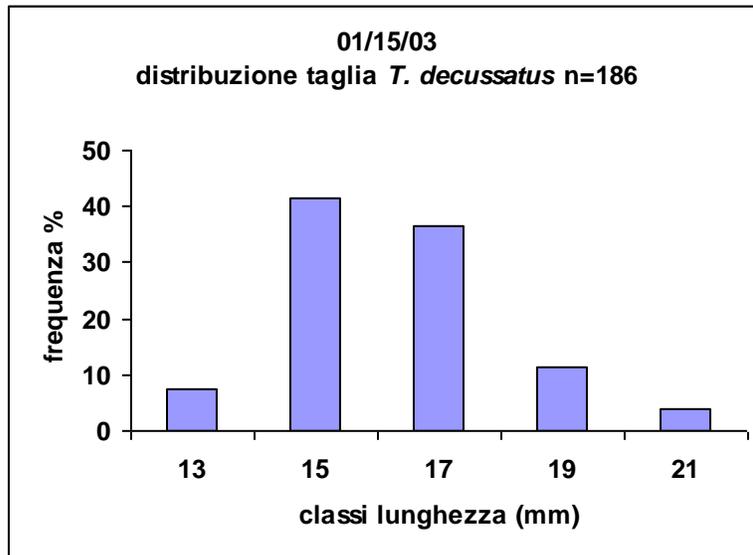
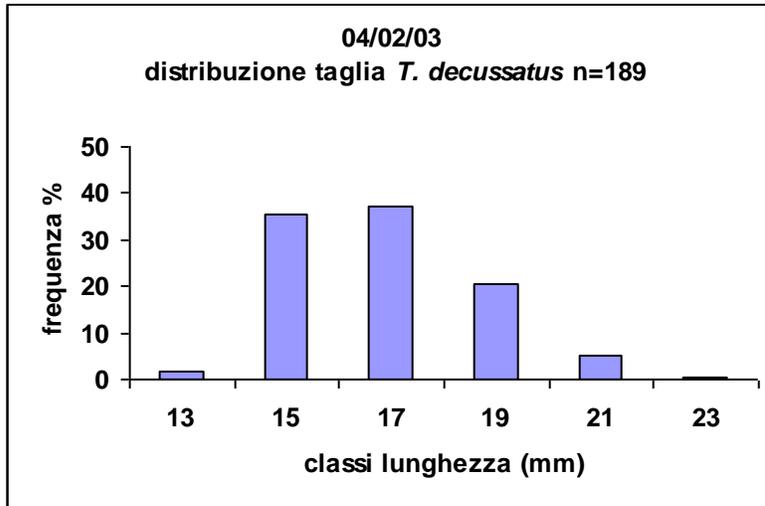
Dalla sommatoria dei campionamenti annuali siamo riusciti a mappare l'intera laguna di Varano mettendo in evidenza la zonazione della bionomia bentonica secondo lo schema dei francesi (Frisoni *et al.* 1984).

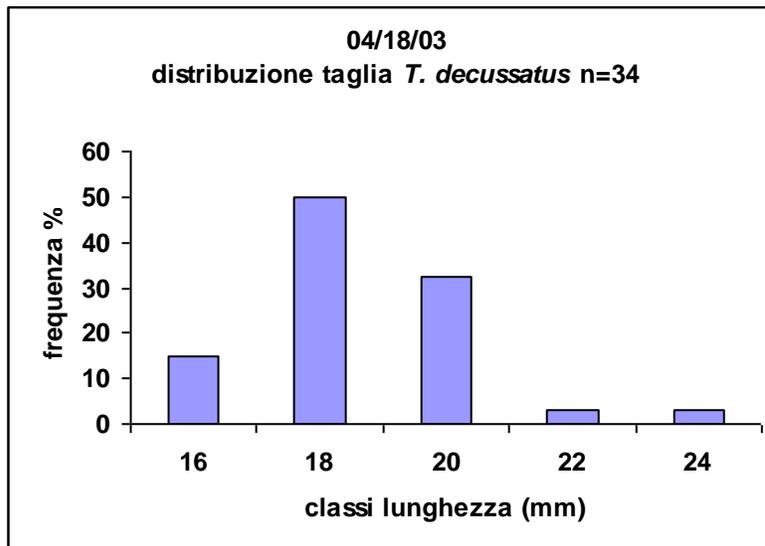
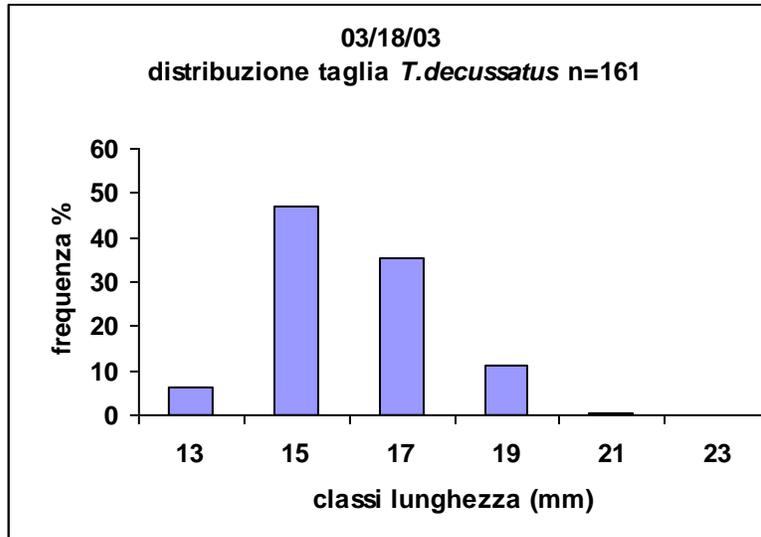


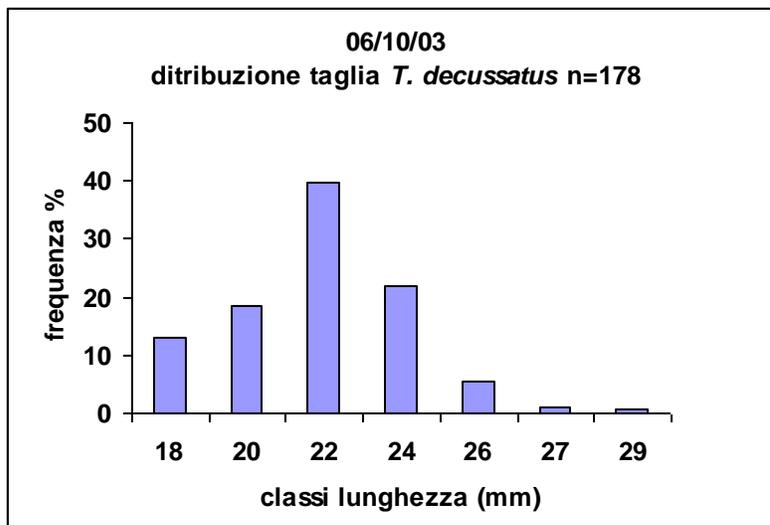
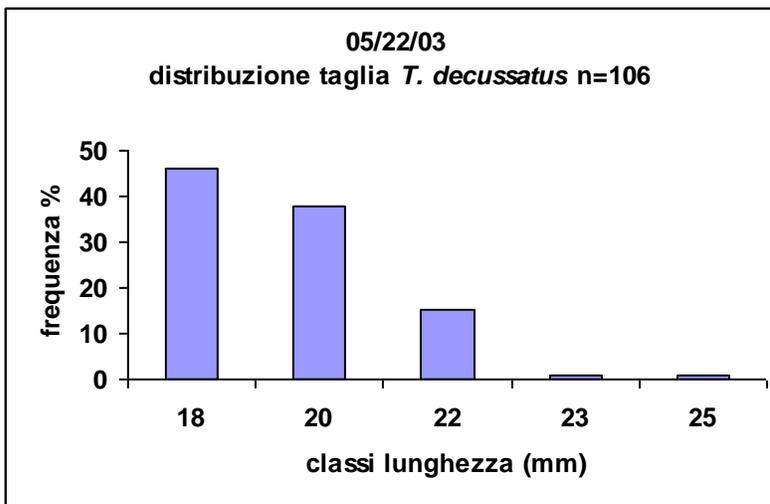
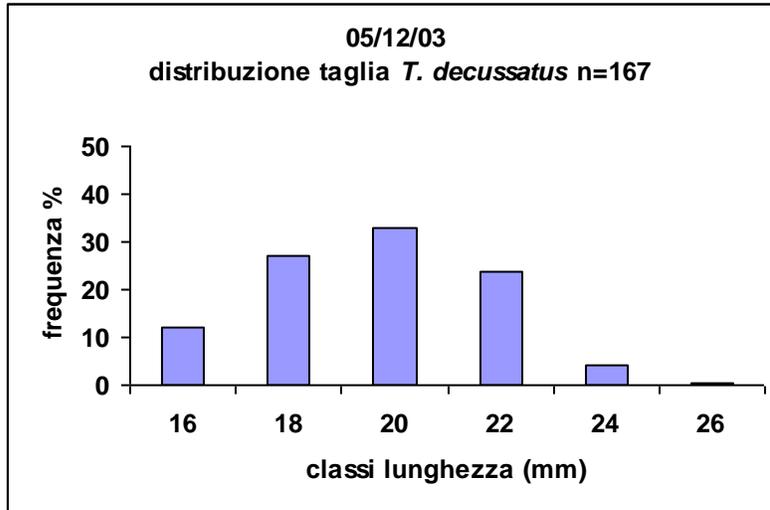
**DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DELLE TAGLIE DI *TAPES DECUSSATUS* PER DATA DI
CAMPIONAMENTO NELLA PRIMA SEMINA**

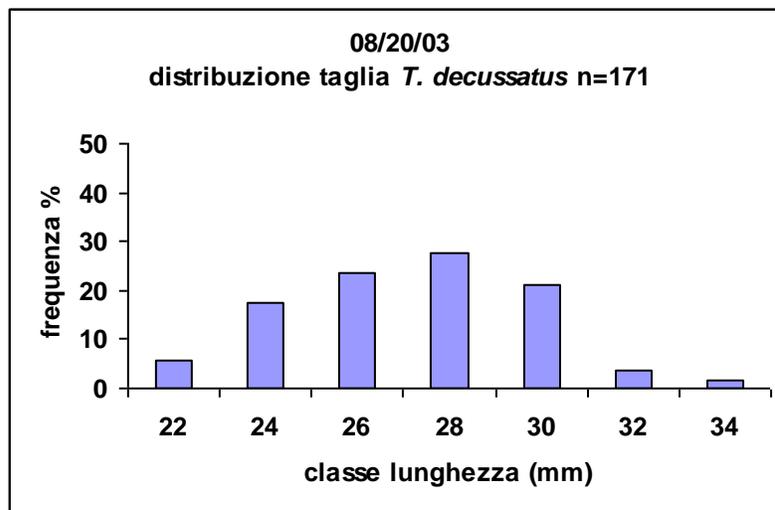
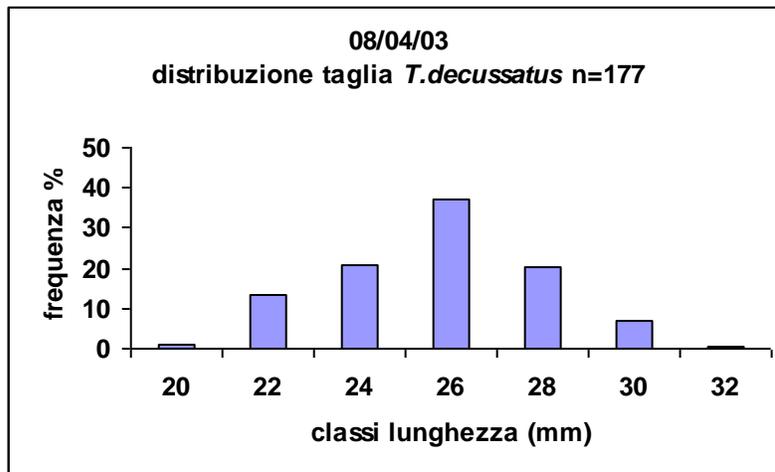
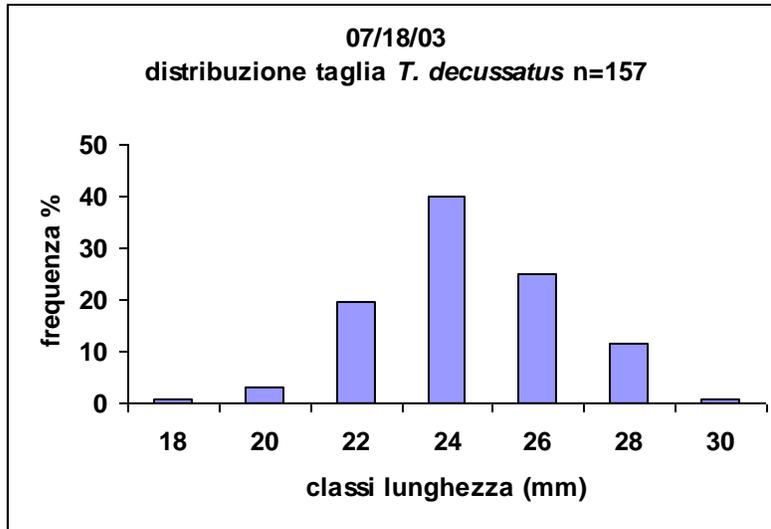


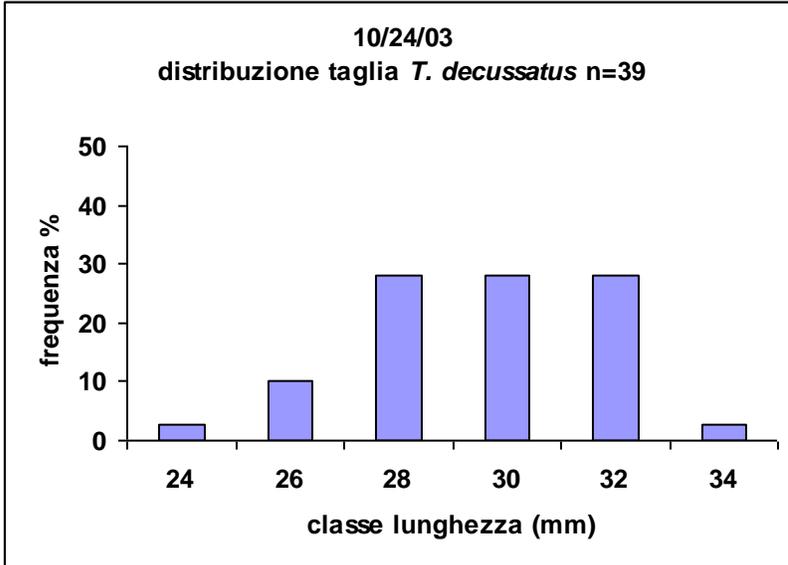
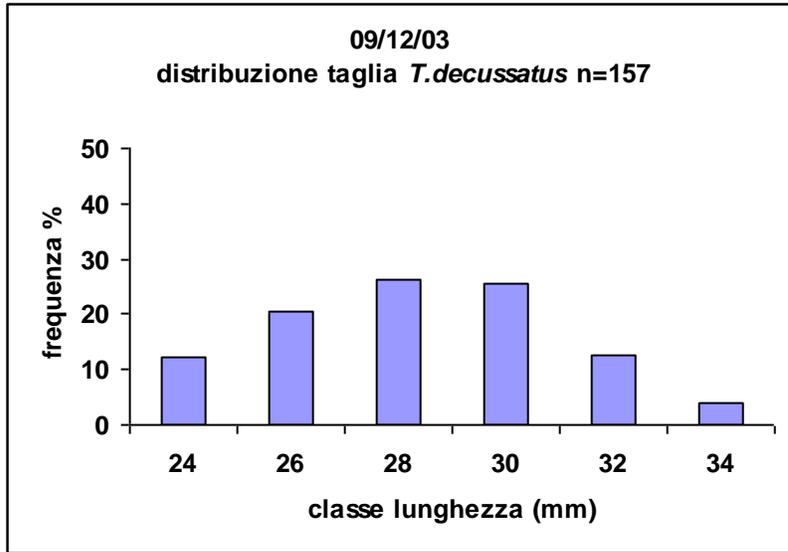
N.B. le date riportate seguono sono configurate come mese/giorno /anno

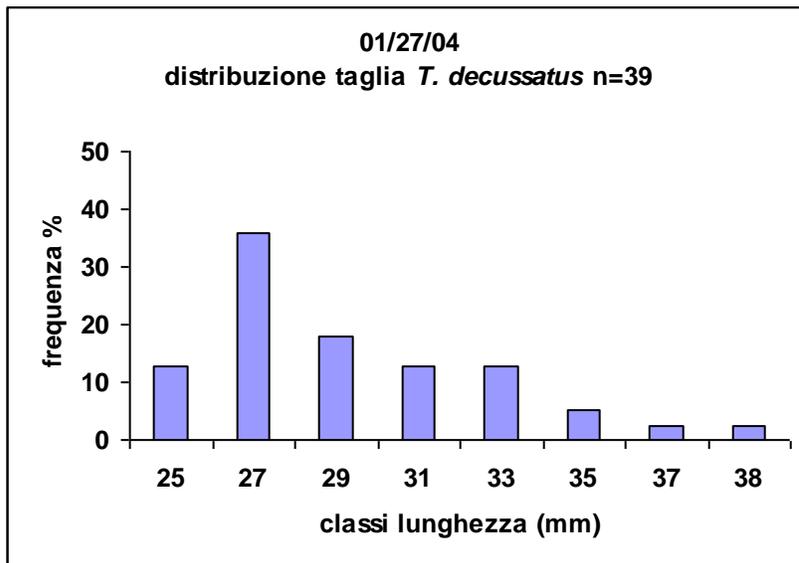
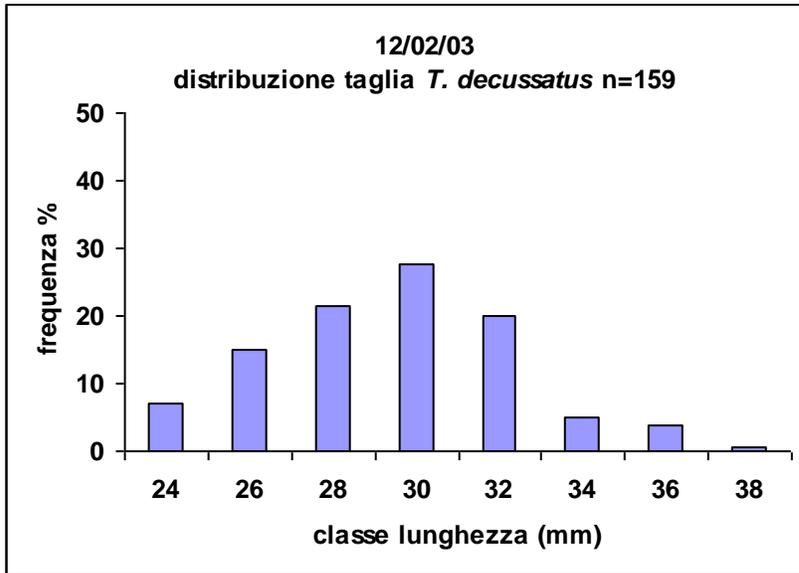


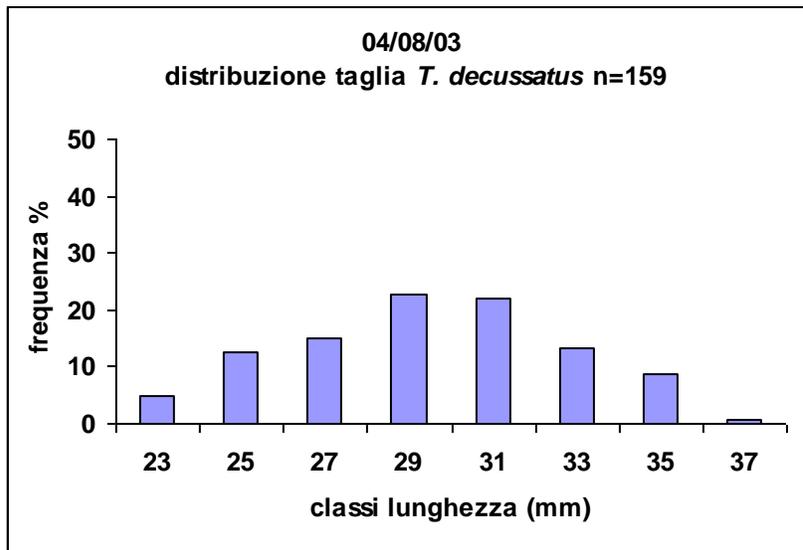
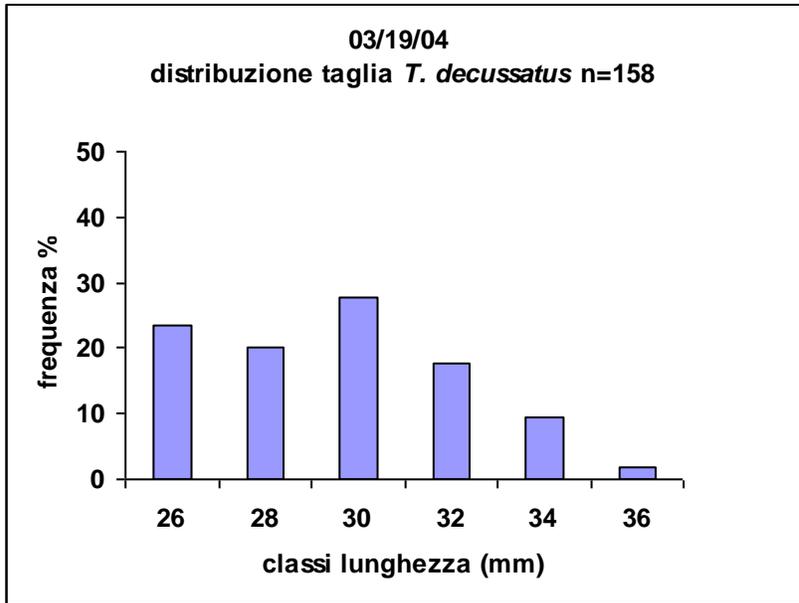


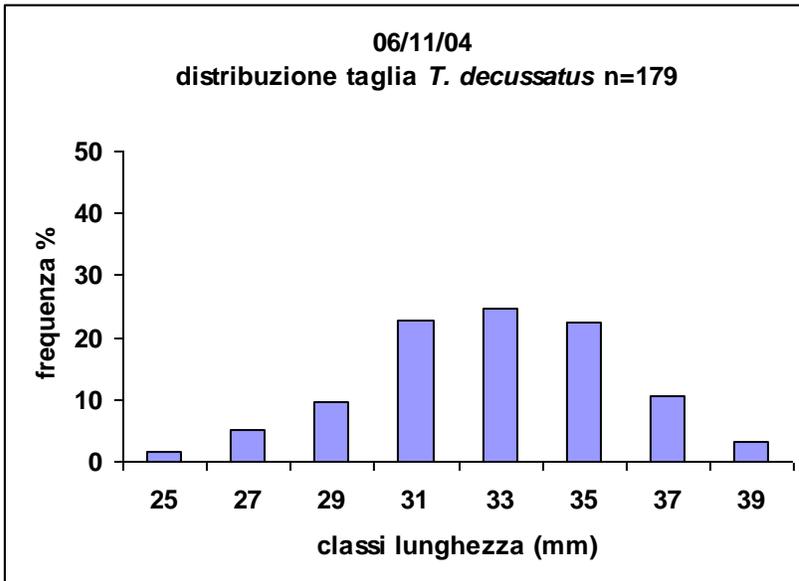
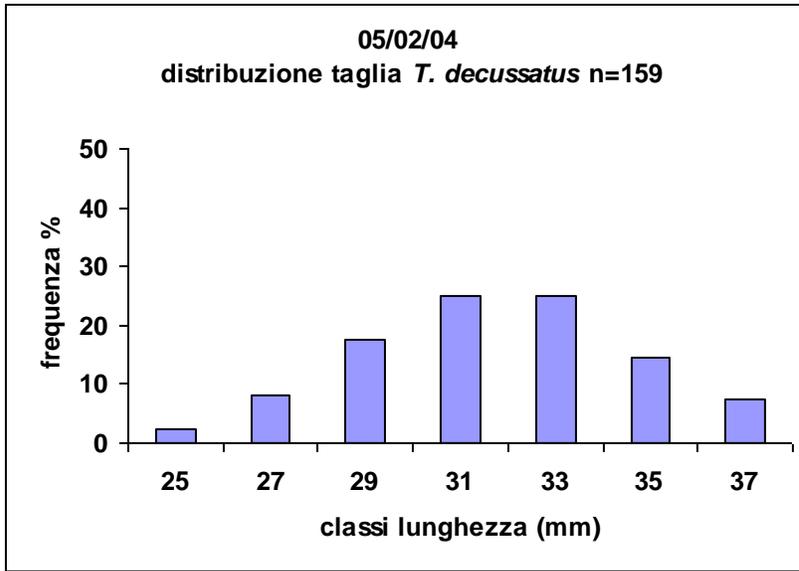


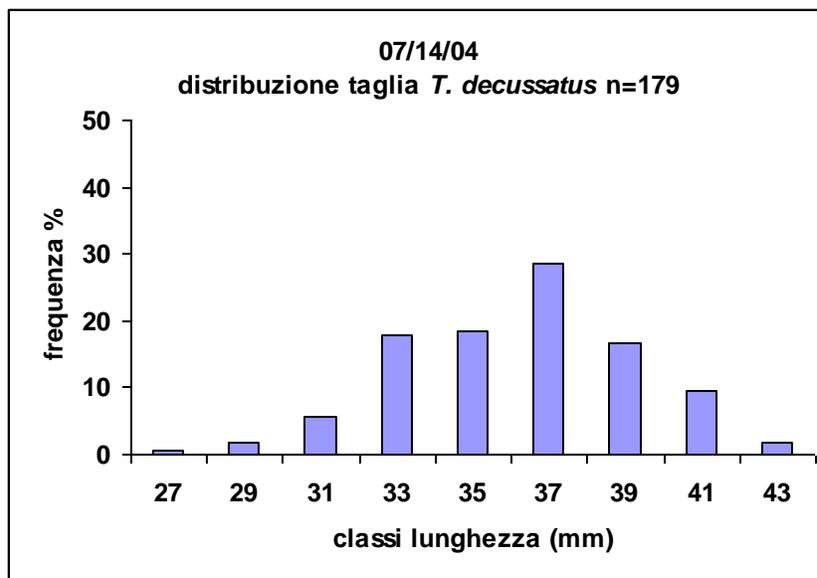
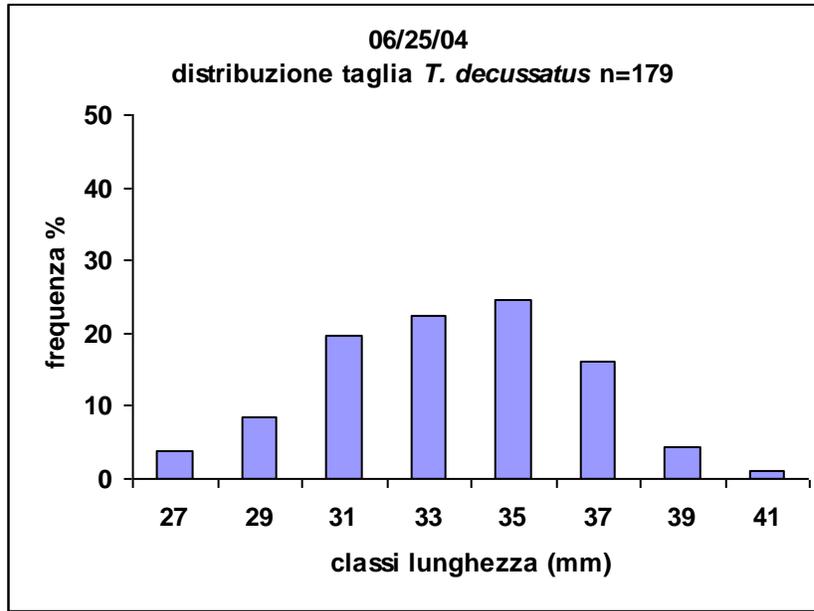


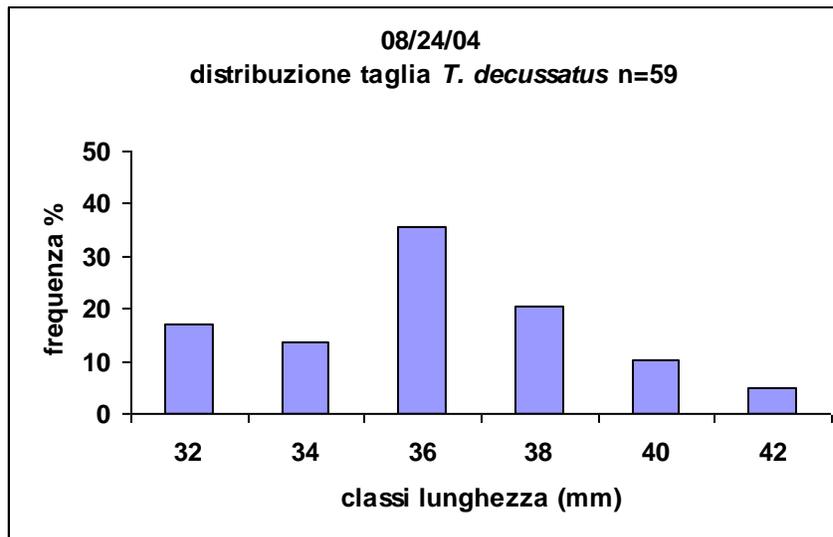
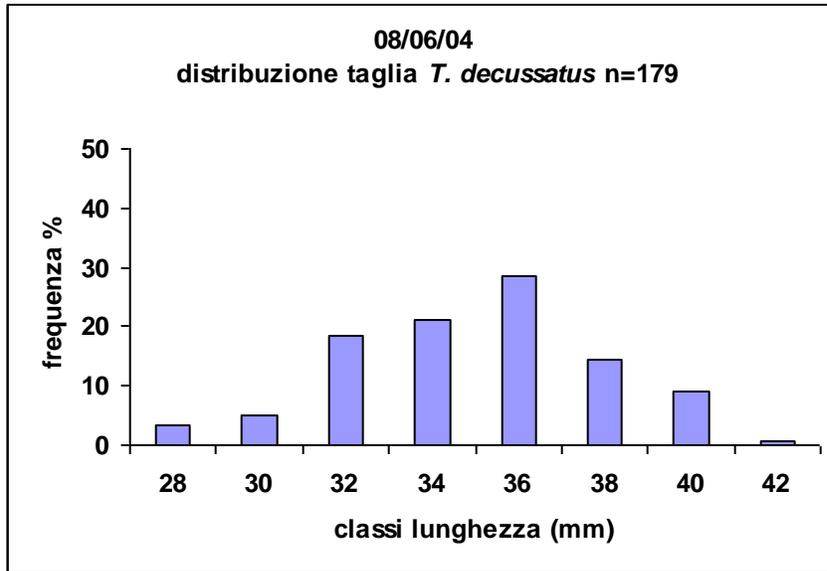




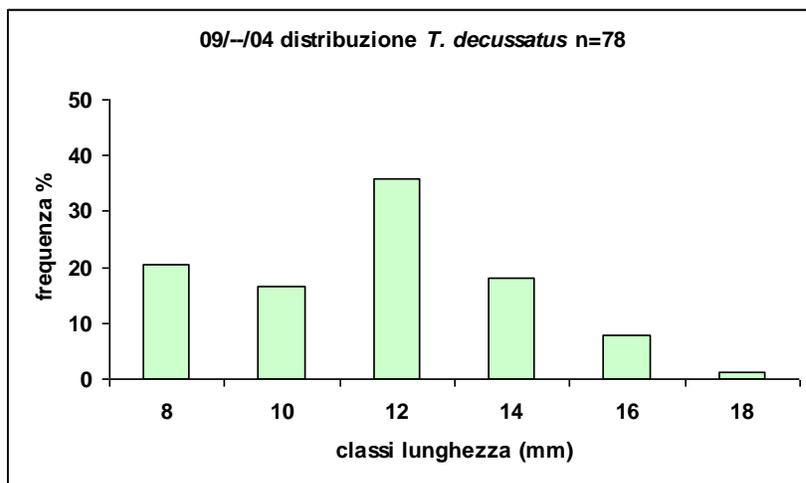
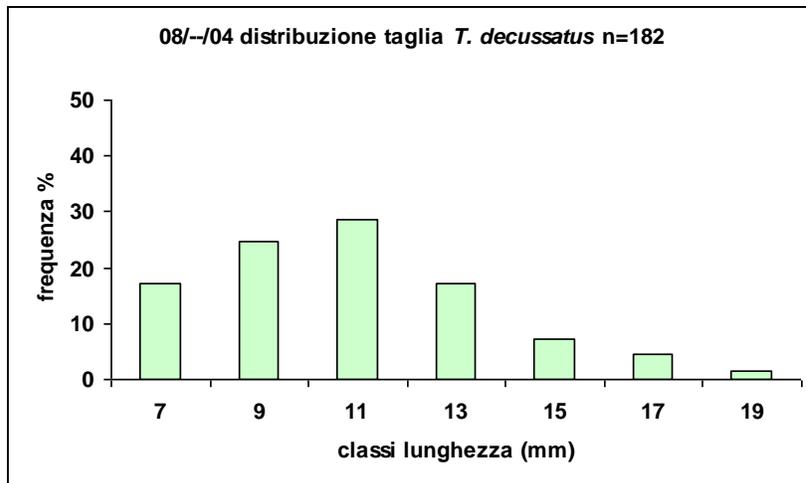
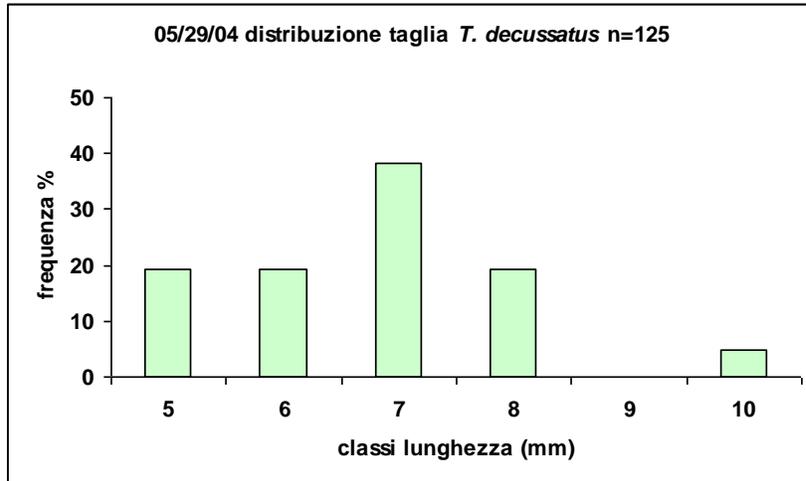


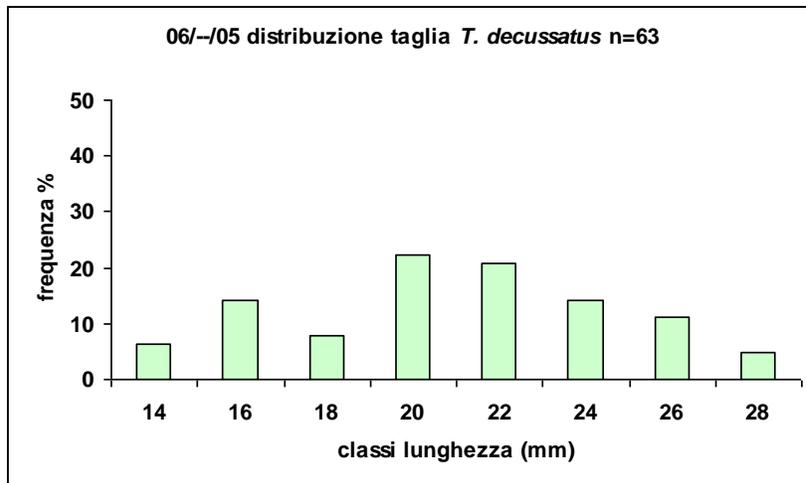
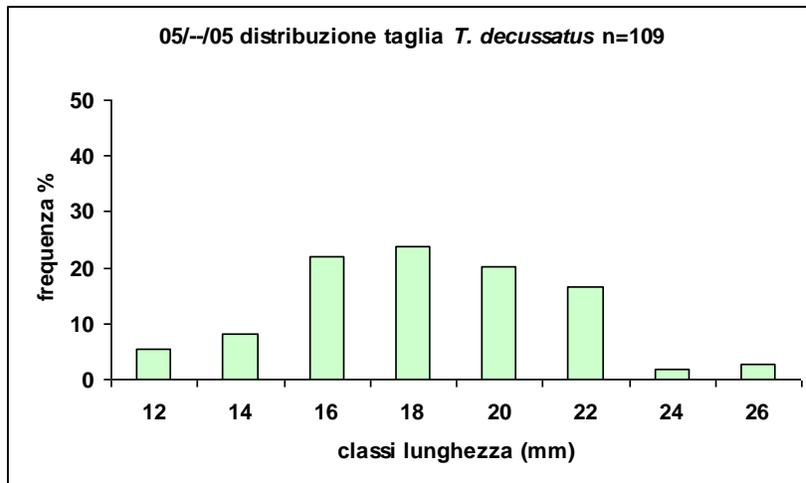
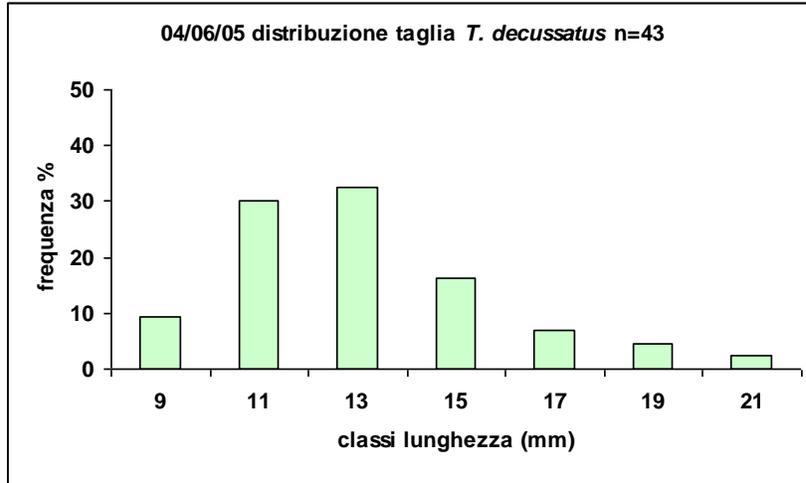


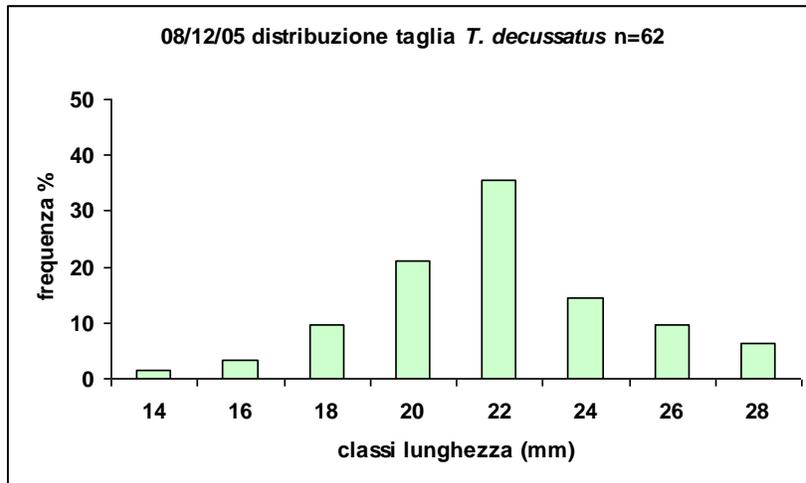
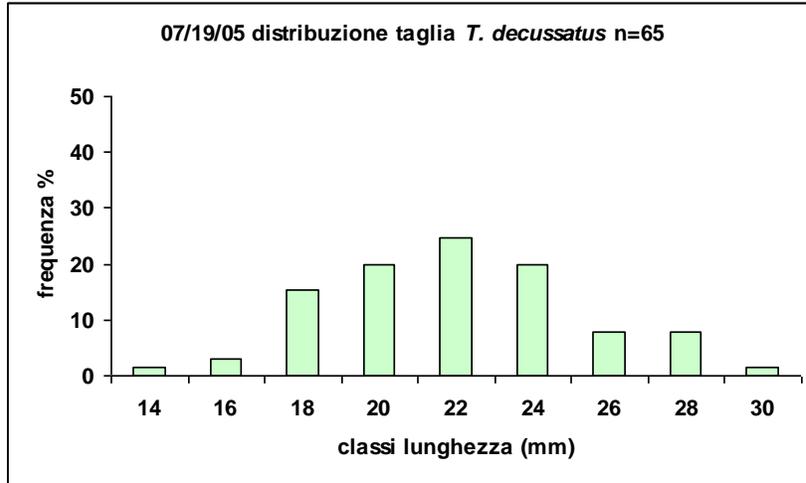




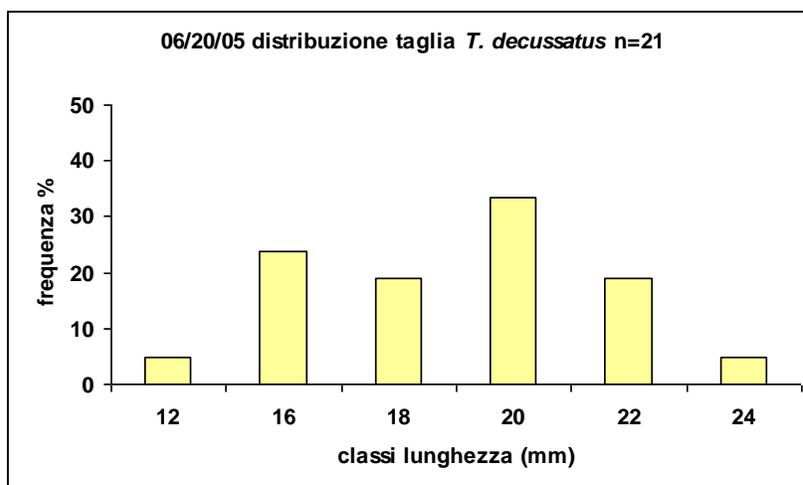
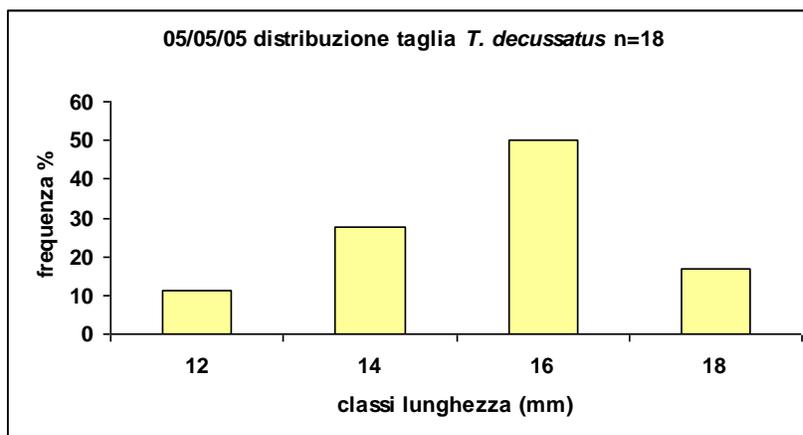
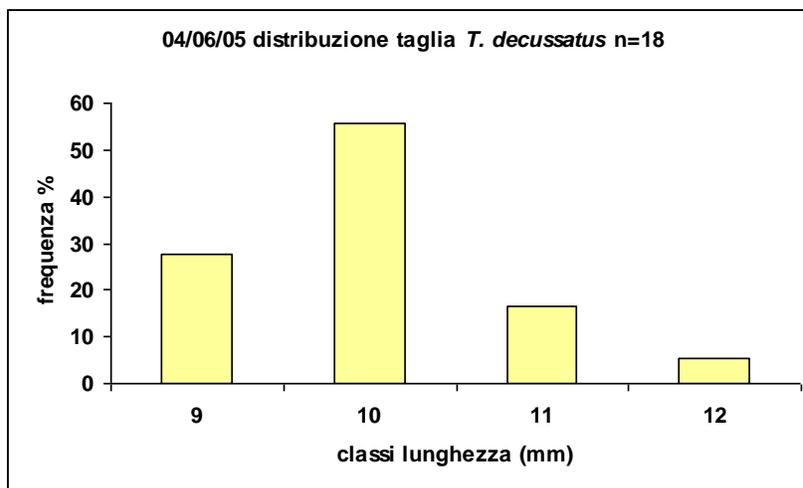
DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DELLA TAGLIA DI *TAPES DECUSSATUS* PER DATA DI CAMPIONAMENTO NELLA SECONDA SEMINA

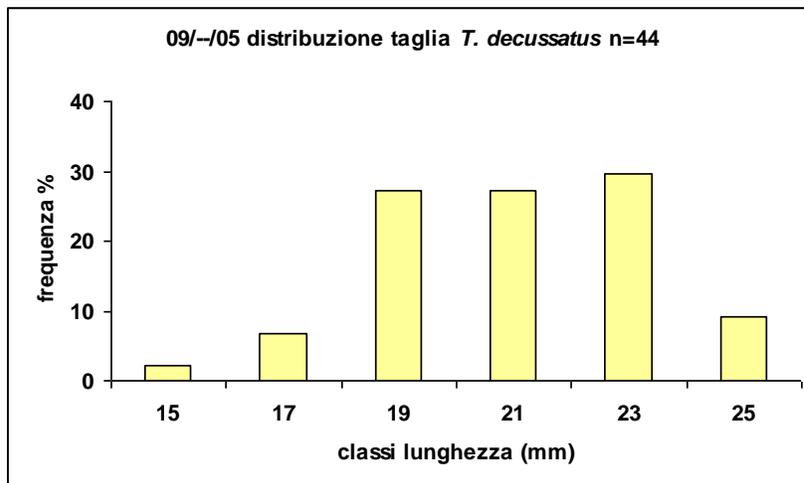
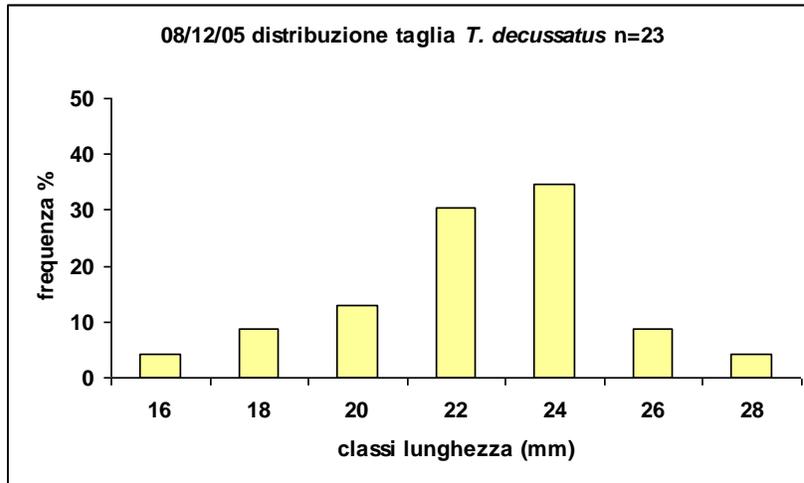






DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DELLE TAGLIE DI *TAPES DECUSSATUS* PER DATA DI CAMPIONAMENTO NELLA TERZA SEMINA





APPENDICE FOTOGRAFICA



Delimitazione di uno dei lotti di semina in laguna di Varano



Seme di *Tapes decussatus* di taglia media 7mm



Cernita di *Tapes decussatus* in una unità campionaria



Esemplari di vongola nostrana che mostrano un netto orlo di accrescimento



Raccolta massiva delle veraci (prima semina) con una piccola turbo soffiante, in uno di lotti



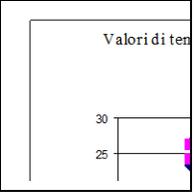
Risultato della raccolta in un lotto; esemplari di taglia media 38mm



Musculista senhousia, piccolo bivalve di origine esotica che nell'estate 2005, ha invaso le reti poste a protezione del seme



Banco naturale di *Musculista senhousia*



Vongole veraci nostrane pronte al consumo



Prospettiva di belle speranze