

ICTIOFAUNA DE LA LAGUNA COSTERA LA CRUZ, SONORA, MÉXICO

ICHTHYOFAUNA OF LA CRUZ COASTAL LAGOON, SONORA, MEXICO

J.M. Grijalva-Chon
S. Núñez-Quevedo
R. Castro-Longoria

Universidad de Sonora
Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
Academia de Ciencias del Mar
Rosales y Niños Héroe s/n
Hermosillo, Sonora, C.P. 83000
México

Recibido en noviembre de 1994; aceptado en enero de 1996

RESUMEN

Para analizar la comunidad ictiológica de la laguna costera La Cruz, en el Golfo de California, se llevaron a cabo muestreos durante 1989-1991 con cuatro tipos de arte: red de plancton, red de playa, atarraya y red de arrastre de fondo. Se registraron un total de 34 familias, 63 géneros y 96 especies, aportando la red de fondo el mayor número de especies (48), seguida por la red de plancton (40), red de playa (37) y atarraya (28). Las especies más representativas para cada arte, según el índice de valor biológico, fueron: juveniles de *Leuresthes sardina*, capturados con red de playa, y juveniles y adultos de *Urolophus maculatus*, capturados con atarraya y red de fondo. Las familias Gobiidae, Atherinidae, Gerreidae y Engraulidae fueron importantes a nivel larval y responsables de los valores mínimos de diversidad. Además, representantes de estas familias destacaron en etapa juvenil. De esta forma, los cambios en la diversidad estuvieron influenciados por la sucesión de especies dominantes. Especies de las familias Urolophidae y Gobiidae se encontraron en diferentes estadios de desarrollo, lo que indica que tienen alta dependencia del sistema para su ciclo vital. Se sugiere que la laguna La Cruz es importante para muchas especies de peces que hacen uso extensivo de ella como zona de refugio, alimentación y/o reproducción.

Palabras clave: Golfo de California, lagunas costeras, comunidad de peces, peces costeros, ictioplancton.

ABSTRACT

To analyze the fish community in La Cruz coastal lagoon, Gulf of California, samplings were carried out during 1989-1991 with four types of fishing gear: plankton net, beach seine, cast net and otter trawl. A total of 34 families, 63 genera and 96 species were registered. The otter trawl caught the highest number of species (48), followed by the plankton net (40), beach seine (37) and cast net (28). The most representative species for each gear, according to the biological value index, were: juveniles of *Leuresthes sardina* for beach seine, and juveniles and adults of *Urolophus maculatus* for the cast net and otter trawl. The families Gobiidae, Atherinidae, Gerreidae and Engraulidae were important at the larval stage and responsible for the minimum diversity values. Representatives of these families were also important at the juvenile stage. Thus, changes in diversity were influenced by the succession of dominant species. Species of Urolophidae and Gobiidae were found in different development

stages, which indicates that they have high dependency on the system for their vital cycle. It is suggested that La Cruz lagoon is an important area for many fish species that make extensive use of it as a refuge, nourishment and/or reproduction zone.

Key words: Gulf of California, coastal lagoons, fish community, coastal fishes, ichthyoplankton.

INTRODUCCIÓN

México tiene más de 11,000 km de costa, con más de 1,500,000 ha de lagunas costeras, estuarios y bahías (Contreras-Espinosa, 1993). En el Golfo de California, o Mar de Cortés, la mayoría de los estuarios y lagunas costeras se encuentran en la costa este, con características diferentes en cuanto a clima, vegetación, aporte de agua dulce y energía de oleaje y marca (Contreras-Espinosa, 1993). Esto hace que cada cuerpo de agua dentro del Golfo de California presente hábitats variados para las especies acuáticas que ahí viven; además, esta zona es rica en especies de peces, mostrando en general una mayor afinidad con la fauna tropical y con un buen número de especies endémicas (Escobar-Fernández y Arenillas-Cuetara, 1987).

Es ampliamente conocido que los estuarios y lagunas costeras son áreas de reproducción y/o crianza para muchas especies de peces. El papel ecológico de los peces en estos hábitats es relevante debido a que ocupan diferentes niveles tróficos, lo que contribuye al equilibrio energético de estos ecosistemas (Yáñez-Arancibia, 1978).

La mayoría de las investigaciones sobre la comunidad de peces en los cuerpos de agua costeros se han realizado separando la fase larval de los juveniles y adultos. Ejemplos de esto lo encontramos en Amezcua-Linares (1977), Warburton (1978), Loesch (1980) Álvarez-Cadena *et al.* (1984), Portillo-López (1989), Yépiz-Velásquez (1990), Grijalva-Chon *et al.* (1992) y Green-Ruiz (1993). En la laguna costera El Sargento, Sonora, Castro-Longoria *et al.* (1991) tomaron en cuenta larvas, juveniles y adultos simultáneamente. Esta laguna costera presenta características muy diferentes a las de La Cruz.

Es importante enfatizar que en cualquier estudio que pretenda describir la ictiofauna de un cuerpo de agua se tiene que tomar en cuenta las primeras fases de desarrollo del ciclo de

INTRODUCTION

Mexico has more than 11,000 km of coast, with more than 1,500,000 ha of coastal lagoons, estuaries and bays (Contreras-Espinosa, 1993). In the Gulf of California, or Sea of Cortes, most of the estuaries and coastal lagoons are found on the east coast, with different characteristics regarding climate, vegetation, freshwater input, and wave and tide energy (Contreras-Espinosa, 1993). As a result, each body of water within the Gulf of California presents assorted habitats for the aquatic species that live there; furthermore, this area is rich in fish species, showing a greater affinity with the tropical fauna and a good number of endemic species (Escobar-Fernández and Arenillas-Cuetara, 1987).

It is widely known that estuaries and coastal lagoons are reproduction and/or nursery areas for many kinds of fish. The ecological role of the fish in these habitats is relevant due to the fact that they occupy different trophic levels, which contributes to the energy balance of these ecosystems (Yáñez-Arancibia, 1978).

Most of the investigations on fish communities in coastal bodies of water have been conducted by separating the larval stage from the juveniles and adults. Examples of this are found in Amezcua-Linares (1977), Warburton (1978), Loesch (1980) Álvarez-Cadena *et al.* (1984), Portillo-López (1989), Yépiz-Velásquez (1990), Grijalva-Chon *et al.* (1992) and Green-Ruiz (1993). In the coastal lagoon of El Sargento, Sonora, Castro-Longoria *et al.* (1991) took into account larvae, juveniles and adults simultaneously. This coastal lagoon presents very different characteristics from those of La Cruz.

It is important to emphasize that any study that aims to describe the ichthyofauna of a body of water must take into account the first development phases of the life cycle of the fish. This will invariably lead to a more complete analysis of the community and, therefore, to

vida de los peces. Esto invariablemente conducirá a un análisis más completo de la comunidad y, por lo tanto, a una mejor comprensión del uso de estos sistemas acuáticos por los peces.

En La Cruz existe un uso extensivo por parte de los pescadores locales, organizados en varias cooperativas pesqueras. A pesar de esta presión de pesca, no se ha llevado a cabo ningún estudio básico que describa la comunidad de peces del lugar ni tampoco el registro de las abundancias relativas de las capturas que nos de una idea de las especies más importantes, al menos desde el punto de vista comercial. Debido a esta falta de información, se realizó la presente investigación con el objetivo de caracterizar la comunidad de peces presente en la laguna costera La Cruz.

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna costera La Cruz se localiza en el estado de Sonora, México, entre los paralelos 28°45' y 28°50'N y los meridianos 111°50' y 111°56'O (fig. 1). El área total es de 23 km² y la profundidad promedio en los canales es 1 m durante la marea baja. La laguna tiene una boca permanente de 1 km de ancho y no tiene descarga de río. El fondo está constituido principalmente de material fino del tipo limo y limoarenoso (De la O *et al.*, 1985) y sus aguas son de alta turbiedad.

La laguna está rodeada por halófitas, de las que destacan *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans*, *Atripex lentiformis* y *Batis maritima* (Castro-Longoria *et al.*, 1989). Las condiciones hidrológicas del lugar se describen en Castro-Longoria y Grijalva-Chon (1991) y Grijalva-Chon y Barraza-Guardado (1992). La temperatura superficial muestra una marcada estacionalidad, con valores de 32°C en verano y 14°C en invierno, y la salinidad fluctúa entre 35 y 40‰.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para tratar de obtener la mayor cantidad de especies posible, se utilizaron cuatro artes de muestreo: red de plancton, red de playa,

a better comprehension of the use of these aquatic systems by the fish.

Local fishermen, organized into cooperatives, make extensive use of La Cruz lagoon. In spite of this fishing pressure, no basic study has been carried out that describes the fish community of the place or the record of the relative abundance of the catches that gives us an idea of the most important species, at least from a commercial point of view. Due to this lack of information, we carried out this investigation with the objective of characterizing the fish community in La Cruz coastal lagoon.

STUDY AREA

La Cruz coastal lagoon is located in the state of Sonora, Mexico, between 28°45' and 28°50'N and 111°50' and 111°56'W (fig. 1). The total area is 23 km² and the average depth in the channels is 1 m during low tide. The lagoon has a permanent mouth that is 1 km wide and it has no river input. The bottom is composed mainly of fine material, of slime and sandy-slime (De la O *et al.*, 1985), and the waters are of high turbidity.

The lagoon is surrounded by halophytes, notably *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans*, *Atripex lentiformis* and *Batis maritima* (Castro-Longoria *et al.*, 1989). The hydrological conditions are described by Castro-Longoria and Grijalva-Chon (1991) and Grijalva-Chon and Barraza-Guardado (1992). Surface temperature presents a marked seasonality, with values of 32°C in summer and 14°C in winter, and salinity fluctuates between 35 and 40‰.

MATERIAL AND METHODS

To obtain the largest number of species possible, four types of fishing gear were used: plankton net, beach seine, cast net and otter trawl. The sampling sites are shown in fig. 1.

Fish larvae were captured with a cylindrical plankton net of 505-µm mesh, 55-cm diameter and 5-m length. Surface tows were made in the tide channels, using a boat 5 m in length, with a duration of 3 min. The volume of filtered water was calculated with a General

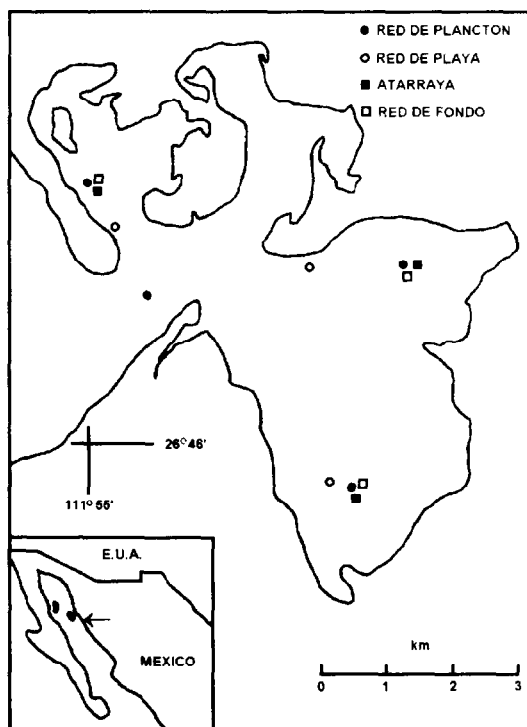


Figura 1. Localización de la laguna costera La Cruz y las estaciones de muestreo.
Figure 1. Location of La Cruz coastal lagoon and the sampling stations.

atarraya y red de arrastre de fondo. Las estaciones de muestreo se muestran en la fig. 1.

Las larvas de peces se capturaron con una red de plancton cilindro-cónica de 505 μm de malla, 55 cm de diámetro y 5 m de largo. Los arrastres se hicieron superficiales a bordo de una lancha de 5 m de eslora, sobre los canales de marea, con una duración de 3 min. El volumen de agua filtrada se calculó con un flujómetro General Oceanics 2030R, calibrado antes y después de cada campaña de muestreo. Las muestras se fijaron a bordo, usando formalina neutralizada al 5% en agua de mar.

Los juveniles se capturaron en áreas bajas adyacentes a los canales, con una red de playa de 10.2 \times 2.7 m y 6 mm de luz de malla. En cada estación, el área muestreada fue de \sim 306 m^2 , por lo que el número de peces se

Oceanics 2030R flowmeter, calibrated before and after each sampling campaign. The samples were fixed on board, using 5% neutralized formalin in sea water.

The juveniles were captured in shallow areas adjacent to the channels, with a beach seine of 10.2 \times 2.7 m and 6-mm mesh. At each station, the area sampled was \sim 306 m^2 ; therefore, the number of fish is reported with reference to this area. The samples were fixed with 5% neutralized formalin in sea water.

The cast net, of 5-m diameter and 3.5-cm mesh, captured juveniles as well as adults. Five casts per station were carried out in the tide channels and the catches per station were represented as the sum of the five casts. The fish caught were put on ice and identified as soon as possible in the laboratory.

reporta con referencia a esta área. Las muestras se fijaron con formalina neutralizada al 5% en agua de mar.

La atarraya capturó tanto juveniles como adultos y sus dimensiones fueron de 5 m de diámetro y 3.5 cm de luz de malla. Se realizaron cinco lances por estación en los canales de marea y las capturas por estación se representaron como la suma de los cinco lances. Los peces obtenidos se colocaron en hielo y se identificaron lo más pronto posible en el laboratorio.

Para la captura de peces asociados al fondo se utilizó una red de arrastre de fondo, con líneas de flotadores y plomos de 12 m y con luz de malla de 2.54 cm en el cuerpo y de 1.9 cm en el copo. Los arrastres tuvieron una duración de 10 min y los peces capturados fueron mantenidos en hielo e identificados el mismo día en el laboratorio. Las abundancias mensuales se representaron como la suma de las tres estaciones muestreadas.

Las capturas con las tres primeras artes se llevaron a cabo mensualmente, de febrero de 1989 a febrero de 1990. En el caso de la red de arrastre de fondo, los muestreos se llevaron a cabo quincenalmente, desde mayo de 1990 hasta abril de 1991. En este segundo periodo de muestreo, los arrastres corresponden a una evaluación de los camarones del género *Penaeus* (Grijalva-Chon y Barraza-Guardado, 1992) y los peces capturados se incluyen aquí para tomar en cuenta a las especies asociadas al fondo. Todos los muestreos se llevaron a cabo al amanecer, con marea baja, ya que en estas condiciones se lleva a cabo la actividad pesquera del lugar y se presentan las mejores condiciones para el manejo de las artes de muestreo.

Para la identificación de los juveniles y adultos, se utilizaron las guías de Miller y Lea (1972), Castro-Aguirre (1978) y Thomson *et al.* (1979). Para las especies del género *Eucinostomus*, se había seguido el criterio de Ramírez-Hernández y González-Pages (1976); sin embargo, se llevó a cabo una revisión posterior siguiendo los criterios de Zahuranec (1967). Esta segunda revisión sólo se llevó a cabo con el material de la red de playa ya que el resto se había desechado. Debido a la dificultad

To catch fish associated with the bottom, an otter trawl was used with floats and lead lines of 12 m, and 2.54-cm mesh in the body and 1.9-cm mesh in the cod end. Trawls had a duration of 10 min and the fish caught were maintained on ice and identified the same day in the laboratory. The monthly abundances were represented as the sum of the three stations sampled.

The catches with the first three types of gear were monthly, from February 1989 to February 1990. In the case of the otter trawl, the samplings were carried out fortnightly, from May 1990 until April 1991. In this second period of sampling, the trawls correspond to an evaluation of shrimps of the genus *Penaeus* (Grijalva-Chon and Barraza-Guardado, 1992), and the fish caught were included here to take into account the species associated with the bottom. All the samplings were carried out at dawn, with low tide, because that is when the fishing activity takes place and there are better conditions for the handling of the fishing gear.

For the identification of the juveniles and adults, the guides of Miller and Lea (1972), Castro-Aguirre (1978) and Thomson *et al.* (1979) were used. For the species of the genus *Eucinostomus*, the criterion of Ramírez-Hernández and González-Pages (1976) had been followed; however, a subsequent review was done following the criteria of Zahuranec (1967). This second review was only carried out with the material obtained from the beach seine since the rest had been discarded. Due to the difficulty of identifying with certainty the species of the genus *Citharichthys*, which occurred almost exclusively as juveniles, the group is reported as *Citharichthys* spp.

The systematic arrangement followed the criterion of Nelson (1984) and Moser (1985). For the fish larvae, the identification was made using several bibliographic sources that describe the early stages of the eastern Pacific fishes and, in some cases, with the progressive reconstruction through larval and juvenile stages of the samples obtained.

To determine the hierarchic importance of the families or species during the periods of study, the biological value index (BVI) was

de identificar con certeza a las especies del género *Citharichthys*, presentes casi exclusivamente como juveniles, se reporta el grupo como *Citharichthys* spp.

El arreglo sistemático siguió el criterio de Nelson (1984) y Moser (1985). Para las larvas de peces, la identificación se realizó mediante varias fuentes que describen los estadios tempranos de los peces del Pacífico oriental y, en algunos casos, con la reconstrucción progresiva a través de los estadios larval y juvenil en las muestras.

Para determinar la importancia jerárquica de las familias o especies durante los periodos de estudio, se utilizó el índice de valor biológico (IVB) al 90% de abundancia acumulativa (Loya-Salinas y Escofet, 1990). La diversidad de especies se calculó con el índice de Shannon-Weaver (Brower y Zar, 1977), utilizando logaritmos de base 10. Para detectar diferencias espaciales en la distribución de la abundancia total y el número de familias, se utilizó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis (Conover, 1971).

RESULTADOS

Durante el presente estudio se recolectaron, con los cuatro artes de muestreo, un total de 28,799 peces, representados en 34 familias, 63 géneros y 96 especies (tabla 1). La contribución al número total de organismos por cada arte fue como sigue: red de playa, 56.3%; red de plancton, 36.6%; red de fondo, 6.4%; atarraya, 0.7%.

Red de plancton

Con este arte se recolectaron 22 familias, 26 géneros y 40 especies, de las cuales 19 fueron completamente identificadas, 11 sólo fueron identificadas a nivel familia y 10 a nivel género. De estas familias, la Gobiidae fue notablemente dominante, contribuyendo con el 78.8% del número total de larvas de peces recolectadas (tabla 2). Esta familia junto con Engraulidae acumularon casi el 90% del total. De las familias restantes, ninguna alcanzó el 4% de la abundancia relativa.

used to 90% of cumulative abundance (Loya-Salinas and Escofet, 1990). Species diversity was calculated with the Shannon-Weaver index (Brower and Zar, 1977), using base 10 logarithms. To detect spatial differences in the distribution of the total abundance and the number of families, the nonparametric analysis of variance of Kruskal-Wallis (Conover, 1971) was used.

RESULTS

During the present study, a total of 28,799 fish were collected with the four types of gear, represented in 34 families, 63 genera and 96 species (table 1). The contribution to the total number of organisms by each gear was as follows: beach seine, 56.3%; plankton net, 36.6%; otter trawl, 6.4%; cast net, 0.7%.

Plankton net

With this gear, 22 families, 26 genera and 40 species were collected, of which 19 were thoroughly identified, 11 were only identified to family level and 10 to genus level. Of these families, Gobiidae was notably dominant, contributing 78.8% of the total number of fish larvae (table 2). This family together with Engraulidae accumulated almost 90% of the total. Of the remaining families, none reached 4% of the relative abundance.

A period of decrease in the total abundance was registered from June to October, which coincides with an increase in the diversity of families (fig. 2a). Later, in December, the total abundance increased until reaching a maximum of 1,141 larvae/10 m³ and, in this month, the minimum value of diversity was found. The greatest number of families was found in June and the lowest in January (fig. 2b).

Due to the identification of larval types only at family level, the BVI was calculated at this taxonomic level (table 3). The first five places of importance were occupied by Gobiidae, Engraulidae, Paralichthyidae, Syngnathidae and Atherinidae. It is important to point out that the most abundant species were *Ilipnus gilberti* (19.6%) and *Gillichthys mirabilis* (3.7%), both of the Gobiidae family.

Tabla 1. Lista taxonómica de los peces capturados en la laguna costera La Cruz, utilizando cuatro artes de muestreo.**Table 1.** Taxonomic list of the fish collected in La Cruz coastal lagoon, using four types of fishing gear (plankton net, beach seine, cast net, otter trawl).

	Red de plancton	Red de playa	Atarraya	Red de fondo
Rhinobatidae				
<i>Rhinobatos productus</i>			X	X
Urolophidae				
<i>Urolophus concentricus</i>			X	X
<i>Urolophus halleri</i>			X	X
<i>Urolophus maculatus</i>			X	X
Dasyatidae				
<i>Dasyatis longus</i>				X
<i>Dasyatis brevis</i>				X
Gymnuridae				
<i>Gymnura marmorata</i>			X	X
Albulidae				
<i>Albula</i> sp.	X	X		
Clupeidae				
<i>Harengula thrissina</i>				X
<i>Sardinops sagax</i>				X
Engraulidae				
<i>Engraulis mordax</i>	X	X		
<i>Anchoa lucida</i>	X	X	X	X
<i>Anchoa schultzi</i>				X
<i>Anchoa</i> sp.	X	X		
<i>Anchovia macrolepidota</i>				X
<i>Anchoviella miarcha</i>		X		X
Synodontidae				
<i>Synodus scituliceps</i>	X			X
Gobiesocidae				
<i>Gobiesox papillifer</i>	X			X
Hemiramphidae				
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	X	X		
<i>Hyporhamphus</i> sp.	X			

Tabla 1 (Cont.)

	Red de plancton	Red de playa	Atarraya	Red de fondo
Belonidae				
<i>Strongylura stolzmani</i>	X		X	
Tipo no identificado A	X			
Atherinidae				
<i>Leuresthes sardina</i>	X	X		X
<i>Colpichthys regis</i>		X	X	
Tipo no identificado A	X			
Scorpaenidae				
<i>Scorpaena</i> sp.			X	X
Syngnathidae				
<i>Syngnathus auliscus</i>	X			
Serranidae				
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	X		X	X
<i>Paralabrax</i> sp.	X			
<i>Epinephelus labriformis</i>		X		
<i>Epinephelus</i> sp.		X		
<i>Diplectrum pacificum</i>				X
Carangidae				
<i>Chloroscombrus orqueta</i>		X		
<i>Oligoplites mundus</i>			X	
<i>Oligoplites</i> sp.	X	X		
<i>Trachinotus paitensis</i>		X		
<i>Selene brevoorti</i>			X	X
Gerreidae				
<i>Eucinostomus entomelas</i>		X		
<i>Eucinostomus gracilis</i>		X		
<i>Eucinostomus currani</i>		X		
<i>Eucinostomus dowii</i>		X		
<i>Eucinostomus</i> spp.	X		X	X
<i>Gerres cinereus</i>	X	X		X
<i>Diapterus peruvianus</i>			X	X
Sparidae				
<i>Calamus brachysomus</i>	X		X	X

Tabla 1 (Cont.)

	Red de plancton	Red de playa	Atarraya	Red de fondo
Ephippidae				
<i>Chaetodipterus zonatus</i>		X		X
<i>Parapsettus panamensis</i>		X		
Sciaenidae				
<i>Cynoscion arenarius</i>			X	X
<i>Cynoscion parvipinis</i>			X	
<i>Cynoscion macdonaldi</i>				X
<i>Cynoscion xanthulus</i>				X
<i>Cynoscion</i> sp. A	X			
<i>Cynoscion</i> sp. B	X			
<i>Bairdiella icistia</i>				X
<i>Umbrina roncadore</i>		X		X
Lutjanidae				
<i>Lutjanus peru</i>				X
<i>Hoplopagrus guntheri</i>			X	
Haemulidae				
<i>Orthopristis chalceus</i>		X		
<i>Orthopristis reddingi</i>				X
<i>Orthopristis refulgens</i>				X
<i>Anisotremus davidsonii</i>				X
<i>Pomadasys macracanthus</i>				X
<i>Haemulon flavigatatum</i>				X
<i>Haemulon sexfasciatum</i>				X
<i>Xenistius californiensis</i>				X
Mugilidae				
<i>Mugil curema</i>			X	
<i>Mugil cephalus</i>			X	
<i>Mugil</i> sp.		X	X	
Sphyraenidae				
<i>Sphyraena</i> sp.	X			
Polynemidae				
<i>Polydactylus approximans</i>				X
Labridae				
<i>Halichoeres</i> sp.	X			

Tabla 1 (Cont.)

	Red de plancton	Red de playa	Atarraya	Red de fondo
Bleniidae				
<i>Hypsoblennius</i> sp.	X	X		
Tipo no identificado A	X			
Clinidae				
Tipo no identificado A	X			
Gobiidae				
<i>Quietula guaymasiae</i>	X	X		
<i>Gillichthys mirabilis</i>	X	X		
<i>Ilypnus gilberti</i>	X			
<i>Clevelandia ios</i>			X	
<i>Evermannia zosterura</i>			X	
Cinco tipos no identificados (A-E)	X			
Paralichthyidae				
<i>Cyclopsetta querna</i>			X	
<i>Paralichthys californicus</i>	X	X	X	X
<i>Paralichthys woolmani</i>		X	X	X
<i>Paralichthys aestuarius</i>				X
<i>Etropus crossotus</i>		X	X	
<i>Citharichthys</i> spp.		X		X
<i>Hipoglossina stomata</i>	X			
Pleuronectidae				
<i>Pleuronichthys verticalis</i>	X		X	
<i>Pleuronichthys ritteri</i>	X	X		X
<i>Hypsopsetta guttulata</i>		X	X	X
Soleidae				
<i>Achirus mazatlanus</i>	X	X	X	X
Cynoglossidae				
<i>Symphurus fasciolaris</i>				X
<i>Symphurus atramentatus</i>		X		
Tetraodontidae				
<i>Sphoeroides annulatus</i>		X	X	X
<i>Sphoeroides</i> sp.	X	X		X

Tabla 2. Abundancia anual de las principales familias y especies de peces capturadas en La Cruz con cuatro artes de muestreo.**Table 2.** Annual abundance of the main fish families and species collected at La Cruz with four types of fishing gear.

	Abundancia	Abundancia relativa	Abundancia acumulativa
Red de plancton			
Gobiidae	3246 ¹	78.98	78.98
Engraulidae	438	10.66	89.64
Paralichthyidae	148	3.60	93.24
Atherinidae	136	3.31	96.55
Otros (18)	142	3.45	100.00
Red de playa			
<i>Albula</i> sp.	6828 ²	42.13	42.13
<i>Leuresthes sardina</i>	5427	33.49	75.62
<i>Anchoa lucida</i>	2534	15.64	91.25
<i>Quietula guaymasiae</i>	590	3.64	94.89
Otros (32)	828	5.11	100.00
Atarraya			
<i>Colpichthys regis</i>	37 ³	18.05	18.05
<i>Eucinostomus</i> spp.	31	15.12	33.17
<i>Urolophus maculatus</i>	23	11.22	44.39
<i>Mugil curema</i>	18	8.78	53.17
<i>Rhinobatos productus</i>	13	6.34	59.51
Otros (24)	83	40.49	100.00
Red de fondo			
<i>Urolophus maculatus</i>	403 ⁴	22.01	22.01
<i>Citharichthys</i> spp.	284	15.51	37.52
<i>Sphoeroides annulatus</i>	217	11.85	49.37
<i>Urolophus concentricus</i>	101	5.52	54.89
<i>Rhinobatos productus</i>	100	5.46	60.35
Otros (44)	726	39.65	100.00

¹ Organismos/10 m³² Organismos/306 m²³ Organismos/5 lances⁴ Organismos/10 minutos

Se registró un periodo de descenso de la abundancia total de junio a octubre, que coincide con un aumento en la diversidad de familias (fig. 2a). Posteriormente, en diciembre, la abundancia total se incrementó hasta alcanzar un máximo de 1,141 larvas/10 m³ y, en este mes, se encontró el valor mínimo de diversidad. En junio se presentó el mayor número de familias y en enero el mínimo (fig. 2b).

The Gobiidae family was the only one that was present in every month of the sampling period, with important contributions in most of the samplings (table 4). Other families had marked seasonal abundances, such as: Engraulidae, Carangidae and Sciaenidae, in the summer; Tetraodontidae, during spring; Atherinidae, in winter and early spring; Gerreidae and Paralichthyidae, from spring to

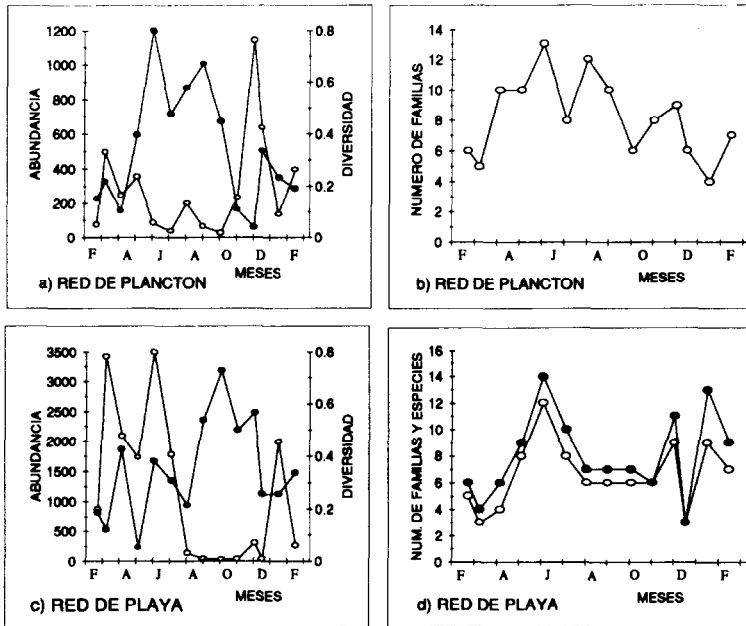


Figura 2. Variación mensual de la abundancia total (○), diversidad (●), número de familias (○) y especies (●) para las capturas con red de plancton y red de playa.

Figure 2. Monthly variation of the total abundance (○), diversity (●), number of families (○) and species (●) for both plankton net and beach seine catches.

Debido a que se identificaron tipos larvales a nivel familia, el IVB se calculó a este nivel taxonómico (tabla 3). Los cinco primeros lugares lo ocuparon Gobiidae, Engraulidae, Paralichthyidae, Syngnathidae y Atherinidae. Es importante hacer notar que las especies más abundantes fueron *Ilipnus gilberti* (19.6%) y *Gillichthys mirabilis* (3.7%), ambos de la familia Gobiidae.

La familia Gobiidae fue la única que estuvo presente durante todos los meses de muestreo, con contribuciones importantes en la mayoría de los muestreos (tabla 4). Otras familias tuvieron abundancias marcadamente estacionales, como: Engraulidae, Carangidae y Sciaenidae, durante el verano; Tetraodontidae, en primavera; Atherinidae, en invierno y principios de la primavera; Gerreidae y Paralichthyidae, de primavera a otoño; Blenniidae, en invierno y primavera; Hemiramphidae, durante la primavera y el verano.

autumn; Blenniidae, in winter and spring; Hemiramphidae, during spring and summer.

The analysis of variance showed no significant differences in the fluctuation of the total abundance among the sampling stations ($p = 0.373$) or the number of families ($p = 0.174$).

Beach seine

With this net, 18 families, 30 genera and 37 species were collected, seven of which were identified to genus level. All fish were juveniles, with the exception of *Albula* that also presented leptocephali larvae. The most abundant species were *Albula* sp. (42.1%), *Leuresthes sardina* (33.5%) and *Anchoa lucida* (15.6%), accumulating 91.2% of the total (table 2). The remaining species did not reach 5% of the relative abundance.

Two maxima of total abundance were registered, the first in March (3,431 organisms) and

Tabla 3. Lista de las especies que obtuvieron los valores más elevados del índice de valor biológico.
Table 3. List of species that obtained the highest values in the biological value index.

	Red de playa	Atarraya	Red de fondo
<i>Albula</i> sp.	2		
<i>Citharichthys</i> spp.			2
<i>Colpichthys regis</i>		2	
<i>Eucinostomus</i> spp.		3	5
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	5		
<i>Leuresthes sardina</i>	1		
<i>Mugil curema</i>		4	
<i>Mugil</i> sp.	3		
<i>Quietula guaymasiae</i>	4		
<i>Rhinobatos productus</i>		5	4
<i>Sphoeroides annulatus</i>		5	3
<i>Urolophus maculatus</i>		1	1

De acuerdo con el análisis de varianza, las fluctuaciones de la abundancia total entre las estaciones de muestreo no fueron significativas ($p = 0.373$), al igual que con el número de familias ($p = 0.174$).

Red de playa

Con esta red se recolectaron 18 familias, 30 géneros y 37 especies, de las cuales sólo siete fueron a nivel género. Todos los peces fueron juveniles, con excepción de *Albula* que también presentó larvas leptocéfalas. Las especies más abundantes fueron *Albula* sp. (42.1%), *Leuresthes sardina* (33.5%) y *Anchoa lucida* (15.6%), acumulando el 91.2% del total. Ninguna de las especies restantes alcanzó el 5% de la abundancia relativa (tabla 2).

Se registraron dos máximos de abundancia total, el primero en marzo (3,431 organismos) y el segundo en junio (3,494). Posteriormente, se observó un periodo de baja abundancia de agosto a diciembre, que coincidió con un periodo de máxima diversidad (fig. 2c). Durante el mes de junio se registró el mayor número de especies y de familias (fig. 2d). El menor número de familias se registró en los meses de marzo y diciembre, registrándose en este último mes el menor número de especies.

the second in June (3,494). After this, a period of low abundance was observed from August to December, which coincided with a period of maximum diversity (fig. 2c). The greatest number of species and families was recorded in June (fig. 2d). The lowest number of families was registered in March and December, and the lowest number of species was recorded in the latter month.

The BVI values highlighted the following species, in order of importance: *L. sardina*, *Albula* sp., *Mugil* sp., *Quietula guaymasiae* and *Hyporhamphus unifasciatus* (table 3). Most of the remaining species were represented by very few individuals in the months of collection, some with only one individual.

The species dominance, in terms of the percentage contribution to the total catch, changed in the course of the year (table 4). Thus, in the winter months, *Albula* sp. dominated the catches notably, with contributions greater than 80%. Organisms of this group were captured in the leptocephalus stage, from January to March, and in the postmetamorphic stage, from April to August. *Leuresthes sardina* presented increased relative abundance from April to August, *Eucinostomus entomelas* and *Mugil* sp. in October and November, and *Q. guaymasiae* and *H. unifasciatus* from August to October.

Tabla 4. Abundancia relativa mensual (%) de las principales familias y especies de peces, según el IVB, capturadas en La Cruz (fechas: día/mes/año).
Table 4. Monthly relative abundance (%) of the main fish families and species, according to the BVI, collected at La Cruz (dates: day/month/year).

	22/2/89	9/3/89	6/4/89	5/5/89	3/6/89	4/7/89	1/8/89	30/8/89	1/10/89	30/10/89	29/11/89	13/12/89	12/1/90	10/2/90
Red de plancton														
Gobiidae	90.97	81.50	96.00	35.06	16.96	6.29	16.58	39.01	56.60	95.43	98.98	79.91	83.22	90.34
Engraulidae			1.29	59.32	43.29	66.40	27.96	33.75		0.17	0.21	5.74	14.77	2.75
Paralichthyidae				3.66	1.07	19.42	48.05	7.12	14.32		0.04	0.22	0.67	0.67
Atherinidae	8.07	18.14	0.14									3.09		5.24
Red de playa														
<i>Albula</i> sp.	90.01	94.05	40.32	0.87	1.46			0.79			0.67		85.32	81.50
<i>Leuresthes sardina</i>	1.72	2.74	48.68	98.27	31.66	77.19	88.10							2.76
<i>Mugil</i> sp.	0.11			0.12	0.57	1.07			21.43	5.55	40.60	8.82	0.20	5.51
<i>Eucinostomus entomelas</i>						0.11	1.59		34.61	8.33	18.81			0.39
<i>Quietula guaymasiae</i>	6.20	2.86	10.66		0.06	0.06			7.14		0.34		9.65	6.70
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>				0.12	0.17	2.92	0.79	64.28		63.89	1.34			
Atarraya														
<i>Urolophus maculatus</i>	7.14		5.88	27.27	25.00	18.75				9.09			25.00	66.66
<i>Colpichthys regis</i>	53.57	52.94	11.76	3.03	25.00	25.00				9.09				
<i>Eucinostomus</i> spp.		11.76	33.33	18.18		6.25		14.29	27.27	9.09				
<i>Mugil curema</i>			7.84	6.06	25.00		56.25	28.57						
<i>Sphoeroides annulatus</i>		25.53	3.92	12.12		6.25			9.09				12.50	
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>				3.03	25.00	12.50			9.09	18.18				
	10/5/90	21/6/90	6/7/90	21/7/90	7/8/90	21/8/90	3/9/90	18/9/90	3/10/90	2/11/90	16/11/90	3/12/90	17/12/90	
Red de fondo														
<i>Urolophus maculatus</i>	19.32	13.21	3.16	4.24	7.50	19.32	2.27	14.81	12.07	35.29	35.00	52.17	41.07	
<i>Citharichthys</i> spp.	11.36	23.27	61.05	25.42	28.75	22.22	47.73	14.81	12.07	26.47	7.50	3.26	1.19	
<i>Sphoeroides annulatus</i>	15.34	8.18		4.24	2.50	6.76	15.91	22.22	3.45			6.52	25.00	
<i>Rhinobatos productus</i>	1.70	1.89	10.53	2.54	1.25	3.86		3.70	3.45			10.87	8.93	
<i>Eucinostomus</i> spp.	5.68	1.26		0.85		2.90	9.09	11.11	8.62	2.94		7.61	3.57	
	15/1/91	30/1/91	15/2/91	16/3/91	1/4/91									
Red de fondo (cont.)														
<i>Urolophus maculatus</i>	43.96	23.40	48.72	12.04	9.20									
<i>Citharichthys</i> spp.	1.10	10.64	5.98	1.57	5.75									
<i>Sphoeroides annulatus</i>	25.27	21.28	0.85	11.52	42.53									
<i>Rhinobatos productus</i>	12.09	8.51	11.11	7.85	1.15									
<i>Eucinostomus</i> spp.		2.13	4.27	21.47	3.45									

De acuerdo con el IVB, destacaron en orden de importancia *L. sardina*, *Albula* sp., *Mugil* sp., *Quietula guaymasiae* e *Hyporhamphus unifasciatus* (tabla 3). La mayoría de las especies restantes estuvieron representadas por muy pocos individuos en los meses de recolección, algunas con un individuo.

La dominancia por especie, desde el punto de vista de la contribución porcentual a la captura total, cambió en el transcurso del año (tabla 4). Así, en los meses de invierno, *Albula* sp. dominó notablemente en las capturas, con contribuciones mayores que el 80%. Los organismos de este grupo se capturaron en estadio leptocéfalo de enero a marzo y en estadio postmetamorfosis de abril a agosto. *Leuresthes sardina* presentó elevadas abundancias relativas de abril a agosto, *Eucinostomus entomelas* y *Mugil* sp. en octubre y noviembre, y *Q. guaymasiae* y *H. unifasciatus* de agosto a octubre. *Anchoa lucida* y *Anchoviella miarcha*, con bajo IVB, fueron abundantes en junio (63% del total) y diciembre (82%), respectivamente.

Con este arte de muestreo, las especies de *Eucinostomus* se encontraron en la siguiente proporción durante el periodo de estudio: *E. entomelas*, 51.0%; *E. gracilis*, 36.6%; *E. currani*, 11.7%; *E. dowii*, 0.7%.

El análisis de varianza demostró que las fluctuaciones de la abundancia total entre las estaciones de muestreo no fueron significativas ($p = 0.771$), así como tampoco el número de familias ($p = 0.371$).

Atarraya

Con esta red se recolectaron 18 familias, 23 géneros y 28 especies. Las especies más abundantes fueron *Colpichthys regis* (18.0%), *Eucinostomus* spp. (15.1%) y *Urolophus maculatus* (11.2%), con una baja dominancia de las especies (tabla 2). La característica de las capturas con atarraya fue la escasez de organismos capturados mensualmente. Casi la mitad de las especies obtenidas en el periodo de estudio se capturaron en el mes de abril, cuando consecuentemente se obtuvo la mayor abundancia, número de especies y familias (fig. 3a, b). La diversidad, en general, siguió un mismo patrón de fluctuación que el número de especies y

Anchoa lucida and *Anchoviella miarcha*, with low BVI, were abundant in June (63% of the total) and December (82%), respectively.

With this sampling gear, during the study period the species of *Eucinostomus* were found in the following proportion: *E. entomelas*, 51.0%; *E. gracilis*, 36.6%; *E. currani*, 11.7%; *E. dowii*, 0.7%.

The analysis of variance demonstrated that the fluctuation of the total abundance among the sampling stations was not significant ($p = 0.771$), and neither was the number of families ($p = 0.371$).

Cast net

With this net, 18 families, 23 genera and 28 species were collected. The most abundant species were *Colpichthys regis* (18.0%), *Eucinostomus* spp. (15.1%) and *Urolophus maculatus* (11.2%), with a low dominancy (tabla 2). The characteristic of cast net catches was the low monthly abundance. Almost half of the species obtained in the period of study were captured in April, when the greatest abundance, number of species and families consequently occurred (fig. 3a, b). The diversity, in general, followed the same fluctuation pattern as the number of species and families. No organisms were captured in November and December, maybe due to the influence of the bad weather on the efficiency of the gear.

In accordance with the BVI, the most important species, in decreasing order, were: *U. maculatus*, *C. regis*, *Eucinostomus* spp., *Mugil curema*, *Rhinobatos productus* and *Sphoeroides annulatus* (tabla 3).

The analysis of variance showed no significant differences in the fluctuation of the total abundance among the sampling stations ($p = 0.783$) or the number of families ($p = 0.946$).

Otter trawl

With this fishing gear, 24 families, 37 genera and 49 species were captured. The most abundant species were *Urolophus maculatus* (22%), *Citharichthys* spp. (15.5%) and *Sphoeroides annulatus* (11.8%) (tabla 2). These three species accumulated almost 50% of the

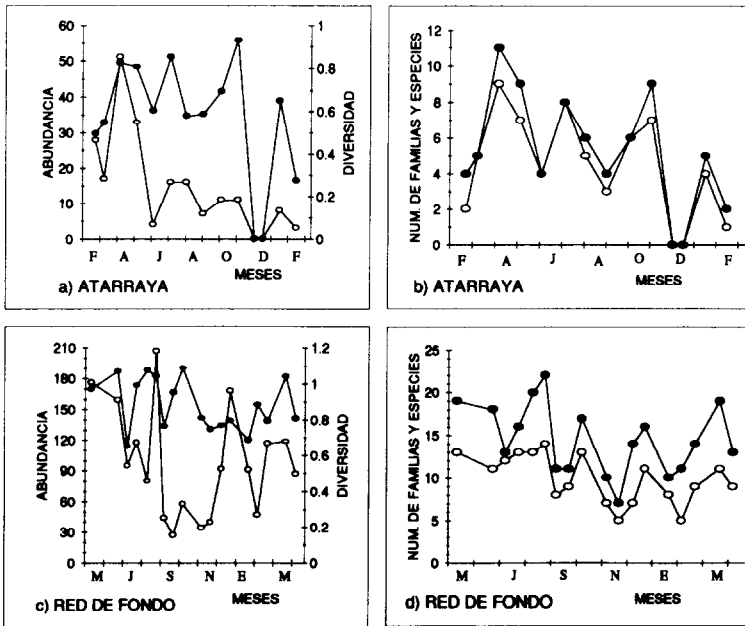


Figura 3. Variación mensual de la abundancia total (○), diversidad (●), número de familias (○) y especies (●) para las capturas con atarraya y red de fondo.

Figure 3. Monthly variation of the total abundance (○), diversity (●), number of families (○) and species (●) for both cast net and otter trawl catches.

familias. En los meses de noviembre y diciembre no se capturó ningún organismo, influyendo quizá el mal tiempo de esos meses en la efectividad del arte.

Según el IVB, destacaron en orden decreciente: *U. maculatus*, *C. regis*, *Eucinostomus* spp., *Mugil curema*, *Rhinobatos productus* y *Sphoeroides annulatus* (tabla 3).

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en la fluctuación de la abundancia total entre las estaciones de muestreo ($p = 0.783$), ni en el número de familias ($p = 0.946$).

Red de fondo

Con este arte de pesca se capturaron 24 familias, 37 géneros y 49 especies. Las especies más abundantes fueron *Urolophus maculatus* (22%), *Citharichthys* spp. (15.5%) y *Sphoeroides annulatus* (11.8%) (tabla 2). Estas

total abundance and occupied the first three places in the BVI (table 3). Of the remaining 46 species, none reached 6% of the relative abundance.

The greatest abundance, 207 organisms, was registered on 21 August 1990; it decreased at the end of summer and autumn, reaching the minimum, 27 organisms, in September (fig. 3c). The diversity also fluctuated noticeably, with maximum values in June, August and October, and the minimum in July.

The number of species and families fluctuated strongly in the sampling period. The highest number of species and families was also obtained on 21 August 1990 (fig. 3d). The lowest number of families was recorded in November 1990, and the smallest number of species was also obtained in November.

The three dominant species in the catches were present almost all year round (table 4). *Urolophus maculatus* presented low abundance

tres especies acumularon casi el 50% de la abundancia total y ocuparon los tres primeros lugares en el IVB (tabla 3). De las restantes 46 especies, ninguna de ellas alcanzó el 6% de la abundancia relativa.

La mayor abundancia, 207 organismos, se registró el 21 de agosto de 1990; descendió a finales de verano y otoño, alcanzando el mínimo, 27 organismos, en septiembre (fig. 3c). La diversidad también fluctuó marcadamente, con valores máximos en junio, agosto y octubre y el mínimo en julio.

El número de especies y familias fluctuó marcadamente en el periodo muestreado. El mayor número de especies y familias también se obtuvo el 21 de agosto de 1990 (fig. 3d). En noviembre de 1990, se registró el menor número de familias, capturándose también en noviembre el menor número de especies.

Las tres especies dominantes en las capturas estuvieron presentes prácticamente todo el año (tabla 4). *Urolophus maculatus* sólo en verano presentó baja abundancia. *Citharichthys* spp. presentó la mayor abundancia durante el verano, mientras que *S. annulatus* lo presentó durante invierno y primavera.

No se detectaron diferencias espaciales en los patrones de distribución de la abundancia total ($p = 0.057$) y del número de familias ($p = 0.276$).

DISCUSIÓN

Las 96 especies de peces encontradas en la laguna La Cruz indican la alta riqueza de especies en este sistema. Este número de especies es mayor que lo reportado para otros cuerpos lagunares del estado de Sonora. En un estudio de carácter preliminar, Thomson (1973) reportó 75 especies en El Soldado, utilizando chinchorro playero, red de arrastre e ictiocidas. Yépez-Velásquez (1990), utilizando atarraya, registró 31 especies en Guásimas, 49 en Lobos y 47 en Los Algodones. Castro-Longoria *et al.* (1991) encontraron 68 especies en El Sargento, incluyendo larvas, juveniles y adultos, utilizando los mismos artes de muestreo que en el presente estudio.

only in summer. *Citharichthys* spp. presented the highest abundance during the summer and *S. annulatus* during winter and spring.

Spatial differences were not detected in the distribution patterns of both the total abundance ($p = 0.057$) and number of families ($p = 0.276$).

DISCUSSION

The 96 species of fish found in La Cruz lagoon indicate the high species richness in this place. This number of species is greater than that reported for other lagoons in Sonora. In a preliminary study, Thomson (1973) reported 75 species at El Soldado, using beach seines, otter trawls and ichthyocides. Yépez-Velásquez (1990), using cast net, registered 31 species in Guásimas, 49 in Lobos and 47 in Algodones. Castro-Longoria *et al.* (1991) found 68 species at El Sargento, including larvae, juveniles and adults, using the same gear as in the present study.

Though the objective of this work was not to carry out a direct comparison between the fishing gear, we cannot set aside the differential selectivity of the nets. This selectivity was reflected in the number of species captured, the relative composition of the catches and the development stage of the organisms. In this way, in the analysis of the fish community of La Cruz lagoon, the use of different sampling gear helped to obtain a more complete and valid evaluation of the fish community.

In different projects on estuarine environments, the dominance of the family Gobiidae within ichthyoplankton has been recognized (Eldridge and Bryan, 1972; Percy and Myers, 1974; Flores-Coto and Álvarez-Cadena, 1980; Grijalva-Chon *et al.*, 1992, and others). In the energy balance of the ecosystem, these detritivores are one of the ichthyotrophic groups of greater ecological importance because of their role in the conversion of potential energy of the detritus into usable energy by higher trophic levels (Odum and Heald, 1972; Yáñez-Arancibia and Nugent, 1977; Yáñez-Arancibia, 1978).

At La Cruz, the gobiids were abundant except in June, July and August (when engraulids dominated). Of the two dominant species

Aunque el objetivo de este trabajo no fue realizar una comparación directa entre las artes de muestreo, no podemos dejar de lado la selectividad diferencial de las redes. Esta selectividad se vio reflejada en el número de especies capturadas, la composición relativa de las capturas y el estadio de desarrollo de los organismos. De esta forma, en el análisis de la comunidad íctica de la laguna La Cruz, el uso de los diferentes artes de muestreo ayudó a obtener una evaluación más completa y válida.

En diferentes trabajos sobre ambientes lagunares se ha reconocido la dominancia de la familia Gobiidae dentro del ictioplancton (Eldridge y Bryan, 1972; Percy y Myers, 1974; Flores-Coto y Álvarez-Cadena, 1980; Grijalva-Chon *et al.*, 1992, entre otros). En el balance energético del ecosistema, estos detritívoros forman uno de los grupos ictiotróficos de mayor importancia ecológica por su papel en la conversión de energía potencial del detritus en energía utilizable por los niveles tróficos superiores (Odum y Heald, 1972; Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977; Yáñez-Arancibia, 1978).

En La Cruz, los góbidos fueron abundantes excepto en junio, julio y agosto, cuando dominaron los engráulidos. De las dos especies dominantes de esta familia, *Quietula guaymasiae* fue capturada en forma abundante en estadio larval en febrero y como juveniles en marzo. Esta especie puede considerarse como residente permanente de la laguna, puesto que sus tallas aumentaron hasta llegar al estadio adulto (Núñez-Quevedo, 1991). Con respecto a las larvas de *Gillichthys mirabilis*, éstas se presentaron en noviembre y los juveniles desde enero. *Albula* sp. fue otra especie abundante dentro de la laguna. Pfeiler (1984) menciona que las larvas leptocéfalas de *Albula* son abundantes en las regiones costeras y lagunas hipersalinas del Golfo de California. Lo encontrado en este estudio sugiere que esta especie utiliza la laguna como área de crianza.

Se han reportado tres especies de lisa para el Golfo de California: *Mugil hospes*, *M. curema* y *M. cephalus*; las dos últimas son las de mayor distribución, las más abundantes y, por tanto, las que alcanzan mayor importancia pesquera (Chávez, 1985). Dentro de la laguna

of this family, *Quietula guaymasiae* was abundant in the larval stage in February and as juveniles in March. This species can be considered a permanent resident of the lagoon, since its lengths increased until reaching the adult stage (Núñez-Quevedo, 1991). With respect to the larvae of *Gillichthys mirabilis*, these were present in November and the juveniles since January. *Albula* sp. was another abundant species within the lagoon. Pfeiler (1984) mentions that the leptocephalii larvae of *Albula* are abundant in the coastal regions and hypersaline lagoons of the Gulf of California. Our results suggest that this species uses the lagoon as a nursery area.

Three species of mullet have been reported for the Gulf of California: *Mugil hospes*, *M. curema* and *M. cephalus*; the last two have a wide distribution, are the most abundant and, therefore, those that attain greater fishing importance (Chávez, 1985). In La Cruz lagoon, these two species began to be caught in autumn, with average lengths of 19 mm. These species represent, for the coasts of Sonora and Sinaloa, one of the principal artisanal fisheries.

The Gerreidae family has a wide distribution in the tropical and subtropical latitudes of the world, and constitutes an abundant resource of commercial importance in the coastal lagoons of Mexico (Aguirre-León and Yáñez-Arancibia, 1986). In La Cruz lagoon, gerreids were captured with all the sampling gear and they were important in the catches with beach seine, cast net and otter trawl in some months. It can be considered that *Eucinostomus* spp. and *Gerres cinereus* use the lagoon for protection and nourishment in their first development stages.

The larvae of atherinids were abundant in March and the juveniles of *Leuresthes sardina* began to be abundant in April. The abundance of these juveniles seems to indicate that the lagoon provides an important habitat for its protection and nourishment. Thomson (1973) found something similar in the coastal lagoon of El Soldado, located to the south of La Cruz.

Regarding the bottom trawls, *Urolophus maculatus* was an important component within the lagoon, comprising practically half of the

La Cruz se capturaron estas dos especies a partir de otoño, con tallas promedio de 19 mm. Estas especies representan, para los estados de Sonora y Sinaloa, una de las principales pesquerías ribereñas.

La familia Gerreidae (mojarras) tiene una amplia distribución en las latitudes tropicales y subtropicales del mundo y constituye un recurso abundante, con importancia comercial significativa, en las lagunas costeras de México (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia, 1986). En la laguna La Cruz, los gérridos se capturaron con todas las artes de muestreo y fueron importantes en las capturas con chinchorro playero, atarraya y red de arrastre en algunos meses. Se puede considerar que *Eucinostomus* spp. y *Gerres cinereus* utilizan la laguna para protección y alimentación en sus primeros estadios de desarrollo.

Las larvas de aterínidos fueron abundantes en marzo y los juveniles de *Leuresthes sardina* empezaron a ser abundantes a partir de abril. La abundancia de estos juveniles parece indicar que la laguna provee un hábitat importante para su protección y alimentación. Esto es similar a lo encontrado por Thomson (1973) en el estero El Soldado, ubicado al sur de La Cruz.

Con respecto a los arrastres de fondo, *Urolophus maculatus* fue un componente importante dentro de la laguna, comprendiendo prácticamente la mitad de las capturas en los meses de invierno. Esta especie junto con *U. concentricus* y *U. halleri* utilizan la laguna en forma extensiva, ya que se encontraron hembras grávidas con embriones a punto de ser expulsados. Por otro lado, juveniles de *Citharichthys* spp. también contribuyeron en forma importante en las capturas con red de arrastre, utilizando la laguna como área de crianza y alimentación.

Algunas de las familias de peces dominantes a nivel larval y responsables de los valores mínimos de diversidad, como Gobiidae, Atherinidae, Gerreidae y Engraulidae, fueron importantes también como juveniles. De estas familias, sólo Engraulidae y Gerreidae fueron relativamente importantes como adultos. La dominancia de las especies en los meses de muestreo se vio reflejada en las fluctuaciones de

catches in the winter months. This species as well as *U. concentricus* and *U. halleri* use the lagoon extensively, since gravid females were found with embryos on the verge of being expelled. On the other hand, juveniles of *Citharichthys* spp. also contributed significantly to the otter trawl catches, using the lagoon as an area of growth and nourishment.

Some of the fish families that dominated as larvae and were responsible for the minimum diversity values, such as Gobiidae, Atherinidae, Gerreidae and Engraulidae, were also important as juveniles. Of these families, only Engraulidae and Gerreidae were relatively important as adults. The dominance of the species in the sampling months was reflected in the fluctuations of diversity. For example, the diversity in the catches with beach seine decreased as a consequence of the presence of *Albula* sp., *Leuresthes sardina*, *Colpichthys regis* and *Anchoviella miarcha*. Rozas and Hackney (1984) and Yáñez-Arancibia *et al.* (1985a) found, as in this study, a succession of dominant species all year long. Sheridan and Livingston (1979) affirm that the seasonal progression of dominant fish is related to food availability, competition and depredation.

In this study, larvae of *Pleuronichthys ritteri* were captured in December and January and one juvenile in February 1990. The distribution reported by Miller and Lea (1972) is from Magdalena Bay, Baja California Sur, to Point Conception, California. On the other hand, Ramírez-Hernández and González-Pages (1976) mentioned that its distribution is from the California coasts to Sebastián Vizcaino Bay, in Baja California. Pérez-Mellado and Finley (1985), in an evaluation of the by-catch in the shrimp commercial fishery, report *P. ritteri* in the Gulf of California, off Sonora and north of Sinaloa. Though other distribution records have not been reported in the literature for the Gulf of California, several cruises conducted in this region of the Pacific have captured adults of this species (Plascencia-González, ICML-UNAM, Unidad Mazatlán, personal communication). Thus, the presence of the early stages of *P. ritteri* indicates that this species reproduces in the Gulf of California.

la diversidad. Por ejemplo, la diversidad en las capturas con chinchorro playero se vio disminuida a consecuencia de la presencia de *Albula* sp., *Leuresthes sardina*, *Colpichthys regis* y *Anchoviella mitcha*. Rozas y Hackney (1984) y Yáñez-Arancibia *et al.* (1985a) encontraron, al igual que en este estudio, una sucesión de especies dominantes a lo largo del año. Sheridan y Livingston (1979) aseguran que la progresión estacional de los peces dominantes está ligada a la disponibilidad de alimento, competencia y depredación.

En este estudio se capturaron larvas de *Pleuronichthys ritteri* en diciembre y enero, y un juvenil en febrero de 1990. La distribución reportada por Miller y Lea (1972) es de Bahía Magdalena, Baja California Sur, hasta Punta Concepción, California. Por otro lado, Ramírez-Hernández y González-Pages (1976) mencionan que su distribución es de las costas de California hasta la Bahía de Sebastián Vizcaino, en Baja California. Pérez-Mellado y Finley (1985), en una evaluación de la ictiofauna acompañante en la pesquería comercial del camarón, reportan a *P. ritteri* dentro del Golfo de California, frente a las costas de Sonora y norte de Sinaloa. Aunque no se han reportado otros registros de distribución en la literatura para el Golfo de California, diversos cruces realizados en esta región del Pacífico han capturado adultos de esta especie (Plascencia-González, ICML-UNAM, Unidad Mazatlán, comunicación personal). De esta forma, la presencia de los estadios tempranos de *P. ritteri* indica que esta especie también se reproduce dentro del Golfo de California.

En el presente estudio, se observó que la laguna La Cruz es utilizada principalmente por especies que sólo visitan el cuerpo de agua en una parte de su ciclo de vida, lo cual es común (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b). La Cruz, al igual que otros cuerpos de agua lagunares del Golfo de California, se ve favorecida e influenciada por la productividad del golfo. Esta relación se ve reflejada en la composición de la comunidad ictiológica, cuyos miembros utilizan estos cuerpos de agua como refugio, vivero y reproducción.

In the present study, La Cruz lagoon was found to be used mainly by species that only visit it during one part of their life cycle, which is common (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b). La Cruz, as other bodies of water of the Gulf of California, benefits from and is influenced by the productivity of the Gulf. This relationship is reflected in the composition of the fish community, whose members use these bodies of water as a refuge, nursery and reproduction area.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank A. Bustamante-Monge, E. Meza-Vega and J. Sánchez-Ozuna for their valuable help in the field work, and S. de la Campa, A. Kobelkowsky-Díaz and anonymous reviewers for their comments. We thank the Mexican Ministry of Fisheries (Sonora Delegation) for the permit to use the otter trawl within the lagoon.

English translation by the authors.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa ayuda de campo de J. Sánchez-Ozuna, A. Bustamante-Monge y E. Meza-Vega, así como los comentarios al manuscrito de S. de la Campa, A. Kobelkowsky-Díaz y de los revisores anónimos. Agradecemos a la Secretaría de Pesca (Delegación Sonora) el permiso para utilizar la red de arrastre dentro de la laguna.

REFERENCIAS

- Aguirre-León, A. y Yáñez-Arancibia, A. (1986). Las mojarras de la Laguna de Términos: taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica (Pisces: Gerreidae). An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 13: 369-444.
- Álvarez-Cadena, J.N., Aquino, M.A., Alonso, F., Millán, J.G. y Torres, F. (1984). Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Huizache-Caimanero.

- Parte I. Agua dulce 1978. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 11: 163-180.
- Amezcuca-Linares, F. (1977). Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 4: 1-26.
- Brower, J.E. and Zar, J.H. (1977). Field and Laboratory Methods for General Ecology. W.C. Brown Co. Pub., Dubuque, Iowa, 194 pp.
- Castro-Aguirre, J.L. (1978). Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Inst. Nal. de Pesca (Méx.), Serie Científica, 19: 298 pp.
- Castro-Longoria, R. y Grijalva-Chon, J.M. (1991). Variabilidad espacio-temporal de nutrientes y seston en la laguna costera La Cruz, Sonora. Ciencias Marinas, 17(2): 83-97.
- Castro-Longoria, R., Grijalva-Chon, J.M., Meling-López, A.E., Ortega-Romero, P., Valdez-Holguín, J.E. y Villalba-Atondo, A.I. (1989). Aportación de materia orgánica por productores primarios en la laguna La Cruz, Sonora. Informe Técnico, Universidad de Sonora, CONACYT-UNISON ICCNXNA-031345, 243 pp.
- Castro-Longoria, R., Grijalva-Chon, J.M., Barraza-Guardado, R.H. y Aguirre-Rosas, J.C. (1991). Descripción de los principales rasgos estructurales de la comunidad ictiológica y zooplanctónica del Estero El Sargento, Sonora. Informe Técnico, Universidad de Sonora, DIGCSA/SEP-UNISON C89-01-0387, 110 pp.
- Chávez, H. (1985). Aspectos biológicos de las lisas (*Mugil* spp.) de Bahía de La Paz, B.C.S., México, con referencia especial a juveniles. Inv. Mar. CICIMAR, 2: 1-21.
- Conover, W.J. (1971). Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, New York, 493 pp.
- Contreras-Espinosa, F. (1993). Ecosistemas Costeros Mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F., 415 pp.
- De la O, M., Villalba, A.I. y Ortega-Romero, P. (1985). Sedimentología de la laguna costera La Cruz, Sonora. Bol. Depto. Geol., Universidad de Sonora, 2: 16-24.
- Eldridge, M.B. and Bryan, C.F. (1972). Larval fish survey of Humboldt Bay, California. NOAA TR NMFS SSRF-665.
- Escobar-Fernández, R. y Arenillas-Cuetara, F. (1987). Aspectos zoogeográficos de la ictiofauna en los mares adyacentes a la península de Baja California, México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C., México.
- Flores-Coto, C. y Álvarez-Cadena, J. (1980). Estudios preliminares de distribución y abundancia del ictioplancton en la laguna de Términos, Campeche. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 7: 67-78.
- Green-Ruiz, Y. (1993). Composición y abundancia de las larvas de peces durante un ciclo anual, en la boca de aguadulce, laguna de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR, La Paz, B.C.S., México, 89 pp.
- Grijalva-Chon, J.M. y Barraza-Guardado, R.H. (1992). Distribución y abundancia de las postlarvas y juveniles de los camarones del género *Penaeus* en Bahía de Kino y laguna La Cruz, Sonora, México. Ciencias Marinas, 18(3): 153-169.
- Grijalva-Chon, J.M., Castro-Longoria, R. y Bustamante-Monge, A. (1992). Distribución, abundancia y diversidad de larvas de peces en la laguna costera Santa Rosa, Sonora, México. Ciencias Marinas, 18(2): 153-169.
- Loesch, H. (1980). Some ecological observations on slow-swimming nekton with emphasis on penaeid shrimp in a small Mexican west coast estuary. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 7: 15-26.
- Loya-Salinas, D.H. y Escofet, A. (1990). Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). Ciencias Marinas, 16(2): 97-115.
- Miller, D.J. and Lea, N. (1972). Guide to the coastal marine fishes of California. Fish Bull., 157: 249 pp.
- Moser, H.G. (1985). Ontogeny and systematics of fishes. Am. Soc. Ichth. Herp., Spec. Pub. No. 1, 760 pp.
- Nelson, J.S. (1984). Fishes of the World. John Wiley & Sons, New York, 559 pp.

- Núñez-Quevedo, S. (1991). Composición y abundancia de la comunidad ictiológica de la laguna La Cruz, Sonora, México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Guadalajara, Jalisco, México, 77 pp.
- Odum, W.E. and Heald, E.J. (1972). Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bull. Mar. Sci.*, 22: 671-738.
- Pearcy, W.C. and Myers, S.S. (1974). Larval fish of Yaquina Bay, Oregon: A nursery ground for marine fishes? *Fish. Bull., U.S.*, 72: 201-213.
- Pérez-Mellado, J. y Findley, L.T. (1985). Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. *Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol. / Inst. Nal. de Pesca, UNAM (Méx.)*, pp. 201-254.
- Pfeiler, E. (1984). Inshore migration, seasonal distribution and sizes of larval bonefish, *Albula*, in the Gulf of California. *Environ. Biol. Fishes*, 10: 117-122.
- Portillo-López, A. (1989). Distribución, abundancia y diversidad del ictioplancton de primavera y verano de 1988 en el Estero El Sargento, Sonora, México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C., México, 56 pp.
- Ramírez-Hernández, E. y González-Pages, A. (1976). Catálogo de Peces Marinos Mexicanos. Secretaría de Industria y Comercio, Instituto Nacional de Pesca, México, D.F., 462 pp.
- Rozas, L.P. and Hackney C.T. (1984). Use of oligohaline marshes by fishes and macrofaunal crustaceans in North Carolina. *Estuaries*, 3: 213-224.
- Sheridan, P.S. and Livingston, R.J. (1979). Cyclic trophic relationships of fishes in an unpolluted, river-dominated estuary in north Florida. In: R.J. Livingston (ed.), *Ecological Processes in Coastal and Marine Systems*. Plenum Press, New York, 548 pp.
- Thomson, D.A. (1973). Ecological survey of Estero Soldado. Unpublished manuscript, Univ. of Arizona, 29 pp.
- Thomson, D.A., Findley, L.T. and Kerstitch, A.N. (1979). Reef Fishes of the Sea of Cortez: The Rocky-shore Fishes of the Gulf of California. John Wiley & Sons, New York, 302 pp.
- Warburton, K. (1978). Community structure, abundance and diversity of fish in a Mexican coastal lagoon system. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 7: 497-519.
- Yáñez-Arancibia, A. (1978). Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. *Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Publ. Esp.* 2, 306 pp.
- 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.
- Yáñez-Arancibia, A., Lara-Domínguez, A.L., Sánchez-Gil, P., Vargas-Maldonado, I., García-Abad, M.C., Álvarez-Guillén, H., Tapia-García, M., Flores-Hernández, D. and Amezcua-Linares, F. (1985a). Ecology and evaluation of fish community in a coastal ecosystem: Estuary-shelf interrelationships in the southern Gulf of Mexico. In: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*. UNAM, México, pp. 165-190.
- Yáñez-Arancibia, A., Lara-Domínguez, A.L., Aguirre-León, A., Díaz-Ruiz, S., Amezcua-Linares, F., Flores-Hernández, D. y Chavance, P. (1985b). Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*. UNAM, México, pp. 311-366.
- Yépiz-Velásquez, L.M. (1990). Diversidad, distribución y abundancia de la ictiofauna en tres lagunas costeras de Sonora. Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, B.C., México, 186 pp.
- Zahuranec, B.J. (1967). The Gerreid fishes of the genus *Eucinostomus* in the Eastern Pacific. M.Sc. thesis, Univ. of California, San Diego, U.S.A., 106 pp.