

A. SALA, G. COSIMI, V. PALUMBO

CATTURE DI *ENGRAULIS ENCRASICHOLUS* E *SARDINA PILCHARDUS*
IN RELAZIONE ALLA TEMPERATURA ED ALLA PROFONDITÀ DI
CAMPIONAMENTO (MARE ADRIATICO)

*SAMPLING CATCHES OF ENGRAULIS ENCRASICOLUS AND
SARDINA PILCHARDUS IN RELATION WITH TEMPERATURE AND
FISHING DEPTH (ADRIATIC SEA)*

Estratto da:

BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA, Periodico edito dalla Società Italiana di Biologia Marina
Vol. 9 - fasc. 1 - 2002 (PARTE PRIMA) - NUMANA (4-9 Giugno 2001)

A. SALA, G. COSIMI, V. PALUMBO

Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima, IRPEM - CNR, Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.

CATTURE DI *ENGRAULIS ENCRASICHOLUS* E *SARDINA PILCHARDUS*
IN RELAZIONE ALLA TEMPERATURA ED ALLA PROFONDITÀ DI
CAMPIONAMENTO (MARE ADRIATICO)

*SAMPLING CATCHES OF ENGRAULIS ENCRASICOLUS AND
SARDINA PILCHARDUS IN RELATION WITH TEMPERATURE AND
FISHING DEPTH (ADRIATIC SEA)*

Abstract

Some detailed information on the spatial distribution of the anchovy and sardine stocks in the Adriatic Sea, through the collection of echosurvey net samples, are reported. Catch data, within each species, have been analysed in relation to the environmental parameters (temperature and fishing depth).

Key-words: anchovy, sardine, Adriatic Sea, distribution, ecology.

Introduzione

Dal 1976 l'IRPEM (CNR, Ancona) effettua annualmente dei survey acustici per lo studio dell'abbondanza e della distribuzione dei piccoli pelagici nel Mar Adriatico. L'area investigata va da Trieste a S. Benedetto del Tronto e più recentemente fino a Brindisi, e dalla costa italiana alla *mid-line*. Durante questi echosurvey vengono eseguiti dei campionamenti sistematici con una rete pelagica, al fine di supportare i dati acustici in termini di composizione per specie e di taglia degli individui.

In questo lavoro sono state analizzate le distribuzioni spaziali delle due specie pelagiche più abbondanti, alici e sardine, in relazione ai principali fattori ambientali: temperatura e profondità di campionamento.

Materiali e metodi

La rete, progettata e realizzata dall'IRPEM, ha una maglia di 800 mm nella parte frontale e 18 mm nel sacco (*stretched mesh*). L'apertura orizzontale della rete è di 12-13 m e l'apertura verticale di circa 7 m.

Il motopeschereccio utilizzato è stato il "S. Lo Bianco" (660 HP ed elica a pale orientabili).

In questo studio sono stati analizzati i dati relativi ai campionamenti con la rete, effettuati nei 5 echosurvey condotti dal 1996 al 1998: settembre '96, luglio '97, settembre '97, luglio '98 ed ottobre '98 (Fig. 1, Tabb. 1 e 2).

Le cale sono state eseguite a diverse profondità e generalmente venivano effettuate con la rete nelle immediate vicinanze del fondo. La velocità della barca veniva mantenuta costante a circa 3.6 Nodi per tutta la durata della cala.

Al fine di rendere confrontabili i dati di cattura, tutte le cale duravano mezz'ora, dal momento in cui la rete si stabilizza al momento in cui i cavi vengono salpati.

Si è scelto di escludere le cale notturne, tenendo presente che per alcune specie esiste una marcata differenza di vulnerabilità tra giorno e notte (Froglià e Gramitto, 1982).

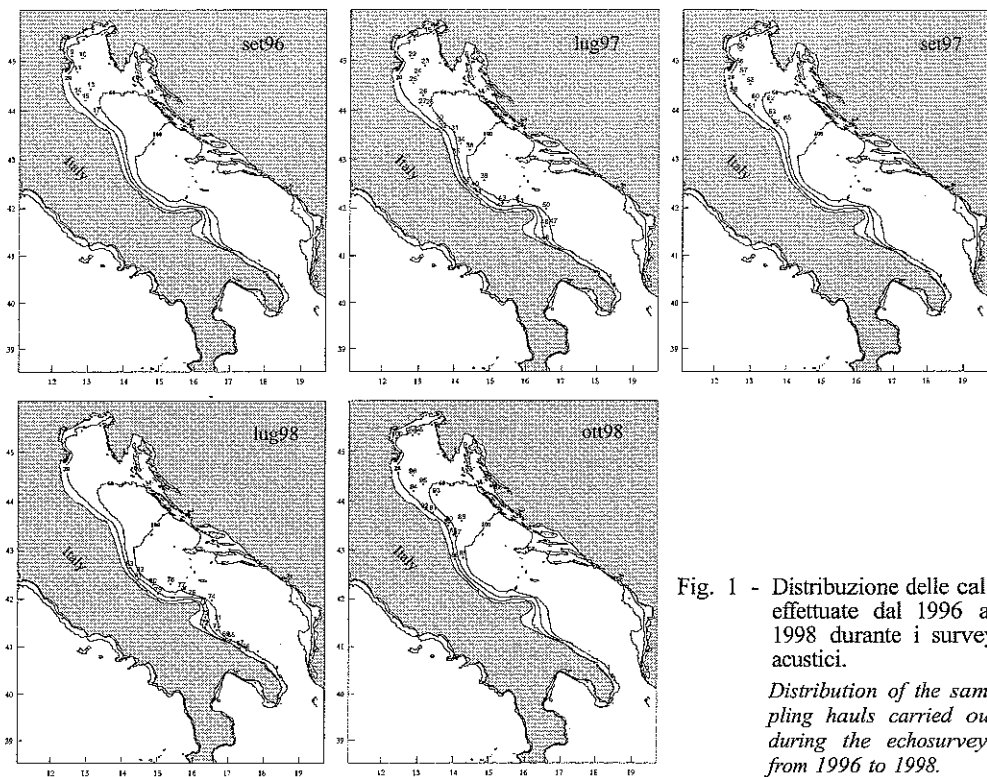


Fig. 1 - Distribuzione delle cale effettuate dal 1996 al 1998 durante i survey acustici.

Distribution of the sampling hauls carried out during the echosurveys from 1996 to 1998.

Durante gli echosurvey effettuati dal 1996 al 1998 il controllo della posizione della rete, durante le operazioni di pesca, è stato effettuato tramite il sistema SIMRAD ITI (*Integrated Trawl System*). In questo sistema un trasduttore acustico viene normalmente montato al centro della lima dei sugheri della rete per la rilevazione della profondità e della temperatura dello strato d'acqua campionato. Questo fatto ha consentito di correlare con precisione i dati di temperatura e di profondità dei campionamenti con i dati biologici relativi alle catture ottenute.

In passato altri autori avevano avanzato ipotesi sugli spostamenti delle alici e sardine in Adriatico (Demir, 1963; Piccinetti, 1970). La nostra analisi vuole fornire ulteriori informazioni dirette sulla distribuzione spaziale di queste due specie.

In generale, si è cercato di individuare una eventuale correlazione fra la profondità di campionamento e la taglia media e le catture di alici e sardine.

Gli strumenti classici per lo studio della correlazione tra due caratteri sono l'indice di *Pearson* e quello di *Spearman*.

Le ipotesi di correlazione tra le variabili suddette sono state saggiate calcolando il coefficiente di correlazione per ranghi ρ di *Spearman*, non essendo impiegabile il coefficiente di correlazione r di *Pearson* (parametro non valido nel caso di un campione tratto da una popolazione nella quale le variabili non hanno una distribuzione normale).

Tab. 1 - Cale diurne effettuate durante gli echosurveys: settembre 1996, luglio 1997.
Sampling hauls carried out during the echosurveys: September 1996, July 1997.

ID	Giorno	Ora	Latit.	Longit.	Prof [m]	Temp. [°C]	Cattura [n.ind]		Taglia media [mm]	
							<i>E. encr</i>	<i>S. pilc</i>	<i>E. encr</i>	<i>S. pilc</i>
4	28/09/96	06:23	45°35.90'	013°26.40'	14.8	18.7	14	101	12.8	15.2
5	28/09/96	11:13	45°33.90'	013°06.30'	10.3	18.9	-	-	-	-
7	28/09/96	16:32	45°28.90'	012°50.80'	16.0	19.6	7	62	14.0	16.0
9	29/09/96	06:45	45°05.30'	012°32.10'	19.4	19.1	306	332	10.7	16.4
10	29/09/96	10:26	45°02.90'	012°50.00'	25.6	13.6	30	-	13.4	-
11	29/09/96	18:42	44°46.70'	012°41.60'	21.9	19.4	2153	374	11.3	17.1
13	30/09/96	07:22	44°26.01'	012°64.00'	34.7	14.4	1038	-	12.7	-
14	30/09/96	11:11	44°20.10'	012°42.00'	22.3	19.4	1384	26	12.1	17.6
15	30/09/96	16:37	44°12.50'	012°54.70'	31.9	15.1	551	180	12.9	16.3
17	01/10/96	10:12	43°56.00'	013°13.10'	20.5	18.4	15463	76	8.2	16.4
18	08/07/97	08:15	45°35.50'	013°26.70'	16.5	17.9	98	-	8.4	-
19	08/07/97	11:48	45°31.20'	013°12.90'	16.7	21.5	16	43	13.9	17.0
20	08/07/97	17:05	45°27.40'	012°51.10'	19.0	14.7	-	80	-	16.0
22	09/07/97	06:55	45°02.20'	012°48.32'	28.8	11.8	63	75	12.9	16.9
23	09/07/97	10:43	44°53.90'	013°09.50'	37.3	12.0	9	64	14.0	16.9
24	09/07/97	17:15	44°42.10'	012°57.10'	33.9	13.8	18	-	12.9	-
26	10/07/97	07:00	44°18.00'	013°06.00'	45.0	12.5	95	275	14.5	17.3
27	10/07/97	11:14	44°06.00'	012°65.00'	37.9	15.4	884	56	11.7	17.1
28	10/07/97	18:51	44°05.40'	013°17.20'	53.9	12.3	353	34	13.9	18.0
30	11/07/97	07:44	43°46.60'	013°33.60'	46.9	12.5	237	21	13.1	16.6
31	11/07/97	11:09	43°33.50'	014°00.00'	69.4	11.9	417	23	13.2	17.5
32	11/07/97	15:01	43°36.40'	013°39.70'	14.8	21.4	1894	-	10.8	-
34	12/07/97	06:48	43°19.70'	014°10.90'	70.0	12.0	-	19	-	17.6
35	12/07/97	11:21	43°05.20'	014°02.60'	39.6	15.0	5504	47	10.5	16.8
36	12/07/97	16:51	43°12.10'	014°25.80'	67.6	12.6	-	743	-	14.3
38	13/07/97	08:55	42°30.10'	014°19.90'	38.7	19.1	841	59	11.3	16.6
39	13/07/97	11:35	42°34.60'	014°50.40'	143.2	12.8	-	-	-	-
40	16/07/97	12:26	42°24.60'	014°34.90'	76.9	12.7	102	-	13.0	-
41	16/07/97	17:54	42°16.10'	014°39.50'	41.0	21.8	3301	230	11.4	15.3
43	17/07/97	07:31	42°07.40'	015°20.50'	65.3	12.7	1280	32	11.0	15.2
44	17/07/97	10:21	41°58.30'	015°17.70'	37.8	23.1	3191	369	11.4	15.2
46	21/07/97	08:09	41°17.30'	016°31.80'	36.2	14.9	416	56	11.5	15.0
47	21/07/97	11:15	41°38.10'	016°45.30'	113.4	13.2	724	-	13.9	-
48	21/07/97	18:17	41°37.20'	016°30.50'	77.3	12.7	1033	-	12.0	-
50	22/07/97	07:15	41°58.70'	016°32.90'	97.3	13.2	915	6	14.2	19.0
51	22/07/97	16:15	42°03.80'	015°50.10'	72.8	12.7	341	-	11.8	-

Per quanto riguarda lo studio della correlazione tra la profondità di campionamento e le catture, espresse come numero di individui catturati, si è tenuto conto che la distribuzione delle popolazioni pelagiche è frequentemente non uniforme ed il campionamento di questi stock è caratterizzato da valori di abbondanza bassi rispetto alla media della popolazione e da pochi valori molto grandi. Di conseguenza, la media dei dati originali (non trasformati), può essere molto sensibile a questi estremi e gli intervalli di confidenza possono risultare molto ampi. Per questo motivo, per ottenere la cattura media alle varie profondità si è suddivisa la colonna d'acqua in strati di 10 metri e, seguendo le indicazioni di McConnaughey e Conquest (1992), si è calcolata la media geometrica delle catture nei diversi strati.

Tab. 2 - Cale diurne effettuate durante gli echosurveys: settembre 1997, luglio 1998, ottobre 1998, *Sampling hauls carried out during the echosurveys: September 1997, July 1998, October 1998.*

ID	Giorno	Ora	Latit.	Longit.	Prof [m]	Temp. [°C]	Cattura [n.ind]		Taglia media [mm]	
							<i>E. encr</i>	<i>S. pilc</i>	<i>E. encr</i>	<i>S. pilc</i>
52	17/09/97	07:21	45°36.00'	013°27.10'	15.7	-	-	-	-	-
53	17/09/97	11:05	45°29.50'	013°11.30'	20.4	-	-	120	-	16.9
54	17/09/97	16:41	45°26.40'	012°52.10'	15.8	-	-	-	-	-
56	18/09/97	07:36	44°54.10'	012°41.10'	25.3	19.9	10379	186	9.4	17.0
57	18/09/97	12:05	44°42.80'	012°47.20'	29.3	13.4	8052	1707	12.1	17.0
58	18/09/97	18:36	44°31.10'	012°58.90'	36.4	13.9	-	83	-	17.8
60	19/09/97	07:44	44°12.10'	013°07.30'	47.0	13.4	-	-	-	-
61	19/09/97	11:41	44°00.30'	013°00.80'	14.3	21.8	1525	69	9.2	15.5
62	19/09/97	16:01	44°09.60'	013°32.90'	58.0	12.5	729	-	13.2	-
64	20/09/97	08:07	43°40.70'	013°42.90'	34.2	13.7	220	85	12.3	16.6
65	20/09/97	11:45	43°45.90'	014°01.20'	70.6	12.8	1693	280	12.7	16.4
66	22/07/98	07:15	40°55.10'	017°30.90'	74.0	13.3	249	-	12.6	-
67	22/07/98	11:05	40°59.30'	017°20.50'	78.5	13.6	652	-	13.9	-
68	22/07/98	19:44	41°09.70'	017°04.80'	107.5	12.9	793	-	13.8	-
70	23/07/98	07:18	41°21.30'	016°40.50'	74.3	13.1	3017	-	9.8	-
71	23/07/98	10:58	41°31.80'	016°42.30'	100.3	12.8	506	-	13.9	-
72	23/07/98	16:36	41°25.30'	016°20.10'	25.5	23.8	244	368	10.5	12.6
74	24/07/98	07:05	41°58.20'	016°31.60'	106.0	12.5	-	-	-	-
75	24/07/98	10:00	41°53.90'	016°17.80'	31.3	14.3	3253	341	10.3	13.2
76	24/07/98	16:00	42°03.10'	015°58.30'	77.3	13.2	1119	42	12.0	15.6
78	25/07/98	15:15	42°19.00'	015°22.00'	129.5	12.3	-	-	-	-
79	25/07/98	18:13	42°06.60'	015°01.50'	41.3	14.5	64	-	10.7	-
81	26/07/98	06:48	42°24.40'	014°27.90'	44.3	14.8	476	36	11.5	15.3
82	26/07/98	10:21	42°31.90'	014°31.30'	84.5	12.5	515	56	13.2	16.2
83	26/07/98	13:54	42°39.10'	014°13.20'	43.3	13.6	-	-	-	-
84	08/10/98	19:11	43°30.25'	013°50.83'	21.0	20.0	5419	248	9.4	13.4
85	09/10/98	15:35	42°50.98'	014°17.20'	86.5	12.9	1234	39	13.7	16.4
86	09/10/98	18:11	42°49.10'	014°02.90'	12.0	19.8	14679	634	8.1	13.3
87	10/10/98	07:15	43°17.10'	014°07.40'	56.4	14.5	1142	-	12.5	-
88	10/10/98	10:09	43°19.10'	014°00.02'	49.5	15.6	673	49	11.4	15.7
89	10/10/98	14:23	43°35.70'	014°14.60'	74.8	13.7	3360	10	13.3	18.0
90	10/10/98	19:09	43°33.70'	013°53.20'	41.7	17.5	513	174	11.6	16.4
91	11/10/98	11:45	43°46.80'	013°25.80'	27.3	20.0	197	105	10.0	15.5
92	11/10/98	17:37	43°49.60'	013°11.80'	11.5	19.5	172	36	8.5	14.4
94	12/10/98	08:35	44°12.50'	012°53.00'	29.5	17.7	681	423	10.5	14.5
95	12/10/98	11:22	44°20.00'	013°09.00'	47.0	16.1	-	43	-	16.1
96	12/10/98	19:01	44°31.50'	012°51.50'	22.0	18.3	697	107	12.4	15.5
98	14/10/98	07:12	45°20.70'	013°01.70'	23.5	20.0	29	520	13.8	16.0
99	14/10/98	11:15	45°18.80'	012°50.80'	22.5	20.0	5	77	14.2	16.7
100	14/10/98	18:16	45°15.60'	012°25.40'	16.5	19.3	950	92	9.9	16.3

Questo estimatore può essere calcolato elevando a potenza la media dei dati $\log(x+1)$, dove x rappresenta la cattura, e sottraendo alla fine il valore 1.

Per ciascuna specie, infine, le catture medie di ogni strato campionato, sono state normalizzate per il valore massimo di periodo.

Risultati

Nei grafici di Fig. 2 vengono riportate le taglie medie di alici e sardine catturate dal 1996 al 1998 durante le cale degli echosurvey.

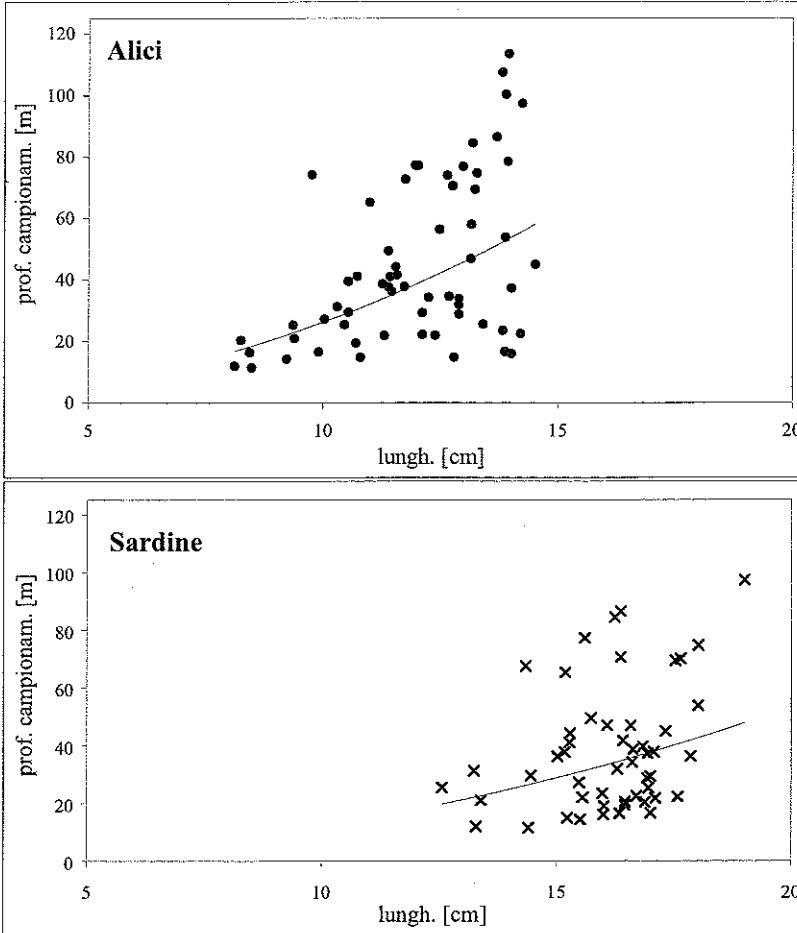


Fig. 2 - Distribuzione verticale delle taglie medie di alici e sardine campionate dal 1996 al 1998 durante le cale dei survey acustici.

Vertical distribution of the mean sizes of anchovy and sardine sampled from 1996 to 1998 during the echosurveys hauls.

L'analisi statistica applicata alle variabili "taglia media delle alici e delle sardine" e "profondità di campionamento" (Tab. 3), ha permesso di calcolare valori di ρ rispettivamente di 0.499 ($p < 0.01$) e 0.280 ($p < 0.05$). Si può, pertanto, affermare che esiste una correlazione positiva tra la taglia media delle alici e delle sardine e la profondità di campionamento.

Tab. 3 - Correlazioni non parametriche tra la prof. di campionamento e la taglia media e la cattura di alici e sardine, campionate dal 1996 al 1998 durante le cale degli echosurveys.

Non parametric correlations between the fishing depth and the mean size and catch data of anchovy and sardine, collected from 1996 to 1998 during the chosurvey hauls.

Correlazioni non parametriche		Taglia media [cm]		Catture (num. ind.)	
		Alici	Sardine	Alici	Sardine
prof. di campionamento [m]	ρ di Spearman	.499**	.280*	.709*	-.833**
	Sig.	.000	.047	.015	.005
	N	62	51	11	9
** Correlazione significativa al livello 0,01					
* Correlazione significativa al livello 0,05					

Queste correlazioni vengono proposte graficamente a titolo esemplificativo nella Fig. 2. Nel complesso, pur con qualche situazione anomala, si può affermare che la taglia media per entrambe le specie aumenta progressivamente con la profondità.

I grafici di Fig. 3 presentano l'andamento delle catture medie normalizzate di alici e di sardine in funzione della profondità di campionamento.

Risulta subito evidente che le catture di alici sono caratterizzate da una crescita progressiva con l'aumentare della profondità di campionamento. In particolare, le catture più elevate di alici sono state registrate alle profondità maggiori, mentre i valori più bassi sono stati raccolti dai 20 ai 50 m (Fig. 3). Da un'analisi risolutiva dei dati (Tab. 3), si è ottenuto un coefficiente di correlazione di Spearman di 0.709 ($p < 0.05$), che indica una correlazione positiva fra le catture e la profondità di campionamento.

Al contrario, nel grafico delle sardine (Fig. 3), si assiste ad un generale e progressivo decremento dei valori di cattura da campionamento al crescere della profondità. In questo caso, le catture sono inversamente correlate ($\rho = -0.833$) ed in maniera altamente significativa ($p < 0.01$) con la profondità (Tab. 3).

Per valutare l'importanza dei fattori termici sulla distribuzione verticale di alici e sardine sono stati analizzati i dati della temperatura ottenuti dal sistema ITI. Sia nel 1997 che nel 1998, a causa della formazione di una stratificazione verticale della temperatura, la situazione è apparsa molto simile (Fig. 4).

In particolare, si osserva, che il termoclino può essere individuato fra 40-50 m. Tale situazione potrebbe aver assunto un ruolo di rilievo nella distribuzione spaziale delle alici e sardine, determinando l'insorgere di condizioni più o meno favorevoli per la permanenza degli adulti a profondità maggiori.

Conclusioni

Dagli studi del materiale raccolto, si possono trarre informazioni di notevole interesse per quanto riguarda la distribuzione spaziale dell'alice e della sardina in Adriatico. Sono state osservate correlazioni significative tra la taglia media delle aggregazioni di alici e sardine catturate e la profondità alla quale le stesse sono state pescate. In entrambe le specie gli individui di maggiori dimensioni sono stati trovati a profondità maggiori. Questa tendenza potrebbe essere legata al ciclo vitale delle specie in esame ma anche essere in relazione ad uno o più fattori fisici come la temperatura, salinità, correnti e nutrienti. Essendo un approccio esplorativo non si vogliono fornire risposte

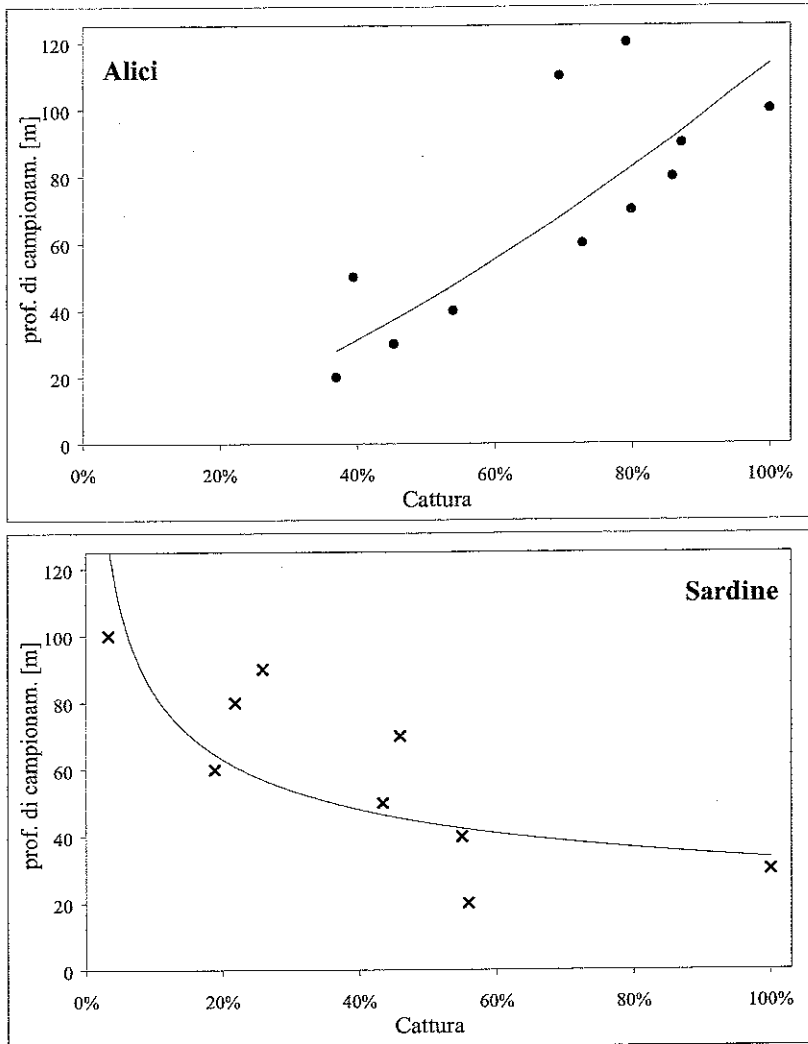


Fig. 3 - Distribuzione verticale delle catture medie normalizzate di alici e sardine campionate dal 1996 al 1998 durante le cale dei survey acustici.

Vertical distribution of the normalized mean catches of anchovy and sardine sampled from 1996 to 1998 during the echosurveys hauls.

definitive ma, più che altro, cercare di individuare i metodi più funzionali per iniziare questa indagine.

Nel nostro caso sia la temperatura che la profondità di campionamento sono state rilevate contemporaneamente alle pescate. Per questo motivo, l'aver individuato l'esistenza di una relazione diretta tra la profondità e la taglia media di queste aggregazioni pelagiche, riveste un notevole valore ecologico.

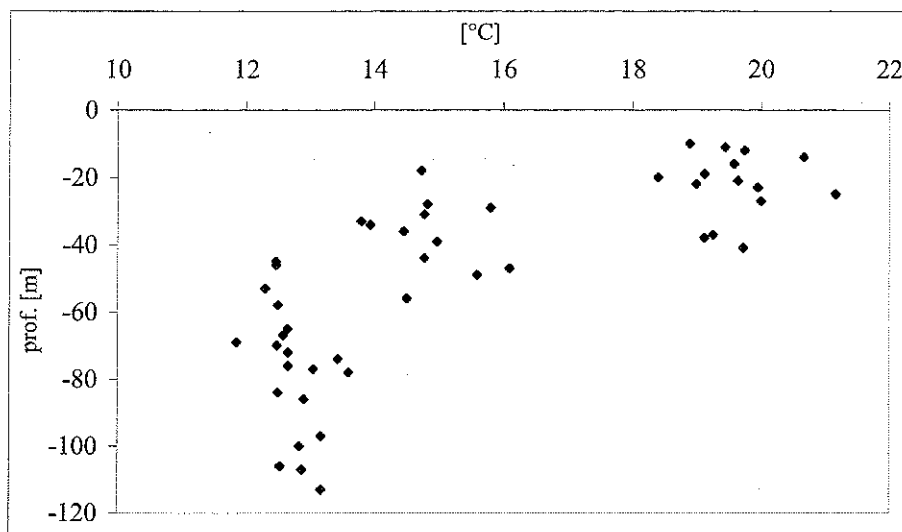


Fig. 4 - Temperature medie rilevate dal sistema *Simrad ITI* dal 1996 al 1998 durante le cale dei survey acustici.

Mean temperatures acquired by Simrad ITI system from 1996 to 1998 during the echosurveys hauls.

Sono state, infine, esaminate le catture delle alici e delle sardine dei campionamenti effettuati alle varie profondità.

L'analisi ha evidenziato un tendenza differenziata fra le due specie con, ad esempio alle profondità maggiori, un aumento delle catture delle alici ed un parallelo decremento delle sardine. Per ora, pur non potendo individuare con certezza le cause che concorrono alla comparsa di questa situazione, si ritiene ragionevole supporre che il permanere di una stratificazione termica nella colonna d'acqua possa influire sulla distribuzione sia delle alici che delle sardine.

In recenti studi (Giovanardi, 1998), ad esempio, è stato possibile osservare che la conservazione di una struttura stratificata della colonna d'acqua, come nel nostro caso, favorisce la concentrazione delle particelle nutritive in determinati strati, contrastando l'azione di rimescolamento ad opera del vento. Questo fatto suggerisce, a nostro avviso, che potrebbe esservi una particolare sensibilità di queste due specie alle variazioni ambientali. D'altra parte viene riconosciuta l'importanza di una mirata conduzione di ricerche che possano studiare congiuntamente più parametri ambientali e biologici.

Summary

Net samples data, from acoustical surveys in the Adriatic Sea (1996-1998), have been analysed in this paper. The following conclusions could be drawn:

- the concentration of the most sized anchovies and sardines increases with the sampling depth. Such trend could be related to the life cycle or to several physical factors. Since both the temperature and the sampling depth were recorded while fishing, the existence of such relationship is of great ecological value;
- the stay of thermal layers in the water column could affect the vertical distribution of both anchovy and

sardine abundance. Presuming that the remaining of a thermal stratification supports the concentration of nourishing particles on given layers, then an influence on distribution of anchovies and sardines seems reasonable.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Giovanni Bombace per aver dato un notevole contributo nell'impostazione del lavoro. Tale ringraziamento va esteso all'Ing. Gaetano Messina, per la lettura critica del manoscritto finale.

Bibliografia

- DEMIR N. (1963) – Synopsis of biological data on anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus) 1758. (Mediterranean and adjacent seas). *FAO Fish. Synops.*: 26 pp.
- FROGLIA C., GRAMITTO M.E. (1982) – Alcuni aspetti biologici sulla pesca a strascico sui “Fondi a scampi” dell’Adriatico centrale. *Atti Convegno Unità Operative afferenti ai sottoprogetti Risorse biologiche ed Inquinamento marino*: 295-309.
- GIOVANARDI O. (1998) – Analisi di condizione delle larve di Acciuga, *Engraulis encrasicolus* L., per l’identificazione e la valutazione dei processi determinanti la variabilità del reclutamento (A.L.I.C.E.). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 361-371.
- MCCONNAUGHEY R.A., CONQUEST L.L. (1992) – Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull.*, **91**: 107-118.
- PICCINETTI C. (1970) – Considerazioni sugli spostamenti delle alici (*Engraulis encrasicolus* L.) nell’alto e medio Adriatico. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **25** (1): 145-157.