

Relazione scientifica finale della missione a Cipro nell'ambito della "Short Term Mobility" finanziata dal CNR

Fruitore: Dott. Giuseppe Scarcella

Periodo: 3-23/07/2011

Luogo: Larnaca – Limassol (Cipro)

PREMESSA

La missione è cominciata con un leggero ritardo dalla data preventivata nella richiesta, in quanto l'inizio della campagna di pesca sperimentale (MEDITS survey, GSA25, 2011) alla quale il fruitore doveva partecipare, è stato posticipato per problemi amministrativi.

Il fruitore è partito giorno 3/07/2011 dall'aeroporto di Bologna con volo diretto per Larnaca. In data 04/07/2011 il fruitore si è imbarcato sul peschereccio "Μεγαλοχαρη", per effettuare le stazioni previste. L'attività giornaliera a bordo comprendeva pesche con rete sperimentale Medits (Betrand *et al.*, 2007) della durata di 30 o 60 minuti a seconda della profondità, nel riconoscimento tassonomico delle specie catturate e nel rilevamento dei principali parametri biometrici di alcune specie target. Nella maggior parte dei casi l'attività di pesca si effettuava solo la mattina per un totale di due o tre cale al giorno. Successivamente i campioni delle due specie oggetto della presente relazione (*Scorpaena porcus* e *Scorpaena notata*) scientifica venivano analizzati presso laboratori distaccati dell'istituto ospitante siti in Larnaca e Limassol. Le analisi di laboratorio prevedevano il rilevamento della lunghezza totale, del peso, del sesso e l'estrazione dell'otolite. La campagna in mare è terminata in data 15/07/2011 per un totale di 27 stazioni campionate. Nel periodo dal 16 al 23 Settembre 2011 il fruitore ha effettuato la lettura delle otoliti presso i laboratori della struttura ospitante. Si precisa che nel periodo che va dal 23/07/2011 al 30/07/2011, il fruitore ha prolungato la permanenza a Cipro a proprie spese, per poi riprendere la missione il giorno 31/07/2011 per effettuare il viaggio di ritorno con volo diretto Larnaca-Bologna.

1. INTRODUZIONE

La bassa produttività primaria del Mediterraneo orientale è un fenomeno ben noto. Tale impoverimento è anche espresso a livelli trofici più elevati e si traduce nel cosiddetto fenomeno del "Nanismo levantino"; che è caratterizzato in molte specie ittiche dalla presenza di individui di piccola taglia nell'area orientale del Mediterraneo. Il nanismo è stato ipotizzato per vari gruppi tassonomici, ma i dati quantitativi a conferma di ciò sono ancora relativamente scarsi. L'obiettivo del presente studio si colloca in una analisi comparativa dei tassi di crescita di specie ittiche in due aree del Mediterraneo aventi diversi livelli di produttività primaria, in particolare il bacino adriatico e le acque levantine del Mediterraneo orientale. Lo studio sarà utile per stimare parametri di popolazione fondamentali per un corretto management delle risorse ittiche.

2. MATERIALI E METODI

2.1 AREA DI STUDIO

L'area di studio si è estesa nella parte meridionale dell'isola di Cipro. Un totale di 27 stazioni sono state campionate e di queste solo 9, posizionate a profondità comprese tra 18 e i 35 metri, sono state caratterizzate dalla presenza di *S. porcus* e *S. notata* (Fig. 1).

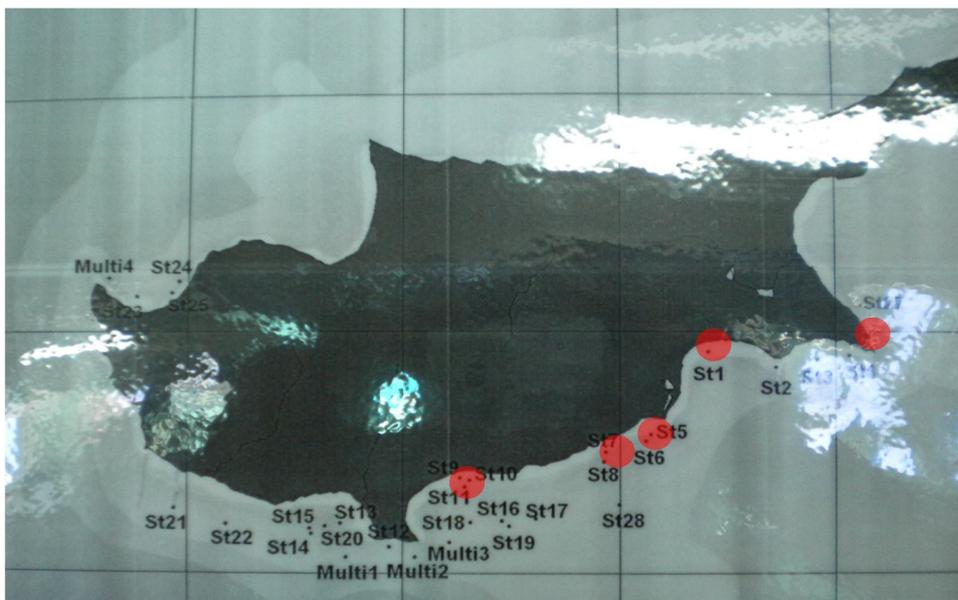


Fig. 1 – Area di studio. In rosso sono evidenziate le stazioni caratterizzate dalla presenza di *S. porcus* e *S. notata*.

2.2 CAMPIONAMENTI IN MARE

Le peschate sperimentali sono state condotte con rete a strascico sperimentale (Fig. 2) trainata dal peschereccio "Μεγαλοχαρη". Per il protocollo e l'attività di campionamento si rimanda al manuale Medits (Bertrand et al., 2007).

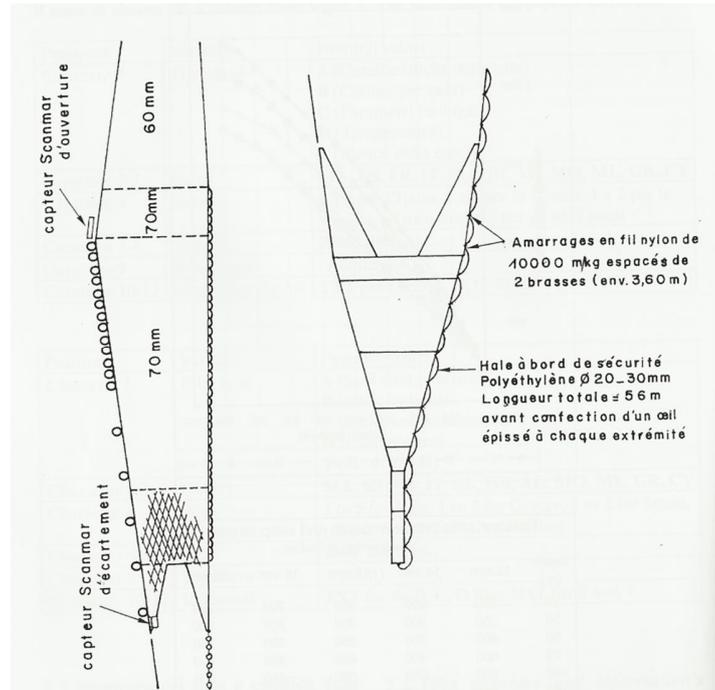


Fig. 1 – Piano della rete utilizzata per i campionamenti.



Fig. 3 – Pescereccio "Μεγαλοχαρη"

2.3 ANALISI DI LABORATORIO

In laboratorio, per entrambe le specie, sono stati rilevati i seguenti parametri:

- lunghezza totale al mm inferiore (LT);
- peso totale al grammo inferiore (P);
- sesso;
- maturità gonadica macroscopica stimata secondo la scala di Holden e Raitt (1974);
- peso della gonade al centesimo di grammo (Pg);
- peso del fegato al centesimo di grammo (Pf).

Un microscopio a luce riflessa è stato utilizzato per la stima del sesso e il prelievo delle gonadi e della ghiandola epatica degli esemplari di piccole dimensioni.

2.3.1 Allestimento delle otoliti

Le otoliti (sagitte) sono state prelevate in 70 esemplari di *S. porcus* e 189 di *S. notata*, previa apertura della cavità cranica. La loro estrazione è risultata relativamente agevole ed è stata effettuata quasi sempre con delle pinzette ad occhio nudo, ad eccezione degli esemplari più piccoli, per i quali è stato utilizzato uno stereo-microscopio a luce riflessa. Dopo essere state ripulite dalle impurità con acqua distillata e asciugate e riposte in provette insieme ad un cartellino identificativo.

2.3.2 Lettura degli annuli

La lettura diretta degli anelli di accrescimento (annuli) è stata effettuata tramite microscopio ottico a luce riflessa, dotato di videocamera, ad ingrandimento di 25× e 45×. Le otoliti intere venivano immerse in etanolo al 70% per migliorare la visione. A luce riflessa, il nucleo e le zone opache appaiono come anelli chiari e le zone ialine come anelli scuri. La combinazione di ogni zona opaca e ialina è stata considerata un annulus, come già riscontrato per altri scorpenidi (Massutí *et al.*, 2000; López Abellán *et al.*, 2001; La Mesa *et al.*, 2005). Il conteggio degli annuli è stato in genere effettuato dal nucleo verso il margine del rostro, dove sembra iniziare la deposizione dell'anello stagionale. L'intero campione di otoliti di ciascuna specie è stato letto una prima volta, senza alcuna informazione sulle dimensioni del pesce. Una seconda lettura è stata effettuata con le stesse condizioni, dallo stesso lettore. Quando le due letture differivano di uno o più anni si è proceduto ad una terza lettura. Nel caso in cui anche la terza lettura differiva dalle precedenti, l'otolite veniva scartato.

2.4 ANALISI DEI DATI

2.4.1 Distribuzioni di frequenza di taglie e rapporto sessi.

Sulla base della taglia, gli esemplari campionati sono stati raggruppati in classi di lunghezza di 0,5 cm, ottenendo la distribuzione di frequenza per l'intero campione e per ciascun sesso. Il rapporto maschi-femmine è stato stimato secondo la seguente formula:

$$\text{rapporto sessi} = \frac{\text{Numero di esemplari femmine}}{\text{Numero di esemplari totali}}$$

Per ciascuna specie il confronto tra numero di esemplari maschi e femmine è stato effettuato tramite il test χ^2 .

2.4.2 Relazione taglia-peso

Per ciascuna specie è stata stimata la relazione taglia-peso, sia separatamente per sesso sia per l'intero campione, utilizzando la seguente relazione esponenziale:

$$P = a LT^b$$

Dove P rappresenta il peso corporeo in grammi, LT la lunghezza totale in mm ed a e b sono i coefficienti numerici da determinare. Per la stima dei coefficienti, si è proceduto alla linearizzazione della relazione esponenziale, applicando la funzione logaritmica ad entrambi i membri dell'equazione nella seguente forma:

$$\log (P) = \log (a) + b \text{ Log } (LT)$$

Attraverso la regressione lineare, è stato possibile calcolare direttamente il coefficiente b (pendenza della retta) ed il termine noto [$\log (a)$].

Il test t di Student è stato utilizzato per verificare il rapporto di isometria/allometria tra le due variabili ($b = 3$; Sokal & Rohlf, 1969).

2.4.3 Biologia riproduttiva

Separatamente per maschi e femmine di ciascuna specie è stata calcolata la frequenza percentuale mensile degli stadi maturativi.

I pesi delle gonadi e della ghiandola epatica sono stati utilizzati per la stima rispettivamente dell'Indice gonado-somatico (IGS) ed epato-somatico (IES), calcolati secondo le seguenti formuli:

$$\text{IGS} = \left(\frac{Pg}{P} \right) \cdot 100$$

$$\text{IES} = \left(\frac{Pf}{P} \right) \cdot 100$$

Dove Pg = peso gonade, Pf = peso fegato, P = peso totale.

Successivamente sono stati calcolati i valori medi mensili per ciascun sesso dell'IGS e dell'IES.

Si è proceduto, inoltre, alla stima della taglia di maturità sessuale (L_{50}) per ciascun sesso, ovvero la taglia alla quale il 50% di essi risulta maturo sessualmente, applicando la metodologia proposta da King (1995), basata sulla stima della distribuzione di frequenza degli organismi maturi rispetto al totale degli esemplari catturati. Per tale stima sono stati considerati gli individui con gonadi in stadio 3 e/o 4 catturati nel periodo riproduttivo, stimato per ciascuna specie principalmente sulla base dell'IGS.

2.4.4 Stima della precisione delle letture

Per calcolare la precisione delle stime di età, cioè la loro riproducibilità, sono state confrontate le prime due letture di ogni singola otolite utilizzando due indici, rispettivamente il coefficiente di variazione medio (CV; Chang, 1982) e l'errore medio percentuale (APE; Beamish & Fournier, 1981). In dettaglio, il coefficiente di variazione medio si ottiene tramite la media dei coefficienti di variazione calcolati per ogni coppia di letture. L'errore medio percentuale si ottiene invece applicando la seguente formula:

$$\text{APE} = \frac{1}{R} \cdot \sum_{i=1}^R \left(\frac{|X_{ij} - \bar{X}_j|}{\bar{X}_j} \right) \times 100$$

dove X_{ij} è la i -esima stima di età del j -esimo esemplare, \bar{X}_j è l'età media calcolata per il j -esimo esemplare ed R è il numero di letture effettuate per ciascun esemplare.

2.4.5 Chiavi età-lunghezza e stima dei parametri di crescita

Per ciascuna specie e separatamente per sesso, il numero di esemplari di ogni età è stato utilizzato per costruire le chiavi età-lunghezza.

Il modello di crescita utilizzato è quello descritto dall'equazione di Von Bertalanffy (Fig. 4):

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

Tale equazione, una delle più usate in dinamica di popolazione per descrivere l'accrescimento degli esemplari adulti, esprime la lunghezza di un pesce in funzione della sua età (t). I tre parametri della funzione sono:

- L_{∞} "lunghezza asintotica", che rappresenta la lunghezza media teorica che un pesce potrebbe raggiungere se visse per un tempo infinito;
- k "coefficiente di crescita"; che rappresenta quanto velocemente un pesce raggiunge la sua lunghezza asintotica.
- t_0 "fattore di condizione iniziale"; che rappresenta il punto di inizio della curva di crescita, cioè quando la lunghezza teorica è zero.

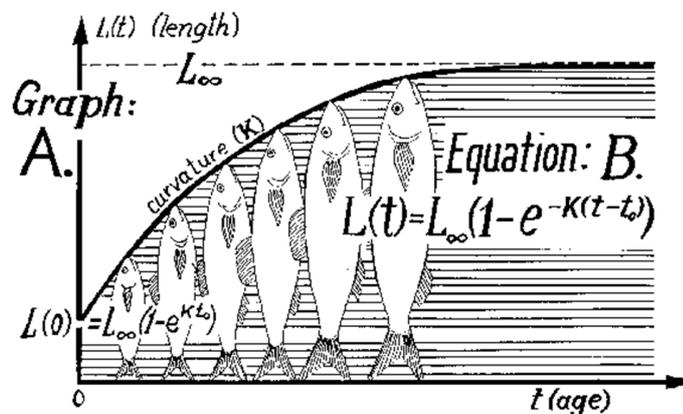


Fig. 4 – Rappresentazione grafica dell'equazione di Von Bertalanffy (Modificato da Sparre, 1989)

Una volta che le età stimate sono state analizzate, la funzione di crescita di Von Bertalanffy è stata calcolata con i dati di età-lunghezza usando il software FISHPARM del pacchetto statistico FSAS (Saila et al., 1988), che impiega il metodo dei minimi quadrati implementato con l'algoritmo di Marquardt per la stima di parametri in funzioni non-lineari. Nel calcolo dei parametri della curva di crescita gli esemplari appartenenti alla classe di età più giovane sono stati considerati di età 0,5.

2.4.6 Confronto con i parametri di con esemplari catturati in Adriatico

Per ciascuna specie, i parametri di crescita della Von Bertalanffy sono stati stimati l'intero campione. Per confrontare i parametri crescita calcolati con quelli stimati per le popolazioni presenti in Adriatico (La Mesa *et al.*, 2010; Scarcella *et al.*, 2011; Scarcella *et al.*, in press) settentrionale è stato applicato il test della massima verosimiglianza (Kimura, 1980).

I limiti di confidenza per tutti i test statistici sono stati fissati come segue:

$p < 0,05$: differenza significativa;

$p < 0,01$: differenza altamente significativa.

Al fine di confrontare i parametri di crescita è stato calcolato l'indice di growth performance (Φ' ; Munro & Pauly, 1983) secondo la seguente equazione:

$$\Phi' = 2 \cdot \log(L_{\infty}) + \text{Log}(k).$$

Una analisi delle covarianze (ANCOVA) è applicata per vedere se a parità di età gli esemplari dell'area levantina hanno dimensioni significativamente inferiori.

3 RISULTATI

3.1 SCORPAENA PORCUS

3.2.1 Distribuzioni di frequenza di taglia e rapporto sessi

La distribuzione per taglia degli esemplari di *S. porcus* catturati durante l'intero periodo è presentata in fig. 5. Il campione totale ha un intervallo di taglia compreso tra 4,7 e 19,7 cm. La distribuzione per taglia di maschi e femmine non mostra un chiaro dimorfismo: i maschi sono caratterizzati da taglie comprese tra 6,4 e 17,8 cm e con il 90% di individui minori di 16 cm, mentre le femmine sono rappresentate da un intervallo di taglie più ampio (5,2-19,7 cm), con circa l'80% di individui minore di 16 cm.

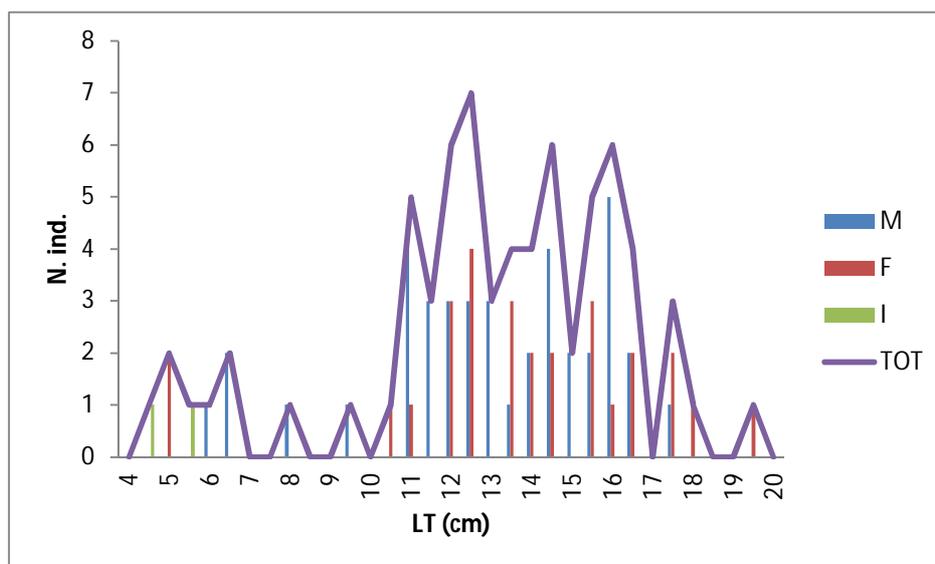


Figura 35 – Distribuzione di frequenza di taglia di *S. porcus*.

Il campione analizzato comprendeva in totale 70 esemplari, di cui 2 non sono stati determinati sessualmente a causa delle cattive conservazioni del campione. Il resto del campione era costituito da 40 maschi e 28 femmine, con un rapporto sessi pari a 0,41 non significativamente diverso dal punto di vista statistico ($p = 0,146$).

3.2.2 Relazioni taglia-peso

La curva esponenziali che descrive le relazioni tra la taglia (LT) ed il peso (P) di *S. porcus* per il totale è riportata in figura 6.

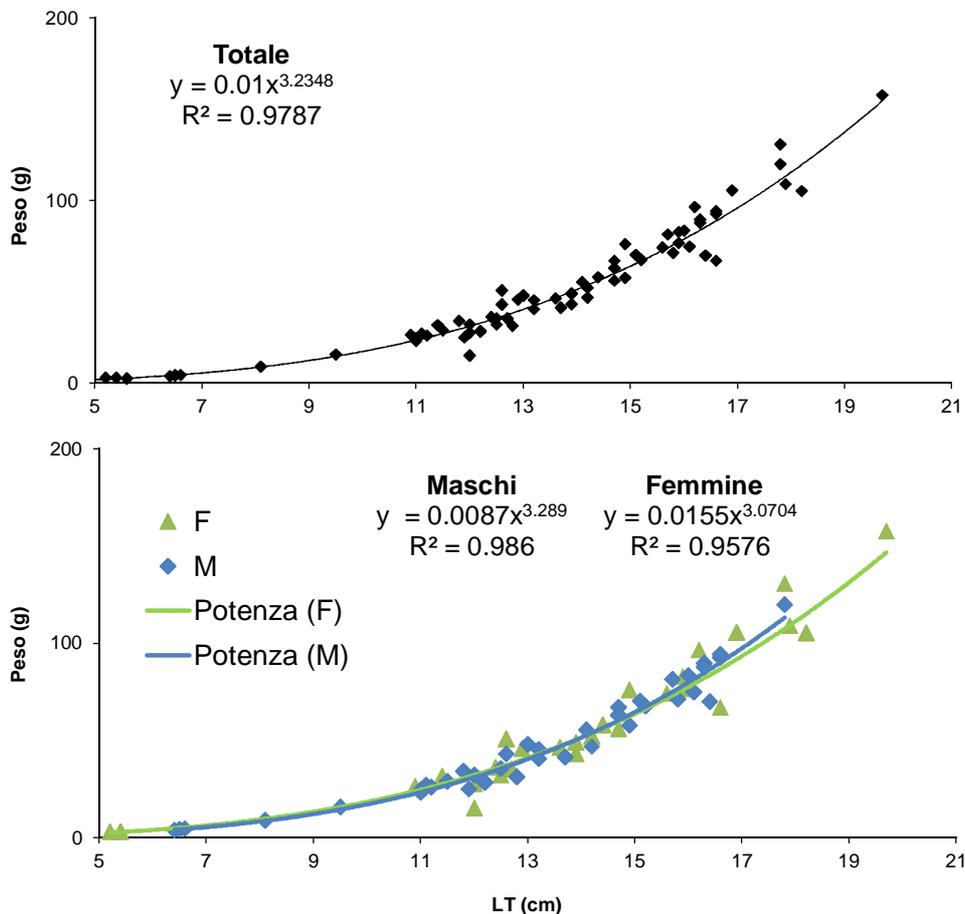


Figura 36 – Relazioni taglia-peso di *S. porcus* per il campione totale e separatamente per sesso.

Nei grafici sono mostrati i dati sperimentali e le curve di interpolazione ottenute dalle seguenti equazioni:

- totale: $P = 0,010 \cdot (LT)^{3,235}$ ($n = 70$; $r^2 = 0,97$; errore standard = 0,065);
- maschi: $P = 0,009 \cdot (LT)^{3,289}$ ($n = 40$; $r^2 = 0,99$; errore standard = 0,044);
- femmine: $P = 0,016 \cdot (LT)^{3,07}$ ($n = 28$; $r^2 = 0,96$; errore standard = 0,086).

Solo nella equazione relativa alle femmine il valore della pendenza (b) non è significativamente diverso dall'isometria ($b = 3$; test t = 0,556; $P = 0,584$), mentre nella

popolazione totale e nei maschi i due parametri sono allometrici positivi (totale: test $t = 4,054$, $P = 0,001$; maschi: test $t = 4,542$, $P = 0,001$).

3.2.3 Biologia riproduttiva

Maschi

Gli indici gonado-somatico medio (IGS) ed epato-somatico medio (IES) erano rispettivamente pari al 0,3% e al 3%. La frequenza relativa dei maschi maturi (stadio 3-4) per classi di taglia osservate e la curva teorica (logistica) di interpolazione dei dati sono riportate in figura 7. La taglia di maturità sessuale (L_{50}) dei maschi di *S. porcus* è pari a 12,8 cm. Tale curva è stata calcolata linearizzando le frequenze cumulate di maschi maturi sul totale degli individui per ogni classe di taglia e fittando su tale dispersione di punti una retta di regressione. Il coefficiente angolare di questa retta e l'intercetta con l'asse delle ordinate rappresentano i parametri della curva logistica, l'intercetta con l'asse delle ascisse rappresenta esattamente la taglia alla quale si ha la probabilità del 50% di riscontrare maschi maturi (L_{50}).

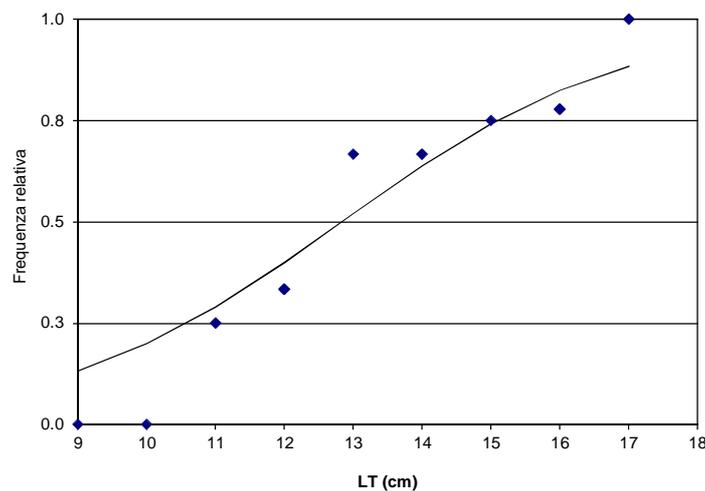


Fig. 7 – Frequenza relativa stimata (linea) e frequenza relativa osservata (punti) di esemplari maschi maturi di *S. porcus* per classi di taglia.

Femmine

Gli indici gonado-somatico medio (IGS) ed epato-somatico medio (IES) erano rispettivamente pari al 14% e al 2%. La frequenza relativa dei maschi maturi (stadio 3-4) per classi di taglia osservate e la curva teorica (logistica) di interpolazione dei dati sono riportate in figura 8. La taglia di maturità sessuale (L_{50}) dei maschi di *S. porcus* è pari a 12,7 cm.

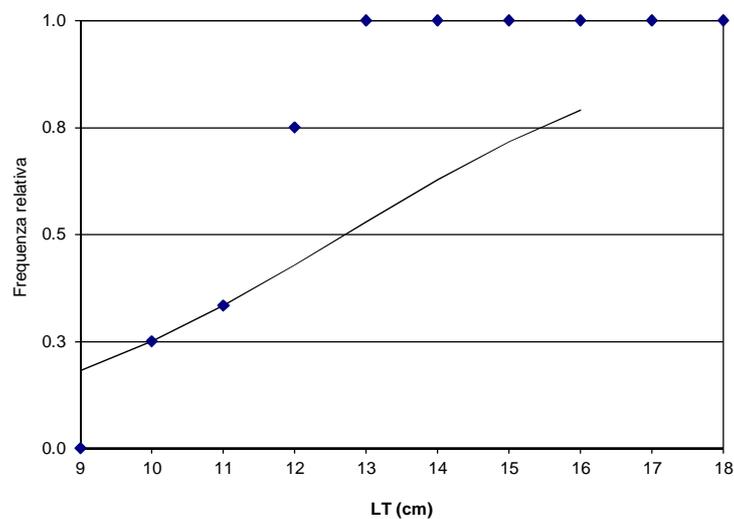


Fig. 8 – Frequenza relativa stimata (linea) e frequenza relativa osservata (punti) di esemplari femmine mature di *S. porcus* per classi di taglia.

Stima della precisione delle letture

Delle 70 coppie di otoliti analizzate, solo 4 (meno del 6%) sono state scartate, a causa della totale mancanza di uniformità tra le diverse letture. Nel 56% dei casi si riscontra un concordanza tra le prime due letture, mentre solo il 5,8% di esse differiva per più di un anno. La stima di precisione ha mostrato un buon accordo tra le letture, con un CV ed un APE abbastanza bassi e pari rispettivamente a 13,9% e 9,9%.

4.2.7 Chiavi età-lunghezza e stima dei parametri di crescita

Le stime di età suddivise per classi di taglia di 10 mm degli esemplari utilizzati per la stima dei parametri di crescita sono riportate in Tab. I.

Le stime dell'età sono comprese tra 0 e 8 anni (Tab. I).

Tuttavia, la maggior parte degli esemplari analizzati era di età compresa tra 2 e 4 anni, che costituivano circa il 75% dell'intero campione in entrambi i sessi. Con l'aumentare dell'età, in entrambi i sessi, si osserva un costante incremento della taglia media calcolata per ciascuna classe (Tab. I).

Tabella I – Chiavi età-lunghezza di esemplari di *S. porcus*.

LT (mm)	Classi di età (anni)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
4		1								
5	1	2								
6			3							
7										
8		1								
9		1								
10			1							
11		1	5	2						
12			7	5						
13		1	2	4						
14		1	1	4	4					
15				3	4					
16			1	4	4	1				
17				1	2					
18							1			1
19								1		
N. ind.	1	8	20	23	14	1	1	1	1	1
LT (mm) media	5.5	8.6	11.2	14.1	15.3	16.2	17.5	18.1	19.5	

La curva di crescita di Von Bertalanffy è stata adattata alle coppie di dati di età-lunghezza per l'intero campione (Fig. 9). I parametri relativi a tali curve e il i valori di Φ' sono riportati in Tab. II.

Tabella II – Stime dei parametri della curva di Von Bertalanffy e indice di crescita (Φ') di *S. porcus*, calcolate per l'intero campione. n = numero di esemplari; in parentesi: errore standard asintotico.

Parametri	L_{∞} (cm)	k (anni ⁻¹)	t_0 (anni)	Φ'	n
Totale	19,06 (14,39)	0,37 (0,09)	-0,65 (0,33)	2,12	70

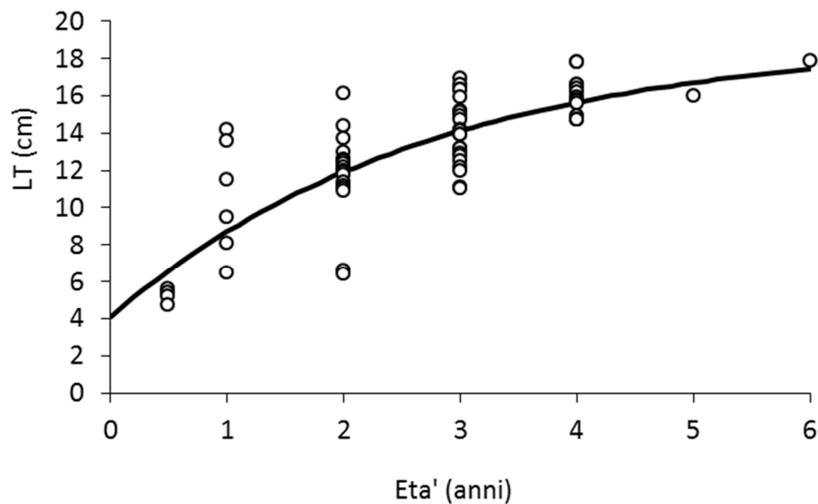


Figura 9 - Curva di crescita di Von Bertalanffy (linea) adattate ai dati di età-lunghezza (o) del totale di esemplari di *S. porcus*.

Il test statistico delle massime verosimiglianze e l'ANCOVA (Kimura, 1980), hanno evidenziato differenze significative nei tassi di crescita degli esemplari provenienti da Cipro rispetto quelli provenienti dal Mar Adriatico (Tabb. III e IV).

Tabella III - Risultati dei test di massima verosimiglianza (Kimura, 1980) applicato ai parametri della curva di crescita stimati per *S. porcus*. g. l. = gradi di libertà, ** = differenza altamente significativa.

Ipotesi nulla	g. l.	Logaritmo naturale dei residui	Somma quadratica dei residui	χ^2
$L_{\infty\sigma} = L_{\infty\varphi}$	1	-0,002	0,689	0,002**
$k_{\sigma} = k_{\varphi}$	1	-0,001	0,323	0,001**
$t_{0\sigma} = t_{0\varphi}$	1	0,000	0,088	0,006**
$L_{\infty\sigma}, k_{\sigma}, t_{0\sigma} = L_{\infty\varphi}, k_{\varphi}, t_{0\varphi}$	3	-0,076	31,031	0,002**

Tabella IV - Risultati del test ANCOVA applicato ai dati di *S. porcus*.

Variabile	Coefficiente	SE	t-value	p-value
Età	16.2	1.5	10.9	0.001**
Area	10.5	5.7	3.58	0.001**
Età x Area	18.8	2.0	5.89	0.001**

3.1 SCORPAENA NOTATA

3.2.1 Distribuzioni di frequenza di taglia e rapporto sessi

La distribuzione per taglia degli esemplari di *S. notata* catturati durante l'intero periodo è presentata in fig. 10. Il campione totale ha un intervallo di taglia compreso tra 4,3 e 14,2 cm. La distribuzione per taglia di maschi e femmine non mostra un chiaro dimorfismo: i maschi sono caratterizzati da taglie comprese tra 4,5 e 14,2 cm e con il 77% di individui minori di 11 cm, mentre le femmine sono rappresentate da un intervallo di taglie più piccolo (5,4-14,0 cm), con circa il 66% di individui minore di 11 cm.

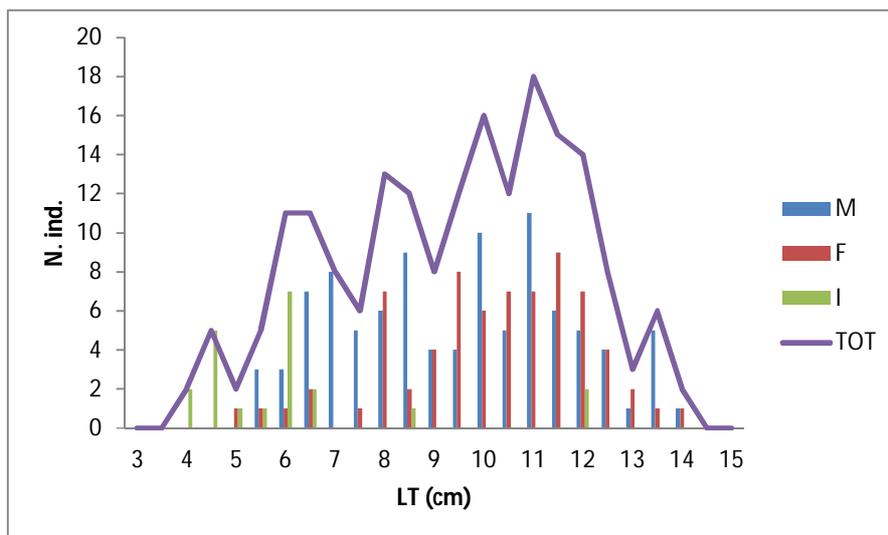


Figura 10 – Distribuzione di frequenza di taglia di *S. porcus*.

Il campione analizzato comprendeva in totale 189 esemplari, di cui 21 non sono stati determinati sessualmente a causa della cattiva conservazione del campione. Il resto del campione era costituito da 97 maschi e 71 femmine, con un rapporto sessi pari a 0,42 significativamente diverso dal punto di vista statistico ($p = 0,045$).

3.2.2 Relazioni taglia-peso

La curva esponenziale che descrive le relazioni tra la taglia (LT) ed il peso (P) di *S. porcus* per il totale è riportata in figura 11.

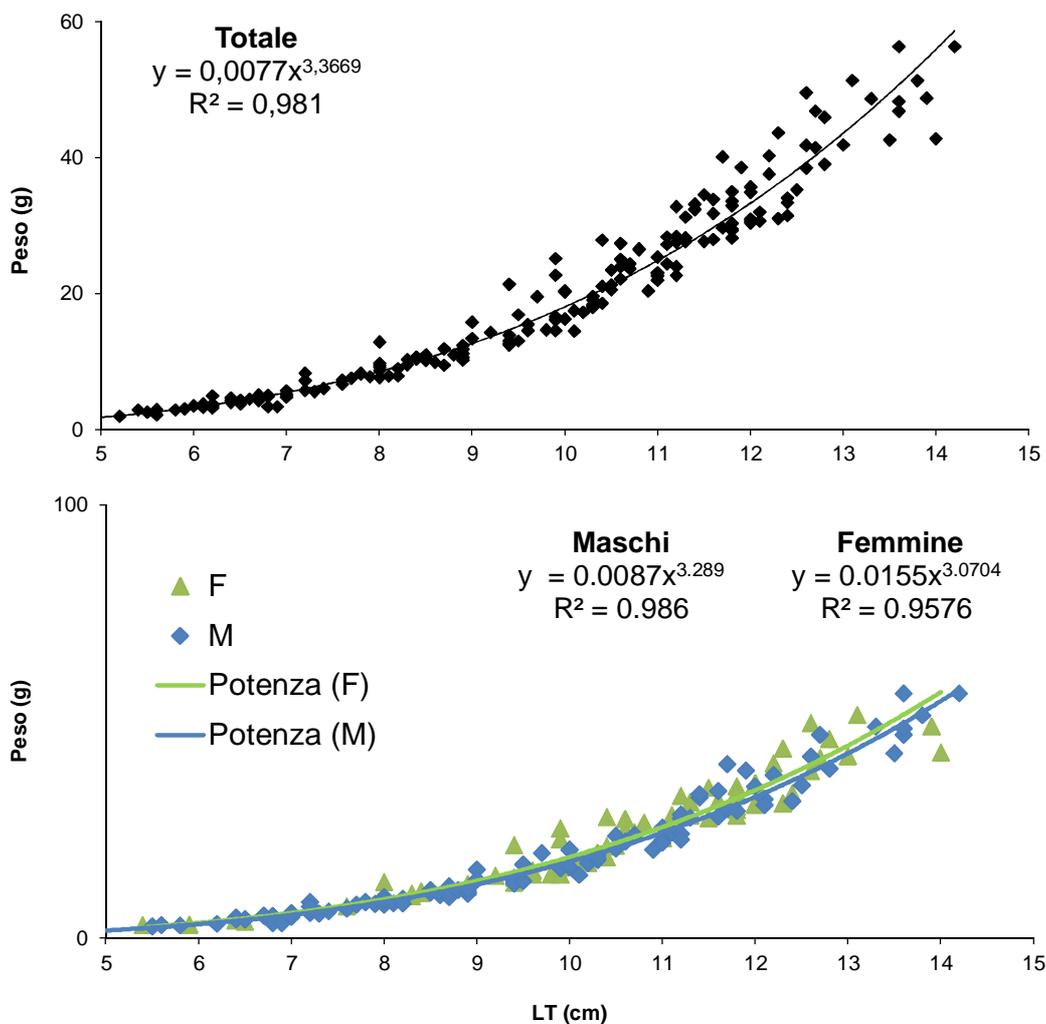


Figura 11 – Relazioni taglia-peso di *S. notata* per il campione totale e separatamente per sesso.

Nei grafici sono mostrati i dati sperimentali e le curve di interpolazione ottenute dalle seguenti equazioni:

- totale: $P = 0,008 \cdot (LT)^{3,367}$ ($n = 189$; $r^2 = 0,98$; errore standard = 0,056);
- maschi: $P = 0,008 \cdot (LT)^{3,367}$ ($n = 97$; $r^2 = 0,98$; errore standard = 0,054);
- femmine: $P = 0,009 \cdot (LT)^{3,306}$ ($n = 71$; $r^2 = 0,96$; errore standard = 0,059).

In tutte le equazione il valore della pendenza (b) è significativamente diverso dall'isometria ($b = 3$; totale: test $t = 10,754$, $p = 0,001$; maschi: test $t = 7,658$, $p = 0,001$; femmine: test $t = 7,655$, $p = 0,001$).

3.2.3 Biologia riproduttiva

Maschi

Gli indici gonado-somatico medio (IGS) ed epato-somatico medio (IES) erano rispettivamente pari al 0,4% e al 0,8%. La frequenza relativa dei maschi maturi (stadio 3-4) per classi di taglia osservate e la curva teorica (logistica) di interpolazione dei dati sono riportate in figura 12. La taglia di maturità sessuale (L_{50}) dei maschi di *S. porcus* è pari a 8,9 cm.

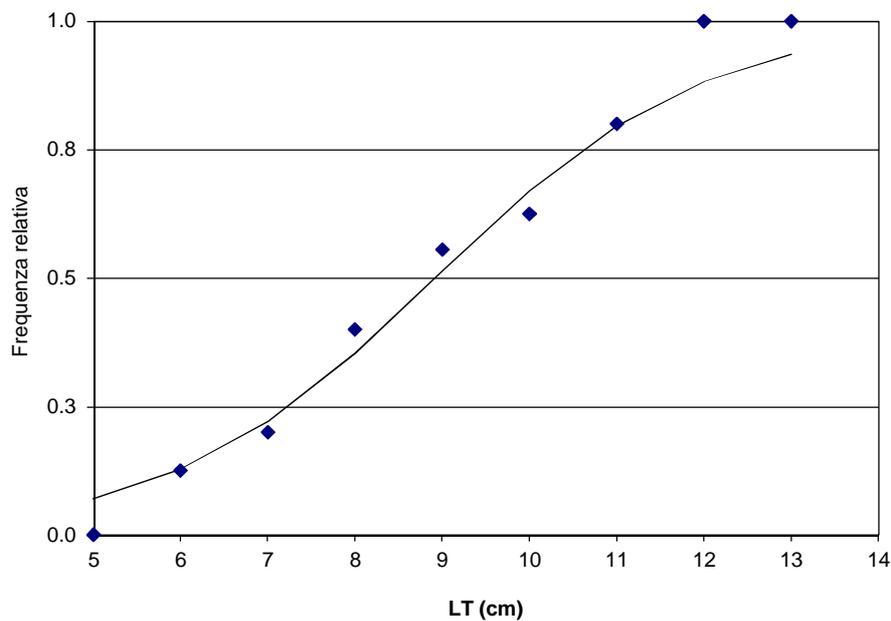


Fig. 12 – Frequenza relativa stimata (linea) e frequenza relativa osservata (punti) di esemplari maschi maturi di *S. notata* per classi di taglia.

Femmine

Gli indici gonado-somatico medio (IGS) ed epato-somatico medio (IES) erano rispettivamente pari al 3% e al 1,8%. La frequenza relativa dei maschi maturi (stadio 3-4) per classi di taglia osservate e la curva teorica (logistica) di interpolazione dei dati sono riportate in figura 8. La taglia di maturità sessuale (L_{50}) dei maschi delle femmine di *S. notata* è pari a 8,6 cm.

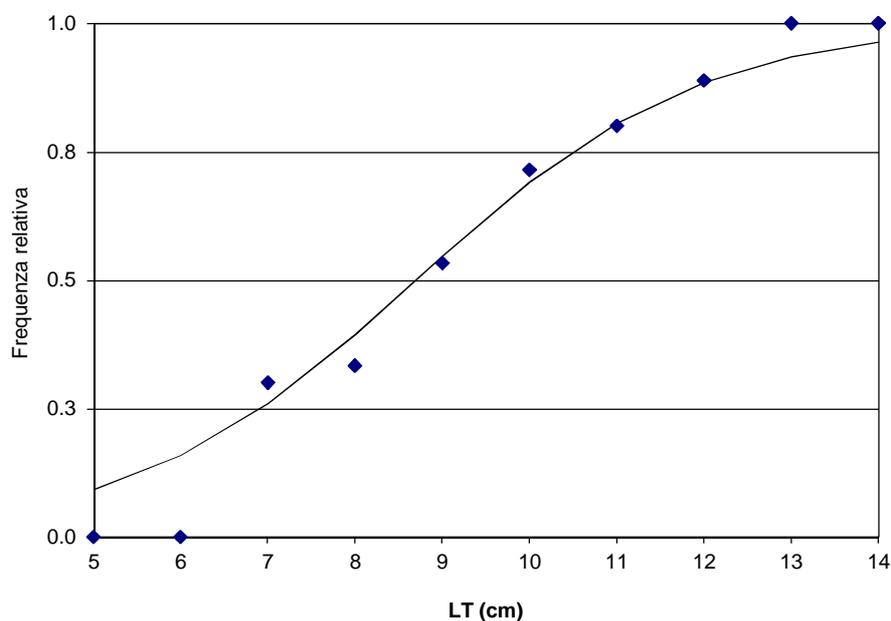


Fig. 13 – Frequenza relativa stimata (linea) e frequenza relativa osservata (punti) di esemplari femmine mature di *S. notata* per classi di taglia.

Stima della precisione delle letture

Delle 189 coppie di otoliti analizzate, solo 10 (meno del 6%) sono state scartate, a causa della totale mancanza di uniformità tra le diverse letture. Nel 56% dei casi si riscontra un concordanza tra le prime due letture, mentre solo il 5,8% di esse differiva per più di un anno. La stima di precisione ha mostrato un buon accordo tra le letture, con un CV ed un APE abbastanza bassi e pari rispettivamente a 13,9% e 9,9%.

4.2.7 Chiavi età-lunghezza e stima dei parametri di crescita

Le stime di età suddivise per classi di taglia di 10 mm degli esemplari utilizzati per la stima dei parametri di crescita sono riportate in Tab. X e comprese tra 0 e 7 anni.

Tuttavia, la maggior parte degli esemplari analizzati era di età compresa tra 1 e 3 anni, che costituivano circa il 80% dell'intero campione in entrambi i sessi. Con l'aumentare dell'età, in entrambi i sessi, si osserva un costante incremento della taglia media calcolata per ciascuna classe (Tab. X).

Tabella V – Chiavi età-lunghezza di esemplari di *S. notata*.

LT (mm)	Classi di età (anni)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
40	6	1						
50	3	4						
60	2	12	8					
70	2	7	4	1				
80		13	9	3				
90		8	9	3				
100		6	16	6				
110		3	12	11	4	1	2	
120		1	3	6	4	8		
130			1	4			1	3
140							2	
N. ind.	13	55	62	34	8	9	5	3
LT media (mm)	55	82	96	111	120	122	130	137

La curva di crescita di Von Bertalanffy è stata adattata alle coppie di dati di età-lunghezza per l'intero campione (Fig. 47). I parametri relativi a tali curve e il i valori di Φ' sono riportati in Tab. XI.

Tabella VI – Stime dei parametri della curva di Von Bertalanffy e indice di crescita (Φ') di *S. notata*, calcolate per l'intero campione. n = numero di esemplari; in parentesi: errore standard asintotico.

Parametri	L_{∞} (cm)	k (anni ⁻¹)	t_0 (anni)	Φ'	n
Totale	13.36 (7,04)	0,46 (0,1)	-0.91 (0,29)	1.91	189

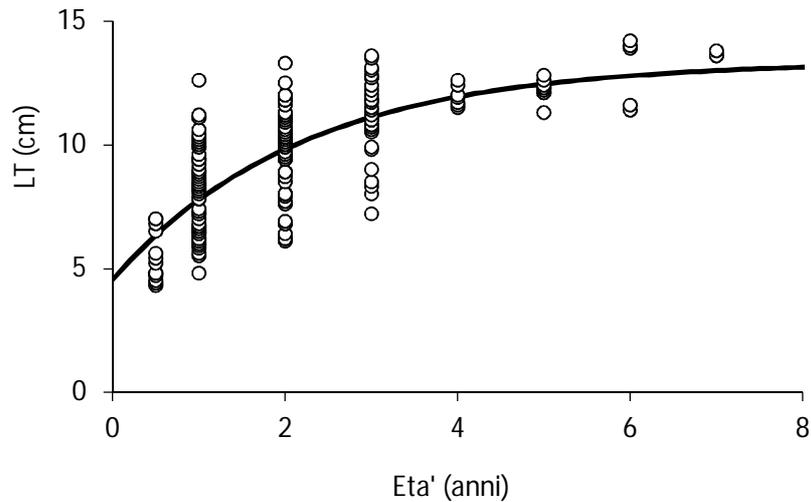


Figura 9 - Curve di crescita di Von Bertalanffy (linea) adattate ai dati di età-lunghezza (o) del totale (a), delle femmine (b) e dei maschi (c) di *S. porcus*.

Il test statistico delle massime verosimiglianze e l'ANCOVA (Kimura, 1980), hanno evidenziato differenze significative nei tassi di crescita degli esemplari provenienti da Cipro rispetto quelli provenienti dal Mar Adriatico (Tabb. VII e VIII).

Tabella VII - Risultati dei test di massima verosimiglianza (Kimura, 1980) applicato ai parametri della curva di crescita stimati per *S. notata*. g. l. = gradi di libertà, ** = differenza altamente significativa.

Ipotesi nulla	g. l.	Logaritmo naturale dei residui	Somma quadratica dei residui	χ^2
$L_{\infty\delta} = L_{\infty\varphi}$	1	-0,020	10,689	0,003**
$k_{\delta} = k_{\varphi}$	1	-0,010	12,323	0,006**
$t_{0\delta} = t_{0\varphi}$	1	0,600	10,088	0,003**
$L_{\infty\delta}, k_{\delta}, t_{0\delta} = L_{\infty\varphi}, k_{\varphi}, t_{0\varphi}$	3	-0,076	31,031	0,003**

Tabella VIII - Risultati del test ANCOVA applicato ai dati di *S. notata*.

Variabile	Coefficiente	SE	t-value	p-value
Età	12,2	1.5	10.9	0.001**
Area	11,5	5.7	3.58	0.001**
Età x Area	19.8	2.0	5.89	0.001**

5. DISCUSSIONE

Il presente studio affronta l'ipotesi di Por (1989) relativa al cosiddetto "nanismo levantino" analizzando per la prima volta dati relativi a due specie di scorfani. In precedenza uno studio simile era stato condotto per *Mullus barbatus* (Sonin et al., 2007), mostrando risultati simili a quelli ottenuti nel presente lavoro. Questi, dimostrano inequivocabilmente come in mediterraneo orientale i tassi di crescita siano più lenti. Le possibili spiegazioni di questo fenomeno sono con ogni probabilità legate al raggiungimento della maturità sessuale, che in acque più calde avviene prima rispetto ad acque leggermente più fredde come quelle dell'Adriatico settentrionale.

6. BIBLIOGRAFIA

- Bertrand J., Souplet A., Gil De Sola L., Relini G., Politou C.Y., 2007. International bottom trawl survey in the Mediterranean (MeditS), Instruction manual - Version 5. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00002/11321/>.
- La Mesa M., La Mesa G., Micalizzi M., 2005. Age and growth of madeira scorpionfish, *Scorpaena maderensis* Valenciennes, 1833, in the central Mediterranean. Fish. Res. 74: 265-272
- La Mesa M., Scarcella G., Grati F., Fabi G., 2010. Age and growth of the black scorpionfish, *Scorpaena porcus* (Pisces, Scorpaenidae) from artificial structures and natural reef in the Adriatic Sea. Sci. Mar. 74: 677-685.
- López Abellán L.J., Santamaría M.T.G., Conesa P., 2001. Age and growth of *Pontinus kuhlii* (Bowdich 1825) in the Canary Islands. Sci. Mar. 65: 259-267.
- Massutí E., Morales-Nin B., Moranta J., 2000. Growth variability of blue-mouth *Helicolenus dactylopterus* (Osteichthyes: Scorpaenidae) in two western Mediterranean areas: Alboran Sea and Balearic Sea. Fish. Res. 46: 165-176.

Por F.D., 1989. The legacy of Tethys—an aquatic biogeography of the Levant. Kluwer, Dordrecht.

Saila S.B., Recksiek C.W., Prager M.H., 1988. BASIC fishery biology programs: a compendium of microcomputer programs, and manual of operation. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

Scarcella G., La Mesa M., Grati F., Polidori P. 2011. Age and growth of small red scorpionfish, *Scorpaena notata* Rafinesque, 1810, in the northern Adriatic Sea. Environ. Biol. Fish. DOI 10.1007/s10641-011-9796-0

Scarcella G., Grati F., Polidori P., Bolognini L., Domenichetti F., Fabi G. In press. Comparison of growth rates estimated by otolith reading of *Scorpaena porcus* and *Scorpaena notata* caught at artificial and natural reefs of the northern Adriatic Sea. Braz. J. Ocean.

Sonin O., Spanier E., Levi D., Patti B., Rizzo P., Andreoli M.G., 2007. Nanism (dwarfism) in fish: a comparison between red mullet *Mullus barbatus* from the southeastern and the central Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 343: 221–228