

LUCA LUMARE, DANIELA LUMARE , MARISA FLORIO *,
TOMMASO SCIROCCO *, FEBO LUMARE

UNIRIGA, Unità di Ricerca di Gambericoltura,
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali,
Università del Salento, Via Prov.le Lecce- Monteroni 73100 Lecce
uniriga@unile.it

*CNR. Istituto di Scienze Marine, sede di Lesina, 4
Via Pola – 71010 Lesina (FG), Italy.

I CROSTACEI DECAPODI DEL LAGO DI ACQUATINA: STRUTTURA DELLE POPOLAZIONI E CICLO RIPRODUTTIVO

SUMMARY

The study analyses the structure of the Stagno di Acquatina Crustacean Decapods population and the reproductive biology, in the period from April 2006 to September 2007.

The main species considered are: *Carcinus aestuarii*, *Palaemon serratus*, *Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans* and *Palaemonetes antennarius*; of them *C. aestuarii* resulted the more common species and *P. elegans* the less frequent one. Almost all the species presented a reduction in the capture in 2007, compared to 2006.

The data on the biological composition and reproduction of the Crustacean Decapods represent an important instrument of a responsible management of the Stagno di Acquatina ecosystem.

RIASSUNTO

Il presente studio riporta i dati raccolti durante il 2006-2007 riguardanti la composizione strutturale di popolazione e la biologia riproduttiva dei principali Crostacei Decapodi, che abitano il lago di Acquatina. Vengono analizzate 5 specie di Crostacei Decapodi: *Carcinus aestuarii*, *Palaemon serratus*, *Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans* e *Palaemonetes antennarius*. Delle specie prese in considerazione, la più frequente è risultata *Carcinus aestuarii* e la meno frequente *Palaemon elegans*; pressoché per tutte è stato evidenziato una riduzione generale del numero delle presenze nel 2007, rispetto all'anno precedente.

I dati biologici raccolti costituiscono uno strumento, diretto e/o indiretto, importante per una gestione responsabile del sistema acquatico del lago di Acquatina.

INTRODUZIONE

I Crostacei Decapodi rappresentano una componente importante della produzione alieutica del lago di Acquatina, ricoprendo una quota del 22 % del pescato complessivo (LUMARE *et al.*, 2009). Le specie più frequenti risultano: *Carcinus aestuarii* (13,02 %), *Melicertus kerathurus* (5,41%), reperibile allo stato giovanile in montata durante l'estate (LUMARE and LUMARE, 2009b), e *Palaemon serratus* (2,47 %). Altre quali *Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans* e *Palaemonetes antennarius*, anche se meno importanti ai fini economici per i quantitativi trascurabili, rivestono comunque un ruolo nell'economia generale sia come elementi di equilibrio nell'ecosistema sia per collocazione nella rete trofica, e allo stato adulto e a quello di larve planctoniche. Accanto a questi Crostacei Decapodi troviamo altri di scarso o nessun interesse mercantile, ma di importanza tassonomica, zoogeografica e biologica più in generale (LUMARE *et al.*, 2009).

Questo studio prende in esame alcuni aspetti della biologia dei principali Crostacei Decapodi del lago di Acquatina.

MATERIALI E METODI

Le stazioni da pesca sono state localizzate nel lago di Acquatina negli stessi punti individuati per il rilevamento dei parametri fisico-chimici (LUMARE and LUMARE, 2009a; Fig. 1), indicati con numeri progressivi da 1 a 4, ed attrezzati con sistemi di pesca fissi. Una quinta stazione, con sistema di cattura mobile (stazione 5), è stata fissata all'interno del Canale di Giammatteo per campionamenti sulla popolazione di *Palaemonetes antennarius* (Caridea).

Con frequenza mensile, da aprile 2006 a settembre 2007, sono state effettuate pesche sperimentali, ciascuna della durata di 24 ore, alla conclusione delle quali il materiale biologico veniva selezionato ed utilizzato per gli opportuni esami (LUMARE *et al.*, 2009).

Tutti i Crostacei Decapodi presenti negli attrezzi di cattura venivano classificati; per quelli di maggiore importanza economica si procedeva al rilevamento del peso e del numero complessivo degli esemplari. Un campione di 50 individui, quando disponibile, per ciascuna stazione, allo stato fresco, veniva sottoposto a rilevamenti biometrici. Di ogni individuo venivano rilevati i seguenti parametri, in accordo a MOTOH (1981): sesso, peso corporeo umido, lunghezza totale (LT: dalla estremità del rostro alla punta del telson, con animale ben disteso), stato di maturazione degli ovari, peso degli ovari, indice gonado-somatico (GSI) e, infine,



Fig. 1. Localizzazione delle stazioni da pesca (1-5) nel lago di Acquatina e nel Canale Giammatteo.

numero, diametro e stato di viluppo delle uova. La fecondità è stata determinata direttamente dal numero di uova portate dalle femmine ovigere; a tale riguardo si è tenuto conto soprattutto delle uova allo stadio iniziale dell'embriogenesi (uova omogenee), poiché nei gamberi caridei si verifica perdita di uova, per distacco dai pleopodi, durante il periodo di incubazione (BALASUNDARAM and PANDIAN, 1982).

Il grado di maturazione degli ovari e del corrispondente valore dell'indice gonado-somatico (GSI) è stato uniformato, per similitudine con i peneidi, a quanto riportato da MOTOH (1981), secondo la seguente scala: $GSI < 1$ (stadio I° e V°); $GSI = 1 - 4$ (stadio II°); $GSI = 4 - 7$ (stadio III°); $GSI > 7$ (stadio IV°).

RISULTATI

Palaemon serratus. Specie comune in tutto il Mediterraneo, rara nel Mar Nero, è presente in Atlantico dalla Danimarca alla Mauritania. Vive su fondi rocciosi ricoperti di alghe e su fondi misti e melmosi, fino ad una profondità massima di circa 10 m (FALCIAI and MINERVINI, 1992); è molto apprezzato dai consumatori ed è oggetto di pesca in acque litorali e lagunari (COTTIGLIA, 1983).

Questo palemonide è comune nel lago di Acquatina ed è apparso, nel 2007, in forte riduzione numerica rispetto all'anno precedente (Fig. 2).

La sua distribuzione, in funzione della dislocazione delle stazioni e dei mesi nei quali si è svolto lo studio, è stata analizzata mediante ANOVA a due fattori. Relativamente al primo parametro abbiamo un esito non significativo; $F =$

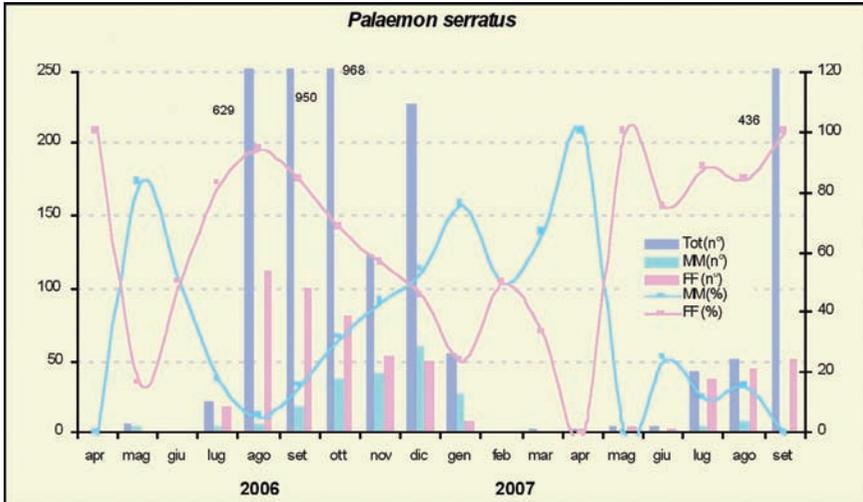


Fig.2. Andamento della consistenza numerica della popolazione di *Palaemon serratus* campionata nel corso dello studio e relative percentuali dei due sessi.

0,322240971, $F_{crit} = 2,786228828$, significatività = 0,809242759, ovvero gli animali non si distribuiscono nelle diverse aree del lago in base ad un qualche gradiente ambientale.

In relazione ai mesi, viene confermata la stagionalità della presenza ($F = 5,610823727$; $F_{crit} = 1,827146995$; significatività = $7,80569 E^{-07}$), in relazione ai movimenti migratori degli animali; questi si spostano dal mare al lago nei mesi caldi (da luglio) e lo abbandonano per il mare a partire da quelli freddi (gennaio).

Nei mesi caldi troviamo nel lago una prevalenza numerica delle femmine, quindi un rapporto sessi notevolmente a favore di queste (Fig. 3), che indica che sono soprattutto esemplari di sesso femminile ad entrare nelle acque lagunari. Con l'abbassamento della temperatura, in novembre, sono prima le femmine a lasciare il lago, determinando una sex ratio a favore dei maschi (anche oltre 50), fino a quasi scomparsa dell'intera popolazione.

La taglia media (LT) delle femmine è maggiore di quella dei maschi e l'andamento segue fluttuazioni determinate dalle vicende che coinvolgono la popolazione del lago di Acquatina, (Fig. 4).

All'entrata dei giovanili nel lago, in luglio-agosto, la lunghezza totale media dei due sessi appare simile; successivamente si manifesta un accrescimento marcatamente maggiore nelle femmine fino a raggiungere il massimo in marzo. Nel periodo che segue, il divario tra maschi e femmine si riduce e la lunghezza totale media diminuisce, in quanto sono soprattutto gli esemplari più grossi che migrano in mare per riprodursi, mentre i pochi, più piccoli, permangono ancora nel lago.

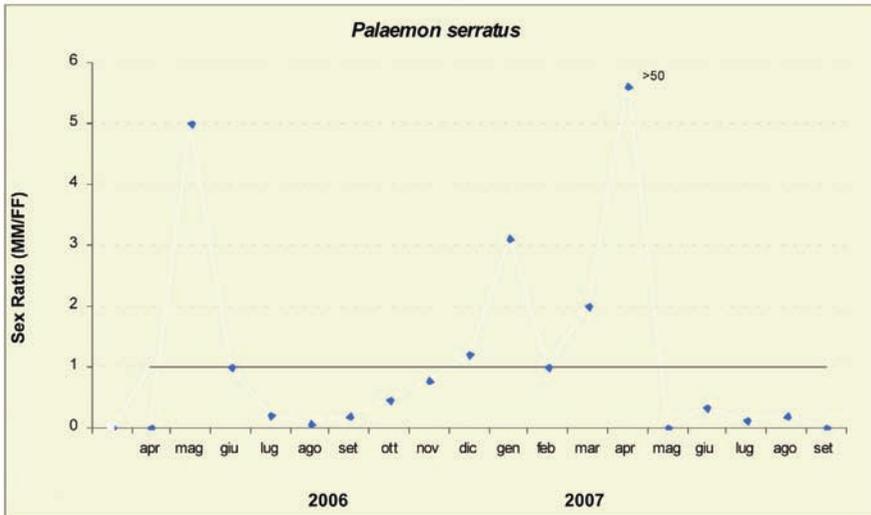


Fig. 3. Andamento generale della sex ratio di *Palaemon serratus*, con prevalenza femminile nei mesi caldi e maschile negli altri.

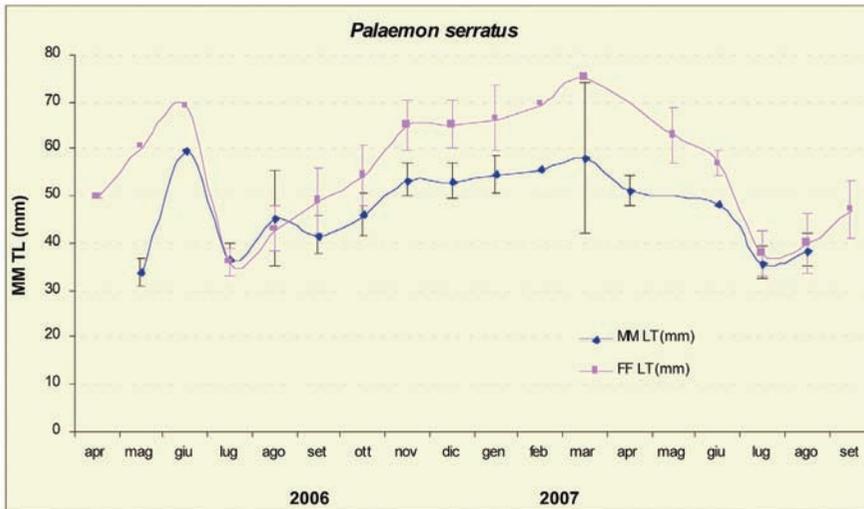


Fig. 4. Variazioni dell'andamento della lunghezza totale (LT) di *Palaemon serratus* nel lago di Acquatina, in relazione ai sessi ed ai flussi migratori.

Sebbene la riproduzione di questo palemonide avvenga in mare, la maturazione gonadica nelle femmine incomincia fin dalla permanenza nel lago e già dai mesi autunnali si rileva un progressivo sviluppo degli ovari che, attraverso i vari stadi (Fig. 5), raggiungono il massimo ($GSI > 7$) nei mesi invernali.

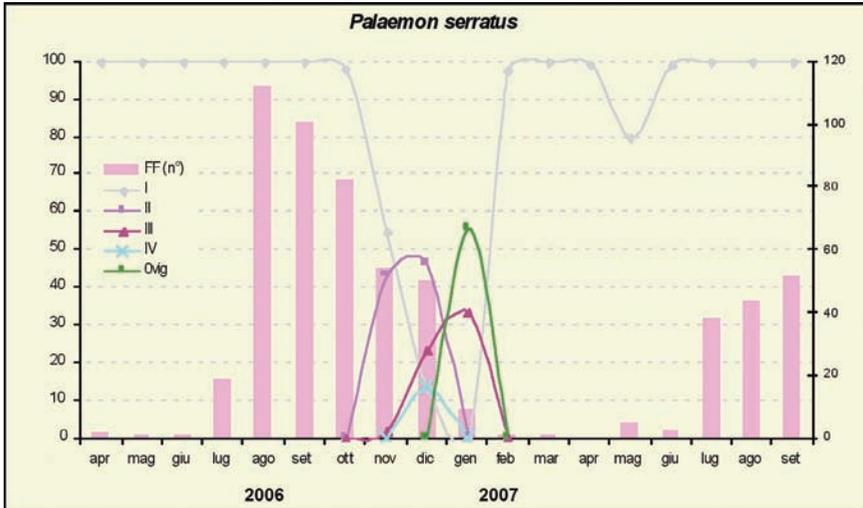


Fig. 5. Maturazione sessuale e sviluppo degli ovari attraverso i vari stadi in *Palaemon serratus*, nel lago di Acquatina.

In novembre-dicembre gli esemplari migrano verso il mare, ma in alcuni pochi esemplari ritardatari, ancora nel lago, è possibile rilevare, nei mesi di gennaio e febbraio, la presenza di uova aderenti ai pleopodi (femmine ovigere; Fig. 5). Queste uova sono risultate sempre di recente emissione, con embriogenesi in fase iniziale e, quindi, ancora senza macchie oculari. Oltre questo stadio di sviluppo delle uova, non sono mai state catturate femmine nel lago, a riprova della necessità da parte di queste di completare il processo ovogenetico in mare.

È probabile che questa specie si riproduca una sola volta l'anno, in mare, tenuto conto dei lunghi tempi richiesti dalla ovogenesi, peraltro correlata al gradiente termico e ad appropriate condizioni saline marine.

La fecondità (numero di uova per femmina) è risultata mediamente pari a 1.597 ± 280 uova (minimo = 1.252; massimo = 1.966; $n = 7$) e il diametro medio delle uova (da poco emesse) è variato da un massimo di $818 \pm 45 \mu$ ad un minimo di $681 \pm 37 \mu$. La taglia minima (lunghezza totale, LT) di riproduzione è risultata pari a 64,0 mm mentre la massima a 74,8 mm.

La correlazione tra fecondità e la taglia è apparsa lineare e scarsamente rappresentativa ($R^2 = 0,1841$), probabilmente come conseguenza del basso numero di dati disponibili.

Palaemon adspersus. E' presente nel Mar Mediterraneo, nel Mar Nero e parte delle coste caspiche. In Atlantico si trova da Gibilterra fino alle coste occidentali della Norvegia ed al Mar Baltico (FISCHER *et al.*, 1987). Esso è estremamente eurialino e, pertanto, è comune nelle lagune salmastre, dove costituisce oggetto di pesca (COTTIGLIA, 1983), e in acque costiere (FROGLIA, 1978).

Questo palemonide è comune nel lago di Acquatina e la sua popolazione ha

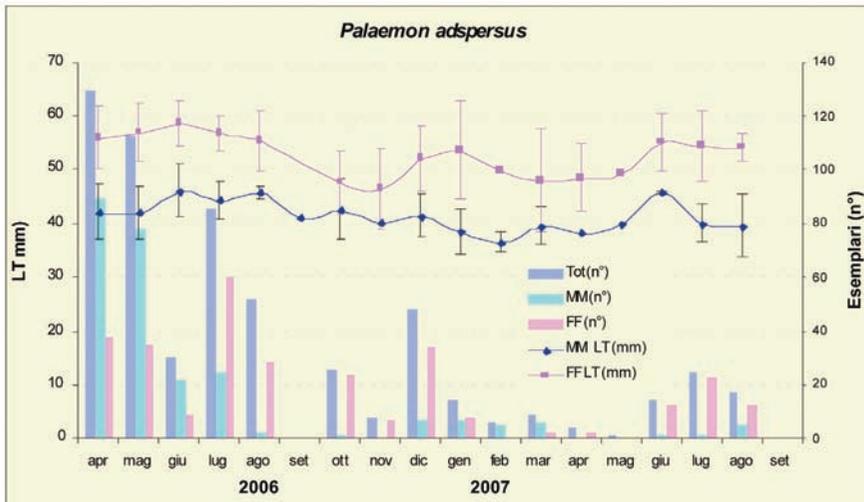


Fig. 6. Composizione numerica e per sessi della popolazione di *Palaemon adspersus* ed andamento delle curve di accrescimento, distinte per maschi e femmine, nel lago di Acquatina.

presentato, nel corso della seconda parte del presente studio (2007), una preoccupante contrazione numerica rispetto al corrispondente periodo dell'anno precedente (Fig. 6).

P. adspersus è stato rinvenuto nel lago di Acquatina soprattutto in prossimità nella stazione 1, maggiormente influenzata dal mare. Tale stato di distribuzione è stato analizzato con l'ANOVA ed è risultato che esso è altamente significativo ($p < 0,01$), con $F = 2,381918346$, $F_{crit} = 1,827146995$ e significatività = $0,00875892$. Anche a livello stagionale, è risultata statisticamente significativa una maggiore presenza dei gamberi nei mesi caldi ($F = 3,990660077$; $F_{crit} = 2,786228828$; significatività = $0,012525934$).

L'esame delle taglie (LT) indica una prevalenza delle femmine rispetto ai maschi; nonostante l'andamento delle curve di accrescimento si presenti con numerose oscillazioni, è possibile rilevare una tendenza alla riduzione della lunghezza totale, in estate, ascrivibile probabilmente al reclutamento dei giovani nati fin dalla primavera (aprile – agosto).

La sex ratio (Fig. 7) evidenzia un andamento ciclico, con prevalenza dei maschi tra fine inverno ed inizio estate e delle femmine da piena estate fino ad inizio inverno.

L'epoca riproduttiva inizia da aprile (Fig. 7) e cessa in settembre; in questo periodo è possibile osservare la presenza di femmine mature ($GSI > 7$) e femmine ovigere, ma anche di femmine mature aventi uova aderenti ai pleopodi. Ciò lascia intendere che il ritmo riproduttivo delle femmine sia molto elevato e che esse siano in grado di riprodursi più volte, probabilmente anche in relazione all'andamento della temperatura.

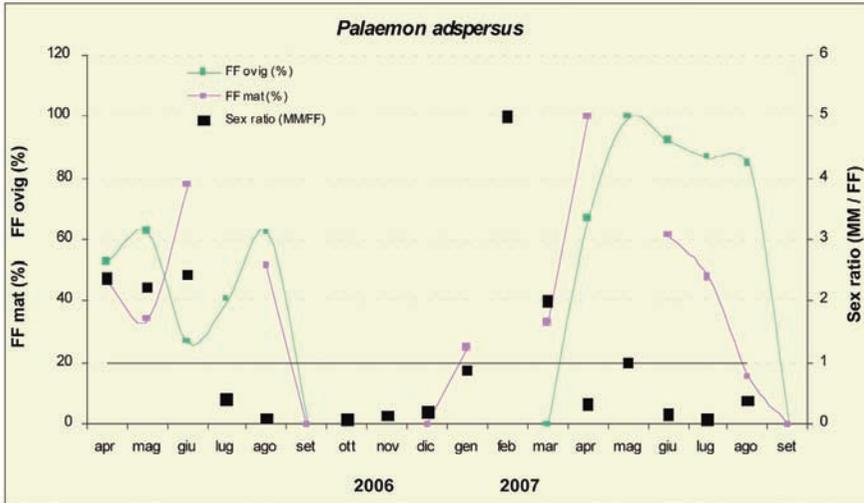


Fig. 7. Sex ratio e variazioni percentuali delle femmine mature ed ovigere nella popolazione femminile di *Palaemon adspersus*, nel lago di Acquatina.

Il processo di ovogenesi e di rilascio delle larve avviene nel lago, in quanto le femmine ovigere sono state rinvenute ivi con uova, sia all'inizio dell'embriogenesi (uova omogenee) sia alla fine, che presentavano macchie oculari ed erano prossime alla schiusa. La presenza, poi, di queste femmine ovigere esclusivamente presso la stazione 1 lascia intendere che il palemonide, per svolgere il processo riproduttivo, richiede acque a salinità simile a quella marina. Nelle stazioni più interne del lago, non sono state trovate femmine in fase riproduttiva.

La fecondità media è stata di 1.426 ± 460 uova, con minimo pari a 498 unità e massimo di 2.600, prendendo in considerazione femmine ovigere all'inizio dell'embriogenesi, mentre è risultata più bassa (1.263 ± 399) in fase avanzata, a riprova del fatto che vi è perdita di uova durante l'incubazione (BALASUNDARAM and PANDIAN, 1982). Il diametro medio delle uova, all'inizio dell'embriogenesi, varia da un massimo di $703 \pm 75 \mu$ ($n = 290$) ad un minimo di $587 \pm 63 \mu$ ($n = 290$); nel caso di uova con macchie oculari il diametro varia da un massimo di $845 \pm 65 \mu$ ad un minimo di $682 \pm 61 \mu$ ($n = 450$).

La lunghezza totale minima di riproduzione è risultata di 41,6 mm, mentre quella massima di 80,0 mm.

La correlazione tra fecondità (numero di uova per femmina) e lunghezza totale in *P. adspersus* è apparsa lineare e diretta ($R^2 = 0,4602$; Fig. 8).

Palaemon elegans. È specie molto eurialina, quindi si rinviene facilmente sia in ambienti salmastri e lagunari, sia lungo le coste, su fondi rocciosi ricoperti di alghe, a scarsa profondità (FISCHER *et al.*, 1987). La specie è molto apprezzata dai consumatori, malgrado la taglia ridotta, e viene catturata soprattutto con attrezzi da pesca lagunare (COTTIGLIA, 1983).

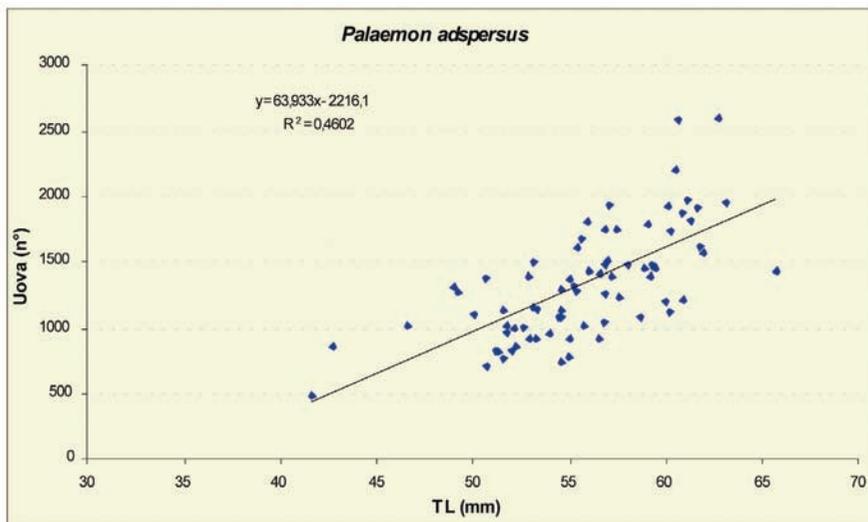


Fig. 8. Correlazione tra fecondità e lunghezza totale in *Palaemon adspersus*, nel lago di Acquatina.

Nel lago di Acquatina questo palemonide risulta poco abbondante rispetto agli altri due palemonidi dei quali si è detto, ed anche in questo caso la popolazione ha mostrato una netta riduzione nel 2007, rispetto all'anno precedente (Fig. 9).

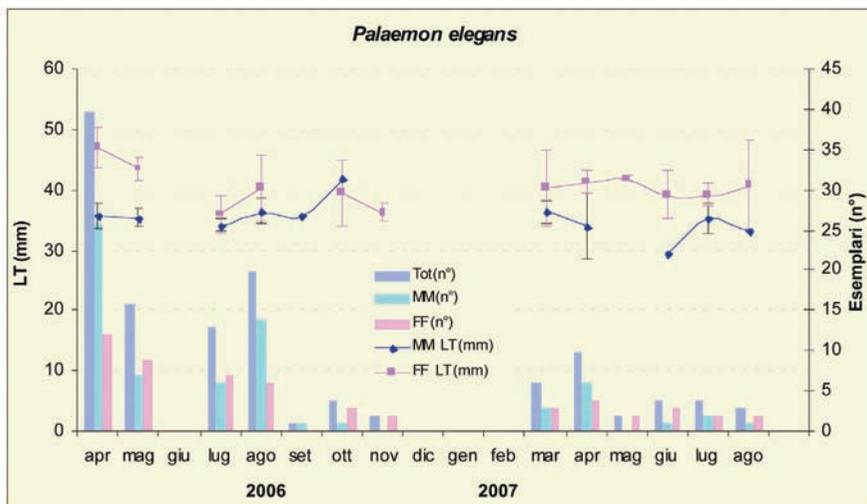


Fig. 9. Distribuzione numerica della popolazione di *Palaemon elegans* nel lago di Acquatina, e rispettive taglie per sessi.

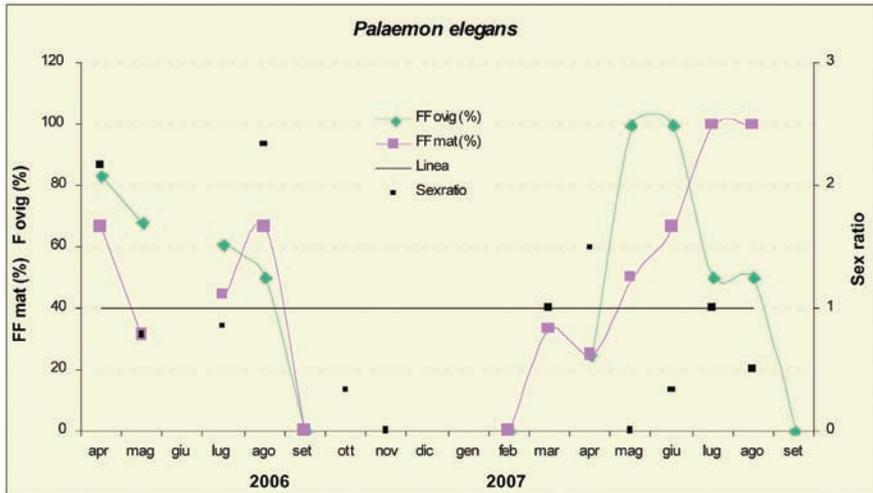


Fig. 10. Sex ratio ed andamento delle percentuali di femmine mature ed ovigere nella popolazione di *Palaemon elegans* del lago di Acquatina.

Gli esemplari sono stati catturati con frequenza maggiore presso la stazione 4 e poco meno nella stazione 1; tuttavia l'analisi dell'ANOVA non ha evidenziato differenze significative nella distribuzione degli animali.

Le femmine mostrano taglia maggiore che nei maschi, ma non è risultato possibile determinare l'andamento e le tendenze delle curve di accrescimento a causa dell'esiguo numero di esemplari campionati. Per lo stesso motivo la sex ratio, sostanzialmente equilibrata (Fig. 10), non mostra una chiara relazione con la fase riproduttiva, che si protrae da marzo ad agosto, con una massima presenza di femmine mature ($GSI > 7$) ed ovigere tra maggio ed agosto.

La fecondità è mediamente di 842 ± 259 uova (minima = 358; massima = 1.396; $n = 24$) e la taglia minima (LT) di riproduzione pari a 34,7 mm, quella massima a 51,4 mm. I pochi dati disponibili indicano una correlazione lineare, se anche poco accentuata ($R^2 = 0,2424$), tra lunghezza totale e fecondità (Fig. 11).

Palaemonetes antennarius. E' un gambero palaemonide, di acqua dolce, che abita acque correnti o a lento decorso (FALCIAI and MINERVINI, 1992), e talvolta è frequente anche in acque lagunari e salmastre, caratterizzate da bassa salinità (fino a 10-12 ‰; COTTIGLIA, 1983; DALLA VIA, 1983). La specie è presente su entrambi i versanti della penisola italiana, in Dalmazia, Grecia, isole dello Ionio ed Egeo fino alla Turchia (FROGLIA, 1978). In Italia, essa è presente dalla Sicilia alla Venezia Giulia, sia in laghi costieri e lagune, sia in laghi interni, sia in numerosi fiumi.

Questo genere molto simile a *Palaemon sp* se ne differenzia per essere provvisto di un palpo mandibolare (GONZÁLEZ-ORTEGÓN and CUESTA, 2006).

P. antennarius vive nel Canale Giammatteo, il quale è caratterizzato da valori pressoché costanti, durante tutto l'anno, di temperatura (da 17,4 a 20,0°C) e di

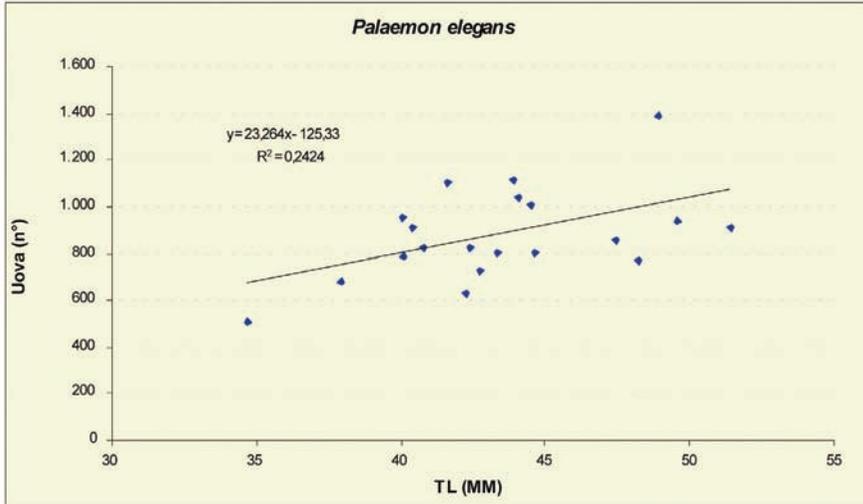


Fig. 11. Correlazione tra fertilità e lunghezza totale in *Palaemon elegans*, nel lago di Acquatina.

salinità (da 1,7 a 2,0 ‰; LUMARE and LUMARE, 2009a), e da una copertura vegetazionale costituita soprattutto da: *Enteromorpha intestinalis*, *Apium nidiflorum* e *Zanichelia palustris*; esso è comunicante con il lago di Acquatina.

La popolazione di *P. antennarius* ivi vivente presenta un rapporto tra sessi abbastanza equilibrato (Fig. 12), anche se manifesta una lieve prevalenza delle femmine (52,9 ‰), con un solo caso di parità (5,8 ‰).

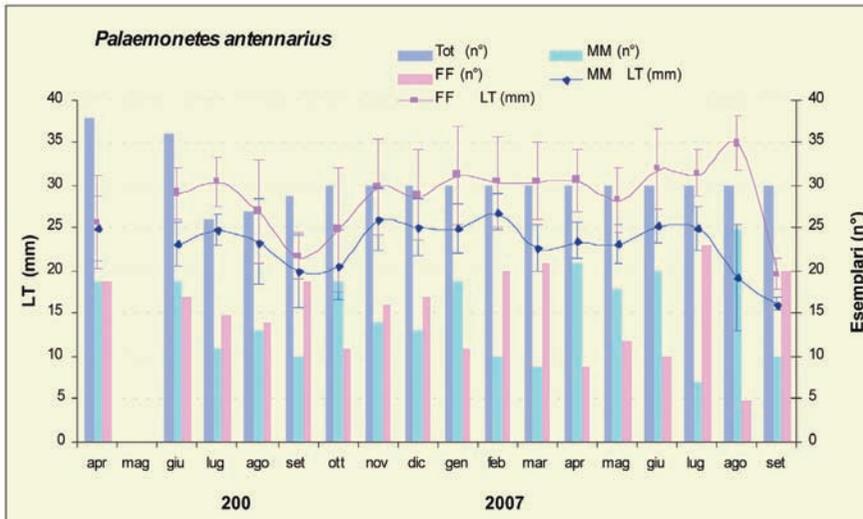


Fig. 12. Composizione per sessi della popolazione di *Palaemonetes antennarius* ed andamento delle curve di accrescimento, distinte per maschi e femmine.

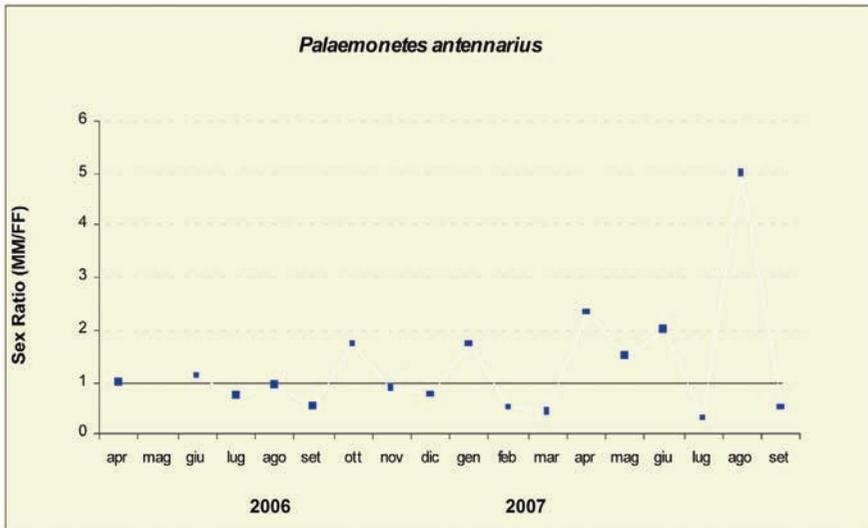


Fig. 13. Sex ratio in *Palaemonetes antennarius*.

Le curve di accrescimento indicano una maggiore taglia (LT) delle femmine rispetto a quella dei maschi e, malgrado l'andamento sia caratterizzato da oscillazioni, è possibile rilevare un decremento della lunghezza totale, in estate, ascrivibile probabilmente al reclutamento dei giovani nati. La flessione della curva in agosto-settembre è presumibilmente dipendente dalla scomparsa degli esemplari più grandi per mortalità naturale; ciò risulta più evidente nei maschi per i quali in agosto l'ampiezza del valore di deviazione standard indica taglie eterogenee, mentre la riduzione in settembre sta a significare uniformità delle taglie su valori bassi (presenza soprattutto di esemplari giovani).

La *sex ratio* (Fig. 13) esprime, nel complesso, una situazione di equilibrio tra i due sessi con lievi divergenze, tranne un solo caso ben pronunciato (5,5) a favore dei maschi, che nulla toglie, tuttavia, alla condizione di complessiva stabilità della popolazione.

La riproduzione di questa popolazione di *P. antennarius* avviene da giugno ad agosto (Fig. 14), quindi in un tempo relativamente ridotto rispetto a quanto rilevato per le specie precedenti, mentre l'ovogenesi inizia fin da marzo, passando attraverso i vari stadi ovogenetici.

La fecondità è mediamente di $28 \pm 11,3$ uova (minimo = 6; massimo = 51; $n = 29$), il cui diametro medio varia da 1.673 ± 219 a $1.202 \pm 147 \mu\text{m}$, valori riferiti rispettivamente all'asse maggiore e a quello minore ($n = 220$). I diametri medi delle uova in avanzato stato di embriogenesi sono ovviamente maggiori (1.818 e $1.307 \mu\text{m}$, rispettivamente per quello maggiore e quello minore), mentre in fase iniziale di embriogenesi risultano mediamente più piccoli (1.552 e $1.115 \mu\text{m}$).

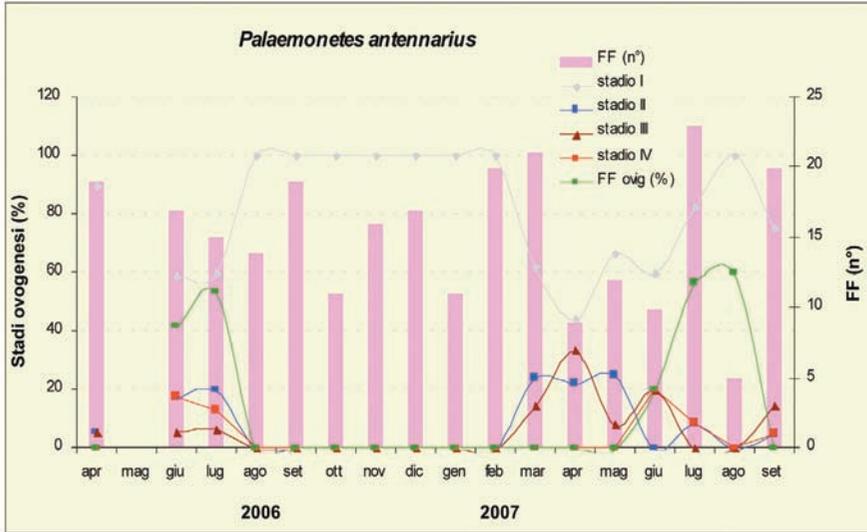


Fig. 14. Sviluppo degli ovari e maturazione sessuale in *Palaemonetes antennarius*.

La taglia minima (LT) di riproduzione è risultata di 25,9 mm, quella massima di 38,5 mm.

La correlazione tra fecondità e la lunghezza totale (Fig. 15) è apparsa lineare e significativamente positiva ($R^2 = 0,7489$; $p < 0,01$).

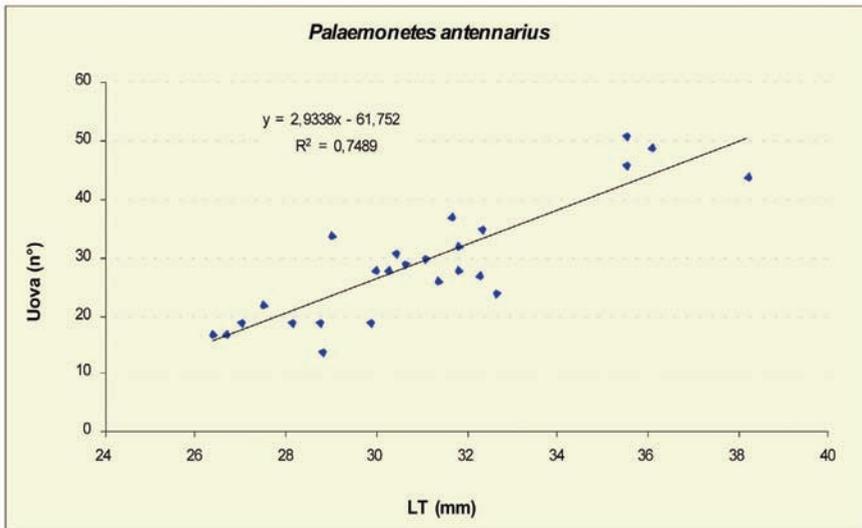


Fig. 15. Correlazione tra lunghezza totale e fecondità in *Palaemonetes antennarius*.

Carcinus aestuarii. Crostaceo decapode brachiuro, specifico del Mediterraneo con presenza in Mar Nero (FISCHER *et al.*, 1987), è tipicamente di acque basse e preferisce gli ambienti salmastri, per cui è molto frequente in lagune e stagni costieri. Sotto il profilo mercantile ha un certo valore economico ed in talune regioni è particolarmente ricercato nella fase di esuviazione (“moleche”; COTTIGLIA, 1983).

C. aestuarii è molto comune nel lago di Acquatina, dove è stato sempre rinvenuto nel pescato (frequenza pari al 100%; LUMARE *et al.*, 2009), ma anche per questa specie è stata rilevata una preoccupante riduzione della consistenza numerica nel 2007, rispetto all’anno precedente (Fig. 16).

La popolazione di *C. aestuarii*, sebbene sia distribuita in tutto il bacino, è stata rinvenuta in quantità maggiori, in modo significativo ($p < 0,01$), nella stazione 1, dove in base all’ANOVA è risultato: $F = 6,6959658$, $F \text{ crit} = 2,786228828$ e il valore di significatività = $0,000675079$. I dati relativi alle varie stazioni sono stati anche confrontati tra di loro, mediante il Tukey’s Multiple Comparison Test, per verificare l’esistenza di differenze nella distribuzione; ed anche in questo caso l’esito è stato positivo per la stazione 1 rispetto a tutte le altre ($P < 0,05$; $q \text{ 1-2} = 4,580$; $q \text{ 1-3} = 5,642$; $q \text{ 1-4} = 5,028$), mentre non vi sono differenze tra le rimanenti (2-3, 3-4 e 2-4).

Nella composizione della popolazione di questo crostaceo, all’interno del lago di Acquatina, i maschi dominano nettamente, per cui la sex ratio ha superato spesso il valore di 50 (fig. 17). Il numero ridotto di femmine nel corpo del lago fa ritenere che queste preferiscano sostare soprattutto nella fascia di contatto con il mare, quando non migrano in mare per la riproduzione.

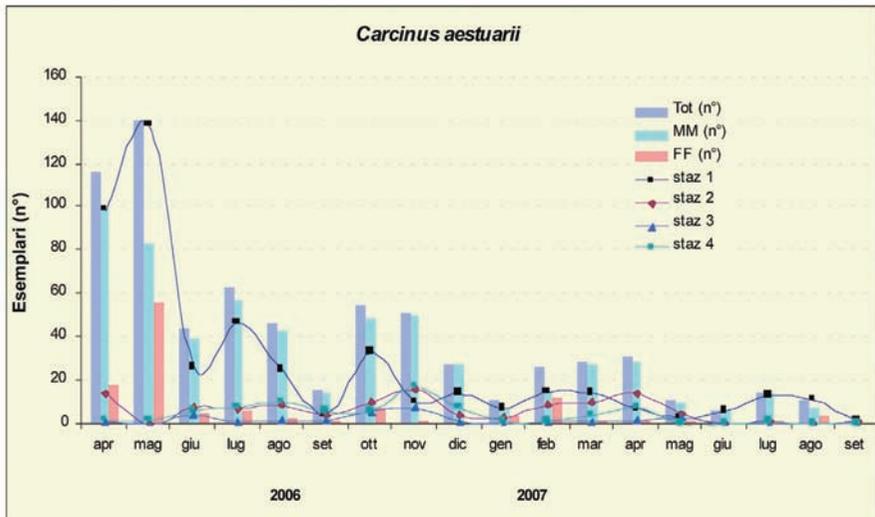


Fig. 16. Composizione per sessi della popolazione di *Carcinus aestuarii* ed andamento delle catture in relazione alle stazioni ed ai tempi, nel lago di Acquatina.

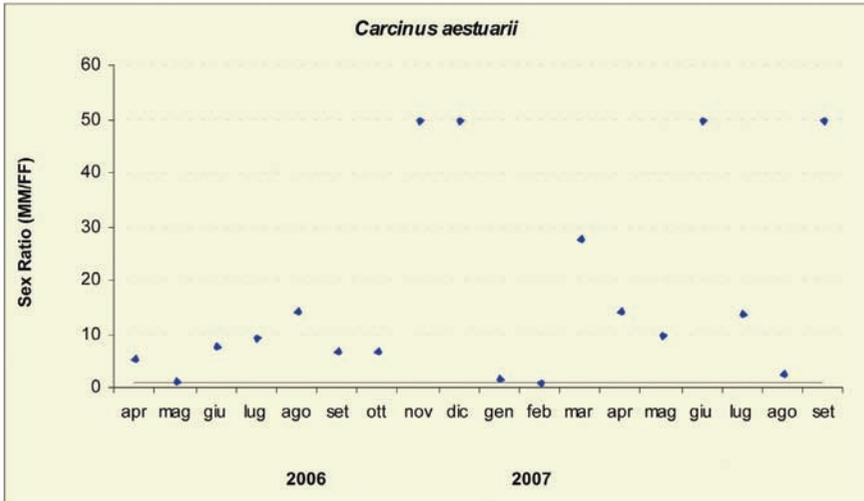


Fig. 17. Sex ratio di *Carcinus aestuarii* nel lago di Acquatina.

L'esame delle taglie (larghezza del carapace; Fig. 18) rivela una netta maggiore dimensione dei maschi rispetto alle femmine, mentre l'andamento delle curve di accrescimento non evidenzia una specifica tendenza, se non continue flessioni indicatrici di ripetuti reclutamenti di animali più giovani.

Le femmine ovigere compaiono da gennaio fino a metà aprile, e quasi unica-

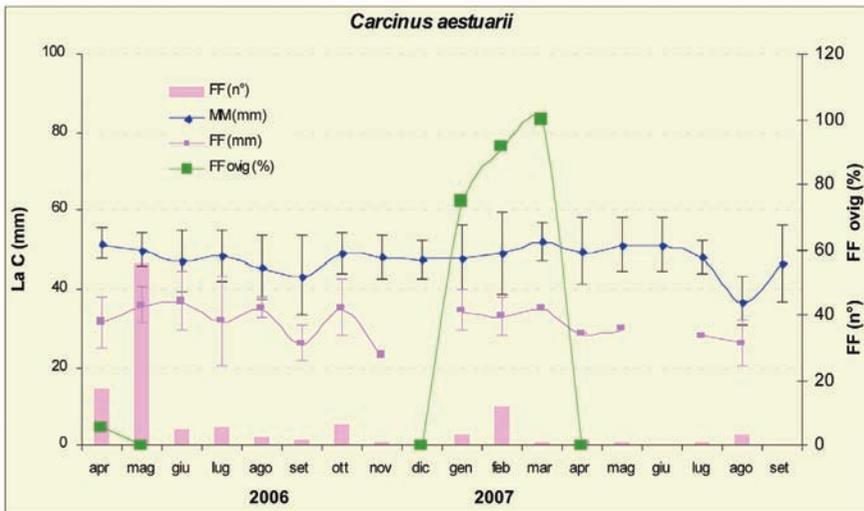


Fig. 18. Andamento della consistenza numerica della popolazione femminile di *Carcinus aestuarii* in relazione alla percentuale di femmine ovigere ed alle curve di accrescimento, nei due sessi.

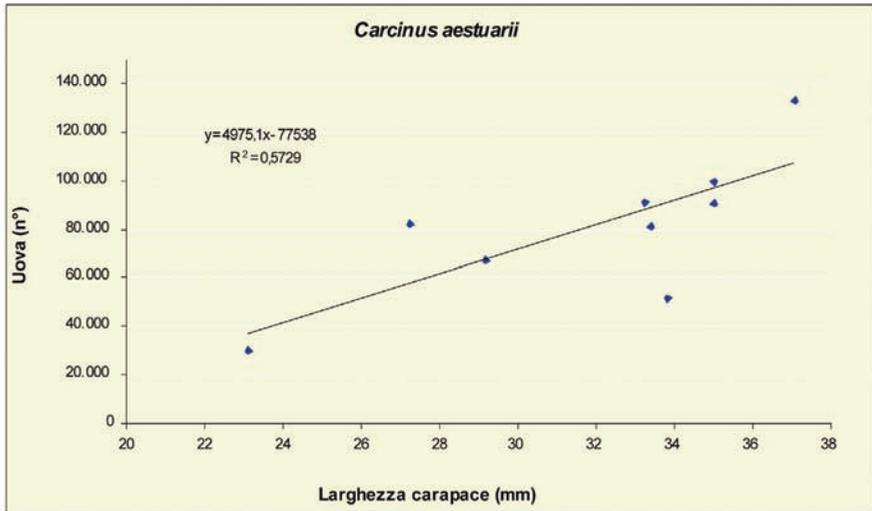


Fig. 19. Correlazione tra fecondità e larghezza del carapace in *Carcinus aestuarii*, nel lago di Acquatina.

mente in prossimità della stazione 1 (88 %; solo il 12 % presso la stazione 2), dove le condizioni ambientali sono più simili a quelle marine. Esemplari ai primi stadi giovanili sono stati catturati in abbondanza, con retini a maglia stretta, nel canale di comunicazione con il mare, nel mese di agosto.

La fecondità media è risultata di 71.101 ± 31.543 uova, con un massimo di 133.759 ed un minimo di 25.784 ($n = 12$).

Non è stata rilevata alcuna differenza significativa tra i diametri di uova emesse da poco rispetto a quelle ad embriogenesi avanzata (con macchie oculari), per cui è stato preso come riferimento del diametro medio, quello calcolato sul lotto complessivo dei due stadi di sviluppo, e risultato pari a 391 ± 26 e $368 \pm 27 \mu\text{m}$, riferiti rispettivamente ai diametri medi maggiore e minore, con diametro minimo da 330 a 270 μm e diametro massimo da 500 a 440 μm ($n = 130$).

La taglia minima di riproduzione (larghezza del carapace, LC), è stata di 23,1 mm, mentre quella massima è risultata pari a 41,3 mm.

La correlazione tra fecondità e la larghezza del carapace (Fig. 19) è apparsa lineare e significativamente positiva ($R^2 = 0,5729$; $p < 0,05$).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La relazione tra sessi nella popolazione di *Palaemon serratus* del lago di Acquatina è favorevole alle femmine e ciò concorda con GUERAO and RIBERA (2000) relativamente alla popolazione mediterranea e differisce da quanto riportato da FELICIO *et al.*, (2002) per la popolazione atlantica.

Sul totale delle femmine (575) esaminate in questo studio soltanto l'1,04 % (6 individui) era costituito da esemplari ovigeri (in gennaio e febbraio). Nel caso degli studi di FELICIO *et al.*, (2003) la percentuale arriva al 38 % su una popolazione di 706 femmine. Tale discrepanza deriva dal fatto che i nostri campionamenti sono stati effettuati in ambiente salmastro che viene abbandonato dalle femmine in fase ovogenetica, mentre la popolazione della costa portoghese è stata studiata in mare dove si riproduce. Questo spiega anche come, per gli stessi autori, l'epoca riproduttiva della specie sulla costa portoghese si prolunga da gennaio a maggio (da novembre ad agosto in acque spagnole atlantiche, secondo FIGUERAS, 1984), mentre nel nostro studio le poche femmine ovigere rinvenute portavano uova soltanto all'inizio dell'ovogenesi.

SAN FELIU (1987) per le acque marine della costa spagnola di Valencia (quindi Mediterraneo) indica i mesi di marzo e aprile quali quelli nei quali maggiormente si trovano femmine ovigere.

La taglia minima di fecondità nel nostro caso è risultata di 64,0 mm, prossima a quella di 69 mm rilevata da FIGUERAS (1984), in quanto nei due casi si tratta di uova nella fase iniziale di ovogenesi; contrasta invece con quella di 77,4 mm riportata da FELICIO *et al.*, (2002), in quanto questa riferita anche a femmine con uova in fase avanzata di vitellogenesi.

Pochi sono i dati bibliografici disponibili su accrescimento e riproduzione di *Palaemon adspersus* e sono riferiti in genere alla popolazione del Mar Nero (BILGIN and SAMSUN, 2006).

Su 560 esemplari del palemonide esaminati nel presente studio il 53,9 % era costituito da femmine (302 esemplari), delle quali ben 137 erano allo stato ovigero (45,4 % del totale delle femmine). La taglia minima di riproduzione (LT) è risultata di 41,6 mm e quella massima pari a 80,0 mm, mentre per la popolazione del Mar Nero sono riportate la minima di 51,0 mm e la massima di = 72,0 mm (in media 60,0 mm; BILGIN and SAMSUN, 2006).

Nel lago di Acquatina femmine ovigere di *P. adspersus* sono state rinvenute da aprile ad agosto e rappresentavano da un minimo del 27,2% ad un massimo del 62,9% della popolazione femminile del campionamento dei mesi di riferimento.

RIEDL (2005) indica come epoca riproduttiva il periodo da maggio a settembre, mentre FALCIAI and MINERVINI (1992) riportano da maggio ad agosto, come rilevato anche per il lago di Acquatina.

BILGIN and SAMSUN (2006) registrano una fecondità di 1.963 ± 144 uova (da un minimo di 750 ad un massimo di 3.710 uova). Nella popolazione del lago di Acquatina la fecondità media è risultata di 1.426 ± 460 uova (con un minimo di 498 ed un massimo di 2.600 unità), riferita a femmine con uova all'inizio dell'embriogenesi. Circa il diametro delle uova ad inizio ovogenesi i dati per il lago di Acquatina (da un massimo di $703 \pm 75 \mu\text{m}$ ad un minimo di $587 \pm 63 \mu\text{m}$; $n = 290$) concordano nel complesso con quelli riportati da BILGIN and SAMSUN (2006), per i quali quello massimo è pari a $739 \mu\text{m}$ e quello minimo a $585 \mu\text{m}$, in uova ad inizio ovogenesi. Mentre a fine ovogenesi il diametro varia da 851 a $622 \mu\text{m}$ (per

la popolazione del lago di Acquatina diverge da $845 \pm 64 \mu\text{m}$ a $682 \pm 61 \mu\text{m}$).

Palaemon elegans, sebbene possa considerarsi comune nel lago di Acquatina, è meno frequente delle specie precedenti. Nel corso dello studio sono stati catturati in tutto 120 esemplari rappresentati per il 56,7% da maschi ed il 43,3% da femmine. Sull'intera popolazione di femmine il 50,0% era costituito da mature (GSI>7) e il 51,9% da ovigere. La presenza ricorrente di femmine al massimo grado della maturazione ovarica e contemporaneamente con uova in avanzata embriogenesi, indica che la specie si riproduce più volte, in accordo a quanto riportato da SMALDON (1979). Tra l'altro l'estrema eurialinità della specie, anche nella delicata fase riproduttiva, ha consentito di catturare femmine portatrici di uova in avanzata embriogenesi, indifferentemente presso le stazioni 1 e 4, caratterizzate da condizioni estreme del gradiente ambientale, e salino in particolare.

Il periodo riproduttivo di *P. elegans* nel lago di Acquatina si estende da aprile ad agosto e risulta compatibile con quanto riportato da FALCIAI and MINERVINI (1992; da aprile a settembre), da RIEDL (2005; nel Mediterraneo Occidentale, da aprile a settembre; nell'Adriatico, da maggio ad agosto) e da DURAN *et al.* (2006; da aprile a settembre, nel Mar Nero).

Ciascuna femmina ovigera porta in media 842 ± 259 uova, ma tale valore risulta più elevato all'inizio dell'embriogenesi (1.026 ± 380 uova), e più basso ad embriogenesi avanzata (807 ± 234 uova). Questi valori sono vicini a quanto riportato da BAŞÇINAR *et al.* (2002; mediamente 860 uova, con minimo 306 e massimo 1.704), ma più bassi rispetto a BILGIN and SAMSUN (2006; media 1.057, minimo 308 e massimo 2.628).

I diametri medi delle uova variano tra 763 ± 90 e $600 \pm 69 \mu\text{m}$ ($n = 110$), riferiti rispettivamente all'asse maggiore e a quello minore e risultano inferiori a quanto riportato da BILGIN and SAMSUN (2006).

Palaemonetes antennarius da noi studiato si riproduce da giugno ad agosto, e durante questo periodo fino ad un massimo del 60 % delle femmine è costituito da ovigere. Poiché la specie si riproduce con temperature superiori a $18-20^\circ \text{C}$ (DALLA VIA, 1986), essa ha almeno 3-4 mesi di tempo per riprodursi nel Lago di Lesina (DALLA VIA, 1983). Secondo MURA *et al.*, (2003) nel Fiume Tirso, in Sardegna, le temperature sono superiori a $18-20^\circ \text{C}$ per un periodo di 6 mesi, quindi il palemonide si riproduce da aprile a settembre con due periodi distinti: maggio-giugno e settembre-ottobre.

Nel Lago di Lesina la fecondità di *P. antennarius* varia da 50 a 60 uova in acque poco salate, in quelle più salate la fecondità media è intorno a 100 uova (DALLA VIA; 1983); ciò risulta nettamente superiore a quanto rilevato nella popolazione presso il lago di Acquatina, la cui fecondità media è pari a 28 uova.

Carcinus aestuarii. Il periodo riproduttivo è notevolmente variabile in funzione delle condizioni mesologiche e dell'andamento stagionale. Esso va da novembre a maggio, con un massimo in febbraio, secondo COTTIGLIA (1983) e da gennaio ad aprile secondo FALCIAI and MINERVINI (1992). RIEDL (2005) riporta da gennaio ad aprile, nel Mediterraneo Occidentale, e da aprile a settembre, nell'Adriatico.

Nel nostro studio le femmine ovigere sono state rinvenute da gennaio alla metà di aprile, con il massimo in marzo. WARMAN *et al.*, (1992) hanno messo in evidenza meccanismi comportamentali che condizionano le migrazioni di questi animali, in relazione alla salinità e per i quali essi si localizzano in ambienti con salinità tra 25 e 35 ‰, e tendono ad allontanarsi da acque superiori a 38 ‰ ed inferiori a 17 ‰.

Con il presente studio viene portato un contributo alla conoscenza sulla composizione strutturale di popolazione e sulla biologia riproduttiva dei principali Crustacea Decapoda che abitano il lago di Acquatina.

Sono stati determinati con buona approssimazione molti aspetti che riguardano l'accrescimento, le migrazioni, le taglie minime di riproduzione e la fecondità delle specie considerate. Tali elementi sono importanti per una gestione responsabile del sistema acquatico, comunque e sempre sottoposto alla pressione da parte delle attività limitrofe, e ciò in previsione anche di una sua utilizzazione (pesca, balneazione, turismo, antropizzazione di qualsiasi tipo) che sia sostenibile ed in equilibrio con i condizionamenti imposti, in via diretta o indiretta, dalle attività umane.

Aldilà dei vari e specifici aspetti che riguardano la biologia delle specie, risalta il fatto che le popolazioni di quelle maggiormente legate al delicato equilibrio del sistema salmastro stanno manifestando una preoccupante contrazione numerica. Ciò potrebbe essere determinato da nuovi equilibri ambientali in fase di assestamento, e forse legati anche ai recenti lavori di attivazione dei canali a mare.

Lo studio delle popolazioni dei crostacei decapodi ed il controllo delle loro vicende potrebbe costituire un buon metodo di controllo indiretto e molto sensibile dell'ambiente e dei mutamenti in atto che potrebbero sconvolgere gli attuali equilibri.

BIBLIOGRAFIA

- BALASUNDARAM C., PANDIAN T.J., 1982. Egg loss during incubation in *Macrobrachium nabilii*. *J. Experimental Mar. Biol.Ecol.*, 59:289-299.
- BAŞÇINAR N. S., DÜZGÜNEŞ E., BAŞÇINAR N., SAĞLAM H. E., 2002. A preliminary study on reproductive biology of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 along the South-eastern Black Sea coast. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*2: 109-116.
- BILGIN S., SAMSUN O., 2006. Fecundity and egg size of three shrimp species , *Crangon crangon*, *Palaemon adspersus* and *Palaemon elegans* (Crustacea: Decapoda: Caridea), off Sinop Peninsula (Turkey) in the Black Sea. *Turk. J. Zool.*, 30: 413-421.
- COTTIGLIA M., 1983 - Crostacei Decapodi lagunari. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche (Roma)*, AQ/1/225, vol.10: 149 pp.
- DALLA VIA G. J., 1983. Ecological studies on the freshwater shrimp *Palaemonetes antennarius* of Laguna di Lesina (Gargano, South Italy). *Arch. Hydrobiol.* 97 (2): 227-239.
- DALLA VIA G. J., 1986. Ecological zoogeography of *Palaemonetes antennarius* (Crustacea, Decapoda). *Arch. Hydrobiol.* 106 (2): 251-262.

- DE MITRI R., 2004 . Pesci e Crostacei Decapodi del Bacino di Acquatina (Lecce). *Thalassia Salentina*, 27: 21-32.
- DURAN M., SUIÇMEZ M., KAYIM M., KAYNAR C., 2006. Preliminary analysis of the biological characteristics of *Palaemon elegans* (Decapoda, Palaemonidae) in the coast of Sinop, Black Sea, N. Turkey. *Pak. J.Biol.Sci.*,9(5):848-853.
- FALCIAI L, MINERVINI R., 1992. Guida dei Crostacei Decapodi d'Europa. Muzzio Franco Editore, Padova.:1-282.
- FELÍCIO M., VIEGAS M., SANTOS P., CARVALHO F., 2002. Estudio de la actividad reproductora del camarón *Palaemon serratus* Pendant, 1775 capturado en Angeiras (costa norte de Portugal). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 18 :159-163.
- FIGUERAS A., 1984. Biología y pesca del camarón (*Palaemon adspersus* y *Palaemon serratus*) en la ria de Vigo. Tesis doctoral Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela (A Coruña), España: 177 pp.
- FISCHER W., BAUCHOT M.-L., SCHNEIDER M., (editors) 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour le besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume 1 et 2. *Publication préparée par la FAO, resultat d'un accord entre lla FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC)*. Vol. 1- 760 p ; Vol. 2 :761-1530.
- FROGLIA C., 1978. Decapodi (*Crustacea Decapoda*). *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane Consiglio Nazionale delle Ricerche. AQ/1/9:1-42.*
- GONZÁLEZ-ORTEGÓN E., CUESTA J. A., 2006. An illustrated key to species of *Palaemon* and *Palaemonetes* (Crustacea Decapoda Caridea) from European waters, including the alien species *Palaemon macrodactylus*. *J. Mar. Biol. U.K.*. 86:93-102.
- GUERAO G., RIBERA C., 2000. Population characteristics of the prawn *P. serratus* (Decapoda, Palaemonidae) in shallow Mediterranean Bay. *Crustaceana*, 73 (4): 459-468.
- LUMARE L., LUMARE D., 2009a. Andamento dei parametri fisico-chimici nel lago di Acquatina (aprile 2006-settembre 2007). *Thalassia Salentina*, 31, Suppl.: 9-20.
- LUMARE D., LUMARE L., 2009b. Migrazione e accrescimento dei giovanili del Crostaceo Decapode (Penaeidae) *Melicertus kerathurus* Forskäl 1775 nel lago di Acquatina. *Thalassia Salentina*, 31, Suppl.: 117-126.
- LUMARE D., LUMARE L., SCIROCCO T., FLORIO M., LUMARE F., 2009 . Composizione strutturale e dinamica del pescato nel lago di Acquatina. *Thalassia Salentina*, 31, Suppl.: 63-82.
- MURA M., PESCI P., SABATINI A., 2003. Note sull'accrescimento e sulla riproduzione di *Palaemonetes antennarius* (H. Milne Edwards, 1837) (Crustacea, Decapoda) nel Fiume Tirso. *Biol. Mar. Medit.* (10): 281-286.
- RIEDL R., 2005. Fauna e Flora del Mediterraneo. Franco Muzzo Editore: 777 pp
- SAN FELIU J. M., 1987. La acuicultura marina en la comunidad valenciana. *Publicaciones del Excelentísimo Ayuntamiento de Castellon de la Plana. ARMENGOT Imprenta. Castellon, España* : 406 pp
- SMALDON, G., 1979. British Coastal Shrimp and Prawns. Academic Press, London: 220 pp
- WARMAN C.G., ABELLO P., NAYLOR E., 1991. Behavioural responses of *Carcinus mediterraneus* Czerniavsky, 1884 to changes in salinity. *Sci. Mar.*, 55(4): 637-643.