

## Relazione a cura di AGRIS Sardegna

La condizione di molti stock ittici marini è intimamente legata allo stato di salute degli ambienti acquatici di transizione, quali stagni e lagune. Questi infatti sono caratterizzati da un'elevata produttività legata agli importanti apporti nutrizionali esterni (bacino imbrifero e maree), interni e derivanti da produzioni primarie ad opera di macrofite, microfite bentoniche e fitoplancton (Mc Lusky e Elliott, 2004).

Numerose specie nectoniche hanno adattato i loro cicli biologici, in particolare le fasi giovanili, al fine di massimizzare lo sfruttamento delle ingenti risorse trofiche che si rendono disponibili all'interno di questi ambienti (Elliott e Hemingway, 2002).

Sono soprattutto gli ambienti di transizione quali stagni e lagune ad ospitare in gran numero i giovanili di specie nectoniche marine che grazie a questi ambienti possono, una volta accresciutisi, completare il loro ciclo biologico tornando in mare. Di conseguenza la perdita di questi ecosistemi, rappresenta uno dei principali rischi per la sostenibilità delle attività alieutiche, in particolare in quelle regioni caratterizzate da una grande estensione degli ambienti di transizione (Schmiten, 1999).

In Italia sono andate perdute in passato grandi superfici di zone umide salmastre a causa di interventi antropici resisi necessari per fini di salute pubblica (bonifiche antimalariche), oppure di conversione dei suoli ad uso agricolo (bonifiche fondiarie) (Rossi et al., 1999).

Con questi presupposti, diventa assolutamente necessaria la conservazione di questi ambienti di transizione, sostenuta da normative nazionali e della comunità europea, volte non soltanto alla salvaguardia della biodiversità, ma al fine di garantire nel tempo la sostenibilità del prelievo alieutico (Water Frame Directive 2000/60/CE), possibile con una integrazione delle pratiche tradizionali di pesca con pratiche acquacolturali.

A livello mondiale, l'acquacoltura è il settore, nel campo delle produzioni alimentari, con il più elevato trend di crescita. Infatti la produzione mondiale da acquacoltura ammontava a 1 milione di tonnellate nel 1950 mentre oggi si attesta intorno a 50 milioni di tonnellate (67% Cina) e si prevede che nel 2030 possa raggiungere 85 milioni di tonnellate. Secondo quanto riportato dall'ISMEA nel checkup del settore ittico 2013, in Italia nel 2012 i prodotti dell'acquacoltura hanno rappresentato in volume il 49,6% della produzione ittica totale nazionale (204.000 t). La produzione si concentra in modo particolare su cinque specie: trote, spigole, orate per la piscicoltura; mitili e vongole veraci per la molluschicoltura. Secondo i dati dell'Associazione Piscicoltori Italiani, la quota predominante è costituita dalla molluschicoltura (65%) e, nell'ambito di questa, la mitilicoltura ha il peso maggiore con oltre il 76% delle quantità prodotte, a

fronte del 24% della venericoltura. La piscicoltura riveste però un ruolo importante per quanto concerne il valore del prodotto che rappresenta il 66% del totale: la troticoltura concorre per un 39% ai ricavi complessivi, seguita dall'allevamento delle specie eurialine (orate 20% e spigole 18% circa). In media il 12% delle proteine della nostra dieta provengono dal consumo di prodotti ittici che rappresentano anche un'importante fonte di acidi grassi, vitamine e minerali, indicati per la prevenzione di malattie cardiache. L'aumento del consumo di prodotti ittici dell'acquacoltura italiana deriva anche da interessanti considerazioni: continuità negli approvvigionamenti; salubrità del prodotto, intesa come contenuto in proteine nobili e grassi "buoni"; elevata qualità dei nostri pesci rispetto a quelli prodotti da altre nazioni dovuta principalmente all'ambiente di allevamento ed ai mangimi utilizzati (esiste uno stretto legame tra qualità delle acque di allevamento e prodotto). Negli ultimi anni l'acquacoltura italiana si è caratterizzata anche per una rilevante diversificazione in termini di sistemi produttivi e di tecnologie adottate, in linea con le diversità geografiche ed ambientali del territorio. Vi è inoltre maggior consapevolezza, sia da parte degli operatori che dei consumatori, sugli aspetti ambientali legati alle pratiche acquacolturali. Da ciò ne deriva la necessità di garantire nell'intera filiera produttiva oltre agli aspetti legati alla qualità e alla sicurezza alimentare, anche quelli inerenti la tutela dell'ambiente e dell'ecosistema con l'utilizzo di tecniche di allevamento innovative.

Lo sviluppo di un'industria dell'acquacoltura più competitiva e rispettosa dell'ambiente è un obiettivo prioritario dei finanziamenti europei, sia attraverso il Fondo europeo per la pesca (FEP) che nell'ambito dei programmi UE per la ricerca. Nel 2009 la Commissione ha proposto una strategia per il futuro dell'acquacoltura europea che poggia su tre elementi chiave:

- aiutare il settore a diventare più competitivo attraverso un forte sostegno alla ricerca e allo sviluppo, un migliore assetto territoriale lungo le zone costiere e nei bacini fluviali e aiuti specifici attraverso la politica per il mercato della pesca dell'UE;
- garantirne la sostenibilità mantenendo metodi di produzione rispettosi dell'ambiente ed elevati standard in termini di salute e benessere degli animali e tutela dei consumatori;
- migliorare la gestione e assicurare condizioni favorevoli alle imprese a tutti i livelli (locale, nazionale ed europeo) per consentire al settore di realizzare appieno le sue potenzialità.

I vari documenti redatti dalla commissione europea negli ultimi anni pongono in evidenza che " *la molluschicoltura è la principale voce produttiva dell'acquacoltura nazionale, basata quasi esclusivamente sull'allevamento dei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) e della vongola verace filippina (*Ruditapes philippinarum*)*". L'ostreicoltura invece è ancora una pratica poco esercitata in Italia ed è, il più delle volte, un'attività associata solo marginalmente alla mitilicoltura (Rossi et al., 2001).

L'applicazione di modelli di introduzione e razionalizzazione della filiera produttiva di mitili e ostriche può rappresentare un valido supporto alla raccolta di molluschi bivalvi veneridi quasi esclusivamente effettuata su banchi naturali.

A livello locale questo progetto trova le sue principali motivazioni nella presenza di una forte richiesta di prodotti ittici di elevato valore economico da parte del mercato interno e nella vocazione del sito prescelto per le attività di molluschicoltura.

Inoltre i molluschi bivalvi, ed in particolare mitili ed ostriche, essendo dei potenti filtratori (un singolo individuo adulto può filtrare fino a 60-80 litri d'acqua in un giorno, con un'efficienza di filtrazione che può raggiungere il 90 % per particolato sospeso di 2-5  $\mu\text{m}$ ) potrebbero dare un'importante contributo alla chiarificazione delle acque lagunari che refluiscono naturalmente nel golfo prospiciente, creando soprattutto nel periodo estivo degli spiacevoli episodi di maree gialle (fioriture algali) che generano imbarazzo fra gli operatori turistici locali.

In questo contesto, attraverso la realizzazione delle diverse attività previste, si possono apportare numerosi vantaggi sia dal punto di vista economico-occupazionale che ambientale. In particolare si potrà strutturare una nuova filiera locale inerente alla produzione di *Mytilus galloprovincialis* e *Crassostrea gigas* con garanzia di tracciabilità del prodotto, caratteristica attualmente molto richiesta dal mercato.

In sintesi, questo progetto contribuisce all'integrazione ed alla diversificazione delle tradizionali pratiche alieutiche già in atto nella laguna migliorando i livelli produttivi e, conseguentemente, quelli occupazionali, valorizzando e incrementando le produzioni lagunari per mezzo di tecniche innovative a basso costo totalmente ecocompatibili.

## Obiettivi

Il progetto prevedeva l'allevamento, secondo un sistema tradizionale, del mitilo *Mytilus galloprovincialis* e dell'ostrica concava, *Crassostrea gigas*, attraverso una tecnologia più recente messa a punto dall'Agris Sardegna.

Gli obiettivi generali dell'attività di ricerca hanno previsto di:

- valutare la potenzialità produttiva molluschi;
- razionalizzare la gestione produttiva di questo ambiente salmastro costiero attraverso l'applicazione di sistemi di allevamento di molluschi bivalvi;
- concorrere alla conservazione dell'ambiente lagunare attraverso l'applicazione di pratiche di acquacoltura eco-compatibile.
- operare un trasferimento di tecniche e tecnologie conosciute e sperimentate nel campo dell'acquacoltura di molluschi bivalvi.

4

In particolare gli obiettivi scientifici specifici di questa prima fase di studio, sono stati focalizzati sulla messa a punto di un protocollo *ad hoc* per l'allevamento di molluschi bivalvi nello stagno di Calich e sulla valutazione delle potenzialità produttive di queste pratiche acquacolturali al fine di definire modelli produttivi eco-compatibili, per la valorizzazione delle risorse della laguna stessa.

### Materiali e metodi

L'allevamento dei mitili è stato effettuato, in coltura sospesa, su un piccolo impianto tipo "Trieste" costituito da 2 singole "ventie" (cime), rette da pali di legno fissati profondamente nel sedimento fangoso ed affioranti dall'acqua per circa 1 metro (fig. 1), realizzato *ad hoc* ed installato nel tratto di laguna compreso tra Punta San Gialmini e Punta Fighera. Le ostriche concave sono state posizionate in poches, fissate ad un sistema di galleggiamento messo a punto dai ricercatori del Servizio Risorse Ittiche dell'Agris e costruito da una ditta specializzata, fissato anch'esso alle cime dell'impianto descritto (fig. 2).

Gli esemplari di *Mytilus galloprovincialis* utilizzati per la sperimentazione, sono stati acquistati presso un allevamento presente nel Golfo di Olbia, mentre il seme di *Crassostrea gigas* è stato acquistato presso uno schiuditoio francese (fig. 3).

I mitili sono stati "innestati" in 60 reste della lunghezza di 80 cm, costituite da una calza in materiale plastico avente maglia pari a 38 mm mentre, le 650 ostriche in 4 poches della dimensione di 1 x 0.5 m con maglia da 0.5 cm alla densità di 165 individui per poches e dall'intera biomassa è stato prelevato un campione statisticamente rappresentativo (90 individui) per la determinazione delle caratteristiche morfometriche iniziali (T0): lunghezza, larghezza, peso totale.

L'allevamento dei mitili è iniziato a dicembre 2018 e si è protratto fino a luglio 2019, utilizzando la tecnica esposta in precedenza. Allo scopo di evitare l'attacco dei molluschi da parte di predatori quali orate e

saraghi, le singole reste sono state “inserite” in un cilindro costituito da rete di polietilene del tipo utilizzato in agricoltura (Fig. 4). Questo sistema è risultato più razionale rispetto al posizionamento di reti protettive perimetrali che avrebbero richiesto un lavoro di pulizia particolarmente gravoso per i pescatori della cooperativa.

In corrispondenza della stazione di allevamento, con cadenza mensile, sono stati rilevati i principali parametri fisico-chimici dell’acqua (temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto e clorofilla) mediante sonda multiparametrica Idronaut OCEAN SEVEN 316 Plus CTD (Fig.5).

Per quanto riguarda la valutazione dell’accrescimento dei mitili, mensilmente sono stati effettuati campionamenti sulle singole reste. Per ciascun campionamento sono stati prelevati da un insieme di 9 reste, 10 individui di *Mytilus galloprovincialis* per singola resta e su ciascun individuo prelevato, mediante calibro elettronico di precisione con sensibilità 0.1 mm e bilancia tecnica ( $\pm 1$  mg) (Fig. 6), sono stati rilevati i seguenti parametri morfometrici:

- lunghezza (massimo asse antero-posteriore);
- larghezza (massimo asse dorso-ventrale);
- peso totale;

La biomassa di ostriche utilizzata per la preparazione delle poche era pari a circa 0,125 kg. Successivamente dall’intera biomassa è stato prelevato un campione statisticamente rappresentativo (90 individui) per la determinazione delle caratteristiche morfometriche iniziali (T0): lunghezza, larghezza, peso totale.

L’allevamento dell’ostrica concava è stato effettuato da gennaio a novembre 2019, utilizzando la tecnica esposta in precedenza.

In corrispondenza della stazione di allevamento, con cadenza mensile, sono stati rilevati i principali parametri fisico-chimici dell’acqua (temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto e clorofilla) mediante sonda multiparametrica Idronaut OCEAN SEVEN 316 Plus CTD (Fig.5).

Per quanto riguarda la valutazione dell’accrescimento delle ostriche, mensilmente sono stati effettuati campionamenti conservativi sulle singole poche. Per ciascun campionamento sono stati prelevati 25 individui di *Crassostrea gigas* per singola poche e su ciascun individuo prelevato, mediante calibro elettronico di precisione con sensibilità 0.1 mm e bilancia tecnica ( $\pm 1$  mg) (Fig. 6), sono stati rilevati i seguenti parametri morfometrici:



- lunghezza (massimo asse antero-posteriore);
- peso totale;

## Risultati

### Parametri idrologici

Durante la sperimentazione, effettuata, per quanto riguarda l'allevamento di mitili dal 5 dicembre 2018 al 1 luglio 2019 e per quanto riguarda l'ostrica concava dal 4 marzo 2019 all'11 novembre 2019, è stata portata avanti, con frequenza mensile, una campagna di monitoraggio dei parametri fisico-chimici dell'acqua, allo scopo di seguire le variazioni delle condizioni ambientali di allevamento e le loro possibili ripercussioni sulle performances di crescita dei molluschi allevati.

Nella Tabella 1 sono rappresentati i valori di temperatura, salinità, ossigeno disciolto, concentrazione di clorofilla *a* e pH dell'acqua, registrati mediante sonda multiparametrica in corrispondenza dell'impianto di allevamento sperimentale.

L'analisi dei dati registrati durante il periodo di sperimentazione mostra come i valori di salinità, ossigeno disciolto e pH siano perfettamente rispondenti ai range auspicabili per ambienti con finalità zootecniche. Infatti, solamente per brevi periodi i parametri suddetti hanno mostrato delle variazioni significative che potrebbero essere messe in relazione con riduzione dei tassi di accrescimento e incremento di quelli di mortalità. Questi appaiono infatti quasi sempre nei limiti di sopravvivenza delle specie allevate. Un discorso a parte merita la clorofilla, parametro fondamentale per valutare la portanza dell'ambiente di allevamento. Questa, per buona parte dell'anno (primavera-estate e autunno) ha fatto registrare valori compresi tra 3,4 e 9,4  $\mu\text{g l}^{-1}$ , che rappresentano il valore aggiunto di questo ambiente. Infatti i valori registrabili durante gli stessi periodi nella maggior parte delle lagune tirreniche, risultano essere sensibilmente inferiori. I dati registrati durante questa campagna confermano essenzialmente quelli registrati in passato durante altre sperimentazioni (Serra et al. 2011).

Tab.1 Valori medi dei parametri fisico-chimici dell'acqua registrati, su 3 batimetriche, durante la sperimentazione.

Data	Profondità cm	Temperatura °C	Salinità psu	Ox. mg l <sup>-1</sup>	D. Clorofilla <i>a</i> μg l <sup>-1</sup>	pH
03/12/2018	30	13,5	4,4	8,2	1,29	7,7

	60	15,4	31,9	6,4	1,34	7,4
	100	16,5	34,5	5,6	0,64	7,6
07/01/2019	30	10,9	16,0	4,3	0,39	8,2
	60	13,2	32,5	3,8	0,64	8,1
	100	13,8	35,6	3,7	0,48	8,1
04/02/2019	30	10,7	1,8	4,4	1,31	7,9
	60	10,7	1,8	4,4	1,3	7,9
	100	12,2	26,1	3,5	1,3	7,6
04/03/2019	30	14,8	17,7	6,9	1,67	8,2
	60	14,8	18,3	7,1	1,95	8,2
	100	14,5	33,5	6,5	2,3	8,2
01/04/2019	30	19,8	18,6	5,2	1,37	8,5
	60	17,0	32,3	6,3	3,41	8,6
	100	16,5	34,0	6,9	1,15	8,5
06/05/2019	30	14,0	23,4	7,2	0,71	9,0
	60	14,0	23,5	7,0	0,71	9,0
	100	13,9	23,7	6,6	0,98	8,9
03/06/2019	30	20,5	28,9	11,4	2,73	8,3
	60	17,9	36,3	12,8	3,54	8,1
	100	17,9	36,7	12,0	1,09	8,0
01/07/2019	30	30,1	31,1	7,1	5,42	8,0
	60	28,2	32,6	7,4	6,84	8,0
	100	26,2	36,3	6,9	8,68	7,8
29/07/2019	30	25,7	33,8	5,89	n.r.	7,9
	60	25,7	33,8	5,78	n.r.	7,9
	100	25,7	34,0	5,61	n.r.	7,9
02/09/2019	30	25,5	32,2	10,31	n.r.	8,18
	60	25,5	35,5	9,27	n.r.	8,08
	100	25,5	37,6	7,2	n.r.	7,96
11/10/2019	30	19,6	23,6	6,7	n.r.	8,1

	60	20,0	24,9	7,0	5,69	8,5
	100	21,2	28,7	7,2	9,44	8,6

## Risultati

### Parametri morfometrici in *Mytilus galloprovincialis*

Nella figura 7 è rappresentato l'andamento dei parametri lunghezza e larghezza, nel periodo di tempo compreso tra l'1 dicembre 2018 e l'1 luglio 2019, considerando l'evoluzione dei relativi valori medi registrati. A luglio le acque del Calich hanno superato il 28 gradi (vedi termografia pag. ) portando alla morte le colonie di *Mytilus galloprovincialis*, motivo per cui la sperimentazione è continuata solo su *Crassostrea gigas*.

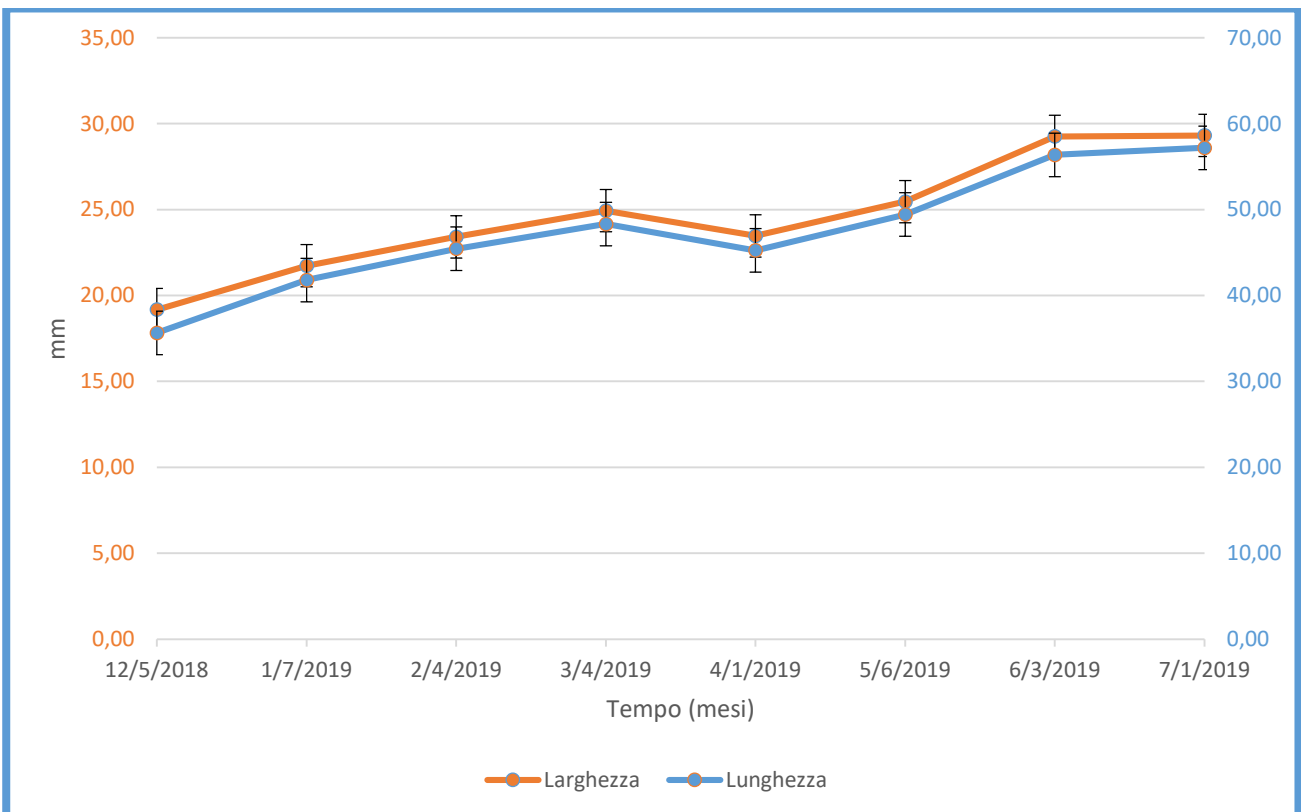




Fig. 7 Andamento dei parametri lunghezza e larghezza durante i 7 mesi di allevamento sperimentale in *Mytilus galloprovincialis*, nello stagno di Calich.

Si può notare come fino a marzo, l'incremento di questi parametri sia stato significativo con un +17% nel mese di dicembre, +9% a gennaio e +6% a febbraio per quanto riguarda la lunghezza e + 13,5% a dicembre, +7,7% a gennaio e + 6,5% a febbraio per la larghezza. Nel mese successivo invece, si nota un decremento, anche se trascurabile (-6%), in entrambi i valori medi, da ascrivere probabilmente ad una variabilità, legata alle operazioni di campionamento sulle singole reste. Successivamente, l'andamento delle curve relative ai due parametri si evolve quasi parallelamente con un ulteriore + 26% e + 25% nei tre mesi successivi, per lunghezza e larghezza rispettivamente.

Per quanto riguarda il peso (Fig. 8), si può notare una prima fase di incremento ponderale molto importante nei primi 3 mesi (+163%), un mese di decremento, così come per i parametri morfometrici (-19%) ed un nuovo aumento del peso medio a partire da aprile fino al termine della prova sperimentale (+121%) avvenuta a luglio.

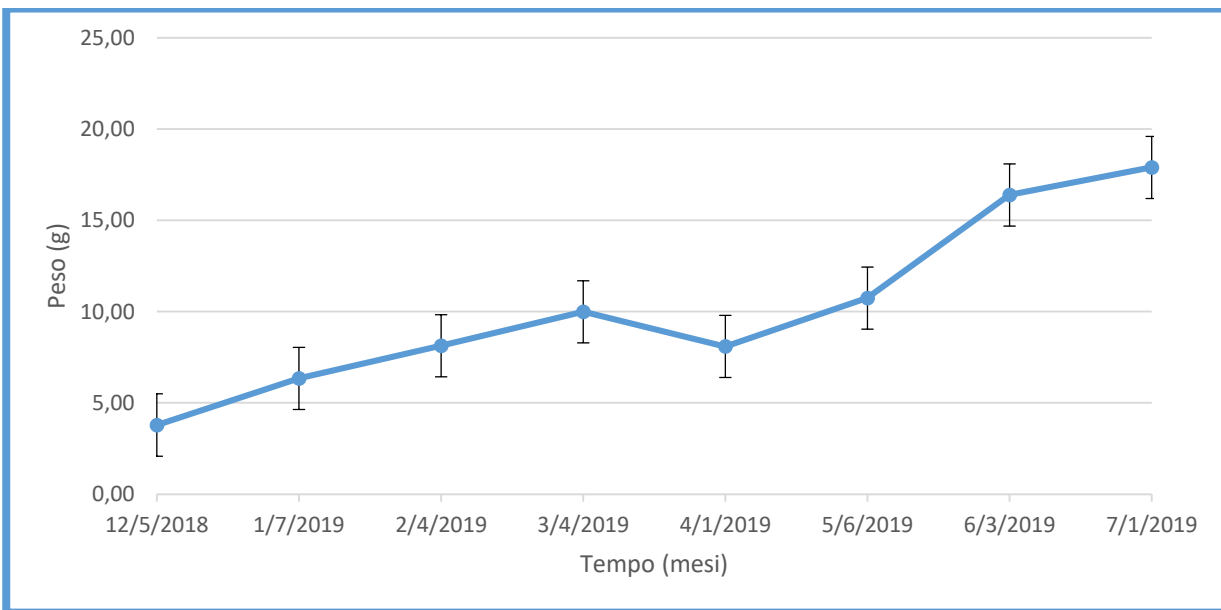


Fig. 8 Andamento del peso totale medio in *Mytilus galloprovincialis*, durante i 7 mesi di allevamento sperimentale nello stagno di Calich.

Per quanto riguarda il peso, il valore massimo registrato per un singolo individuo, al termine della sperimentazione è stato pari a 30 g, mentre il valore minimo è stato di 4 g.

### Parametri morfometrici in *Crassostrea gigas*

Per quanto riguarda le performance di crescita dell'ostrica concava, nell'ambito della prima fase di allevamento (T0, T1 e T2) le rilevazioni biometriche hanno riguardato esclusivamente il parametro peso data la fragilità della conchiglia di ostriche così piccole che, qualora misurate con calibro sarebbero andate incontro ad una rottura del bordo conchigliare con conseguente errore di misura di entità non trascurabile.

Pertanto per quanto riguarda la lunghezza la rilevazione dei dati è iniziata a partire dal mese di maggio in cui è stato registrato un valore medio pari a 23,7 mm. Nei mesi successivi l'incremento della lunghezza è stato repentino durante il periodo estivo e piuttosto ridotto in autunno (Fig. 9). Infatti l'incremento percentuale nei singoli mesi è stato del 18,5% a maggio, 41% a giugno, 12,9% a luglio, 40% ad agosto, 4,1% a settembre e 1,8% ad ottobre. Si è raggiunta così una taglia media finale pari a 66,69 mm di lunghezza.

10

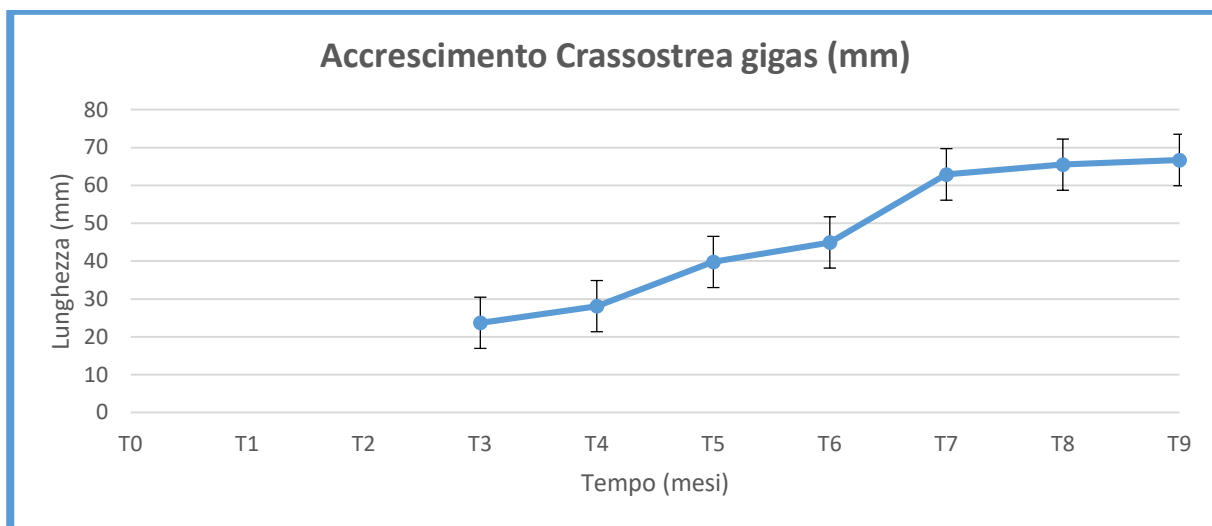


Fig. 9 Andamento medio del parametro lunghezza della conchiglia in *Crassostrea gigas* dal 6 maggio 2019 all'11 novembre 2019, nello stagno di Calich.

Il rilevamento dell'incremento ponderale degli individui di *Crassostrea gigas* allevati è stato svolto per un periodo di circa 9 mesi, a partire dai 0,19 grammi di peso medio del seme immesso nello stagno in data 31 gennaio 2019 fino al raggiungimento del peso medio di circa 60 g in data 11 novembre 2019. Analizzando i dati medi rilevati mensilmente e osservando il grafico di Fig. 10 si possono distinguere 2 fasi di accrescimento, la prima invernale-primaverile della durata di circa 4 mesi caratterizzata da un incremento medio mensile pari a 0,9 grammi e la seconda estivo-autunnale caratterizzata da un incremento medio mensile pari a 11 grammi.

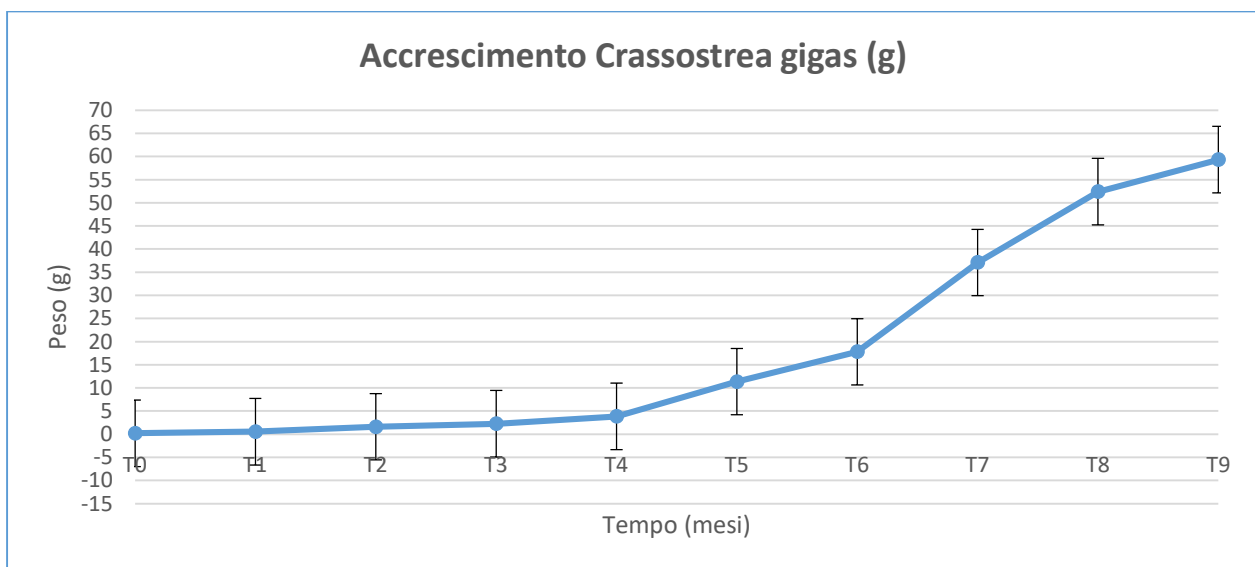


Fig. 10 Andamento del peso totale medio in *Crassostrea gigas*

## Bibliografia

Elliott M., Hemingway K.L., (eds.), 2002. *Fishes in estuaries*. Blackwell Science, Oxford, U.K.

Mc Lusky D.S., Elliott M., 2004. *The estuarine ecosystem*. Oxford University Press, 214 pp.

## Rapport de AGRIS Sardaigne

L'état de nombreux stocks de poissons marins est intimement lié à l'état de santé des milieux aquatiques de transition, tels que les étangs et les lagunes. Ceux-ci sont en effet caractérisés par une productivité élevée liée aux importants apports nutritionnels externes (bassin versant et marées), internes et dérivants de productions primaires par des macrophytes, microfites benthiques et phytoplancton (Mc Lusky et Elliott, 2004).

De nombreuses espèces néctoniques ont adapté leurs cycles biologiques, en particulier les phases juvéniles, afin de maximiser l'exploitation des importantes ressources trophiques qui se rendent disponibles à l'intérieur de ces environnements (Elliott et Hemingway, 2002).

Ce sont surtout les environnements de transition tels que les étangs et les lagons qui accueillent en grand nombre les juvéniles d'espèces néctoniques marines qui, grâce à ces environnements, peuvent, une fois qu'ils se sont développés, compléter leur cycle biologique en retournant en mer. Par conséquent, la perte de ces écosystèmes constitue l'un des principaux risques pour la durabilité des activités halieutiques, en particulier dans les régions caractérisées par une grande extension des environnements de transition (Schmitten, 1999).

En Italie, de grandes surfaces de zones humides saumâtres ont été perdues par le passé en raison d'interventions anthropiques nécessaires à des fins de santé publique (assainissement anti-malaria) ou de conversion des sols à usage agricole (assainissement foncier) (Rossi et al., 1999).

Dans ces conditions, la conservation de ces environnements de transition, soutenue par des réglementations nationales et de la Communauté européenne, est absolument nécessaire, non seulement pour la sauvegarde de la biodiversité, mais afin de garantir dans le temps la durabilité des prélèvements halieutiques (Water Frame Directive 2000/60/CE), possible avec une intégration des pratiques traditionnelles de pêche avec des pratiques aquacoles.

Au niveau mondial, l'aquaculture est le secteur de la production alimentaire qui présente la plus forte tendance à la croissance. En effet, la production mondiale d'aquaculture s'élevait à 1 million de tonnes en 1950, alors qu'aujourd'hui elle s'établit autour de 50 millions de tonnes (67% Chine) et on prévoit qu'en 2030 elle pourra atteindre 85 millions de tonnes. Selon l'ISMEA dans le bilan du secteur de la pêche

2013, en Italie en 2012 les produits de l'aquaculture ont représenté en volume 49,6% de la production halieutique totale nationale (204000 tonnes). La production se concentre en particulier sur cinq espèces : truites, bars, dorades piscicoles; moules et palourdes vérares conchylicoles. Selon les données de l'Association Pisciculteurs Italiens, la part prédominante est constituée par la conchyliculture (65%) et, dans le domaine de celle-ci, la mytiliculture a le poids le plus grand avec plus de 76% des quantités produites, contre 24% de la culture de la vigne.

La pisciculture joue cependant un rôle important en ce qui concerne la valeur du produit qui représente 66% du total : la truite représente 39% des revenus totaux, suivie par l'élevage des espèces eurhaline (environ 20% de dorade et 18% de bars). En moyenne, 12% des protéines de notre alimentation proviennent de la consommation de produits de la mer qui représentent également une importante source d'acides gras, de vitamines et de minéraux, indiqués pour la prévention des maladies cardiaques.

L'augmentation de la consommation de produits de la pêche de l'aquaculture italienne découle également de considérations intéressantes : continuité des approvisionnements; salubrité du produit, entendue comme teneur en protéines nobles et en graisses "bonnes"; qualité élevée de nos poissons par rapport à ceux produits dans d'autres pays, due principalement à l'environnement d'élevage et aux aliments pour animaux utilisés (il existe un lien étroit entre la qualité des eaux d'élevage et de produit).

Ces dernières années, l'aquaculture italienne s'est également caractérisée par une importante diversification en termes de systèmes de production et de technologies adoptées, en ligne avec les diversités géographiques et environnementales du territoire. En outre, les opérateurs et les consommateurs sont davantage sensibilisés aux aspects environnementaux des pratiques aquacoles. D'où la nécessité de garantir, dans l'ensemble de la chaîne de production, outre les aspects liés à la qualité et à la sécurité alimentaire, ceux liés à la protection de l'environnement et de l'écosystème par l'utilisation de techniques d'élevage innovantes.

Le développement d'une industrie aquacole plus compétitive et plus respectueuse de l'environnement est un objectif prioritaire des financements européens, tant par le biais du Fonds européen pour la pêche (FEP) que dans le cadre des programmes de recherche de l'UE. En 2009, la Commission a proposé une stratégie pour l'avenir de l'aquaculture européenne qui repose sur trois éléments clés :

La cooperazione al cuore del Mediterraneo  
 La coopération au coeur de la Méditerranée

aider le secteur à devenir plus compétitif en soutenant fortement la recherche et le développement, en améliorant l'aménagement du territoire le long des zones côtières et des bassins fluviaux et en accordant des aides spécifiques par le biais de la politique du marché de la pêche de l'UE;

assurer la durabilité en maintenant des méthodes de production respectueuses de l'environnement et des normes élevées en matière de santé et de bien-être des animaux et de protection des consommateurs;

améliorer la gestion et assurer des conditions favorables aux entreprises à tous les niveaux (local, national et européen) pour permettre au secteur de réaliser pleinement son potentiel.

Les différents documents rédigés par la Commission européenne ces dernières années mettent en évidence que "la conchyliculture est la principale activité productive de l'aquaculture nationale, basée presque exclusivement sur l'élevage des moules (*Mytilus galloprovincialis*) et de la palourde de Phillipine (*Ruditapes philippinarum*)".

Par contre, l'ostréiculture est encore une pratique peu pratiquée en Italie et est, le plus souvent, une activité associée seulement marginalement à la mytiliculture (Rossi et al., 2001).

L'application de modèles d'introduction et de rationalisation de la filière de production de moules et d'huîtres peut constituer un bon support pour la récolte de mollusques bivalves vénériens presque exclusivement sur des bancs naturels.

Au niveau local, ce projet trouve sa principale motivation dans la forte demande de produits de la pêche de haute valeur économique par le marché intérieur et dans la vocation du site choisi pour les activités conchylicoles.

En outre, les mollusques bivalves, et en particulier les moules et les huîtres, sont de puissants filtres (un individu adulte peut filtrer jusqu'à 60-80 litres d'eau en une journée, avec une efficacité de filtration pouvant atteindre 90 % pour les particules en suspension de 2-5 µm) pourraient apporter une contribution importante à la clarification des eaux lagunaires qui refluent naturellement dans le golfe surplombant, en créant surtout pendant la période estivale des épisodes désagréables de marées jaunes (floraison d'algues) qui créent des embarras parmi les voyageurs locaux.

Dans ce contexte, la réalisation des différentes activités prévues peut apporter de nombreux avantages tant du point de vue économique que du point de vue de l'emploi et de l'environnement. En particulier



on pourra structurer une nouvelle filière locale inhérente à la production de *Mytilus galloprovincialis* et *Crassostrea gigas* avec garantie de traçabilité du produit, caractéristique actuellement très demandée du marché.

En résumé, ce projet contribue à l'intégration et à la diversification des pratiques halieutiques traditionnelles déjà en cours dans la lagune en améliorant les niveaux de production et, partant, les niveaux d'emploi, en valorisant et en développant les productions lagunaires au moyen de techniques innovantes à bas coût totalement respectueuses de l'environnement.

15

## Objectifs

Le projet prévoyait l'élevage, selon un système traditionnel, de la moule *Mytilus galloprovincialis* et de l'huître concave, *Crassostrea gigas*, grâce à une technologie plus récente mise au point par l'Agris Sardaigne.

Les objectifs généraux de l'activité de recherche ont consisté à :

- évaluer le potentiel de production conchylicole;
- rationaliser la gestion productive de cet environnement marin côtier par l'application de systèmes d'élevage de mollusques bivalves;
- contribuer à la conservation de l'environnement lagunaire par l'application de pratiques aquacoles respectueuses de l'environnement.
- transférer des techniques et des technologies connues et éprouvées dans le domaine de l'aquaculture de mollusques bivalves.

En particulier, les objectifs scientifiques spécifiques de cette première phase d'étude, ont été axés sur la mise au point d'un protocole ad hoc pour l'élevage de mollusques bivalves dans l'étang de Calich et sur l'évaluation des potentialités productives de ces pratiques aquacoles en vue de définir des modèles de production écologiques compatibles, pour la valorisation des ressources de la lagune elle-même.

La cooperazione al cuore del Mediterraneo  
La coopération au coeur de la Méditerranée

## Matériaux et méthodes

L'élevage des moules a été effectué, en culture suspendue, sur une petite installation type "Trieste" composée de 2 individus "ventie" (cime), droites par des pieux de bois fixés profondément dans le sédiment boueux et affleurant de l'eau pendant environ 1 mètre (fig. 1), réalisé ad hoc et installé dans le tronçon de lagune compris entre Punta San Gialmini et Punta Fighera. Les huîtres concaves ont été placées dans des poches, fixées à un système de flottaison mis au point par les chercheurs du Service des Ressources Halieutiques de l'Agris et construit par une société spécialisée, fixée également aux sommets de l'installation décrite (fig. 2).

Les spécimens de *Mytilus galloprovincialis* utilisés pour l'expérimentation ont été achetés dans un élevage présent dans le golfe d'Olbia, tandis que la graine de *Crassostrea gigas* a été achetée chez un schiudier français (fig. 3).

Les moules ont été "greffées" dans 60 filets d'une longueur de 80 cm, constitués d'une chaussette en matière plastique d'une maille de 38 mm, tandis que, les 650 huîtres dans 4 poches de 1 x 0,5 m avec un maillage de 0,5 cm à la densité de 165 individus par poche et un échantillon statistiquement représentatif (90 individus) pour la détermination des caractéristiques morphométriques a été prélevé sur l'ensemble de la biomasse initiales (T0) :

- longueur,
- largeur,
- poids total

L'élevage des moules a commencé en décembre 2018 et a duré jusqu'en juillet 2019, en utilisant la technique exposée précédemment. Afin d'éviter l'attaque des mollusques par des prédateurs tels que la dorade et les sars, les restes individuels ont été "placés" dans un cylindre constitué d'un réseau de polyéthylène du type utilisé en agriculture (Fig. 4). Ce système s'est avéré plus rationnel que le positionnement de filets de protection périmétriques qui auraient nécessité un travail de nettoyage particulièrement lourd pour les pêcheurs de la coopérative.

Les principaux paramètres physicochimiques de l'eau (température, salinité, pH, oxygène dissous et chlorophylle) ont été relevés à la station d'élevage à intervalles mensuels au moyen d'une sonde multiparamétrique Hydronaut OCEAN SEVEN 316 Plus CTD (Fig.5).

En ce qui concerne l'évaluation de la croissance des moules, des échantillonnages mensuels ont été effectués sur les différents types de moules. Dix individus de *Mytilus galloprovincialis* par échantillon ont été prélevés sur chaque individu prélevé à l'aide d'un calibre électronique de précision d'une sensibilité de 0,1 mm et d'une balance technique ( 1 mg) pour chaque échantillon (Fig. 6), les paramètres morphométriques suivants ont été relevés :

ou longueur (axe antéro-postérieur maximal); ou largeur (axe dorso-ventral maximal);

ou poids total; La biomasse d'huîtres utilisée pour la préparation des poches était d'environ 0,125 kg.

Ensuite, un échantillon statistiquement représentatif (90 individus) a été prélevé sur l'ensemble de la biomasse pour la détermination des caractéristiques morphométriques initiales (T0) : longueur, largeur, poids total.

L'élevage de l'huître concave a été effectué de janvier à novembre 2019, en utilisant la technique exposée précédemment.

Les principaux paramètres physicochimiques de l'eau (température, salinité, pH, oxygène dissous et chlorophylle) ont été relevés à la station d'élevage à intervalles mensuels au moyen d'une sonde multiparamétrique Hydronaut OCEAN SEVEN 316 Plus CTD (Fig.5).

En ce qui concerne l'évaluation de la croissance des huîtres, des échantillonnages de conservation ont été effectués chaque mois sur les quelques unes d'entre elles. Pour chaque échantillonnage, 25 individus de *Crassostrea gigas* ont été prélevés sur un petit nombre et sur chaque individu prélevé, à l'aide d'un calibre électronique de précision d'une sensibilité de 0,1 mm et d'une balance technique ( 1 mg) (Fig. 6), les paramètres morphométriques suivants ont été relevés :

ou longueur (axe antéro-postérieur maximal); ou poids total; Résultats

Paramètres hydrologiques

Pendant l'expérimentation, effectuée, en ce qui concerne l'élevage de moules du 5 décembre 2018 au 1er juillet 2019 et en ce qui concerne l'huître concave du 4 mars 2019 au 11 novembre 2019, elle a été menée, avec une fréquence mensuelle, une campagne de surveillance des paramètres physicochimiques de l'eau, afin de suivre les variations des conditions environnementales d'élevage et leurs éventuelles répercussions sur les performances de croissance des mollusques d'élevage.

Le tableau 1 présente les valeurs de température, de salinité, d'oxygène dissous, de concentration de chlorophylle a et de pH de l'eau, enregistrées au moyen d'une sonde multiparamétrique au niveau de la station d'essai.

L'analyse des données enregistrées pendant la période d'essai montre que les valeurs de salinité, d'oxygène dissous et de pH sont parfaitement adaptées aux plages souhaitables pour des environnements à finalité zootechnique. En effet, ce n'est que pendant de courtes périodes que les paramètres susmentionnés ont montré des variations significatives qui pourraient être mises en relation avec la réduction des taux d'accroissement et d'augmentation des taux de mortalité. Ceux-ci apparaissent en effet presque toujours dans les limites de survie des espèces élevées. La chlorophylle est un paramètre fondamental pour évaluer la portance de l'environnement d'élevage. Celle-ci, pendant une bonne partie de l'année (printemps-été et automne) a enregistré des valeurs comprises entre 3,4 et 9,4  $\mu\text{g l}^{-1}$ , qui représentent la valeur ajoutée de cet environnement. En effet, les valeurs enregistrables pendant les mêmes périodes dans la plupart des lagunes tyrrhéniennes se révèlent sensiblement inférieures. Les données enregistrées durant cette campagne confirment essentiellement celles enregistrées dans le passé lors d'autres expérimentations (Serra et al. 2011).

Tab.1 Valeurs moyennes des paramètres physicochimiques de l'eau enregistrées, sur 3 bathymétries, pendant l'essai.

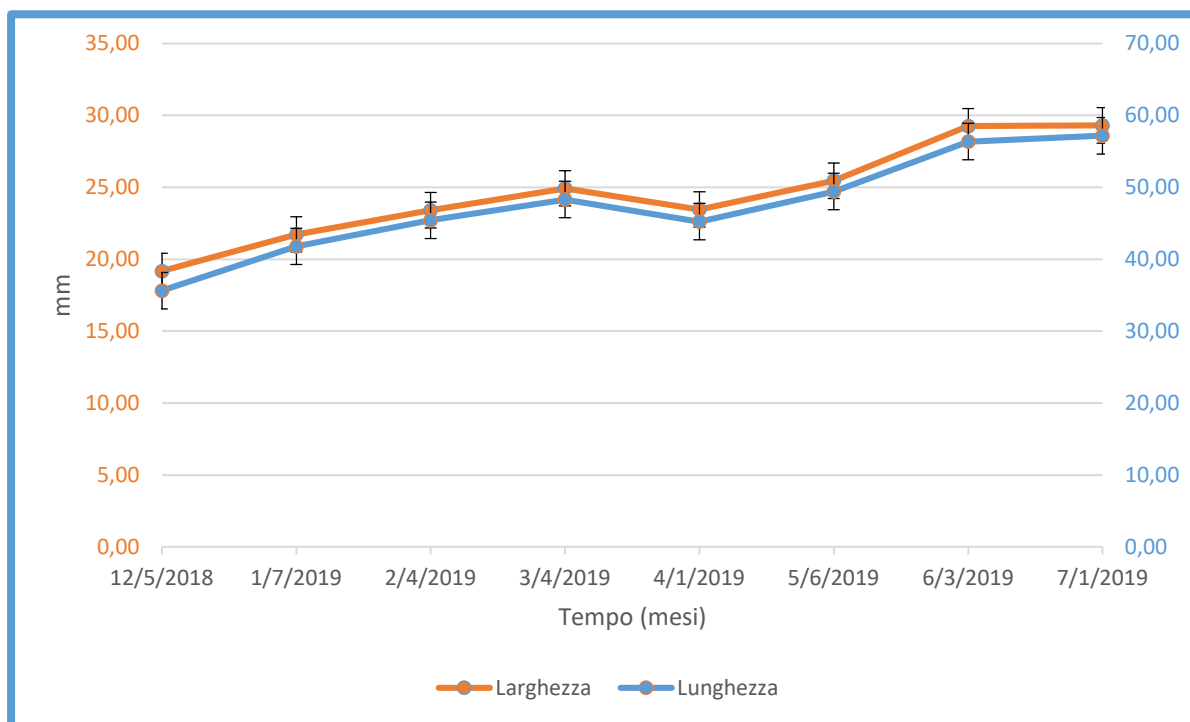
date	profondeur cm	température °C	salinité psu	oxygène dissous mg l <sup>-1</sup>	Chlorophylle a µg l <sup>-1</sup>	pH
03/12/2018	30	13,5	4,4	8,2	1,29	7,7
	60	15,4	31,9	6,4	1,34	7,4
	100	16,5	34,5	5,6	0,64	7,6
07/01/2019	30	10,9	16,0	4,3	0,39	8,2
	60	13,2	32,5	3,8	0,64	8,1
	100	13,8	35,6	3,7	0,48	8,1
04/02/2019	30	10,7	1,8	4,4	1,31	7,9
	60	10,7	1,8	4,4	1,3	7,9
	100	12,2	26,1	3,5	1,3	7,6
04/03/2019	30	14,8	17,7	6,9	1,67	8,2
	60	14,8	18,3	7,1	1,95	8,2
	100	14,5	33,5	6,5	2,3	8,2
01/04/2019	30	19,8	18,6	5,2	1,37	8,5
	60	17,0	32,3	6,3	3,41	8,6
	100	16,5	34,0	6,9	1,15	8,5
06/05/2019	30	14,0	23,4	7,2	0,71	9,0
	60	14,0	23,5	7,0	0,71	9,0
	100	13,9	23,7	6,6	0,98	8,9
03/06/2019	30	20,5	28,9	11,4	2,73	8,3
	60	17,9	36,3	12,8	3,54	8,1
	100	17,9	36,7	12,0	1,09	8,0
01/07/2019	30	30,1	31,1	7,1	5,42	8,0
	60	28,2	32,6	7,4	6,84	8,0
	100	26,2	36,3	6,9	8,68	7,8

29/07/2019	30	25,7	33,8	5,89	n.r.	7,9
	60	25,7	33,8	5,78	n.r.	7,9
	100	25,7	34,0	5,61	n.r.	7,9
02/09/2019	30	25,5	32,2	10,31	n.r.	8,18
	60	25,5	35,5	9,27	n.r.	8,08
	100	25,5	37,6	7,2	n.r.	7,96
11/10/2019	30	19,6	23,6	6,7	n.r.	8,1

## Risultats

### Paramètres morphométriques de *Mytilus galloprovincialis*

La figure 7 présente l'évolution des paramètres longueur et largeur, au cours de la période allant du 1er décembre 2018 au 1er juillet 2019, compte tenu de l'évolution des valeurs moyennes enregistrées. En juillet, les eaux du Calich ont dépassé les 28 degrés (voir thermographie p. ) entraînant la mort des colonies de *Mytilus galloprovincialis*, raison pour laquelle l'expérimentation n'a été poursuivie que sur *Crassostrea gigas*.



La cooperazione al cuore del Mediterraneo  
La coopération au coeur de la Méditerranée



Fig. 7 Evolution des paramètres longueur et largeur pendant les 7 mois d'élevage expérimental dans *Mytilus galloprovincialis*, dans l'étang de Calich.

On peut noter que jusqu'à Mars, l'augmentation de ces paramètres a été significative avec un +17% en Décembre, +9% en Janvier et +6% en Février en ce qui concerne la longueur et + 13,5% en Décembre, +7,7% en Janvier et + 6,5% en Février pour la largeur. Par contre, au cours du mois suivant, on note une diminution, quoique négligeable (-6%), dans les deux valeurs moyennes, qui est probablement due à une variabilité, liée aux opérations d'échantillonnage sur les différents restes. Par la suite, les courbes des deux paramètres évoluent presque en parallèle avec + 26% et + 25% dans les trois mois suivants, respectivement en longueur et en largeur.

En ce qui concerne le poids (Fig. 8), on peut remarquer une première phase de croissance pondérale très importante dans les 3 premiers mois (+163%), un mois de diminution, ainsi que pour les paramètres morphométriques (-19%) et une nouvelle augmentation du poids moyen à partir d'avril jusqu'à la fin de l'essai expérimental (+121%) en juillet.

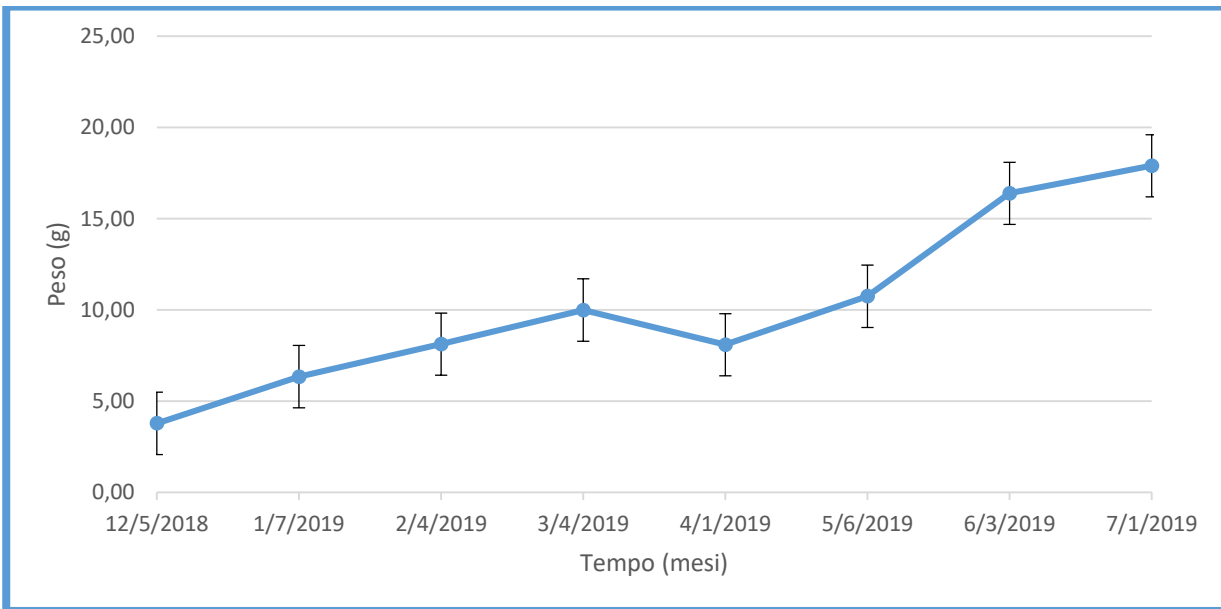


Fig. 8 Évolution du poids total moyen en *Mytilus galloprovincialis* pendant les 7 mois d'élevage expérimental dans l'étang de Calich.

En ce qui concerne le poids, la valeur maximale enregistrée pour un individu a été de 30 g à la fin de l'essai, tandis que la valeur minimale a été de 4 g.

#### Paramètres morphométriques de *Crassostrea gigas*

En ce qui concerne les performances de croissance de l'huître concave, dans le cadre de la première phase d'élevage (T0, T1 et T2), les relevés biométriques ont porté exclusivement sur le paramètre poids en raison de la fragilité de la coquille d'huîtres si petites que, si elles étaient mesurées avec un calibre, elles auraient connu une rupture du bord de la coquille, ce qui aurait entraîné une erreur de mesure non négligeable.

Par conséquent, en ce qui concerne la longueur, la collecte des données a commencé à partir du mois de mai où une valeur moyenne de 23,7 mm a été enregistrée. Dans les mois qui ont suivi, l'augmentation de la longueur a été soudaine pendant la période estivale et plutôt réduite en automne (Fig. 9). En effet, l'augmentation en pourcentage au cours des mois individuels a été de 18,5% en mai, 41% en juin, 12,9% en juillet, 40% en août, 4,1% en septembre et 1,8% en octobre. On a ainsi atteint une taille moyenne finale de 66,69 mm de longueur.

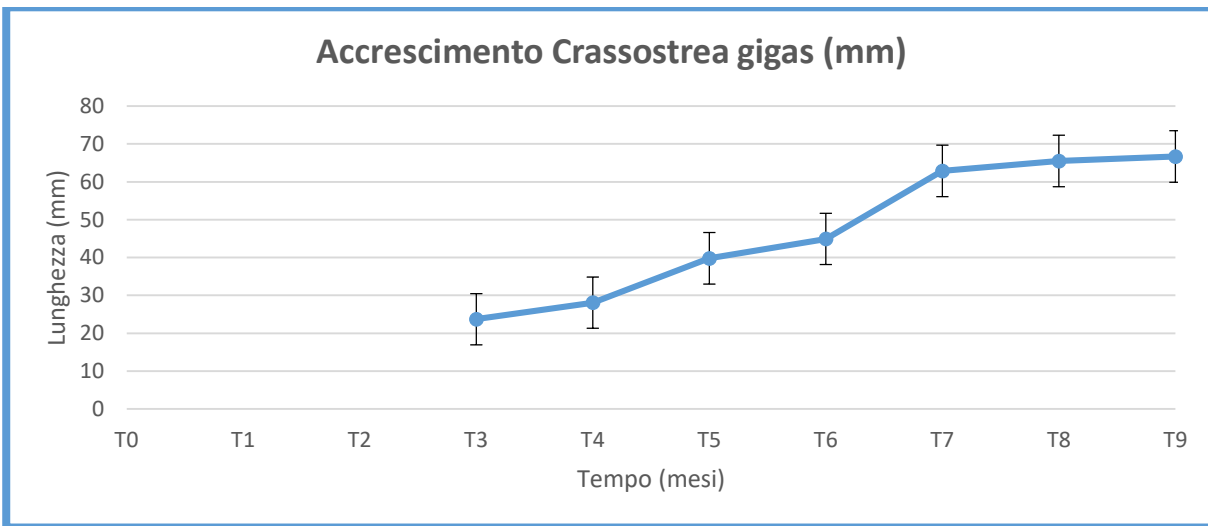


Fig. 9 Évolution moyenne du paramètre longueur de la coquille en *Crassostrea gigas* du 6 mai 2019 au 11 novembre 2019, dans l'étang de Calich.

La prise en compte de l'accroissement du poids des individus de *Crassostrea gigas* élevés a été effectuée pendant une période d'environ 9 mois, à partir de 0,19 gramme de poids moyen des graines introduites dans l'étain le 31 janvier 2019 jusqu'à ce qu'elles atteignent un poids moyen d'environ 60 g le 11 novembre 2019. En analysant les données moyennes relevées mensuellement et en observant le graphique de Fig. 10, on peut distinguer deux phases d'accroissement, la première hivernale-printemps d'une durée d'environ 4 mois caractérisée par une augmentation moyenne mensuelle de 0,9 gramme et la seconde estivale-d'automne caractérisée par une augmentation mensuelle moyenne de 11 grammes.

23

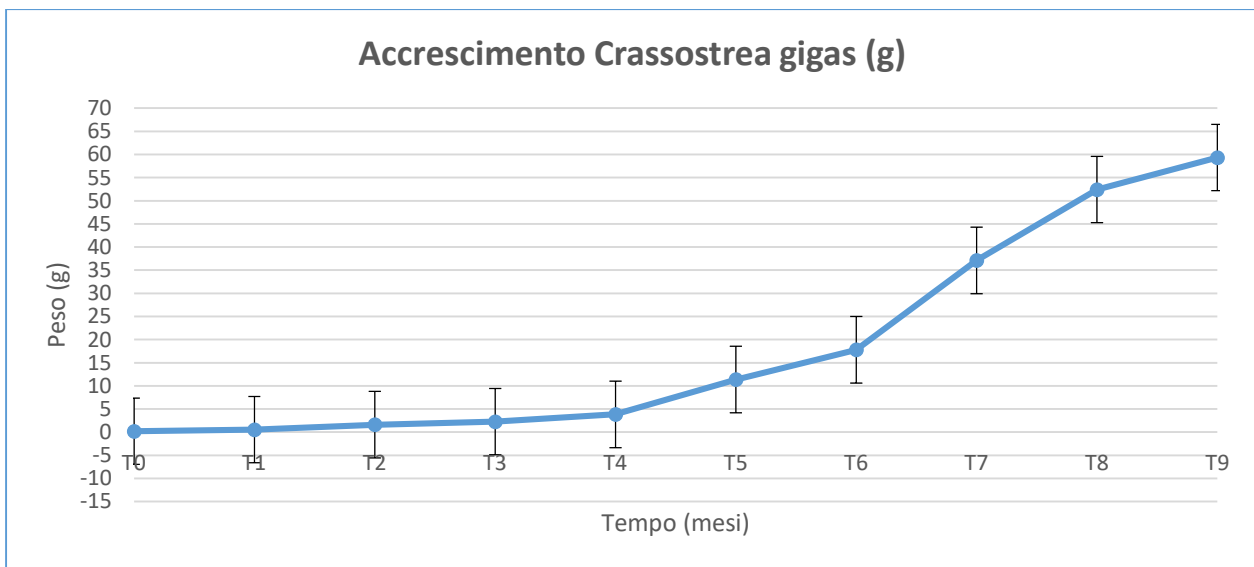


Fig. 10 Évolution du poids total moyen en *Crassostrea gigas*

### Bibliographie

Elliott M., Hemingway K.L., (eds.), 2002. *Fishes in estuaries*. Blackwell Science, Oxford, U.K.

Mc Lusky D.S., Elliott M., 2004. *The estuarine ecosystem*. Oxford University Press, 214 pp.