

DISTRIBUCION, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE LARVAS DE PECES EN LA LAGUNA COSTERA SANTA ROSA, SONORA, MEXICO

DISTRIBUTION, ABUNDANCE AND DIVERSITY OF FISH LARVAE IN SANTA ROSA COASTAL LAGOON, SONORA, MEXICO

J.M. Grijalva-Chon
R. Castro-Longoria
A. Bustamante-Monge

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
Universidad de Sonora
Rosales y Niños Héroes s/n
Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, México

Recibido en enero de 1991; aceptado en junio de 1991

RESUMEN

Con el fin de determinar la distribución, abundancia y diversidad de las larvas de peces en la laguna costera Santa Rosa, Sonora, se realizaron muestreos mensuales superficiales de plancton de noviembre de 1987 a octubre de 1988. Se utilizó una red cilíndrica de 55 cm de diámetro y 505 μ m de luz de malla. Se encontraron 41 tipos de larvas representadas por 20 familias, 15 identificadas a nivel especie, 10 a nivel género y 15 tipos a nivel familia. La mayor abundancia se encontró en marzo (3,930 organismos/100 m³) y la mínima en julio (159 organismos/100 m³). La familia Gobiidae contribuyó con un 60.7% de la captura total, Atherinidae con un 9.5%, Clinidae con 5.6% y del resto de las familias ninguna alcanzó un 5%. Los valores del índice de diversidad estuvieron influenciados por la familia Gobiidae, la cual mantuvo su dominancia a pesar del gran intercambio mareal. Esto último puede ser el responsable de que no se encontrara un gradiente espacial de abundancia.

ABSTRACT

In order to determine the distribution, abundance and diversity of fish larvae in the coastal lagoon of Santa Rosa, Sonora, monthly surface samplings of plankton were carried out from November 1987 to October 1988. A cylindrical net of 55 cm diameter and 505 μ m mesh size was used. Forty-one types of larvae representing 20 families were collected, of which 15 were identified to species, 10 to genus and 15 to family. The highest abundance was recorded in March (3,930 organisms/100 m³) and the lowest in July (159 organisms/100 m³). The family Gobiidae constituted 60.7% of the total catch, Atherinidae 9.5%, Clinidae 5.6% and the rest of the families less than 5% each. The values of the diversity index were influenced by the family Gobiidae, which maintained its dominance despite the great tidal exchange, and the fact that no spatial abundance gradient was found could be attributed to this.

INTRODUCCION

Las lagunas costeras y estuarios varían en términos de ictiofauna ya que presentan una serie de componentes dependientes de las condiciones hidrológicas, por lo que algunos sistemas presentarán una riqueza de especies con una determinada complejidad que es

INTRODUCTION

Coastal lagoons and estuaries vary in terms of ichthyofauna since they present a series of components that depend on hydrological conditions. Therefore, some systems will have a species richness of a particular complexity which must be understood in order

necesario entender para explotar y conservar racionalmente los recursos (Norcross y Shaw, 1984).

Algunos investigadores como Yáñez-Arancibia y Nugent (1977), entre otros, han señalado el papel ecológico de los peces en las lagunas costeras, así como la necesidad de incrementar las investigaciones en cuanto a su biología y ecología. Lo que resulta obvio en las investigaciones ictiológicas es que la dinámica de poblaciones, las interacciones ecológicas y en general la biología de las especies no podrá estar completa ni bien entendida sin el conocimiento de los estadios larvarios de éstas (Villalobos *et al.*, 1966).

Con frecuencia la identificación de las formas larvianas de los peces resulta difícil, pero constituye un aspecto importante en la biología pesquera. La posibilidad de identificar adecuadamente estas formas nos permite establecer con seguridad las épocas y áreas de desove y pronosticar con exactitud los lugares de concentración de las especies en espacio y tiempo (de la Campa-de Guzmán *et al.*, 1976).

Este trabajo se llevó a cabo en virtud de la escasa información relacionada con los estadios larvales de peces en los cuerpos de agua costeros de Sonora. El objetivo de esta investigación fue determinar la distribución, abundancia y diversidad de las larvas de peces en la laguna costera Santa Rosa, Sonora.

AREA DE ESTUDIO

La laguna costera Santa Rosa se encuentra aproximadamente a 130 km al noroeste de la ciudad de Hermosillo, Sonora, entre los paralelos 28°57'40" y 28°58'49" y entre los meridianos 112°10'27" y 112°08'09" (Fig. 1). Tiene una longitud de 5.3 km aproximadamente y se localiza en la entrada sur del Canal del Infiernillo, el cual separa a Isla Tiburón de tierra firme.

El lugar está fuertemente influenciado por el régimen de mareas, presentándose durante las mareas vivas alturas de -0.15 m en marea baja y de 2.4 m en marea alta. La profundidad de la boca es aproximadamente 2.5 m en marea alta, la cual va disminuyendo hacia adentro hasta alcanzar un mínimo de 1 m. El fondo está constituido principalmente por arenas y en su contorno total está poblado por plantas halófitas como *Rhizophora*

to rationally exploit and preserve the resources (Norcross and Shaw, 1984).

Several authors have shown the ecological role of fishes in coastal lagoons, as well as the need of further biological and ecological studies (Yáñez-Arancibia and Nugent, 1977, among others). It is obvious from ichthyological studies that the population dynamics, ecological interactions and, in general, the biology of the species cannot be fully understood without knowledge of their larval stages (Villalobos *et al.*, 1966).

The identification of larval forms of fishes is often difficult but it is an important aspect of fisheries biology. The possibility of identifying these forms will let us establish the spawning grounds and seasons and predict with precision the areas of concentration of the species in time and space (de la Campa-de Guzmán *et al.*, 1976).

This study was carried out due to the lack of information regarding the larval stages of fishes in the coastal bodies of water of Sonora, Mexico. The objective of this work was to determine the distribution, abundance and diversity of fish larvae in the coastal lagoon of Santa Rosa, Sonora.

STUDY AREA

Santa Rosa lagoon is located approximately 130 km northwest of Hermosillo, Sonora, between parallels 28°57'40" and 28°58'49" and meridians 112°10'27" and 112°08'09" (Fig. 1). It is approximately 5.3 km long and it is situated at the southern entrance of Infiernillo Channel, which separates Tiburón Island from the mainland.

The lagoon is strongly influenced by the tide. The height of the spring tides is -0.15 m at low tide and 2.4 m at high tide. Depth at the mouth is approximately 2.5 m during high tide, decreasing inwards until reaching a minimum of 1 m. The bottom is mainly sandy and it is entirely populated by halophytes such as *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Batis* sp. and *Salicornia europaea*. It receives no fresh water except during the scant summer rains.

MATERIAL AND METHODS

Samples of plankton were collected monthly from November 1987 to October

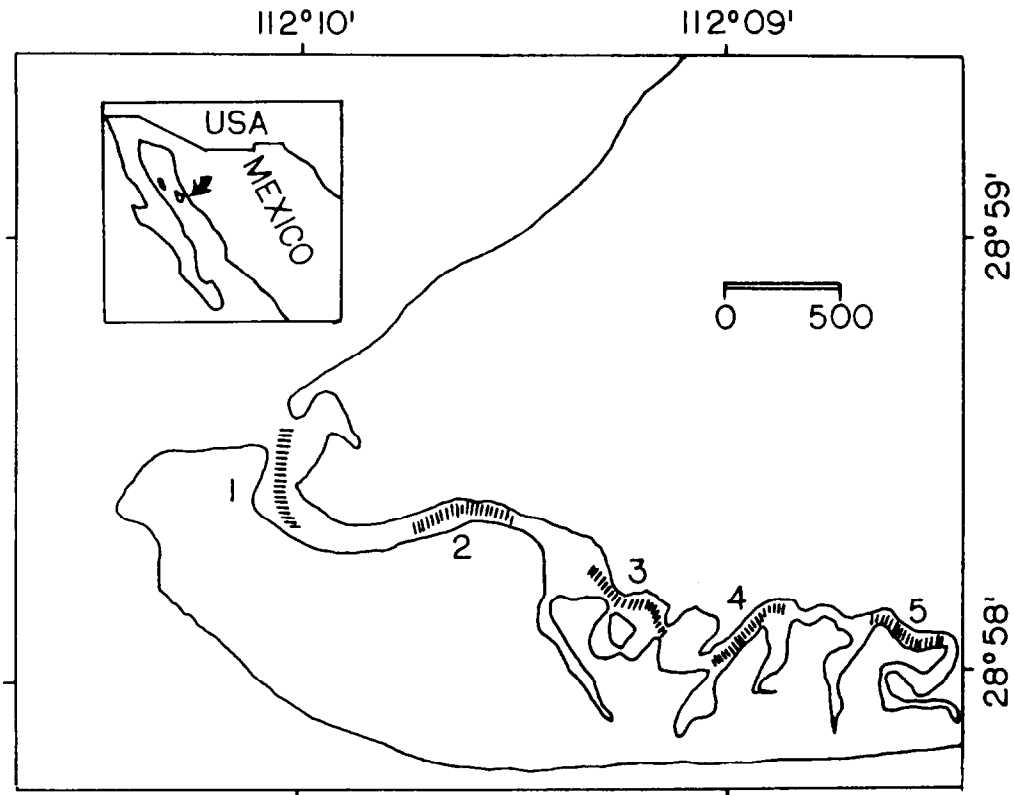


Figura 1. Localización del área de estudio, laguna costera Santa Rosa, mostrando las estaciones de muestreo.

Figure 1. Location of the study area, Santa Rosa coastal lagoon, showing the sampling stations.

mangle, *Avicennia geminans*, *Batis* sp. y *Salicornia europea*. No recibe aporte de agua dulce salvo las escasas lluvias de verano.

MATERIALES Y METODOS

Para la obtención de las muestras de plancton se realizaron salidas mensuales desde noviembre de 1987 a octubre de 1988, a excepción de febrero. Se realizaron cinco arrastres superficiales a lo largo de la laguna para detectar las posibles diferencias espaciales. Estos arrastres se realizaron durante pleamar en las mareas vivas y tuvieron una duración de cinco minutos a una velocidad aproximada de dos nudos. El volumen promedio del agua filtrada en los arrastres fue de $53.5 \pm 15.4 \text{ m}^3$. Se utilizó una red cilindro-

1988, except in February. Five surface tows were made throughout the lagoon to detect possible spatial differences. They were made at high tide during spring tides with a boat 4 m in length and 25 HP motor. Tow duration was five minutes at an approximate speed of two knots. The average volume of water filtered during the tows was $53.5 \pm 15.4 \text{ m}^3$. A cyliandroconical net of 55 cm diameter and 505 μm mesh size was used. The volume of filtered water was estimated with a Kahlsico 005WB138 flowmeter. The samples were fixed on board using 5% formaldehyde in seawater and neutralized with sodium borate. Surface temperature and salinity were also measured.

In the laboratory, the fish larvae were separated, counted and identified to the lowest possible taxon. Abundance was stan-

cónica de 55 cm de diámetro y 505 μm de luz de malla. El volumen de agua filtrada se estimó con un flujómetro Kahlsico 005WB138. Los arrastres se hicieron con una embarcación de 4 m de eslora y motor de 25 HP. Una vez obtenidas las muestras, se fijaron a bordo usando formaldehído al 5% en agua de mar y neutralizado con borato de sodio. Adicionalmente se tomaron mediciones superficiales de temperatura y salinidad.

En el laboratorio se procedió a separar y contar la totalidad de las larvas de peces y se identificaron al mínimo taxón posible. La abundancia se estandarizó como el número de organismos por 100 m^3 de agua de mar filtrada y mensualmente esta abundancia se expresó como la sumatoria de las cinco estaciones ($\Sigma\#/100 \text{m}^3$). El total anual se calculó con base en la suma de las abundancias mensuales.

La variabilidad de las estaciones de muestreo se calculó con el coeficiente de variación, el cual se define como:

$$C.V.(\%) = (d.e. / \bar{X})(100)$$

donde \bar{X} es la abundancia acumulada de los 11 meses muestreados en cada estación y *d.e.* es la desviación estándar.

Para detectar las posibles diferencias espaciales de la temperatura, salinidad y abundancia total, se realizó un análisis global a través de un ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis (Conover, 1971). Este mismo análisis se utilizó para detectar si las diferencias de la abundancia entre los meses fueron significativas.

La diversidad se calculó con base en el índice de Shannon-Wiener (Brower y Zar, 1977), utilizando logaritmos de base 10. La afinidad cualitativa entre los meses de muestreo se realizó con el índice de Jaccard (Brower y Zar, 1977). Para asignar un nivel de importancia relativa a las familias se utilizó el Índice de Valor Biológico (IVB), al 90% de abundancia acumulativa (Sanders, 1960). Este nivel de abundancia acumulativa lo fijó el mes de junio con un máximo valor de importancia de ocho, por lo que la familia que ocupó el primer lugar de abundancia en un mes determinado se le asignó ocho puntos en ese mes. La suma de los valores de importancia dan como resultado el IVB.

standardized as the number of organisms per 100 m^3 of filtered seawater and monthly this abundance was expressed as the sum of the five stations ($\Sigma\#/100 \text{m}^3$). The annual total was calculated based on the sum of the monthly abundances.

The variability of the sampling stations was calculated with the coefficient of variation:

$$C.V.(\%) = (s.d. / \bar{X})(100)$$

where \bar{X} is the cumulative abundance of the 11 months sampled at each station and *s.d.* is the standard deviation.

A Kruskal-Wallis nonparametric ANOVA (Conover, 1971) was applied to detect possible spatial differences in temperature, salinity, and total abundance. This overall analysis was used to determine if the monthly abundances were significantly different.

Diversity was calculated based on the Shannon-Wiener index (Brower and Zar, 1977), using logarithms to base 10. The Jaccard index (Brower and Zar, 1977) was used to determine the qualitative affinity between the sampling months. The families were assigned a level of relative importance using the Biological Value Index (BVI) at 90% cumulative abundance (Sanders, 1960). This level of cumulative abundance was defined by June with a maximum value of importance of eight. Therefore, the family that occupied first place in abundance in a given month was assigned eight points that month. The BVI is the result of the sum of the values of importance.

RESULTS

Average monthly temperature was clearly seasonal with a minimum value of $13.28 \pm 1.70^\circ\text{C}$ in December and maximum of $32.30 \pm 0.42^\circ\text{C}$ in August (Fig. 2). Salinity fluctuated between $35.78 \pm 1.44\text{‰}$ in December and $38.90 \pm 0.56\text{‰}$ in June. Monthly spatial variability patterns of temperature and salinity showed that the lagoon is homogeneous in these aspects, according to the Kruskal-Wallis analysis ($p = 1$ and $p = 0.684$, respectively).

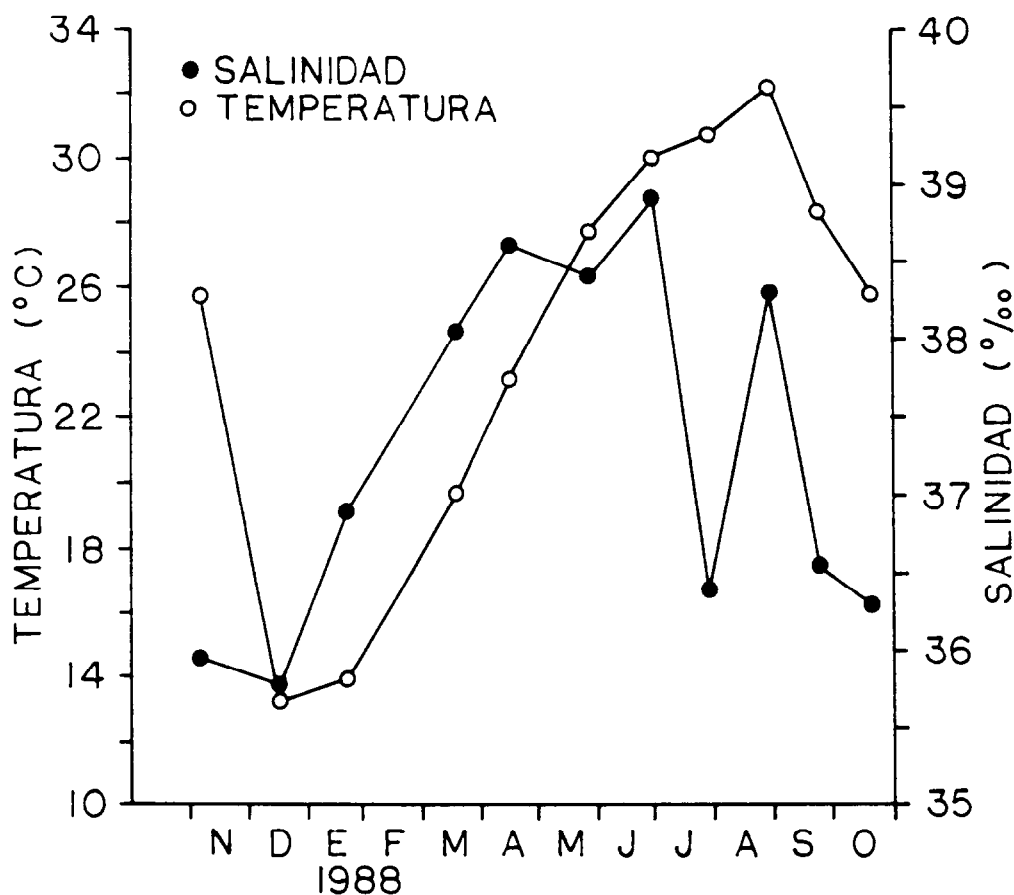


Figura 2. Temperatura y salinidad superficial promedio mensual durante el período de estudio.
Figure 2. Average monthly surface temperature and salinity during the study period.

RESULTADOS

La temperatura mensual promedio presentó una clara estacionalidad con valor mínimo de $13.28 \pm 1.70^{\circ}\text{C}$ en diciembre y máximo de $32.20 \pm 0.42^{\circ}\text{C}$ en agosto (Fig. 2). La salinidad fluctuó entre $35.78 \pm 1.44^{\circ}/\text{oo}$ en diciembre y $38.90 \pm 0.56^{\circ}/\text{oo}$ en junio. Los patrones mensuales de variabilidad espacial de temperatura y salinidad mostraron que la laguna es homogénea en estos aspectos, de acuerdo al análisis de Kruskal-Wallis ($p = 1$ y $p = 0.684$, respectivamente).

In total, 41 types of larvae representing 20 families were collected. Of these, 15 were identified to species, 10 to genus and 15 to family. One type was not identifiable to family and was therefore called larva X (Table 1).

Total monthly abundance varied widely throughout the study period. The highest abundance of 3,930 larvae/100 m³ was recorded in spring (March), decreasing in summer to 159 larvae/100 m³ in July (Fig. 3). The maximum observed in March was mainly composed of the family Gobiidae. The Kruskal-Wallis analysis showed significant differences between the monthly total abundances ($p = 0.0045$).

Tabla 1. Lista taxonómica de las larvas de peces encontradas durante el período de estudio; n.i. = no identificadas.

Table 1. Taxonomic list of the fish larvae collected during the study period; n.i. = unidentified.

Familia	Especie
Clupeidae	<i>Opisthonema</i> sp.
Engraulidae	<i>Anchoviella miarcha</i> <i>Anchoa</i> sp. 1 tipo n.i.
Gobiesocidae	<i>Gobiesox adustus</i>
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>
Belonidae	1 tipo n.i.
Atherinidae	1 tipo n.i.
Syngnathidae	<i>Syngnathus auliscus</i> <i>Syngnathus arctus</i> <i>Hippocampus ingens</i>
Serranidae	<i>Paralabrax</i> sp.
Carangidae	<i>Chloroscombrus orqueta</i> <i>Oligoplites</i> sp.
Gerreidae	1 tipo n.i.
Sciaenidae	<i>Cynoscion parvipinnis</i> <i>Cynoscion</i> sp. <i>Bairdiella icistia</i> <i>Menticirthus</i> sp. 2 tipos n.i.
Mugilidae	<i>Mugil</i> sp.
Clinidae	1 tipo n.i.
Blenniidae	<i>Hypsoblennius</i> sp.
Gobiidae	<i>Ilypnus gilberti</i> <i>Quietula guaymasiae</i> <i>Gillichthys mirabilis</i> 7 tipos n.i.
Centrolophidae	<i>Schedophilus</i> sp.
Cynoglossidae	<i>Symphurus</i> sp.
Paralichthyidae	<i>Etropus crossotus</i>
Soleidae	<i>Achirus mazatlanus</i>
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides annulatus</i> 1 tipo n.i.
No identificada (larva X)	1 tipo n.i.

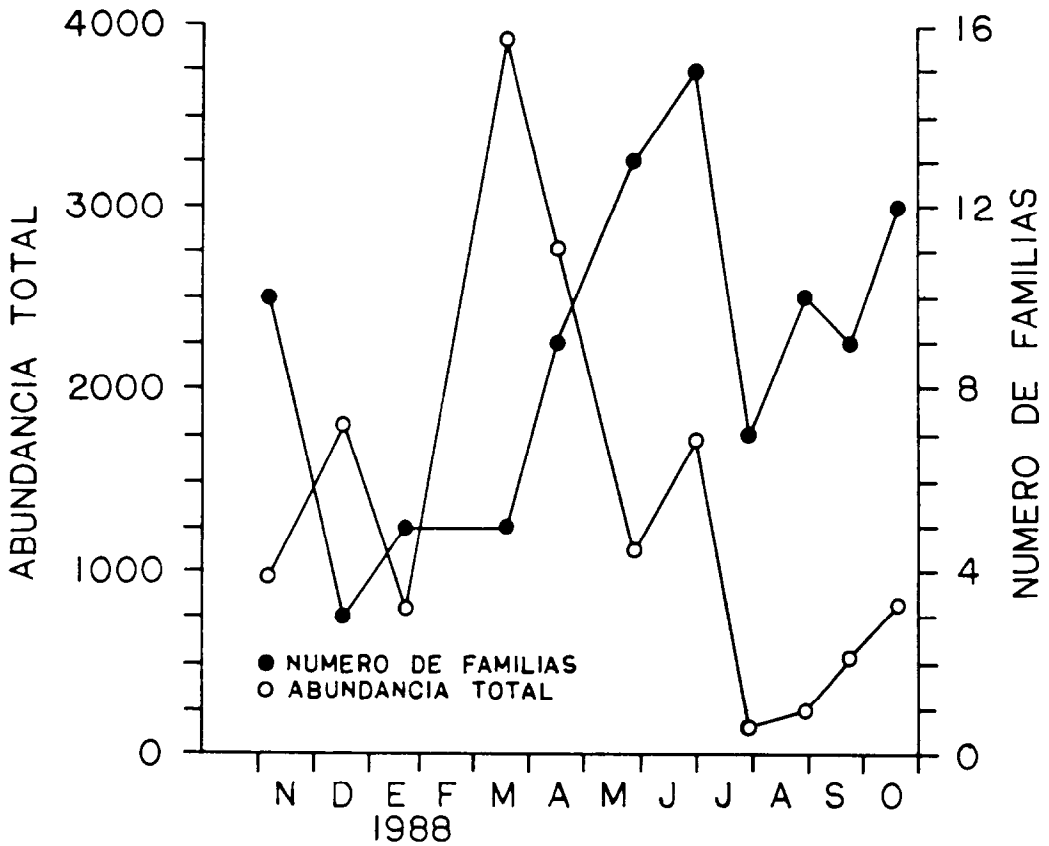


Figura 3. Abundancia total (larvas/100 m³) y número de familias presentes durante los meses muestreados.

Figure 3. Total abundance (larvae/100 m³) and number of families present during the sampling period.

En total se encontraron 41 tipos de larvas representadas por 20 familias, 15 fueron identificadas a nivel especie, 10 fueron identificadas a nivel género y 15 a nivel familia. Sólo a un tipo no se le pudo asignar familia y se le denominó larva X (Tabla 1).

La abundancia total mensual mostró una gran fluctuación durante el período muestreado. Durante primavera (marzo) se alcanzó la mayor abundancia con 3,930 larvas/100 m³, decreciendo posteriormente en verano con 159 larvas/100 m³ durante el muestreo de julio (Fig. 3). El máximo observado durante marzo estuvo constituido principalmente por la familia Gobiidae. El análisis de Kruskal-Wallis mostró que hubo diferencias altamente significativas entre la abundancia total de los meses ($p = 0.0045$).

Higher abundances were found at station 1 in several of the samplings (Fig. 4), particularly between March and May. Therefore, this station strongly influenced the monthly total. However, overall and according to the Kruskal-Wallis analysis, significant differences were not detected between the annual cumulative abundance of the sampling stations ($p = 0.512$). This indicates that there were no spatial differences in the total abundance. It is important to note the wide variability of the data, as shown by the coefficient of variation (Fig. 5).

The family with highest cumulative abundance was Gobiidae, constituting 60.7% of the total. Furthermore, this family dominated the community according to the BVI (Table 2), reaching values close to the possible

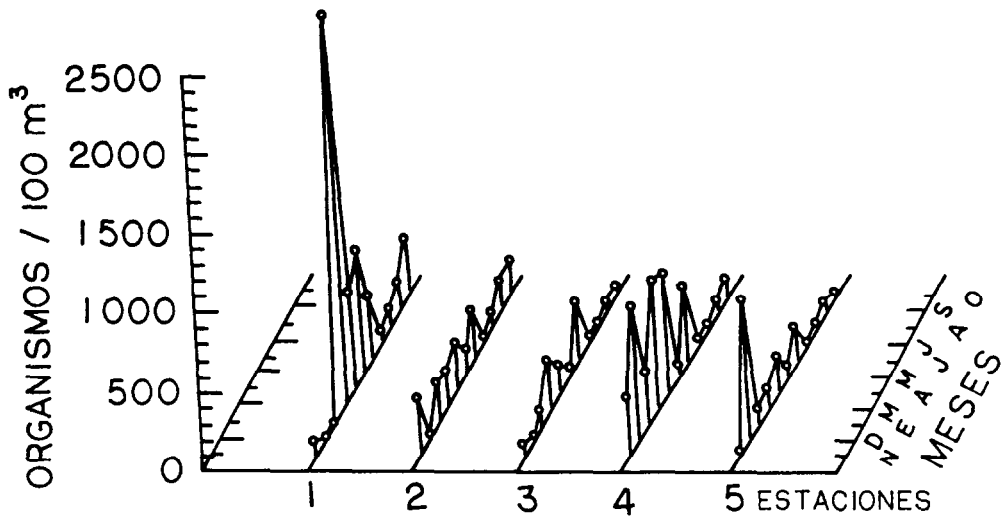


Figura 4. Variación temporal de la abundancia de larvas en cada una de las estaciones de muestreo.

Figure 4. Temporal variation of the abundance of larvae at each sampling station.

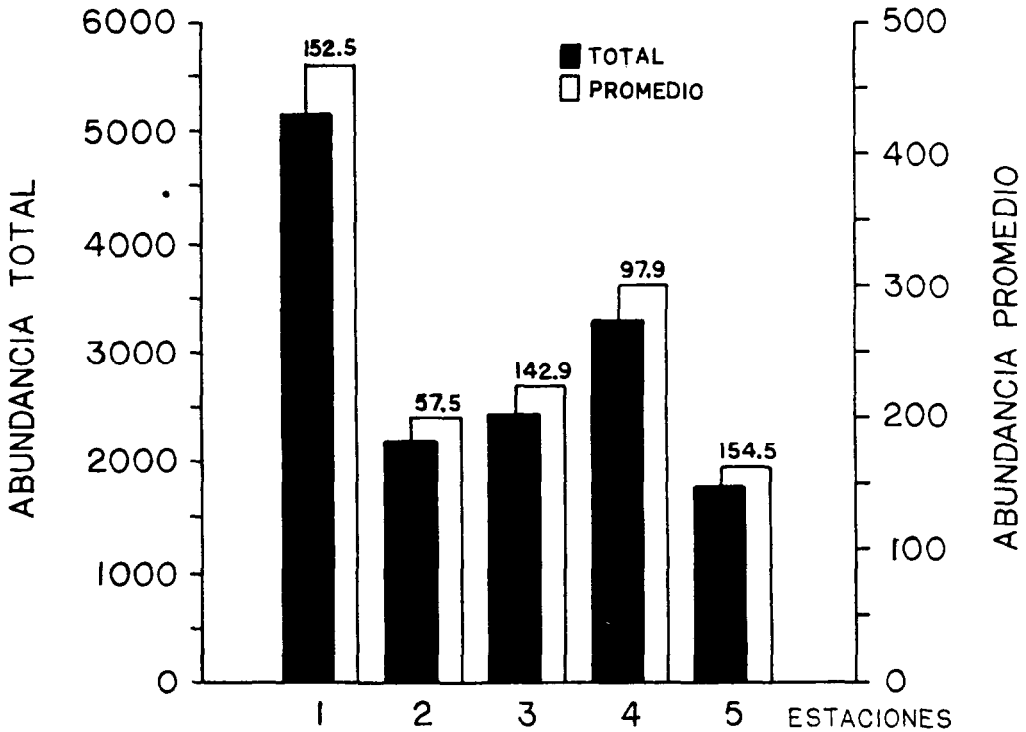


Figura 5. Abundancia total acumulada y promedio (número de organismos/100 m³) de larvas de peces por estación de muestreo. El valor sobre el promedio corresponde al coeficiente de variación.

Figure 5. Average and total cumulative abundance (number of organisms/100 m³) of fish larvae per sampling station. The value over the average corresponds to the coefficient of variation.

Tabla 2. Análisis de la importancia relativa de las familias a través del Índice de Valor Biológico (IVB).**Table 2.** Analysis of the relative importance of the families by means of the Biological Value Index (BVI).

	Frecuencia de ocurrencia en el valor de importancia							Meses presentes	IVB	Abundancia relativa (%)	
	8	7	6	5	4	3	2				1
Gobiidae	8	1	1						11	77	60.72
Clinidae	1	1	1	4					8	45	5.58
Blenniidae	1	2	2	1					7	32	4.71
Engraulidae		1	1			5	1		8	30	1.46
Sciaenidae		1	1	2	1			1	7	28	2.56
Tetraodontidae		1		1	2	1	2		6	23	4.56
Atherinidae	1	1	1					1	4	22	9.47
Gerreidae		1	1		1	1		2	6	22	1.30
Carangidae		1	1		1				6	17	0.96
Serranidae	1		1					1	4	15	4.30
Syngnathidae				1	2		1		7	15	0.52
Soleidae		1		1			1		3	14	1.46
Clupeidae			1		1				2	10	0.85
Hemiramphidae					1	1	1		4	9	0.25
Larva X							2	1	3	5	0.16
Paralichthyidae					1				4	4	0.75

La estación 1 presentó mayores abundancias en varios de los muestreos (Fig. 4), siendo éstas más notables entre los meses de marzo a mayo, por lo que esta estación influyó fuertemente en el total mensual. Sin embargo, globalmente y de acuerdo al análisis de Kruskal-Wallis, no se detectaron diferencias significativas entre la abundancia anual acumulada de las estaciones de muestreo ($p = 0.512$). Esto indica que no hay diferencias espaciales en la abundancia total. Es importante notar la gran variabilidad de los datos en las estaciones, según mostró el coeficiente de variación (Fig. 5).

La familia con mayor abundancia acumulada fue la Gobiidae con una contribución del 60.7% al total. Además, esta familia dominó fuertemente la comunidad de acuerdo al IVB (Tabla 2), alcanzando valores cercanos al máximo posible (máximo posible = valor de importancia mayor X meses de estudio). Clara-

maximum (possible maximum = highest value of importance X months of study). The order occupied by abundance clearly did not correspond to that of the BVI, the latter being the most representative way to express relative importance in a given period of time. The number of families varied during the months sampled, from three in December to 15 in June (Fig. 3).

The family Gobiidae dominated in seven of the eleven months and was most abundant in March and April (Table 3). In these two months, one unidentified member of this family, called Gobiid E, constituted 76% and 56% of the monthly total, respectively. In November *Ilypnus gilberti* constituted 89%. In December and January *Gillichthys mirabilis* had a relative abundance of 87% and 43%, respectively. The family Clinidae was most abundant in May, comprising 56% of the total. Of the other important families, Blenniidae

Tabla 3. Abundancia total mensual (número de organismos/100 m³) de las familias presentes durante el período de estudio.
Table 3. Total monthly abundance (number of organisms/100 m³) of the families present during the study period.

	Nov.	Dic.	Ene.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Clupeidae	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Engraulidae	4.0	0.0	0.0	0.0	8.0	34.9	79.2	28.8	35.4	12.4	14.2
Gobiesocidae	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hemiramphidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	9.8	15.9	9.5
Belonidae	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Atherinidae	0.0	0.0	322.9	176.2	2.3	0.0	909.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Syngnathidae	2.6	0.0	2.2	15.8	32.6	7.4	14.5	0.0	0.0	0.0	1.9
Serranidae	30.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	6.5	0.0	3.6	0.0	594.1
Carangidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	15.3	24.2	20.0	73.4	5.4
Gerreidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	67.8	29.4	8.0	62.9	15.4
Sciaenidae	2.2	0.0	0.0	0.0	1.2	179.9	114.1	26.4	0.0	39.5	17.4
Mugilidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	5.7	2.2
Clinidae	40.3	1.8	2.0	0.0	73.0	631.4	0.0	0.0	10.1	56.8	15.4
Blenniidae	14.8	198.6	45.7	328.9	104.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
Gobiidae	872.4	1612.6	430.1	3298.7	2137.9	88.4	44.5	29.7	154.3	249.0	120.1
Centrolophidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Cynoglossidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Paralichthyidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	101.6	0.0	2.2	0.0	3.5
Soleidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.4	127.1	5.0	0.0	0.0	0.0
Tetraodontidae	0.0	0.0	0.0	110.7	415.2	57.0	77.1	15.1	3.7	0.0	0.0
Larva X	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	11.3	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0

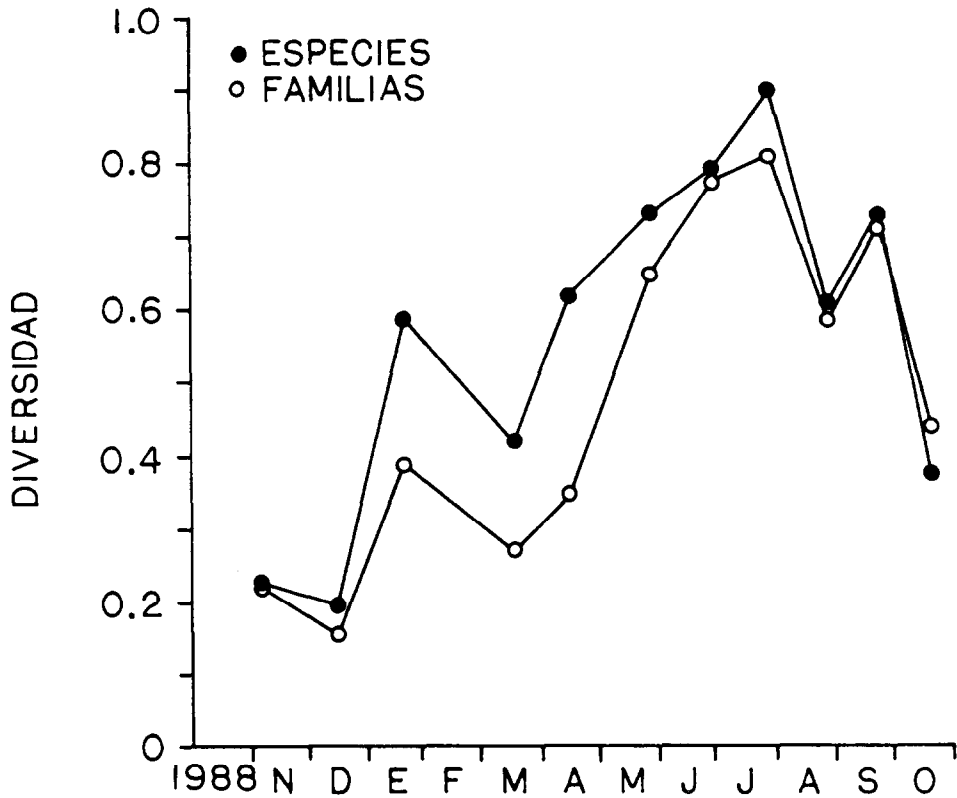


Figura 6. Diversidad de Shannon-Wiener (H') para especies y familias durante el período de estudio.

Figure 6. Shannon-Wiener (H') diversity for species and families during the study period.

mente el orden ocupado según la abundancia no correspondió con el del IVB encontrado, siendo este último la manera más representativa para expresar la importancia relativa en un período de tiempo dado. El número de familias varió durante los meses muestreados, desde tres en diciembre hasta 15 en junio (Fig. 3).

En siete de los meses muestreados la familia Gobiidae dominó fuertemente, alcanzando su mayor abundancia durante marzo y abril (Tabla 3). En estos meses un miembro no identificado de esta familia, denominado Góbido E, contribuyó con el 76 y 56% mensual, respectivamente. En noviembre *Ilypnus gilberti* contribuyó con un 89%, y en diciembre y enero *Gillichthys mirabilis* presentó una abundancia relativa de 87 y 43%, respectivamente. La familia Clinidae presentó su mayor

was more abundant in March, Tetraodontidae in April, Sciaenidae in May, Atherinidae and Engraulidae in June.

Of the 41 types of larvae, 37 constituted less than 5% of the annual total relative abundance and the rest were distributed as follows: Gobiid E 34.9%, *Gillichthys mirabilis* 13.0%, Clinid A 11.7% and *Ilypnus gilberti* 10.9% (Table 4). These species, except for the second, obtained the first BVI values.

Regarding family diversity and types of larvae, the lowest value was found in December due to the high dominance of the gobies (Fig. 6). Highest diversity was recorded in July, mainly determined by the high equivalence despite the few families present. In general, maximum diversity values were recorded at the end of spring and throughout most of the summer.

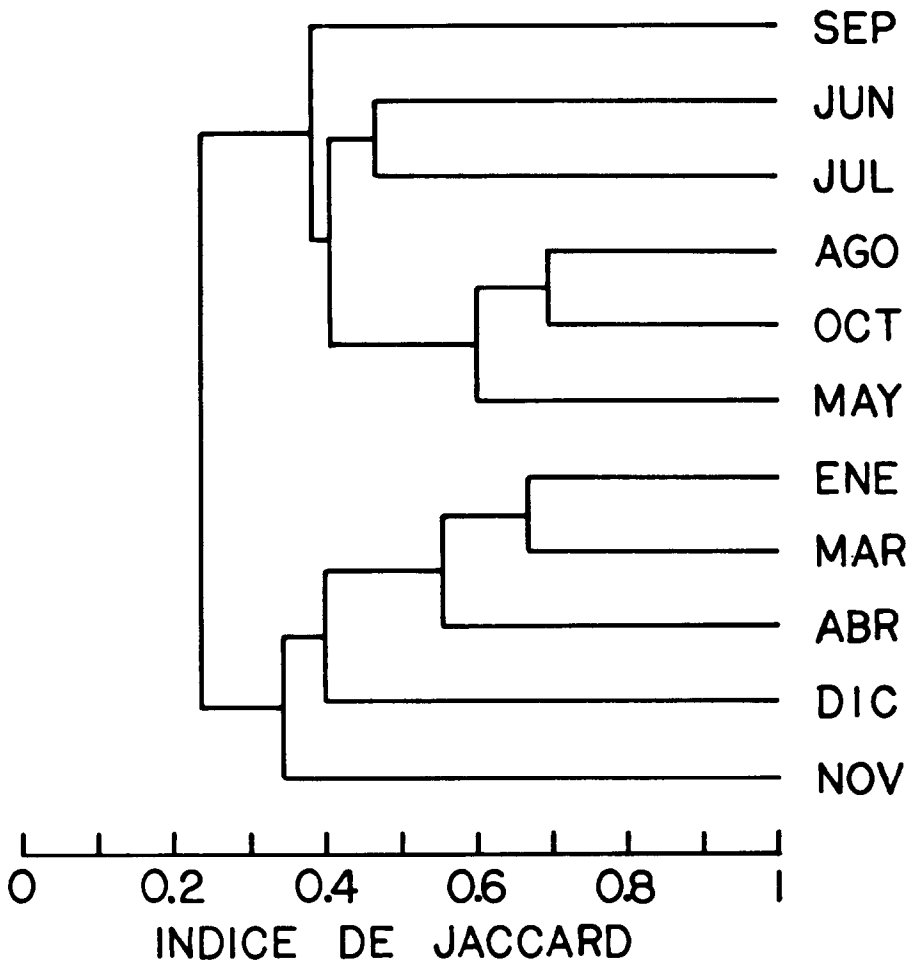


Figura 7. Dendrograma de afinidad cualitativa entre los meses en base al índice de Jaccard.
Figure 7. Dendrogram of qualitative affinity between the months based on the Jaccard index.

abundancia durante mayo, en donde además dominó con un 56% del total. De las otras familias importantes, Blenniidae alcanzó su mayor abundancia en marzo, Tetraodontidae en abril, Sciaenidae en mayo, Atherinidae y Engraulidae en junio.

De los 41 tipos de larvas, 37 no alcanzaron el 5% de la abundancia relativa total anual, distribuyéndose el resto de la siguiente manera: Góbido E 34.9%, *Gillichthys mirabilis* 13.0%, Clínido A 11.7% e *Ilypnus gilberti* 10.9% (Tabla 4). Estas especies, con excepción de la segunda, obtuvieron los primeros valores de IVB.

En cuanto a la diversidad de familias y tipos de larvas, se observó el valor más bajo

Qualitatively at family level with the Jaccard index, there was little affinity between the months, less than 70% (Fig. 7). However, two periods are evident: one corresponding to the families that reproduce in autumn-winter (mainly Blenniidae and Gobiidae) and the other to the families that reproduce in spring-summer (mainly Engraulidae, Atherinidae, Carangidae, Sciaenidae and Clinidae).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The high variability found at the sampling stations, with respect to total abundance, is not surprising if we take into account the great exchange of water that occurs in a

en diciembre por la alta dominancia de los góbidos (Fig. 6). Durante el muestreo de julio se obtuvo la mayor diversidad, determinada principalmente por la alta equitatividad a pesar de las pocas familias presentes. En general, los valores máximos de diversidad se encontraron en la parte final de primavera y la mayor parte de verano.

Cualitativamente a nivel familia con el índice de Jaccard, la afinidad entre los meses muestreados fue baja, menor del 70% (Fig. 7). Sin embargo, claramente se pudieron mostrar dos épocas: la correspondiente a las familias con reproducción en otoño-invierno (Blenniidae y Gobiidae, principalmente), y las que se reproducen en primavera-verano (Engraulidae, Atherinidae, Carangidae, Sciaenidae y Clinidae, principalmente).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La alta variabilidad que presentaron las estaciones de muestreo, con respecto a la abundancia total, no es de sorprender si tomamos en cuenta el fuerte intercambio de agua que se lleva a cabo en pocas horas y al relativamente pequeño tamaño del cuerpo de agua. Esto puede conducir a que no de tiempo de formarse un gradiente uniforme de abundancia a lo largo de la laguna o a que no exista una estación determinada en donde se acumule persistentemente un mayor número de organismos.

La familia predominante fue la Gobiidae, reflejando la importancia que este cuerpo de agua tiene para ella. Los góbidos han sido descritos como las especies más características y numerosas de este tipo de ecosistemas (Flores-Coto y Méndez-Vargas, 1982; Castro-Longoria y Grijalva-Chon, 1988; Sánchez-Osuna, 1983; Eldridge y Bryan, 1972). Además, los góbidos son uno de los grupos que poco han sido estudiados debido a que carecen de importancia económica; sin embargo, el papel que juegan en el ecosistema es muy importante. Por su tamaño pueden ser presa de otros organismos de talla mayor para que así la energía siga su flujo hacia niveles superiores. Odum y Heald (1972) mencionaron que los góbidos (demersales y omnívoros) juegan un papel muy importante en el reciclamiento de la materia y energía del bentos.

La zona costera posee mayor potencial alimenticio con respecto al mar abierto, y las mayores concentraciones de dinoflagelados y

few hours and the relatively small size of the lagoon. Consequently, there might not be enough time for a uniform abundance gradient to be formed throughout the lagoon or one station in particular where a larger number of organisms persistently occur.

The predominant family was Gobiidae, reflecting how important the lagoon is to this family. The gobies have been described as the most characteristic and numerous species of this type of ecosystem (Flores-Coto and Méndez-Vargas, 1982; Castro-Longoria and Grijalva-Chon, 1988; Sánchez-Osuna, 1983; Eldridge and Bryan, 1972). Even though they play a very important role in the ecosystem, the gobies have not been widely studied since they lack commercial importance. Their size makes them prey to other bigger organisms such that energy flows to higher levels. Odum and Heald (1972) mention that the gobies (demersal and omnivorous) play an important role in the recycling of the matter and energy of the benthos.

Coastal areas have more food potential than the open sea. The highest concentrations of dinoflagellates and microcopepods, suitable food for fish larvae, occur in areas close to the coast (Lasker, 1975; Arthur, 1977). According to Guerrero-Quiroz (in preparation), Santa Rosa lagoon is rich in nutrients and chlorophyll *a*. However, there are no data for the adjacent coastal area to be able to establish the richness of this body of water. Perhaps the exchange of large volumes of water between the coastal lagoons of the area and the adjacent sea does not allow big differences with respect to nutrients and phytoplankton biomass.

Some species are able to remain in the lagoons during their first developmental stages. This is possible through retention mechanisms of the species. In this study, important families in number such as Gobiidae, Atherinidae, Tetraodontidae and Clinidae lay demersal eggs (Moseret *et al.*, 1984) as a mechanism to avoid being carried to undesirable areas. After hatching, the larvae are able to stay in the lagoons by controlling their position in the water column. Some species of decapods also employ a similar mechanism (Brookins and Epifanio, 1985; Crawford and Carey, 1985).

Differences were found when comparing our data with those for the nearby coastal lagoons of El Sargento (to the north) and La

Tabla 4. Abundancia total acumulada durante el período de estudio.
Table 4. Total cumulative abundance during the study period.

	No. org./100 m ³	% Rel.	% Acum.	IVB
Góbido E	5182.0	34.952	34.95	53
<i>Gillichthys mirabilis</i>	1923.8	12.976	47.93	16
Clínido A	1729.0	11.662	59.59	43
<i>Ilypnus gilberti</i>	1618.1	10.914	70.50	37
<i>Hypsoblennius</i> sp.	701.2	4.730	75.23	35
<i>Paralabrax</i> sp.	640.0	4.317	79.55	14
Tetraodontido A	510.7	3.445	83.00	10
Aterínido A	501.4	3.382	86.38	12
<i>Quietula guaymasiae</i>	223.7	1.509	87.89	12
<i>Achirus mazatlanus</i>	217.5	1.467	89.35	14
Gerreidae A	182.0	1.228	90.58	20
Sciaenidae A	170.8	1.152	91.73	12
<i>Sphoeroides annulatus</i>	168.1	1.134	92.87	12
Sciaenidae B	150.1	1.012	93.88	11
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	137.0	0.924	94.80	19
<i>Opisthonema</i> sp.	126.9	0.856	95.66	10
<i>Anchoviella miarcha</i>	122.1	0.824	96.48	5
<i>Etropus crossotus</i>	111.4	0.751	97.23	5
<i>Anchoa</i> sp.	92.2	0.622	97.86	21
<i>Syngnathus auliscus</i>	58.8	0.397	98.25	6
<i>Symphurus</i> sp.	49.3	0.333	98.58	
<i>Cynoscion</i> sp.	40.4	0.272	98.86	5
Gobiidae J	34.1	0.230	99.09	4
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	27.1	0.183	99.27	7
Larva X	24.4	0.165	99.43	1
Gobiidae B	18.8	0.127	99.56	
Gobiidae D	9.2	0.062	99.62	
<i>Mugil</i> sp.	9.1	0.061	99.69	
<i>Cynoscion parvipinnis</i>	8.9	0.060	99.75	
Gobiidae I	7.9	0.053	99.80	2
Gobiidae C	7.4	0.050	99.85	1
Gobiidae K	5.6	0.038	99.89	
Engraulidae A	2.6	0.018	99.90	3
<i>Menticirrhus</i> sp.	2.2	0.015	99.92	1
<i>Oligoplites</i> sp.	2.2	0.015	99.93	
<i>Syngnathus arctus</i>	1.9	0.013	99.95	
Belonidae A	1.9	0.013	99.96	
<i>Bairdiella icistia</i>	1.8	0.012	99.97	
<i>Hypocampus ingens</i>	1.8	0.012	99.98	
<i>Schedophilus</i> sp.	1.4	0.009	99.99	
<i>Gobiesox adustus</i>	1.1	0.007	100.00	

microcopépodos adecuados para la alimentación de las larvas de peces se dan en áreas cercanas a la costa (Lasker, 1975; Arthur, 1977). La laguna Santa Rosa es rica en nutrientes y clorofila *a*, según Guerrero-Quiroz (en preparación); sin embargo, no existen datos para la zona costera adyacente para poder establecer la riqueza de este cuerpo de agua. Quizá el intercambio de grandes volúmenes de agua, debido al flujo de mareas entre las lagunas costeras de la zona y el mar adyacente, no permita grandes diferencias en cuanto a biomasa de fitoplancton y nutrientes.

Algunas especies de peces pueden mantenerse dentro de los sistemas lagunares en sus primeras fases de desarrollo. Esto es posible a través de los mecanismos de retención de las propias especies. En el caso de este estudio, familias importantes en número como Gobiidae, Atherinidae, Tetraodontidae y Clinidae tienen huevos demersales (Moser *et al.*, 1984) como un mecanismo para evitar el arrastre hacia áreas no deseadas. Después de la eclosión las larvas se pueden mantener dentro de los sistemas controlando su posición en la columna de agua, siendo esto no exclusivo de las larvas de peces sino que también se presenta en algunas especies de decápodos (Brookins y Epifanio, 1985; Crawford y Carey, 1985).

Comparando con los cuerpos de agua costeros cercanos, específicamente las lagunas costeras de El Sargento (al norte) y La Cruz (al sur), encontramos algunas diferencias. Núñez-Quevedo (1991) reporta para La Cruz a Pleuronectidae, Albulidae, Labridae, Sparidae y Sphyraenidae, pero no encuentra a Mugilidae, Centrolophidae y Cynoglossidae. Por otro lado, Portillo-López (1989) encontró a Haemulidae, Labridae y Ophiidae, y no a Gobiidae, Centrolophidae y Mugilidae en El Sargento. Cabe mencionar que todas estas familias fueron de baja ocurrencia y abundancia, lo que no significa que no pudieran encontrarse en los otros cuerpos de agua. Del resto de la información, la única diferencia relevante fue que en El Sargento y en Santa Rosa la máxima abundancia se presentó en primavera, mientras que en El Sargento los atherinidos fueron los que dominaron. Esta dominancia de atherinidos en marzo en El Sargento se volvió a repetir al año siguiente, 1989 (J.M. Grijalva-Chon y R. Castro-Longoria, datos no publicados).

Para la comunidad indígena Seri la pesca es una actividad importante y la laguna

Cruz (to the south). Núñez-Quevedo (1991) recorded Pleuronectidae, Albulidae, Labridae, Sparidae and Sphyraenidae for La Cruz, but did not record Mugilidae, Centrolophidae and Cynoglossidae. On the other hand, Portillo-López (1989) found Haemulidae, Labridae and Ophiidae but not Gobiidae, Centrolophidae and Mugilidae at El Sargento. The occurrence and abundance of all these families was low. This does not mean that they cannot be found in the other bodies of water. The only other relevant difference was that maximum abundance occurred in spring at El Sargento and Santa Rosa and that atherinids dominated at El Sargento. This dominance of atherinids in March also occurred the following year (1989) at El Sargento (J.M. Grijalva-Chon and R. Castro-Longoria, unpublished data).

The coastal lagoon of Santa Rosa falls within the exclusive fishing zone of the native Seri community. Members of the families Sciaenidae, Gerreidae, Carangidae, Serranidae and Paralichthyidae, which were found to be of importance in this study, are regularly fished by them.

We can conclude that the diversity in this body of water is strongly influenced by the family Gobiidae, which makes effective use of the lagoon and maintains its dominance despite the great tidal exchange. This shows the adaptability of members of this family to changeable habitats. Despite the relatively small size of Santa Rosa lagoon, it is an important refuge and breeding ground for several fishes.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the financial support received from the Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica of the Secretaría de Educación Pública (project C87-01-0149). We also thank the Seri Tribe for allowing access to their territory.

English translation by Christine Harris.

costera Santa Rosa se encuentra dentro de su zona de pesca exclusiva. Miembros de las familias Sciaenidae, Gerreidae, Carangidae, Serranidae y Paralichthyidae fueron importantes en este estudio y son pescados regularmente por ellos.

Podemos concluir que la diversidad en este cuerpo de agua está fuertemente influenciada por la familia Gobiidae, la cual hace uso efectivo del cuerpo de agua y mantiene su dominancia a pesar del gran intercambio mareal. Esto es un reflejo de la adaptación de los miembros de esta familia a hábitats tan cambiantes. A pesar del relativo pequeño tamaño de la laguna costera Santa Rosa, es importante como refugio y zona de crianza para varias especies de peces.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo financiero de la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la Secretaría de Educación Pública a través del proyecto C87-01-0149. Agradecemos también a la Tribu Seri el acceso a su territorio.

LITERATURA CITADA

- Arthur, D.K. (1977). Distribution, size, and abundance of microcopepods in the California Current System and their possible influence on survival of marine teleost larvae. *Fish. Bull., U.S.*, 75: 601-611.
- Brookins, K.G. and Epifanio, C.E. (1985). Abundance of brachyuran larvae in a small coastal inlet over six consecutive tidal cycles. *Estuaries*, 8: 60-67.
- Brower, J.E. and Zar, J.H. (1977). *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm.C. Brown, Dubuque, Iowa, 285 pp.
- Castro-Longoria, R. y Grijalva-Chon, J.M. (1988). Ictioplancton del Estero de Punta Banda, B.C., México, durante primavera-verano de 1985. *Ciencias Marinas*, 14(1): 57-79.
- Conover, W.J. (1971). *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons, New York, 492 pp.
- Crawford, R.E. and Carcy, C.G. (1985). Retention of winter flounder larvae within a Rhode Island salt pond. *Estuaries*, 8: 217-227.
- De la Campa-de Guzmán, G.S., Olvera-Limas, R.M. y Ortiz-Jiménez, J.M. (1976). Distribución de larvas de peces en la costa occidental de Baja California, segundo semestre de 1973. *Memorias del Simposium sobre Recursos Pesqueros Masivos de México*. Ensenada, B.C., México.
- Eldridge, M.B. and Bryan, C.F. (1972). Larval fish survey of Humboldt Bay, California. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-665.
- Flores-Coto, C. y Méndez-Vargas, M.L. (1982). Contribución al conocimiento del ictioplancton de la laguna de Alvarado, Veracruz. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., UNAM*, 9: 141-160.
- Guerrero-Quiroz, M. (en preparación). Distribución de nutrientes y clorofila *a* durante primavera y otoño en el Estero Santa Rosa, Sonora. Tesis Profesional, Depto. de Ciencias Químico-Biológicas, Univ. de Sonora, México.
- Lasker, R. (1975). Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. *Fish. Bull., U.S.*, 23: 453-462.
- Moser, H.G., Richards, W.J., Cohen, D.M., Fahay, M.P., Kendall Jr., A.W. and Richardson, S.L. (1984). *Ontogeny and Systematics of Fishes. Spec. Publ. 1*, Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Allen Press, Lawrence, KS., 760 pp.
- Norcross, B.L. and Shaw, R.F. (1984). Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: a review. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 113: 153-165.
- Núñez-Quevedo, S. (1991). Composición y abundancia de la comunidad ictiológica de la Laguna La Cruz, Sonora, México. Tesis Profesional, Escuela de Biología, UAG, México, 77 pp.
- Odum, W.E. and Heald, E.J. (1972). Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bull. Mar. Sci.*, 22: 671-738.
- Portillo-López, A. (1989). Distribución, abundancia y diversidad del ictioplancton de primavera y verano de 1988 en el Estero Sargento, Sonora, México. Tesis Profesional, Escuela Superior de Ciencias, UABC, México, 56 pp.
- Sánchez-Osuna, L. (1983). El ictioplancton, estudio preliminar sobre su abundancia en el Estero El Verde, Sinaloa, México. *Ciencias del Mar*, (5): 17-22.
- Sanders, H.L. (1960). Benthic studies in Buzzards Bay III. The structure of the soft-bottom community. *Limnol. Oceanogr.*, 5: 138-153.

Villalobos, A.J., Suárez, A., Gómez, S., de la Lanza, G., Aceves, M., Manrique, F. and Cabrera, J. (1966). Consideration on the hydrography and productivity of Alvarado lagoon, Veracruz, Mexico. Proc.

Gulf Carib. Fish. Inst. 19th Annual Sess., pp. 75-85.

Yáñez-Arancibia, A. y Nugent, R.S. (1977). El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, 4: 107-114.