

Distribución y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México

René Funes-Rodríguez
Rogelio González-Armas
y Raymundo Avendaño-Ibarra

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - I. P. N. Departamento de Plancton y Ecología Marina. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n. Col. Playa Palo de Santa Rita. Apdo. Postal 592, La Paz, Baja California Sur. 23096 México.

Funes-Rodríguez, R., R. González-Armas y R. Avendaño-Ibarra, 1998. Distribución y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 8 (1): 55-66.

RESUMEN

En este estudio se presenta la riqueza de especies y distribución de la abundancia de las larvas de peces que serán utilizados para analizar la estructura de la comunidad y cambios estacionales asociados a la temperatura y distribución de la biomasa zoopláctica en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B. C. S. Los muestreos se llevaron a cabo durante el invierno-primavera y verano-otoño de 1989. El análisis taxonómico permitió la identificación de 42 formas específicas que pertenecen a 24 familias de peces. Las larvas de *Quietula y-cauda* fueron dominantes con el 61.01% de la abundancia total de larvas, seguidas por Gerreidae (15.55%) y *Sardinops sagax* (9.94%). El análisis de agrupamientos definió la existencia de dos grupos principales de estaciones que identifican a dos ambientes diferentes que persisten a lo largo del año. Uno propiamente lagunar caracterizado por larvas de góbidos, blénidos y peces planos en coincidencia con núcleos de alta densidad de zooplancton, y el otro ubicado en la boca principal de acceso con influencia oceánica, que fue caracterizado por larvas de pelágicos menores principalmente, asociado con valores de menor temperatura y biomasa zoopláctica. En ambos grupos de estaciones se refleja una sucesión de especies a lo largo del año, como resultado de los cambios estacionales de la temperatura superficial y la preferencia del habitat del desove de las especies.

Palabras clave: Larvas de peces; abundancia; distribución; laguna costera; Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur.

ABSTRACT

The present paper reports the specific composition and distribution of fish larvae, in order to know the community structure, and seasonal variability, related to the sea surface temperature and zooplankton biomass distribution at Magdalena-Almejas lagoon system, B. C. S. Sampling was carried out during winter-spring and summer-autumn 1989. The taxonomic analysis allowed the identification of 42 taxa belonging to 24 families of fishes. Larvae of *Quietula y-cauda* were dominant (61.01%) of the total abundance, followed by Gerreidae (15.55%) and *Sardinops sagax* (9.94%). Analysis of the assemblages defined two groups stations that identify different environmental persistent conditions throughout the year. One group with lagooner features and characterized by resident taxa like gobies, blennies and flatfish larvae, in coincidence with highest zooplankton biomass. The other group located at the main access mouth to Magdalena Bay with oceanic influence was characterized mainly by small pelagic fish larvae associated with lowest temperature and zooplankton biomass. Succession of species was observed in both groups stations throughout the year, as a result of seasonal sea surface temperature changes and the habitat in which the adults spawn.

Key words: Fish larvae; abundance; distribution; coastal lagoon; Magdalena-Almejas Bay, Southern Baja California.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de la estructura de la comunidad de las larvas de peces y su dinámica en relación a las características del ambiente, han sido utilizados para identificar como los procesos oceanográficos afectan y quizás controlan la composición y distribución de las poblaciones en el área de influencia de la Corriente de California (i. e. Richardson *et al.*, 1980; Moser *et al.*, 1987; Doyle, 1992). Esto hace evidente que los patrones de distribución de las larvas y de otros grupos del zooplancton sean una respuesta diferencial a las características que impone el ambiente, estableciéndose posibles relaciones entre el tiempo y la localización del desove en función de los diferentes eventos oceanográficos, como son la temperatura, el transporte y la turbulencia (Parrish *et al.*, 1983).

Las amplias variaciones anuales de las condiciones ambientales en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas en Baja California Sur, tienen una importante influencia en la composición y distribución de los grupos del zooplancton y fitoplancton (Nienhuis y Guerrero, 1985; Funes, 1985; Palomares, 1992; Cota *et al.*, 1992; Aceves *et al.*, 1992; y Palomares y Gómez, 1996). Los cambios en la composición de las especies es de interés biogeográfico y más en este sistema lagunar por localizarse en una zona de «transición», en donde se mezclan faunas provenientes de las zonas frías de surgencias y las aguas cálidas de bahías y esteros. Lo que permite la conjunción de biotas de afinidad templado-cálidas y de origen tropical-subtropical en alguna temporada del año (Hubbs, 1960; Briggs, 1974; Brinton y Reid, 1986; Castro y Torres, 1993). Esto tiene relación con la amplia variación oceanográfica debido al flujo de corrientes marinas de la zona oceánica adyacente (Sverdrup *et al.*, 1942; Hickey, 1979; Lynn y Simpson, 1987), que originan una amplia variación anual en la temperatura superficial del mar (MacLain *et al.*, 1985).

El sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas mantiene relación con el océano a través de tres bocas (Boca de la Soledad, Boca Entrada y Canal de la Rehusa), que en combinación con las corrientes de marea y velocidad de los vientos dominantes, son los principales responsables de la variación oceanográfica del sistema lagunar, como es observado en los gradientes o parámetros abióticos entre el interior y Boca Entrada (Alvarez *et al.*, 1975). Así también, la alta biomasa fitoplanctónica (Nienhuis y Guerrero, 1985) y secundaria (Palomares, 1992; Palomares y Gómez, 1996; Anónimo, 1984b), se ve reflejada en su importancia ecológico-pesquera, que está representada por su complejidad faunística y la abundancia de los recursos de interés comercial, entre los que destacan las pesquerías de pelágicos menores (Takasaki, publicado por Chapa, 1962;

Mathews, 1975; Casas, 1987; Anónimo, 1987; y Hernández, 1987).

El objetivo de este trabajo es el de caracterizar la estructura de la comunidad de las larvas de peces, sus patrones de distribución y cambios estacionales, en relación a la temperatura y distribución de la biomasa zoopláctica. El aspecto comparativo encuentra como antecedentes únicos los trabajos de Castro (1975) y Acéves *et al.* (1992), quienes reportan la composición específica y la abundancia de las larvas de peces, y los de Anónimo (1985; 1984b), Saldierna-Martínez *et al.* (1987) y Vera (1993) sobre la variación en la abundancia de las larvas de clupeiformes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo de campo

Durante 1989, se realizaron cuatro campañas de muestreo al interior del sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur (entre los 24° 15' y 25° 20' Lat. N y los 112° 30' y 112° 12' Long. W) en enero, febrero, mayo y septiembre (fig. 1). Se seleccionaron estas fechas por corresponder a las temporadas con mayor desove de las diferentes especies de sardinas (Anónimo, 1984b;

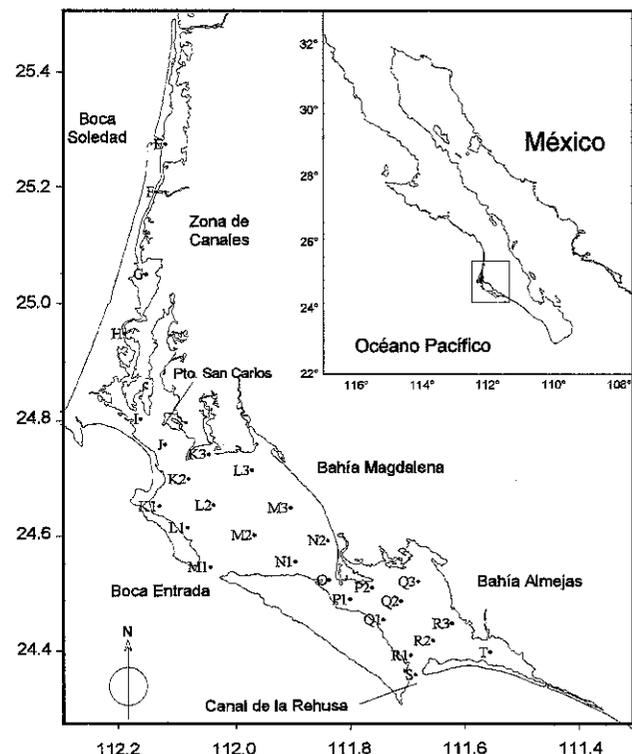


Figura 1.- Área de estudio y red de estaciones en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur.

Saldierna *et al.* 1987; Vera, 1993). La red de estaciones (28 estaciones) fue situada a largo de tres zonas identificadas por Alvarez *et al.* (1975) como: la zona de Canales (estaciones E, F, G y H), compuesta por gran cantidad de esteros, lagunas y canales con profundidades promedio de 3.5 m (noroeste); la zona de Bahía Magdalena (estaciones I, J, K1, K2, K3, L1, L2, L3, M1, M2, M3, N1, N2 y O), situada en la parte central del sistema, comunicada con el Océano Pacífico a través de una boca principal de acceso (Boca Entrada) con 38m de profundidad, la cual permite la navegación; y por último, la zona de Bahía Almejas (estaciones P1, P2, Q1, Q2, Q3, R1, R2, R3, S y T) conectada al océano por una boca somera conocida como canal de Rehusa. De éstas zonas, Bahía Magdalena fue la mejor muestreada durante el período de estudio.

Las muestras de zooplancton se recolectaron con una red cilíndrico-cónica tipo «CalCOFI» de 0.60 m de diámetro de boca con malla monofilamento Nytex de 333 micras, provista de un flujómetro digital para calcular el volumen de agua filtrado. Los arrastres se realizaron cerca de la superficie, horizontalmente y tuvieron una duración de cinco minutos. Las muestras fueron fijadas con formaldehído a una concentración final de 4% y neutralizadas con una solución saturada de borato de sodio. En cada muestreo se midió la temperatura superficial y se determinó la biomasa zoopláncica (ml/1000m³), por el método de volumen desplazado (Beers, 1976). El total de las larvas de peces fueron separadas de las muestras de zooplancton e identificadas hasta el mínimo nivel taxonómico posible, utilizando sus características merísticas, morfométricas y de pigmentación. Las principales fuentes bibliográficas utilizadas para la identificación, y que además incluyen la distribución de las larvas de peces en la región de la Corriente de California fueron los trabajos de Moser *et al.* (1993), Moser *et al.* (1994) y Moser (1996).

Análisis de datos

Las larvas de peces fueron posteriormente cuantificadas y su abundancia fue normalizada a 10 m² de superficie marina (Smith y Richardson, 1977). La similitud entre estaciones de cada muestreo fue medida con base en los datos de la abundancia de las larvas de peces, excluyendo del análisis a los taxones con frecuencia de ocurrencia menor al 5%. Para reducir el peso de las especies más abundantes los datos fueron transformados en escala logarítmica. Los grupos de estaciones fueron caracterizados utilizando el índice de disimilitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957) y el método aglomerativo de la media aritmética no ponderada (Sokal y Sneath, 1963). Los valores normalizados de la abundancia de las larvas fueron reorganizados de acuerdo al orden en que aparecen en los dendogramas, con el objeto de definir su presencia y niveles de abundancia en sus respectivos grupos de estaciones clasificados. De esta manera el promedio de la abundancia para cada taxon puede ser calculado en cada grupo de estaciones (Doyle, 1992). Los taxones dominantes por su frecuencia y abundancia en cada grupo de estaciones fueron determinados mediante la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1985).

RESULTADOS

Temperatura superficial

El promedio mensual de la temperatura superficial (TS) presentó una amplia variación de enero a septiembre de 1989 (16.89°-27.35°C). La tendencia mensual promedio mostró que los valores son relativamente menores en enero y febrero (16.82° a 17.09°C), con un incremento significativo en mayo (20.30°) y valores máximos en septiembre (27.35°). La diferencia de la TS entre los valores máximos

Tabla 1. Valores promedio de la temperatura superficial del mar (TSM), biomasa zoopláncica y abundancia de larvas de peces en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur en 1989.

MES	TSM (°C)			Biomasa Zoopláncica (ml/1000 m ³)			Abundancia (larvas/10 m ²)		
	\bar{X}	Máx-Min	ESM	\bar{X}	Máx-Min	ESM	\bar{X}	Máx-Min	ESM
Enero	16.82	(18-16)	± 0.09	356.58	(1307-111)	± 48.41	20.84	(287.54-0.28)	± 10.78
Febrero	17.09	(18-16)	± 0.17	356.86	(879-102)	± 43.94	74.07	(288.78-0.8)	± 21.64
Mayo	20.30	(22-19)	± 0.20	508.36	(1947-105)	± 111.00	10.09	(100.12-0.001)	± 4.98
Septiembre	27.35	(30-25)	± 0.29	358.93	(1387-56)	± 68.56	30.17	(101.42-4.46)	± 4.94

\bar{X} , promedio; Máx-Min, valores máximos y mínimos; ESM, error estándar de la muestra.

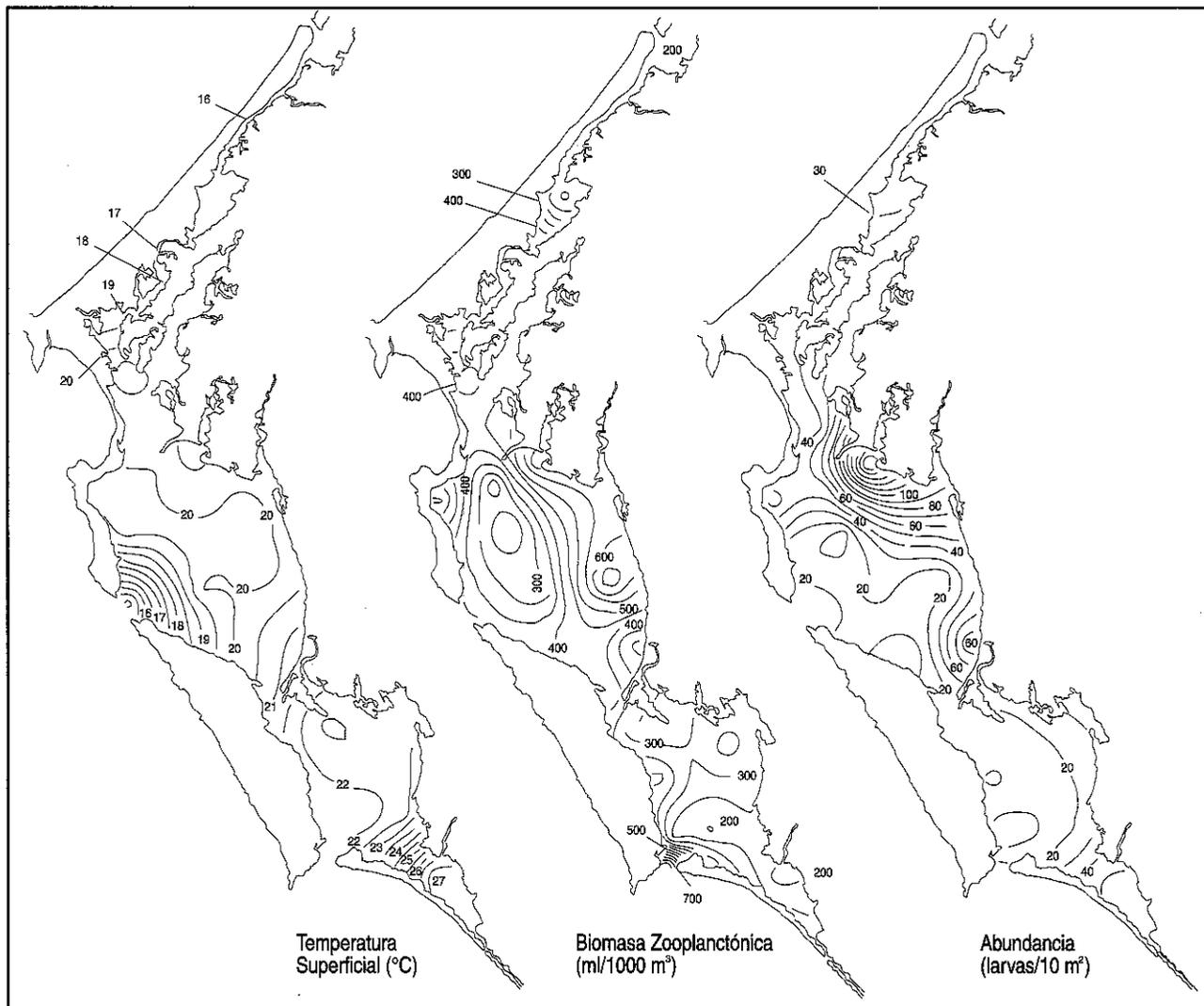


Figura 2.- Distribución de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), biomasa zoopláctónica ($\text{ml}/1000 \text{ m}^3$) y abundancia de las larvas de peces (10 m^2 de superficie marina); los valores son registros promedio durante el período de estudio en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, en 1989.

y mínimos de cada muestreo, fue menor en enero y febrero (16.0° a 18.0°C), incrementándose en mayo (19.0 a 22.0°C), y la mayor diferencia registrada en septiembre (25.0°C a 30°C), (tabla 1). El promedio global de la temperatura durante el período de estudio fue menor en las estaciones cercanas a Boca Entrada en Bahía Magdalena, a partir de la cual se incrementó gradualmente hacia las partes someras del interior del sistema lagunar (fig. 2).

Biomasa del zooplancton

Los valores promedio de la biomasa zoopláctónica fueron relativamente uniformes durante el período de estudio

(356.58 a $358.93 \text{ ml}/1000\text{m}^3$), correspondiendo al muestreo de mayo el valor más alto ($508.36 \text{ ml}/1000\text{m}^3$). La diferencia entre el valor máximo y mínimo de la biomasa fue grande para cada muestreo, como se observa en el error estándar de la muestra (tabla 1). El resultado de esta diferencia se debe a la presencia de núcleos de alta densidad zoopláctónica ($400\text{-}800 \text{ ml}/1000\text{m}^3$) que se extienden por el margen costero al norte de Bahía Magdalena (fig. 2). No obstante, la biomasa zoopláctónica fue escasa en la parte central y en la boca Entrada de Bahía Magdalena. La excepción fue durante el muestreo de mayo cuando una alta densidad estuvo asociada a las bocas de Magdalena y Almejas (860 y $1940 \text{ ml}/1000\text{m}^3$).

Tabla 2. Composición específica y abundancia de larvas de peces en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur en 1989.

ESPECIES	Enero			Febrero			Mayo			Septiembre			Total %A	Total %F
	%F	\bar{X}	STD	%F	\bar{X}	STD	%F	\bar{X}	STD	%F	X	STD		
<i>Etrumeus teres</i>				5.56	0.84	0.00							0.03	1.35
<i>Opisthonema</i> sp.										37.50	1.49	4.06	0.49	9.46
<i>Sardinops sagax</i>	66.66	3.60	5.16	72.22	15.96	36.90	14.28	0.30	0.16				9.94	41.89
Engraulidae										83.33	3.93	4.16	2.87	27.03
<i>Engraulis mordax</i>	18.51	0.85	0.99	27.78	1.10	1.65	61.90	1.29	1.50				1.00	32.43
<i>Synodus lucioceps</i>										4.17	1.91	0.00	0.07	1.35
<i>Merluccius productus</i>							9.52	0.86	0.20				0.06	2.70
<i>Atherinops affinis</i>							23.81	0.40	0.10	16.67	0.68	0.96	0.17	12.16
<i>Hemiramphus saltator</i>										8.33	0.59	0.35	0.04	2.70
<i>Syngnathus californicus</i>	3.70	0.11	0.00	11.11	0.24	0.12							0.02	4.05
<i>Hippocampus ingens</i>				5.56	0.11	0.00				4.17	0.45	0.00	0.02	4.05
<i>Serranus</i> sp.	3.70	0.18	0.00										0.01	1.35
<i>Chloroscombrus orqueta</i>										4.17	0.64	0.00	0.02	1.35
<i>Decapterus</i> sp.										8.33	0.47	0.15	0.03	2.70
<i>Oligoplites saurus inornatus</i>										4.17	0.89	0.00	0.03	1.35
<i>Seriola lalandi</i>										8.33	0.35	0.17	0.03	2.70
Gerreidae	3.70	0.12	0.00	5.56	0.22	0.00				95.83	18.51	84.85	15.55	33.78
<i>Anisotremus davidsonii</i>										37.50	6.69	17.71	2.20	12.16
<i>Calamus brachysomus</i>							23.81	1.26	2.08				0.23	6.76
<i>Kyphosus</i> sp.										8.33	0.73	0.36	0.05	2.70
<i>Abudefduf troschelli</i>										4.17	1.27	0.00	0.05	1.35
<i>Mugil curema</i>										12.50	0.52	0.49	0.06	4.05
<i>Oxyjulis californica</i>	14.81	0.15	0.04	22.22	0.19	0.05							0.05	10.81
<i>Labrisomus multiporosus</i>	3.70	0.11	0.00	5.56	0.48	0.00				16.67	0.44	0.60	0.09	8.11
Blenniidae	3.70	0.15	0.00										0.01	1.35
<i>Hypsobiennius</i> spp.	66.66	0.63	0.95	61.11	1.50	2.93	42.86	0.37	0.24	54.17	2.26	8.86	2.22	68.92
Gobiidae										45.83	1.88	5.42	0.75	14.86
<i>Gillichthys mirabilis</i>	33.33	1.37	1.37	33.33	0.96	1.44	4.76	0.19	0.00				0.67	21.62
<i>Quietula y-cauda</i>	92.59	15.31	41.52	94.44	62.45	87.46	71.43	11.07	22.62	66.67	3.84	15.19	61.01	98.65
<i>Euthynnus lineatus</i>										4.17	0.20	0.00	0.01	1.35
<i>Scomber japonicus</i>	7.40	0.12	0.00	5.56	0.14	0.00				8.33	0.59	0.28	0.06	6.76
<i>Cubiceps paucirradiatus</i>										8.33	0.43	0.22	0.03	2.70
Paralichthyidae	25.92	0.19	0.07	66.67	0.59	0.59	4.76	1.08	0.00				0.35	27.03
<i>Etropus crossotus</i>				5.56	0.13	0.00				8.33	0.51	0.26	0.04	4.05
<i>Citharichthys</i> spp.	14.81	0.23	0.18				14.29	0.51	0.43	29.17	1.67	3.66	0.52	18.92
<i>Hippoglossina stomata</i>							4.76	0.36	0.00				0.01	1.35
<i>Hypsopsetta guttulata</i>	25.92	0.24	0.12	66.67	1.20	1.75	9.52	0.50	0.24				0.62	28.38
<i>Paralichthys californicus</i>							23.81	0.60	0.31				0.11	6.76
Pleuronectidae	3.70	0.33	0.00										0.01	1.35
<i>Pleuronichthys ritteri</i>	7.40	0.15	0.00	44.44	1.47	1.38							0.44	13.51
<i>Pleuronichthys verticalis</i>	7.40	0.16	0.05				4.76	0.26	0.00				0.02	4.05
<i>Achirus mazatlanus</i>										4.17	0.38	0.00	0.01	1.35
Número de estaciones	27			18			21			24				
Número de taxones	18			1.6			13			25				
Abundancia mensual total	572			1333			202			723				

%F, Porcentaje de aparición; \bar{X} , abundancia promedio; STD, desviación estándar; %A y %F, porcentaje de la abundancia y frecuencia total. Abundancia de larvas en 10 m² de superficie marina.

Abundancia total del ictioplancton

El valor promedio mensual de la abundancia de las larvas de peces fue mayor en febrero (74.07 larvas/10m²) y comparativamente menores en los demás muestreos (10.09 a 30.17 larvas/10m²) (tabla 1). La diferencia entre el valor máximo y mínimo mensual de la abundancia de larvas fue amplio durante el período de estudio, sin embargo, para el error estándar fue menor (± 4.94 a 21.64). Esta amplia variación de la abundancia se debe a un núcleo con un alto contenido de larvas al norte de Bahía Magdalena (> 150 larvas/10m²), que persiste al menos entre enero y mayo, mientras que la abundancia de larvas es relativamente homogénea para el resto del sistema lagunar (fig. 2). El centro de alta abundancia de las larvas estuvo relacionado con altas capturas de *Quietula y-cauda* (Jenkyns y Evermann 1889) que fue el principal componente del ictioplancton de enero a mayo y por la familia Gerreidae abundantemente

recolectada en la boca Entrada de Bahía Magdalena en septiembre.

Riqueza específica y abundancia de las especies

A partir del análisis taxonómico se determinó la presencia de 42 taxones que están incluidos en 24 familias de peces durante el período de estudio (tabla 2). La riqueza específica fue mayor en septiembre (25 taxones) y comparativamente menores en los muestreos de enero (18), febrero (16) y mayo (13). Las larvas de *Q. y-cauda* fueron las más abundantes con el 61.01% de la abundancia total de larvas, seguidas por Gerreidae con el 15.55% y *Sardinops sagax* (Jenyns 1842) con el 9.94%. El promedio de la abundancia de *Q. y-cauda* y *S. sagax* fue mayor en febrero (62.45 y 15.95 larvas/10m², respectivamente) y de Gerreidae durante septiembre (18.51 larvas/10m²), (tabla 2).

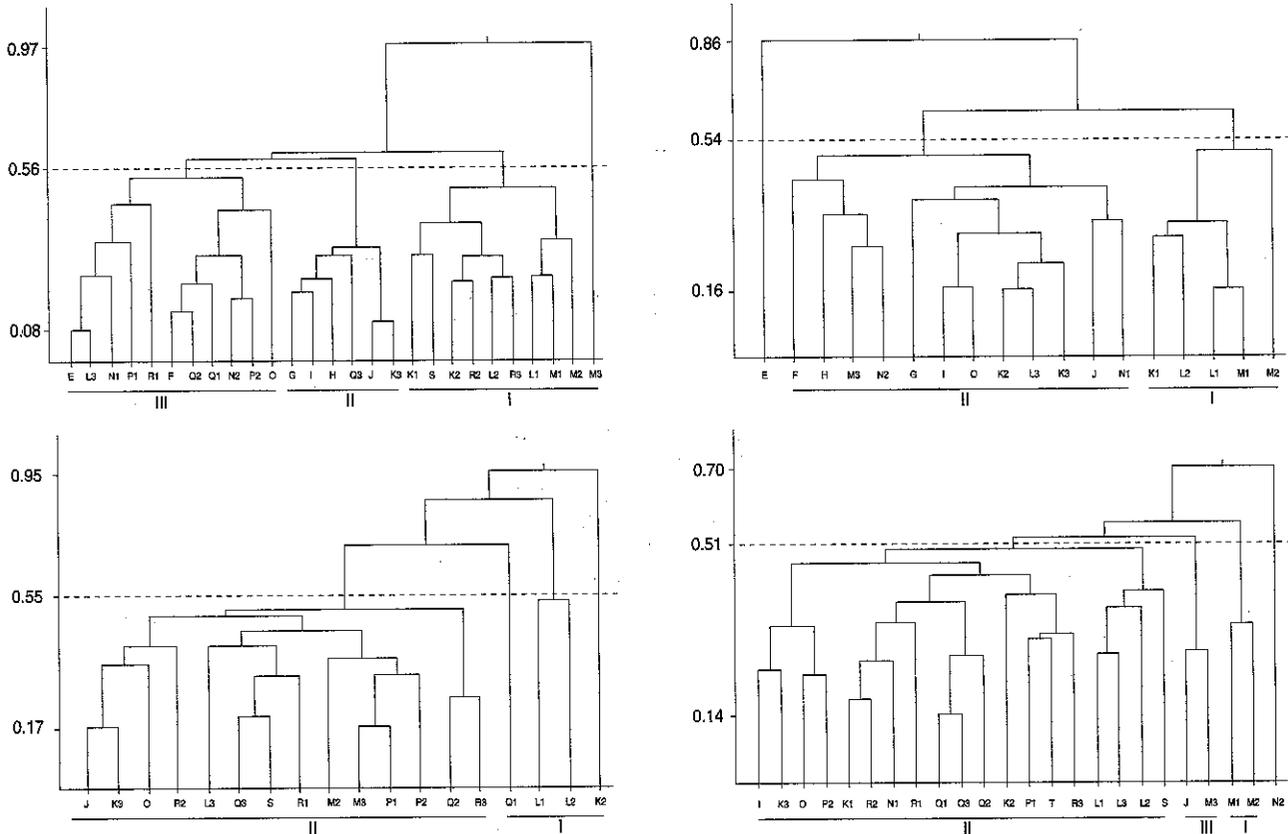


Figura 3. Dendrogramas de grupos de estaciones definidos mediante el índice de Bray-Curtis y el método de la media aritmética no ponderada para cada muestreo durante en período de estudio. Grupo I, bocas de acceso y Grupos II y III, interior de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, en 1989.

Tabla 3. Abundancia promedio de larvas de peces (10 m²) por grupos de estaciones que fueron definidos mediante el índice de similitud de Bray-Curtis y la media aritmética no ponderada en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur en 1989.

Especies	Enero		Enero		Febrero		Febrero		Mayo		Mayo		Septiembre		Septiembre		Septiembre			
	Grupo I X̄	%F	Grupo II X̄	%F	Grupo III X̄	%F	Grupo I X̄	%F	Grupo II X̄	%F	Grupo I X̄	%F	Grupo II X̄	%F	Grupo I X̄	%F	Grupo II X̄	%F	Grupo III X̄	%F
<i>Etrumeus teres</i>							0.84	7.69												
<i>Opisthonema</i> sp.														3.97	100.0			0.79	36.84	
<i>Sardinops sagax</i>									2.69	61.54										
<i>Engraulidae</i>														1.91	50.0					
<i>Engraulis mordax</i>	1.22	44.44	0.09	16.67			2.25	40.0	0.33	23.08		1.37	70.59							
<i>Merluccius productus</i>												0.86	11.76							
<i>Atherinops affinis</i>												0.41	23.53					0.68	21.05	
<i>Hemiramphus saltator</i>																		1.72	5.26	
<i>Syngnathus californicus</i>								0.24	15.38											
<i>Hippocampus ingens</i>								0.11	7.69											
<i>Decapterus</i> sp.														0.64	50.0			0.30	5.26	
<i>Seriola lalandi</i>																		0.35	5.26	
<i>Gerreidae</i>								0.22	7.69											
<i>Anisotremus davidsonii</i>																1.59	50.0	6.18		
<i>Calamus brachysomus</i>											1.50	23.53								
<i>Kyphosus</i> sp.																			0.73	10.53
<i>Mugil curema</i>																			0.52	15.79
<i>Oxyjulis californica</i>			0.11	16.67	0.18	18.18			0.19	30.77										
<i>Labrisomus multiporosus</i>							0.48	20.00											0.44	21.05
<i>Hypsoblennius</i> spp.	0.77	7.78	0.71	66.67			0.74	80.0	1.94	53.85		0.42	41.18		0.35	100.0		0.58	52.63	
<i>Gobiidae</i>																			1.71	52.63
<i>Gillichthys mirabilis</i>			2.0	100.0	0.11	27.27		0.96	46.15											
<i>Quietula y-cauda</i>										0.19	50.0		0.64	100.0						
<i>Scomber japonicus</i>					0.12	18.18	0.14	20.0					0.59	100.0						
<i>Cubiceps pucirradiatus</i>													0.55	50.0				0.32	5.26	
<i>Paralichthyidae</i>	0.19	33.33	0.11	16.67	0.21	27.27	0.12	20.0	0.63	84.62										
<i>Etropus crossotus</i>								0.13	7.69					0.64	50.0			0.38	5.26	
<i>Citharichthys</i> spp.	0.35	22.22	0.11	16.67	0.13	9.90					0.23	50.0	0.65	11.76	3.83	50.0		1.31	31.58	
<i>Hypsopsetta guttulata</i>	0.16	22.22	0.31	66.67	0.12	9.09	0.23	40.0	1.39	76.92		0.50	11.76							
<i>Paralichthys californicus</i>												0.66	23.53							
<i>Pleuronichthys ritteti</i>	0.15	11.11			0.14	9.09	0.14	20.0	1.65	53.85										
<i>Pleuronichthys verticalis</i>			0.16	33.33																
No. de estaciones	10		6		11		5		12		2		14		2		19		2	
No. de taxones	8		10		10		9		14		3		9		11		4		17	
Abundancia total	102.82		359.30		20.09		230.35		1102.95		0.83		199.47		47.22		32.46		519.78	

X̄, abundancia promedio total (larvas/10 m²); %F, porcentaje de la frecuencia; valores sombreados, taxones dominantes obtenidos mediante la prueba de Olmstead-Tukey.

Grupo I, boca de acceso; Grupo II y III, interior del Sistema Lagunar.

Estructura y sucesión de la comunidad del ictioplancton

El análisis de agrupaciones (Bray-Curtis y la media aritmética no ponderada) definió a tres grupos de estaciones. Dos son consistentes a lo largo del año (Grupo I y Grupo II), con niveles de disimilitud de los grupos similares durante el período de estudio (fig. 3), y un tercer grupo representado en las tres zonas en enero y restringido a Bahía Magdalena en septiembre. La abundancia del total de las larvas y riqueza de especies en general fue menor para el Grupo I (0.83-230.35 larvas/10m²; 3-11 taxones) y comparativamente mayor para el Grupo II (32.46-1102.95 larvas/10m²; 4-14 taxones). La excepción fue durante septiembre cuando la abundancia de las larvas y su riqueza de especies es comparativamente mayor en el grupo de estaciones con influencia oceánica (47.22 larvas/10 m²; 11 taxones).

El primer grupo de estaciones con influencia oceánica (Grupo I), se localizó en las bocas que comunican al exterior del sistema lagunar (fig. 4). Las especies dominantes del Grupo I fueron: *Sardinops sagax* y *Quietula y-cauda*, en enero y febrero; *Hypsoblennius* spp. (Gill 1861), en mayo; y Gerreidae, *Anisotremus davidsonii* (Steindachner 1875) e *Hypsoblennius* spp., en septiembre (tabla 2).

El segundo grupo de estaciones (Grupo II) se distribuyó ampliamente en el interior del sistema lagunar (fig. 4). Las especies dominantes del Grupo II fueron: *Q. y-cauda*, en enero, febrero y mayo; y Gerreidae y *Q. y-cauda*, en septiembre. Las larvas de *Q. y-cauda* que son comunes para ambos grupos de estaciones, presentaron su mayor abundancia relativa al interior del sistema lagunar, mientras que las larvas de Gerreidae lo fueron en Boca Entrada a Bahía Magdalena (tabla 2).

Un tercer grupo localizado al interior de Bahía Magdalena en el muestreo de enero (Grupo III), estuvo integrado en su mayoría por taxones que se presentan en el Grupo I y II, pero con baja abundancia relativa, mientras que en septiembre, su abundancia de larvas y riqueza de especies fue mayor (519.78 larvas/10 m²; 17 taxones), con una agrupación de taxones que son exclusivos del Grupo III (tabla 2).

DISCUSIÓN

La variación estacional de la temperatura superficial, como un indicador de la variabilidad del ambiente, fue menor en enero y febrero ($\pm 0.09 - 0.17$ error estándar), y mayor en mayo y septiembre ($\pm 0.20 - 0.29$ error estándar). Esta variabilidad es ocasionada por la influencia de la Corriente de California (fría) que es intensa de marzo a abril, y la Contracorriente de California (cálida) que está presente a

finales de verano y otoño (Sverdrup *et al.*, 1942; Hickey, 1979; MacLain *et al.*, 1985; Lynn y Simpson, 1987). Así también, la elevada temperatura superficial de septiembre está relacionada con la fuerte incidencia solar de verano a otoño, al mismo tiempo que la Corriente de California y la Contracorriente se encuentran disminuidas (Sverdrup *et al.*, 1942).

El incremento de la temperatura superficial del mar estuvo relacionado con una sucesión en la taxocenosis de las larvas de peces, y con ello el aumento de la riqueza de especies de afinidad subtropical-tropical durante septiembre, mientras que de enero a mayo se encuentran además de las especies residentes, algunas especies relacionados con la Corriente de California (*i.e.* *S. sagax*; *Engraulis mordax*, Girard 1854; y *Merluccius descriptor*, Ayres 1855). Esta variación estacional de la taxocenosis ha sido observada anteriormente con otras especies del fitoplancton y zooplancton en el interior del sistema lagunar, las cuales alternan su dominancia durante la temporada fría y cálida (Nienhuis y Guerrero, 1985; Funes, 1985; Palomares, 1992; Cota *et al.*, 1992; Acéves *et al.*, 1992; Palomares y Gómez, 1996).

La distribución de la temperatura en el interior del sistema lagunar se relaciona con la batimetría, con valores relativamente mayores en las partes someras como la zona de Canales y de Bahía Almejas, y menores en los alrededores de bocas que representan la influencia oceánica. En relación a esto se considera que la existencia de las bocas de acceso (Boca de la Soledad, Boca Entrada y Canal de la Rehusa), en combinación con las corrientes de marea y la batimetría, originan un gradiente de temperatura con valores mínimos asociados a las bocas y máximos al interior del sistema.

En el interior del sistema lagunar se presentaron núcleos de alta biomasa zoopláctica en la porción norte de Bahía Magdalena y algunas partes de Bahía Almejas, posiblemente debido a que reciben los aportes de la zona de canales y de los esteros cercanos. Nienhuis y Guerrero (1985), coinciden al encontrar núcleos muy estables de alta densidad de células de microfitoplancton ($0.5-1.5 \cdot 10^6$ células), que dominan la porción noroeste y las aguas someras al este de Bahía Magdalena, que se correlacionan con las aguas ricas en nutrientes descritas por Alvarez *et al.* (1975). Por el contrario, cerca de la boca de acceso la biomasa zoopláctica fue escasa, al igual que ha sido descrito para células de microfitoplancton (Nienhuis y Guerrero, 1985), indicando que una alta productividad primaria y secundaria se originan al interior del sistema lagunar. Sin embargo, la alta biomasa zoopláctica asociada con el Canal de la Rehusa y Boca Entrada en mayo, indica que esta ingresó probablemente con la influencia de las

mareas. Lo cual coincide con la temporada de surgencias intensas en la zona oceánica adyacente (Huyer, 1983), y el fuerte flujo de la Corriente de California durante la primavera (Lynn y Simpson, 1987). Este pudo ser verificado debido a que la biomasa estuvo constituida en su mayoría por el copépodo *Calanus pacificus* (90%) y la presencia de larvas de *Merluccius productus*, ambos taxones con su máximo poblacional en las aguas neríticas.

Las larvas de *O. y-cauda* resultaron ser dominantes por su abundancia en el interior del sistema lagunar, esta especie presentó centros de alta densidad localizados en las aguas poco profundas al noreste de Bahía Magdalena. Lo cual es explicable porque es considerada como una especie residente asociándose a las aguas someras y fondos suaves de lagunas y esteros. Esto sucede similarmente con otros taxones cuyos adultos pertenecen a este tipo de hábitat, y que en su conjunto incrementaron la riqueza de especies y abundancia de larvas en el interior del sistema lagunar, lo cual no ocurre en las bocas de acceso y parte central de Bahía Magdalena donde la abundancia de estas larvas y densidad de la biomasa zoopláncica fue baja comparativamente.

En el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas se identificaron dos grupos principales de estaciones que persisten a lo largo del año, indicando una separación de ambientes, uno con influencia oceánica y el otro propiamente lagunar, que se explica por la preferencia del hábitat de desove de las distintas especies, como son las litófilas, fitófilas, psamófilas y pelagófilas de acuerdo a una clasificación de Nicholsky (1963). Además de quedar implícita la variación de la temperatura superficial, lo que se manifiesta en los cambios estacionales en la estructura de la comunidad de las larvas de peces.

Una situación similar ha sido observada en la estructura de la comunidad de copépodos de Bahía Magdalena, donde se presentan formas oceánicas en la boca principal y una marcada dominancia de las especies residentes hacia el interior del sistema (Palomares, 1992). No obstante, es necesario aclarar que los grupos resultado de este tipo de análisis, no necesariamente indican que las especies se encuentran relacionadas. Si no que su coexistencia puede ser a consecuencia de respuestas comunes a gradientes o parámetros abióticos del ambiente, por lo que la comunidad debe ser considerada como agrupación de especies que aparecen simultáneamente en el espacio y el tiempo (Begon *et al.*, 1986).

El primer grupo de estaciones (Grupo I) fue dominado por la presencia de larvas cuyos adultos son del hábitat pelágico-costero, que presentaron su mayor abundancia relativa en la boca principal de acceso a Bahía Magdalena

donde existe la influencia de agua oceánica, entre los que se encontraron a *S. sagax*, Gerreidae y *Anisotremus davidsonii* y la asociación de especies como *Opisthonema sp.*, *Scomber japonicus* (Houttuyn 1782), *Etropus crossotus* (Jordan y Gilbert 1882), y *Decapterus sp.*

El segundo grupo de estaciones (Grupo II) identifica a las especies que son residentes del sistema lagunar, integrado en su mayoría por individuos relacionados con las aguas someras y asociados al piso lagunar, en donde presentan su mayor abundancia relativa. Este grupo fue dominado por las larvas de góbidos, blénidos y pleuronectiformes relacionados directamente con las características topográficas del área y el hábitat de preferencia de los adultos; que son propias de bahías, mantos de algas, fondos y regiones intermareales (Miller y Lea, 1972; Castro, 1978; Eschmeyer y Herald, 1983).

La presencia de especies pelágico-costeras que probablemente ingresaron como adultos para efectuar la reproducción, además de los primeros estadios que probablemente fueron llevados hacia el interior del sistema con la influencia de las mareas, hacen posible la presencia de comunidades que pertenecen a hábitats diferentes y que a su vez incrementan la riqueza de especies del sistema lagunar. De esta forma la distribución diferencial de las especies dan indicaciones del espacio ecológico que da origen a la estructura de la comunidad y la distribución de especies, como es la presencia de taxones pelágico-costeros como *S. sagax* y *Opisthonema sp.* (Gill 1861), que aún presentando sus máximos poblacionales en la zona nerítica adyacente durante su temporada de reproducción (Moser *et al.*, 1987; Moser *et al.*, 1993; Anónimo, 1984a; Anónimo, 1985). Una parte importante de estas poblaciones se introducen con fines reproductivos, como ha sido observado en este y otros estudios relacionados donde sus larvas son abundantes al interior del sistema (Anónimo, 1984b; Saldierna *et al.*, 1987; Acéves *et al.*, 1992; Vera, 1993). En cambio la baja abundancia de otras especies como *E. mordax* y *S. japonicus* al interior del sistema lagunar, pudiera ser relacionada a que su reproducción se realiza en la región oceánica principalmente, como es bien conocido por la distribución que presentan las larvas de éstos pelágico-costeros, con abundancias mayores localizadas a 50 millas náuticas de la costa durante su temporada de reproducción (Anónimo, 1984a; Moser *et al.*, 1993). Sin embargo, hace falta un estudio que permita conocer las contribuciones parciales a través de la Boca Entrada en Bahía Magdalena, con el objeto de hacer una estimación de las magnitudes del intercambio de poblaciones.

Se concluye que la distribución y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Bahía Magdalena-

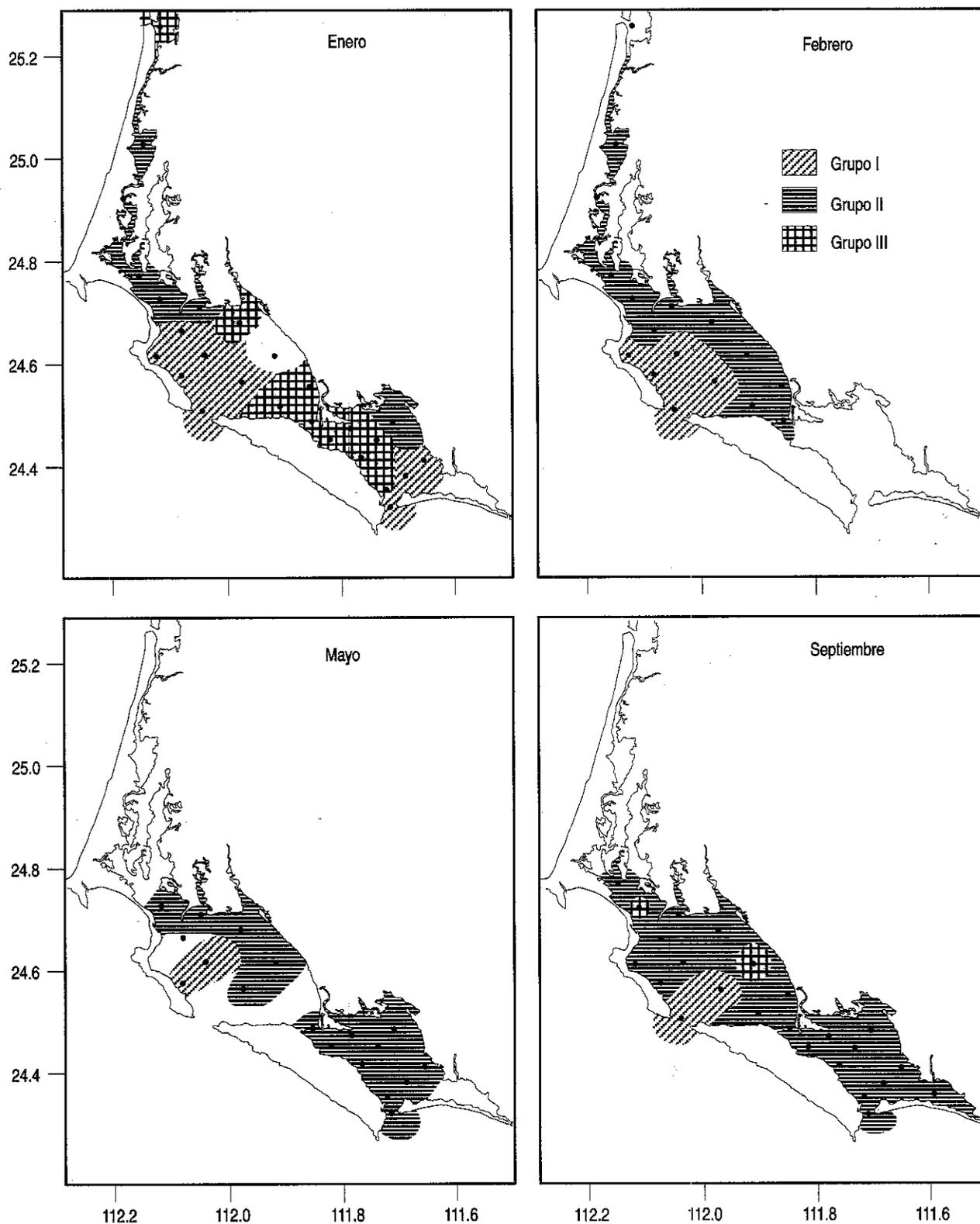


Figura 4. Distribución espacio-temporal de los Grupos de estaciones definidos mediante el índice de Bray-Curtis y el método de la media aritmética no ponderada. Grupo I, bocas de acceso y Grupos II y III, interior de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, en 1989.

Almejas, estuvo influenciada por una serie de factores que ocasionan la heterogeneidad espacio-temporal de los organismos, como son: la variación de la temperatura superficial en la sucesión y riqueza de las especies; la existencia de un núcleo estable de biomasa zoopláctica y de una alta densidad de larvas de peces al norte de Bahía Magdalena, que en su mayoría corresponden a góbidos, los que sin duda representan un eslabón importante en la transferencia de biomasa a los siguientes niveles tróficos; y finalmente, la preferencia de hábitat del desove relacionado directamente con las características topográficas del área, que indican la separación de ambientes.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó como parte del proyecto «Validación de las estimaciones mensuales de la biomasa reproductora de *Sardinops sagax* y *Opisthonema libertate* en Bahía Magdalena B. C. S. clave DEPI-880612 y DEPI-970123. Los autores desean agradecer al M.C. Gerardo Acéves Medina y M.C. Germán R. Vera Alejandré por su colaboración en la identificación de las larvas y análisis preliminares de este trabajo. Los autores R.F.R. y R.G.A., son becarios de COFAA.

LITERATURA CITADA

- ACÉVES M., G., R. J. SALDIERNA M. y M. E. HERNÁNDEZ R., 1992. Variación diurna de la abundancia de larvas de peces en la boca de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Revista Investigación Científica* 3 (1): 61-70.
- ALVAREZ B., S., L. A. GALINDO B. y A. CHEE B., 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B. C. S. *Ciencias Marinas* 2 (2): 94-109.
- ANÓNIMO, 1984a. Atlas de distribución y densidad de huevos y larvas de clupeidos y engraulidos en la costa Pacífica de Baja California Sur. CICIMAR-IPN. La Paz, Baja California Sur, México Atlas 1, 56 p.
- ANÓNIMO, 1984b. Atlas de distribución y densidad de huevos y larvas de clupeidos y engraulidos en el complejo Bahía Magdalena-Bahía Almejas, Baja California Sur 1981-1983. CICIMAR-IPN. La Paz, Baja California Sur, México Atlas 2, 121 p.
- ANÓNIMO, 1985. Investigaciones ictioplanctónicas en la costa Occidental de Baja California Sur y Bahía Magdalena, para evaluar la biomasa reproductora de sardina y anchoveta. Informe final a la Secretaría de Pesca. CICIMAR-IPN. La Paz, Baja California Sur México, 211 p.
- ANÓNIMO, 1987. Investigaciones ecológicas del plancton de Noroeste de México. Reporte técnico anual. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México.
- BEERS, J. R., 1976. Volumetric methods. En: STEEDMANN, H. F. (ed.). *Zooplankton fixation and preservation. Monographs on oceanographic methodology* (4) UNESCO Press. Paris: 56-60.
- BEGON, M., J. L. HARPER y C. R. TOWNSEND, 1986. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell, Oxford, 876 p.
- BRAY, J. R. y J. T. CURTIS, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monograph* 7: 325-349.
- BRIGGS, J. C., 1974. *Marine zoogeography*. McGraw Hill, 474 p.
- CASAS V., M. M., 1987. Distribución en tiempo y espacio de las especies de sardina y macarela en Bahía Magdalena, B. C. S., México. *Investigaciones Marinas*. CICIMAR 3 (2): 11-30.
- BRINTON, E. y J. L. REID, 1986. On the effect of interannual variations in circulation and temperature upon euphausiids of California Current. *Pelagic Biogeography*, UNESCO Tech. Paper, Amsterdam: 25-34.
- CASTRO A., J. L., 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Inst. Nal. Pesq. Mex. *Serie científica* 19: 298 p.
- CASTRO A., J. L. y R. TORRES O., 1993. Consideraciones acerca del origen de la ictiofauna de Bahía Magdalena-Almejas, un sistema lagunar de la costa occidental de Baja California Sur, México. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 38 (1-4): 67-73.
- CASTRO B., T., 1975. Ictioplancton de Bahía Magdalena, Baja California Sur. *Ciencias Marinas*. 2 (2): 10-36.
- CHAPA S., H., 1962. Los recursos pesqueros de Bahía Magdalena, B. C. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq., *Serie Divulgación* 3 (23), 27 p.
- COTA M., M. S., M. J. HARO G. y R. V. MASSÉ Z., 1992. Distribución y abundancia de quetognatos en el complejo lagunar de Bahía Magdalena Baja California Sur, México durante el ciclo estacional 1988-1989. *Investigaciones Marinas*. CICIMAR. 7 (2): 47-59.
- DOYLE, M. J., 1992. Patterns in distribution and abundance of ichthyoplankton off Washington, Oregon, and northern California (1980 to 1987). *Alaska Fisheries Science Center*, Natl. Mar. Fish. Serv., U. S. Depto. of Commer., Processed Rep. 92-14, 344 p.
- ESCHMEYER, W. N. y E. S. HERALD, 1983. *A field guide to Pacific coast fishes of North America*. Houghton Mifflin, 336 p.
- FUNES R., R., 1985. Abundancia de sifonóforos y larvas de *Sardinops sagax caerulea* en el invierno (1981-1982), en Bahía Magdalena B. C. S. México. *Investigaciones Marinas*. CICIMAR 2 (2): 70-76.

- HERNÁNDEZ V., S., 1987. Pesquerías pelágicas y neríticas de la costa occidental de Baja California, México. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*. 28: 53-56.
- HICKEY, B. M., 1979. The California Current system-hypothesis and facts. *Progress Oceanography*. 8: 191-279.
- HUBBS, C. L., 1960. The marine vertebrates of the outer coast. Symposium. The biogeography of Baja California and adjacent seas. *Systematic Zoology*. 9 (34): 134-147.
- HUYER, A., 1983. Coastal upwelling in the California Current system. *Progress Oceanography*. 12: 259-284.
- LYNN, R. J. y J. J. SIMPSON, 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal Geophysical Research*. 92 (C12): 12947-12966.
- MACLAIN, D. R., R. E. BRAINARD y J. G. NORTON, 1985. Anomalous warm events in eastern boundary current systems. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*. 26: 51-64.
- MATHEWS C., P., 1975. El desarrollo de la zona de Bahía Magdalena. Un panorama bio-socioeconómico en una región en pleno desarrollo. *Ciencias Marinas*. 2 (1): 47-49.
- MILLER, D. J. y R. N. LEA, 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. *California Fish and Game, Fish Bulletin*. 157-235.
- MOSER, H. G., P. E. SMITH y L. E. EBER, 1987. Larval fish assemblages in the California Current region, 1954-1960, A period of dynamic environmental change. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*. 28: 97-127.
- MOSER, H. G., R. L. CHARTER, P. E. SMITH, D. A. AMBROSE, S. R. CHARTER, C. A. MEYER, E. M. SANDKNOP y W. WATSON, 1993. Distributional atlas of fish larvae and eggs in the California Current region: taxa with 1000 or more total larvae, 1951 through 1984. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*. Atlas 31, 233 p.
- MOSER, H. G., R. L. CHARTER, P. E. SMITH, D. A. AMBROSE, S. R. CHARTER, C. A. MEYER, E. M. SANDKNOP y W. WATSON, 1994. Distributional atlas of fish larvae and eggs in the California Current region: taxa with less than 1000 total larvae, 1951 through 1984. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*. Atlas 32, 181 p.
- MOSER, H. G., 1996. The early stages of fishes in the California Current region. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*. Atlas 33, 1505 p.
- NIENHUIS, H. y R. GUERRERO C., 1985. A quantitative analysis of the annual phytoplankton cycle of Magdalena lagoon complex (México). *Journal of Plankton Research*. 7 (4): 427-441.
- NIKOLSKY, G. V., 1963. The ecology of fishes. Academic Press Inc, 352 p.
- PALOMARES G., J. R., 1992. Análisis de la taxocenosis de los copepodos en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, B. C. S., durante 1985-1986. *Ciencias Marinas* 19 (3): 71-92.
- PALOMARES G., J. R. y J. GÓMEZ G., 1996. Copepod community structure at Bahía Magdalena, México during EL NIÑO 1983-1984. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 43: 583-595.
- PARRISH, R. H., A. BAKUN, D. M. HUSBY y C. S. NELSON, 1983. Comparative climatology of selected environmental processes in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction. In: SHARP, G. D. y J. CSIRKE (eds.). *Proceedings of expert consultation to examine changes in abundance and species of neritic fish resources*. FAO Fish Rep. 291-3: 731-778.
- RICHARDSON, S. L., J. L. LAROCHE y M. D. RICHARDSON, 1980. Larval fish assemblages and associations in the North-east Pacific ocean along the Oregon coast, winter-spring 1972-1975. *Estuarine and Coastal Marine Science*. 11: 671-699.
- SALDIERNA-MARTÍNEZ, R. J., C. A. SÁNCHEZ O. y G. R. VERA A., 1987. Estudios sobre los primeros estadios de vida de las sardinias crinuda *Opisthonema libertate*, y monterey, *Sardinops sagax*, en Bahía Magdalena, B. C. S. Tesis Prof. Univ. Autón. Baja Cal. Sur, 217 p.
- SMITH, P. E. y S. L. RICHARDSON, 1977. *Standard techniques for pelagic fish and larvae surveys*. FAO Technical Paper 175. Roma, 99 p.
- SOKAL, R. R. y ROHLF, J. F., 1985. *Biometry*. W. H. Freeman y Co., San Francisco, 776 p.
- SOKAL, R. R. y SNEATH, P. H., 1963. *Principles of numerical taxonomy*. W. H. Freeman y Co., San Francisco, 359 p.
- SVERDRUP, H. V., M. W. JOHNSON y R. H. FLEMING, 1942. *The oceans; their physics, chemistry and general biology*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N. J., 1087 p.
- VERA A., R., 1993. El desove de las sardinias crinuda y monterey en Bahía Magdalena: Un análisis a corta escala de tiempo. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, La Paz, B. C. S., México, 118 p.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., 1985. El necton estuarino: Por que y como una monografía ecológica. Prefacio, Cap. 1 In: YAÑEZ-ARANCIBIA (ed.) *Fish Community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. UNAM Press México, p. 1-8.

Recibido: 22 de julio de 1997.

Aceptado: 24 de noviembre de 1997.