

Composición, importancia y movimiento de los peces de Bahía de San Quintín, Baja California, México

Composition, importance and movement of fishes from San Quintín Bay, Baja California, Mexico

Jorge A. Rosales-Casián

División de Oceanología
Departamento de Ecología
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
U.S. Mailing Address P.O. Box 434844
San Diego California, 92143-4844
Km 107 carretera Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., México
*E-mail: jrosales@cicese.mx

Recibido en julio de 2003; aceptado en agosto 2003

Resumen

Se efectuaron recolectas mensuales de peces durante 1994 en el brazo de Bahía de San Quintín para determinar el elenco de especies de peces, sus abundancias, frecuencia de ocurrencia y movimientos. Las artes utilizados fueron red de arrastre y trineo de barra fija (5 y 10 m de profundidad), chinchorro playero (<3 m de profundidad), red agallera y anzuelo. Las profundidades de 5 m y menores se caracterizaron por la presencia de pastos marinos y se identificaron un total de 64 especies. Las especies más importantes de acuerdo con el índice de importancia de la comunidad (abundancia y ocurrencia) fueron el pez pipa (*Syngnathus leptorhynchus*), el lenguado de California (*Paralichthys californicus*), la perca brillante (*Cymatogaster aggregata*), el lenguado diamante (*Hypsopsetta guttulata*) y la perca negra (*Embiotoca jacksoni*). Otras especies abundantes fueron el aterínido (*Atherinops affinis*), un habitante de la zona cercana a la playa, y la anchoa (*Anchoa delicatissima*), un visitante ocasional de la laguna. Durante abril y mayo se registraron temperaturas bajas que coincidieron con un movimiento de los peces hacia el interior de la bahía.

Palabras clave: peces, especies, San Quintín, abundancia, ocurrencia.

Abstract

Monthly samplings were conducted at San Quintín Bay (Baja California, Mexico) in 1994 to determine the fish species assemblage, their abundance, frequency of occurrence, and movement. The sampling gear used included the otter trawl and beam trawl (5 and 10 m depth), beach seine net (<3 m depth), gillnet, and hook and line. The 5 and 3 m depths were characterized by seagrasses. A total of 64 fish species were identified. The most important species according to the index of community importance (abundance and occurrence) were the bay pipefish (*Syngnathus leptorhynchus*), the California halibut (*Paralichthys californicus*), the shiner surfperch (*Cymatogaster aggregata*), the diamond turbot (*Hypsopsetta guttulata*), and the black surfperch (*Embiotoca jacksoni*). Other abundant species were the topsmelt (*Atherinops affinis*), which inhabits the zone close to the beach, and the slough anchovy (*Anchoa delicatissima*), a temporal visitor to the lagoon. Low temperatures were recorded during April and May, coinciding with a movement of fishes towards the inner part of the bay.

Key words: fish species, San Quintín, abundance, occurrence.

Introducción

Las lagunas costeras son importantes para la protección y alimentación de peces (Hammann y Rosales-Casián, 1990; Rosales-Casián, 1997a). Los peces ingresan como larvas o juveniles, se refugian de depredadores y aumentan su tasa de crecimiento por la elevada producción de alimento y por la temperatura superior a la de las aguas oceánicas adyacentes (Kramer, 1990). Un ejemplo es el lenguado de California (*Paralichthys californicus*), ya que se han encontrado altas densidades de nuevos reclutas en hábitats protegidos y

Introduction

Coastal lagoons are important shelter and feeding grounds for fishes (Hammann and Rosales-Casián, 1990; Rosales-Casián, 1997a). Fish enter as larvae or juveniles, find refuge from predators, and their growth rate increases because of the high food availability and higher temperatures than the adjacent ocean waters (Kramer, 1990). For example, high densities of new recruits of the California halibut, *Paralichthys californicus*, have been found in protected and semiprotected habitats, while low densities have been found in the open sea

semiprotectidos, y bajas densidades en mar abierto (Allen *et al.*, 1990). Después de crecer en los ambientes protegidos, la migración de los peces representa un enlace con los cuerpos de agua adyacentes, que además de repoblamiento, es fuente de dispersión de energía y nutrientes (Deegan, 1993).

En Bahía San Quintín no se habían realizado estudios de peces, sino sólo recolectas para colecciones de museos en los años de 1950 (Hubbs, 1952). Derivada del presente estudio efectuado en esta bahía en 1994 con cinco artes de pesca, se reportó una lista de 64 especies de peces (Rosales-Casián, 1996), y cuatro más de afinidad tropical asociadas al evento El Niño 1997/1998 (Rosales-Casián, 1999a, b). También, la importancia (abundancia y ocurrencia) de las especies capturadas con una de las cinco artes de pesca a 5 m de profundidad, ubicó a *Syngnathus leptorhynchus*, *P. californicus*, y *Symphurus atricauda* en los primeros lugares de Bahía de San Quintín, y a *P. californicus*, *Paralabrax clathratus* y *Paralabrax nebulifer* del Estero de Punta Banda, Baja California (Rosales-Casián, 1997b).

En estos ecosistemas protegidos, la distribución y abundancia estacional de la ictiofauna, además del alimento, dependen de las condiciones hidrológicas (Amezcuea-Linares, 1977) que incluyen a la temperatura (Tyler, 1971), por lo que la presencia de surgencias cerca de la boca de San Quintín (Dawson, 1951) podría determinar la abundancia y el movimiento de los peces de la misma manera que lo reportan Rogers y Herke (1985).

En el presente estudio se determinó la composición e importancia de las especies de peces de Bahía San Quintín en un ciclo anual, así como el movimiento mensual de los peces con respecto al cambio de temperatura.

Materiales y métodos

La Bahía San Quintín (30°24' N, 115°57' W) posee un área de aproximadamente 4000 ha y presenta dos brazos: el brazo oeste llamado Bahía Falsa y el brazo este, conocido como Bahía San Quintín (fig. 1). La bahía se comunica con el mar por una boca de menos de 1000 m de ancho y de 2–7 m de profundidad.

Se efectuaron recolectas mensuales de peces en la bahía durante 1994 para un total de 264 muestras; se emplearon cinco artes: red trineo, red de prueba, chinchorro playero, red agallera y anzuelo. En la figura 1 se presenta la localización de las estaciones. Al inicio de las recolectas en el brazo Bahía San Quintín se registró la temperatura (°C) superficial y a 5 m de profundidad (07:00–13:00), mediante un termómetro reversible y se presenta el promedio de cuatro repeticiones.

En cada fecha del estudio se efectuaron cuatro lances repetidos de 5 min con red trineo (horizontal 1.6 m, vertical 0.343 m, 3 mm de luz de malla) y red de prueba (7.5 m de boca, 10 m de longitud y 19 mm de luz de malla en el cuerpo y 5 mm en el copo). La velocidad aproximada durante el lance de ambas artes fue de dos nudos a 5 y 10 m de profundidad, siguiendo el canal principal. Se efectuaron cuatro lances con chinchorro playero (3 cm de luz de malla, 33 m de largo × 3 m de bolsa), cambiando cada mes los lugares de recolecta (<3 m

(Allen *et al.*, 1990). Fish migration from protected environments to other marine ecosystems contributes to repopulation and to nutrient and energy transport (Deegan, 1993).

Except for some collections for museum specimens during the 1950s (Hubbs, 1952), extensive ichthyological surveys have not been conducted at San Quintín Bay. This work derives from a study carried out in 1994 using five types of fishing gear, in which 64 fish species were identified (Rosales-Casián, 1996); another four tropical species were recorded during the 1997/1998 El Niño event (Rosales-Casián, 1999a, b). An analysis of the abundance and occurrence of the individuals caught with one of the five fishing gear at 5 m depth revealed that the most important species were *Syngnathus leptorhynchus*, *P. californicus* and *Symphurus atricauda* at San Quintín Bay, and *P. californicus*, *Paralabrax clathratus* and *Paralabrax nebulifer* at Punta Banda Estuary, Baja California (Rosales-Casián, 1997b).

In these protected ecosystems, the distribution and seasonal abundance of the ichthyofauna and food depends on the hydrological conditions (Amezcuea-Linares, 1977), including temperature (Tyler, 1971). Hence, the occurrence of upwelling near the mouth of San Quintín Bay (Dawson, 1951) may determine the abundance and movement of fishes (Rogers and Herke, 1985).

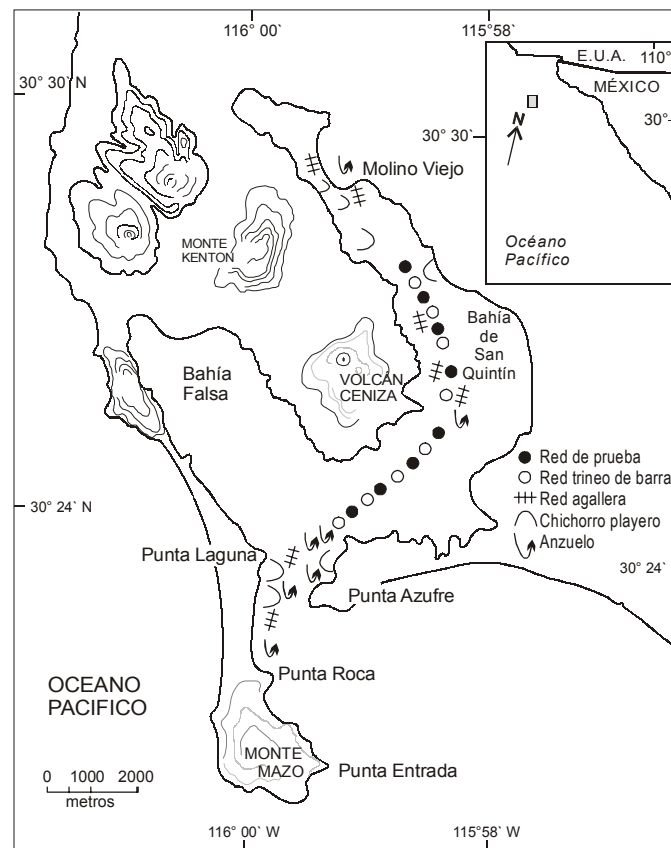


Figura 1. Localización de los sitios de recolecta de peces en Bahía San Quintín, Baja California, México.

Figure 1. Location of the sampling sites in San Quintín Bay, Baja California, Mexico.

en la orilla. La red agallera experimental (50×2.5 m), de monofilamento y malla variable, fue colocada al atardecer una sola vez por mes cambiando el sitio para un trabajo nocturno de 12 h. Después de la recuperación de la red agallera se inició la pesca con anzuelo (tipo noruego No. 9) y carnada (macarela, sardina, anchoveta), con duración de una y hasta 4 h. Los peces recolectados con todas las artes de pesca se mantuvieron en hielo para su identificación en laboratorio con las claves para identificación de Miller y Lea (1972), el INP (1976) y Rosenblatt y Parr (1969). Las rayas fueron identificadas y liberadas vivas *in situ*.

Con las capturas de todas las artes de pesca se determinaron la abundancia total durante el periodo completo de estudio, la abundancia de cada especie y sus porcentajes relativo y acumulativo. Para estimar la contribución de todas las especies de acuerdo con su abundancia relativa y frecuencia de ocurrencia, se calculó el índice de importancia de la comunidad (ICI; Stephens y Zerba, 1981); en la primera columna se colocaron las especies, en la segunda su abundancia, y en la tercera su porcentaje relativo (% Rel.); el porcentaje relativo se obtuvo dividiendo el número total de individuos de cada especie (N_S), entre el número total de individuos de todas las especies (N_T) y multiplicándolo por 100 [% Rel. = $(N_S/N_T) \times 100$]. En una cuarta columna se dió un puntaje (R_1) de 1.0 a la especie más abundante, asignando a las subsecuentes especies puntajes de 2.0, 3.0, etc. En caso de un doble empate, al valor anterior se le sumó 1.5 y se dejó pasar el siguiente valor; en caso de un empate triple, al valor anterior se sumó 2.0 y se dejó pasar el siguiente valor. En una quinta columna se reportó la frecuencia de ocurrencia (%FO), y en la sexta columna se asignó el puntaje (R_2) de forma similar que a R_1 dando un valor de 1.0 a la especie con mayor frecuencia de ocurrencia, 2.0 a la siguiente, etc., incluyendo la misma asignación en caso de empates. La ocurrencia se calculó con el número de muestras en que se presentó una especie (M_S), dividido entre el número total de las muestras (M_T), multiplicado por 100 [%FO = $(M_S/M_T) \times 100$]. En la última columna se presentó el valor del ICI obtenido por la suma de los dos puntajes [ICI = $(R_1 + R_2)$], y el valor menor representó a la especie más importante. Al final toda la información fue ordenada en forma ascendente de acuerdo a los valores del ICI.

El índice de movimiento (IM; Herke y Rogers, 1984) se estimó con los peces capturados con red trineo, red de prueba (5 m de profundidad) y chinchorro playero (<3.0 m de profundidad); se calculó con la captura media mensual (P_M), dividida entre el promedio mensual más alto (P_{MA}) y multiplicada por 100 [IM = $(P_M/P_{MA}) \times 100$]. Éste se presenta con respecto al tiempo y la temperatura a 5 m de profundidad, y representó el movimiento de peces visitantes o la estacionalidad de peces residentes en la laguna.

Resultados

Entre enero y diciembre de 1994 se capturaron 10,079 peces pertenecientes a 64 especies (tabla 1). Doce especies

The objective of this study was to determine the composition and abundance of the fish species at San Quintín Bay in an annual cycle, as well as the monthly movement of the fish relative to changes in temperature.

Materials and methods

San Quintín Bay ($30^{\circ}24' N$, $115^{\circ}57' W$) covers an area of approximately 4000 ha and has two arms: the west arm, called Falsa Bay, and the east arm, called San Quintín Bay (fig. 1). The bay communicates with the sea through a mouth that is less than 1000 m wide and 2–7 m deep.

A total of 264 samples were obtained during monthly fish collections at the bay in 1994, using five types of fishing gear: otter trawl, beam trawl, beach seine net, gillnet, and hook and line. The location of the sampling stations is shown in figure 1. Prior to each collection in the east arm, the temperature ($^{\circ}C$) at the surface and 5 m depth was recorded (07:00–13:00) with a reversing thermometer, taking the average of four repetitions.

Each month, four replicate hauls were made with the beam trawl (horizontal opening of 1.6 m, vertical opening of 0.343 m and mesh size of 3 mm), and otter trawl (opening of 7.5 m, length of 10 m, body mesh size of 19 mm and codend mesh size of 5 mm). Approximate sampling velocity with both gear was 2 knots for 5 min at 5 and 10 m depth in the main channel. Four replicate hauls were also made with the beach seine net (mesh size of 3 cm, length of 33 m and bag of 3 m), at different sampling sites every month (<3 m from shore). An experimental monofilament gillnet (50×2.5 m) of variable mesh size was used once a month at different sites; the net was placed in the evening and recovered 12 h later. Hook-and-line fishing (Norway hook No. 9) was also conducted monthly for 1–4 h, using bait (mackerel, sardine and anchovy). All the specimens collected were transported on ice to the laboratory, where they were identified according to the identification keys of Miller and Lea (1972), INP (1976), and Rosenblatt and Parr (1969). Only the rays were identified and released *in situ*.

Based on the catches obtained with all the gear, the total abundance was determined for the entire study period, and the abundance, and relative and cumulative percentages were determined for each species. To estimate the contribution of all the species according to their relative abundance and frequency of occurrence, the index of community importance (ICI) was calculated (Stephens and Zerba, 1981). The species were listed in one column, their abundance in a second column and their relative percentage (% Rel.) in a third, which was obtained as follows: % Rel. = $(N_S/N_T) \times 100$, where N_S is the total number of individuals of one species and N_T is the total number of individuals of all the species. In the fourth column, a rank (R_1) of 1.0 was assigned to the most abundant species, of 2.0 to the second most abundant, of 3.0 to the third, etc.; in the case of a double draw, 1.5 was added to the preceding value and the following value was skipped, while in the case of a triple draw, 2.0 was added to the preceding value and the next value was skipped. A fifth column contained the frequency of occurrence

acumularon el 90.3% del total capturado. El pez pipa, *Syngnathus leptorhynchus*, fue el más abundante (23.7%), seguido por la perca brillante, *Cymatogaster aggregata* (14.5%), ambos habitantes de pastos marinos en profundidades menores a 5 m. El aterínido *Atherinops affinis* (10.9%), habitante de la zona de playa, ocupó el tercer lugar. La anchoa, *Anchoa delicatissima*, y el lenguado de California ocuparon el cuarto y quinto lugar, respectivamente (tabla 1). Las percas (6 especies, 20.5%) y lenguados (11 especies, 17.4%) contribuyeron con 37.9% del total de las especies. También se capturaron once individuos del pez endémico de Bahía San Quintín *Paraclinus walkeri* (familia Clinidae), 8 especies de elasmobranchios (1.5% de la captura total) y 7 especies de peces representadas por un solo individuo (tabla 1).

Importancia de las especies

En la tabla 2 se presenta el ICI se presenta para las 32 primeras especies, ya que el resto mostró una abundancia baja. De acuerdo con el ICI, el pez pipa ocupó el primer lugar y ocurrió en 51.2% de las recolectas. El lenguado de California fue segundo y tuvo la mayor frecuencia de ocurrencia (56.4%) de todas las especies. La perca brillante ocupó el tercer lugar en cuanto al ICI, con la segunda mayor abundancia y ocurriendo en una tercera parte de las muestras. Siguió el lenguado diamante, *Hypsopsetta guttulata*, cuya ocurrencia fue 51.8% y, en quinto lugar estuvo la perca negra, *Embiotoca jacksoni*, que se presentó en casi una tercera parte de las recolectas (31.5%). El aterínido *Atherinops affinis* fue abundante y ocurrió en una quinta parte de las recolectas, principalmente cerca de la playa. La anchoa, *Anchoa delicatissima*, también fue capturada en grandes números, pero con baja frecuencia de ocurrencia. Especies como *Hypsoblennius gentiles*, *H. jenkinsi* e *Ilypnus gilberti* fueron importantes y son residentes de esta laguna. La especie endémica *P. walkeri* se registró en este primer grupo aunque con baja abundancia y baja frecuencia de ocurrencia.

Variación de la temperatura

En el brazo Bahía San Quintín las temperaturas medias superficial y de fondo (5 m) durante 1994 fueron 18.8°C y 18.3°C, respectivamente. A 5 m de profundidad, en los meses de abril y mayo se presentaron temperaturas bajas de 16.1°C y 15.7°C, respectivamente; la temperatura más alta se presentó en agosto (23.4°C), y la temperatura mínima del año (14.4°C) ocurrió durante diciembre (fig. 2).

Índice de movimiento

El IM mensual presentó el valor mínimo durante el mes de enero y el máximo (100%) durante mayo, este último coincidiendo con una disminución de temperatura (fig. 2). El alto IM durante el mes de mayo se debió principalmente a la respuesta de las tres especies más abundantes, *S. leptorhynchus*, *C. aggregata* y *A. affinis*.

(%FO), calculated as follows: $\%FO = (M_S/M_T) \times 100$, where M_S is the number of samples in which a species occurred and M_T is the total number of samples. In the sixth column, a rank (R_2) of 1.0 was assigned to the most frequent species, of 2.0 to the second most frequent, etc., following the same procedure as for R_1 in the case of draws. The last column contained the ICI value obtained from the sum of both ranks: $ICI = (R_1 + R_2)$. The lowest value represented the most important species, and the information was listed in ascending order according to the ICI values.

The index of movement (IM; Herke and Rogers, 1984) was estimated with the fish caught using beam trawl, otter trawl (5 m depth) and beach seine net (<3.0 m depth), as follows: $IM = (P_M/P_{MA}) \times 100$, where P_M is the mean monthly catch and P_{MA} is the highest monthly mean. This index represents the movement of temporary fish or the seasonality of resident fish in the lagoon, relative to time and temperature at 5 m depth.

Results

A total of 10,079 fishes belonging to 64 species were caught between January and December 1994 (table 1). Twelve species constituted 90.3% of the total captured. The bay pipefish, *Syngnathus leptorhynchus*, was the most abundant (23.7%), followed by the shiner surfperch, *Cymatogaster aggregata* (14.5%); both inhabit seagrass beds at depths of less than 5 m. The third most abundant species was the topsmelt, *Atherinops affinis* (10.9%), inhabitant of the beach zone, and the fourth and fifth were the slough anchovy, *Anchoa delicatissima*, and California halibut, *Paralichthys californicus*, respectively (table 1). The perches (6 species, 20.5%) and soles (11 species, 17.4%) made up 37.9% of the total catches. The following were also caught: 11 individuals of *Paraclinus walkeri* (family Clinidae), an endemic fish of San Quintín Bay; 8 species of elasmobranchs (1.5% of the total capture); and 7 fish species with only one individual (table 1).

Species importance

The ICI is presented for the first 32 species (table 2), the rest having low abundances. According to this index, the most important species was the bay pipefish, occurring in 51.2% of the samples, followed by the California halibut, which had the highest frequency of occurrence (56.4%) of all the species. The shiner surfperch occupied third place, with the second highest abundance and occurring in one third of the samples. The fourth most important species was the diamond turbot, *Hypsopsetta guttulata*, with an occurrence of 51.8%, and the fifth was the black surfperch, *Embiotoca jacksoni*, which occurred in nearly one third of the samples (31.5%). The topsmelt was abundant and occurred in one fifth of the samples, mainly near the beach. A large number of slough anchovy were also caught, but with low frequency of occurrence. Species such as *Hypsoblennius gentiles*, *H. jenkinsi* and *Ilypnus gilberti* were important and are residents of this coastal lagoon.

Tabla 1. Composición de las capturas por abundancia numérica total y relativa (%), y % acumulativo en Bahía San Quintín, Baja California, México, de enero a diciembre de 1994.**Table 1.** Catch composition by total and relative (%) numerical abundance, and cumulative percentage (Acum.), at San Quintín Bay, Baja California, Mexico, from January to December 1994.

Especies	Total	%	Acum.	Especies	Total	%	Acum.
<i>Syngnathus leptorhynchus</i>	2391	23.72	23.72	<i>Scorpaena guttata</i>	9	0.09	98.90
<i>Cymatogaster aggregata</i>	1459	14.48	38.20	<i>Myliobatis californica</i>	9	0.09	98.99
<i>Atherinops affinis</i>	1101	10.92	49.12	<i>Menticirrhus undulatus</i>	8	0.08	99.07
<i>Anchoa delicatissima</i>	784	7.78	56.90	<i>Sardinops sagax</i>	8	0.08	99.15
<i>Paralichthys californicus</i>	605	6.00	62.90	<i>Albula vulpes</i>	8	0.08	99.23
<i>Embiotoca jacksoni</i>	597	5.92	68.83	<i>Scomber japonicus</i>	7	0.07	99.30
<i>Symphurus atricauda</i>	556	5.52	74.34	<i>Pleuronichthys decurrens</i>	7	0.07	99.37
<i>Hypsopsetta guttulata</i>	456	4.52	78.87	<i>Zapteryx exasperata</i>	7	0.07	99.43
<i>Engraulis mordax</i>	325	3.22	82.09	<i>Pleuronichthys verticalis</i>	5	0.05	99.48
<i>Hypsoblennius gentilis</i>	305	3.03	85.12	<i>Gymnura marmorata</i>	5	0.05	99.53
<i>Ilypnus gilberti</i>	304	3.02	88.13	<i>Damalichthys vacca</i>	4	0.04	99.57
<i>Hypsoblennius jenkinsi</i>	215	2.13	90.27	<i>Gobionellus longicaudus</i>	4	0.04	99.61
<i>Porichthys myriaster</i>	137	1.36	91.63	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	3	0.03	99.64
<i>Urolophus halleri</i>	111	1.10	92.73	<i>Dasyatis dipterura</i>	3	0.03	99.67
<i>Heterostichus rostratus</i>	110	1.09	93.82	<i>Hyperprosopon argenteum</i>	3	0.03	99.70
<i>Fundulus parvipinnis</i>	80	0.79	94.61	<i>Mustelus lunulatus</i>	3	0.03	99.73
<i>Pleuronichthys ritteri</i>	53	0.53	95.14	<i>Parophrys vetulus</i>	3	0.03	99.76
<i>Clevelandia ios</i>	47	0.47	95.60	<i>Platyrhinoidis triseriata</i>	3	0.03	99.79
<i>Atherinopsis californiensis</i>	44	0.44	96.04	<i>Genyonemus lineatus</i>	2	0.02	99.81
<i>Paralabrax nebulifer</i>	42	0.42	96.46	<i>Seriphus politus</i>	2	0.02	99.83
<i>Citharichthys sordidus</i>	39	0.39	96.84	<i>Phanerodon furcatus</i>	2	0.02	99.85
<i>Synodus lucioceps</i>	36	0.36	97.20	<i>Oxyjulis californica</i>	2	0.02	99.87
<i>Mugil cephalus</i>	26	0.26	97.46	<i>Leptocottus armatus</i>	2	0.02	99.89
<i>Umbrina roncadore</i>	23	0.23	97.69	<i>Strongylura exilis</i>	2	0.02	99.91
<i>Paraclinus integripinnis</i>	22	0.22	97.91	<i>Syngnathus californiensis</i>	2	0.02	99.93
<i>Anisotremus davidsonii</i>	18	0.18	98.09	<i>Citharichthys xanthostigma</i>	1	0.01	99.94
<i>Gillichthys mirabilis</i>	17	0.17	98.25	<i>Porychthys notatus</i>	1	0.01	99.95
<i>Xystreurus liolepis</i>	14	0.14	98.39	<i>Rhacochilus toxotes</i>	1	0.01	99.96
<i>Citharichthys stigmaeus</i>	13	0.13	98.52	<i>Quietula y-cauda</i>	1	0.01	99.97
<i>Paraclinus walkeri</i>	11	0.11	98.63	<i>Girella nigricans</i>	1	0.01	99.98
<i>Rhinobatos productus</i>	9	0.09	98.72	<i>Anchoa compressa</i>	1	0.01	99.99
<i>Paralabrax clathratus</i>	9	0.09	98.81	<i>Polydactylus opercularis</i>	1	0.01	100.00
				Total	10079		

Discusión

El número de peces capturados en Bahía San Quintín (10,079 individuos) fue mayor a los de los recolectados en la Bahía de Todos Santos (3,670 individuos) y en la costa de San Quintín (4,658 individuos) utilizando un mismo esfuerzo de pesca (Rosales-Casián, 1997a, b). Esto muestra la importancia de este ambiente protegido como refugio principalmente de peces juveniles.

La presencia de fondos con pastos marinos en profundidades de 5 m y menores en Bahía San Quintín es importante ya que éstos albergan invertebrados que son presas de peces juveniles (Quiroz-Vázquez, 2002) o de adultos de tallas pequeñas. Estos fondos fueron incluidos en el presente estudio y en ellos se efectuaron recolectas con chinchorro playero (<3 m), así como con red trineo y red de prueba (5 m).

La recolecta de peces sobre fondos con lodo, arena, con pastos marinos o con rocas, además del uso de las cinco artes de pesca con luz de malla diferentes, ayudaron en la captura del mayor número de especies posible de las que habitan en Bahía San Quintín. Las recolectas en Bahía San Quintín continuaron hasta 1999, aunque sólo por estaciones del año, y fue durante el fenómeno de El Niño 1997/1998 cuando se logró capturar nuevas especies. En 1998 se identificaron cuatro nuevas especies de peces de fauna sureña o tropical (*Pseudupeneus grandisquamis*, *Haemulopsis leuciscus*, *Spherooides annulatus* y *Trachinotus paitensis*) (Rosales-Casián, 1999a, b), así como una especie de la fauna norteña y común en el Estero de Punta Banda, *Xenistius californiensis* (Rosales-Casián, 1997a).

En San Quintín, durante 1994 se capturaron de forma abundante los góbidos cara-manchada (*Ilypnus gilberti*), los cuales son presa de los juveniles de lenguado de California en Bahía San Quintín (Hernández-León, 2001) y en el Estero de Punta Banda (Sandoval-Muy, 1995), así como en las costas y bahías de San Diego, California (Drawbridge, 1990). Sin embargo,

The endemic species, *P. walkeri*, appeared in this first group, but with low abundance and low frequency of occurrence.

Temperature variation

In the east arm of San Quintín Bay, mean surface temperature was 18.8°C and bottom temperature (5 m) was 18.3°C in 1984. At 5 m depth, low temperatures of 16.1°C and 15.7°C were recorded in April and May, respectively. The highest temperature (23.4°C) was recorded in August and the lowest (14.4°C) in December (fig. 2).

Index of movement

January had the lowest monthly IM value and May the highest (100%), the latter coinciding with a decrease in temperature (fig. 2). The high IM value in May is mainly due to the response of the three most abundant species (*S. leptorhynchus*, *C. aggregata* and *A. affinis*).

Discussion

The number of fish caught at San Quintín Bay (10,079 individuals) was greater than that for Todos Santos Bay (3,670 individuals) and the San Quintín coastline (4,658 individuals), with the same fishing effort (Rosales-Casián, 1997a, b); this indicates the importance of this protected environment in particular for juvenile fish.

The presence of seagrasses at depths of 5 m or less in San Quintín Bay is important as they provide habitat for many invertebrates that are prey of juvenile fish (Quiroz-Vázquez, 2002) or small-sized adults. These seagrass bottoms were included in this study, where collections were made with beach seine net (<3 m), and beam and otter trawls (5 m).

The collection of fishes from seagrass, muddy, sandy and rocky bottoms, using five types of gear with different mesh sizes, enabled the capture of many species that inhabit San Quintín Bay. Seasonal surveys continued until 1999, and new species were caught during the 1997/1998 El Niño event. In addition to *Xenistius californiensis*, a northern species commonly found at Punta Banda Estuary (Rosales-Casián, 1997a), four new fish species were identified in 1998: *Pseudupeneus grandisquamis*, *Haemulopsis leuciscus*, *Spherooides annulatus* and *Trachinotus paitensis*, all southern or tropical species (Rosales-Casián, 1999a, b).

In 1994, many specimens of the cheekspot goby, *Ilypnus gilberti*, were caught at San Quintín, a prey species of juvenile California halibut in San Quintín Bay (Hernández-León, 2001) and Punta Banda Estuary (Sandoval-Muy, 1995), as well as in coastal and bay habitats of San Diego, California (Drawbridge, 1990). However, it was absent from Punta Banda Estuary during 1992/1993 (Rosales-Casián, 1997a); this could affect the abundance of piscivorous fishes like the California halibut and, in turn, the importance of San Quintín Bay as a fish recruitment zone.

The most important fish species found at San Quintín Bay (*S. leptorhynchus*, *P. californicus* and *C. aggregata*, according

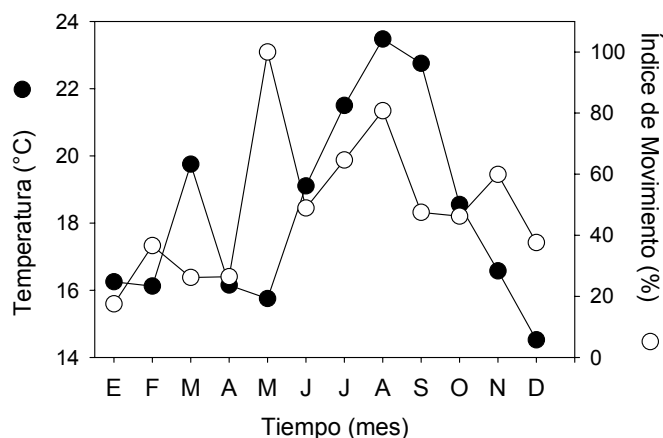


Figura 2. Movimiento temporal de peces (% índice de movimiento) a 5 m de profundidad en Bahía San Quintín, Baja California, México.

Figure 2. Temporal movement of fishes (% index of movement) at 5 m depth in San Quintín Bay, Baja California, Mexico.

Tabla 2. Importancia de las especies de peces estimada mediante el índice de importancia de la comunidad (ICI) en Bahía San Quintín, Baja California, México, de enero a diciembre de 1994. % Rel. = porcentaje relativo; %FO = frecuencia de ocurrencia; puntaje = orden.**Table 2.** Importance of the fish species, estimated with the index of community importance (ICI), at San Quintín Bay, Baja California, Mexico, from January to December 1994. % Rel. = relative percentage; %FO = frequency of occurrence; puntaje = rank value.

Especies	Total	% Rel.	Puntaje	%FO	Puntaje	ICI
<i>Syngnathus leptorhynchus</i>	2391	23.7	1.0	51.2	3.0	4.0
<i>Paralichthys californicus</i>	605	6.0	5.0	56.4	1.0	6.0
<i>Cymatogaster aggregata</i>	1459	14.5	2.0	33.9	4.0	6.0
<i>Hypsopsetta guttulata</i>	456	4.5	8.0	51.8	2.0	10.0
<i>Embiotoca jacksoni</i>	597	5.9	6.0	31.5	6.0	12.0
<i>Symphurus atricauda</i>	556	5.5	7.0	30.0	7.0	14.0
<i>Atherinops affinis</i>	1101	10.9	3.0	19.2	11.0	14.0
<i>Hypsoblennius gentilis</i>	305	3.0	10.5	32.2	5.0	15.5
<i>Ilypnus gilberti</i>	304	3.0	10.5	21.3	8.0	18.5
<i>Hypsoblennius jenkinsi</i>	215	2.1	12.0	21.1	9.0	21.0
<i>Porichthys myriaster</i>	137	1.4	13.0	19.4	10.0	23.0
<i>Urolophus halleri</i>	111	1.1	14.5	14.9	12.0	26.5
<i>Heterostichus rostratus</i>	110	1.1	14.5	14.7	13.0	27.5
<i>Anchoa delicatissima</i>	784	7.8	4.0	3.3	23.5	27.5
<i>Engraulis mordax</i>	325	3.2	9.0	6.3	20.0	29.0
<i>Pleuronichthys ritteri</i>	53	0.5	17.5	12.1	14.0	31.5
<i>Clevelandia ios</i>	47	0.5	17.5	8.9	17.0	34.5
<i>Synodus lucioceps</i>	36	0.4	21.5	10.3	15.0	36.5
<i>Fundulus parvipinnis</i>	80	0.8	16.0	5.0	21.0	37.0
<i>Citharichthys sordidus</i>	39	0.4	21.5	9.6	16.0	37.5
<i>Paralabrax nebulifer</i>	42	0.4	21.5	8.0	18.0	39.5
<i>Paraclinus integripinnis</i>	22	0.2	26.5	7.5	19.0	45.5
<i>Atherinopsis californiensis</i>	44	0.4	21.5	3.1	25.5	47.0
<i>Mugil cephalus</i>	26	0.3	23.0	3.1	25.5	48.5
<i>Xystreureys liolepis</i>	14	0.1	30.0	4.2	22.0	52.0
<i>Citharichthys stigmaeus</i>	13	0.1	30.0	3.3	23.5	53.5
<i>Gillichthys mirabilis</i>	17	0.2	26.5	2.9	27.0	53.5
<i>Umbrina roncadore</i>	23	0.2	26.5	1.5	30.0	56.5
<i>Paralabrax clathratus</i>	9	0.1	30.0	2.2	28.0	58.0
<i>Anisotremus davidsonii</i>	18	0.2	26.5	1.3	31.5	58.0
<i>Paraclinus walkeri</i>	11	0.1	30.0	2.1	29.0	59.0
<i>Rhinobatos productus</i>	9	0.1	30.0	1.3	31.5	61.5
		98.8				

durante 1992/1993 éstos estuvieron ausentes en el Estero de Punta Banda (Rosales-Casián 1997a), lo que podría influir en la abundancia de peces piscívoros como el lenguado de California y, a su vez, en la importancia de Bahía San Quintín como zona de reclutamiento de peces.

En Bahía San Quintín, las especies de peces más importantes por cuanto al ICI (*S. leptorhynchus*, *P. californicus*, y *C. aggregatai*) se capturaron principalmente sobre los pastos. El lenguado de California (*P. californicus*) es una especie de importancia económica para México y Estados Unidos, y en San Quintín se ubicó en el segundo lugar del ICI, lo que podría indicar la importancia de la bahía como zona de dispersión de esta especie hacia lugares más al norte como la costa de California. En un estudio realizado en la Bahía de San Diego (Allen *et al.*, 2002) las especies más importantes fueron *A. affinis*, *Urolophus halleri* y *Engraulis mordax*, mientras que en otras bahías del sur de California (Allen y Herbinson, 1991) el orden de las especies más importantes fue: el aterínido *A. affinis*, seguido por el góbido cara-manchada (*I. gilberti*) y el pez pipa (*S. leptorhynchus*). Con esto es posible afirmar que el orden de importancia de las especies de peces entre Bahía San Quintín y las bahías de California es distinto, lo que quizá se deba a diferencias oceanográficas o a la mayor actividad humana en las costas de California.

En San Quintín, cuando la temperatura disminuyó en la bahía durante mayo, el IM de peces aumentó en la profundidad de 5 m. El IM mostró que en Bahía San Quintín al disminuir bruscamente la temperatura, posiblemente los peces podrían responder moviéndose de profundidades mayores a someras, al igual que lo hacen en el Estero de Punta Banda y la Bahía de Todos Santos (Rosales-Casián, 1997a). Esta posibilidad merece ser investigada a futuro.

En el presente estudio se obtuvieron 11 individuos del clínico *P. walkeri*, la especie endémica de Bahía de San Quintín (Hubbs, 1952; Rosenblatt y Parr, 1969; Rosales-Casián, 1996), pero esto sin buscar alrededor de los pilotes del muelle del Hotel Molino Viejo (*Old Mill Hotel*) donde esta especie mostró ser abundantes y estar asociada a esponjas (Hubbs, 1952).

Con los resultados de este trabajo se inicia el conocimiento sobre los peces de Bahía San Quintín. Este trabajo también fundamenta la necesidad de estudios específicos en la laguna con relación al asentamiento y los movimientos migratorios de las especies durante condiciones oceanográficas distintas, así como de extender las recolectas al sur de Bahía San Quintín.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por CICESE, y parcialmente por la *Federal Aid to Sportfishing Act* (SFRA-Wallop Breaux) a través del programa BENES (Bay Estuarine and Nearshore Ecosystem Studies) de California Department of Fish and Game. Agradezco al Programa SUPERA (ANUIES) por la beca otorgada. Gracias a Gregory Hammann (Grupo de Ecología Pesquera de CICESE), Larry Allen (Departamento de Biología (California State University, Northridge) y Milton

to ICI) were mainly collected from the seagrass beds. The California halibut is an economically important species in Mexico and the United States; in the ICI for San Quintín it occupied second place, which could indicate the importance of this bay for the migration of this species to northern areas, such as the coast of California. In a study in San Diego Bay (Allen *et al.*, 2002), the most important species were reported to be *A. affinis*, *Urolophus halleri* and *Engraulis mordax*, whereas in another study of southern California habitats (Allen and Herbinson, 1991), the most important species were *A. affinis*, *I. gilberti* and *S. leptorhynchus*. It is therefore possible to mention that the order of importance of the fish species from San Quintín Bay and California habitats is different, probably because of oceanographic differences or because of greater human activity along the California coastline.

When the temperature decreased in San Quintín Bay during May, the index of fish movement at 5 m depth increased. The IM showed that with an abrupt decrease in temperature, the fish can repond with movements from deeper to shallower depths in this bay, as well as in Punta Banda Estuary and Todos Santos Bay (Rosales-Casián, 1997a). This possibility merits future study.

In this study, 11 individuals were obtained of the endemic species *Paraclinus walkeri* (Hubbs, 1952; Rosenblatt and Parr, 1969; Rosales-Casián, 1996); however, sampling was not conducted around the wharf piles of the Old Mill Hotel, where they have been found to be abundant and associated with sponges (Hubbs, 1952).

This study contributes to the knowledge of the fishes at San Quintín Bay. Further specific studies are necessary (e.g., settlement and migratory movements of species during different oceanographic conditions), and the surveys should be extended to the south of San Quintín.

Acknowledgements

This study received financial support from CICESE, and partial funding from the Federal Aid to Sportfishing Act (SFRA-Wallop Breaux) through the BENES program (Bay Estuarine and Nearshore Ecosystem Studies) of the California Department of Fish and Game. The grant received from the SUPERA program (ANUIES) is acknowledged. Thanks to Gregory Hammann (CICESE), Larry Allen (Department of Biology, California State University, Northridge), and Milton Love (Marine Science Institute, University of California Santa Barbara) for making this project possible. The help provided during the sampling and laboratory work by the following is appreciated: Vicente Salomé, Marina Mondragón, Pablo Pintos, Alejandro Carrillo, Idalia Sandoval and Jorge Isaac Rosales-Vásquez (students); Víctor Pérez and César Almeda (technicians); Juan Sidon and Martín Lucero (boat operators); and Zenaido Rosales (net repairs).

English translation by Christine Harris.

Love (Marine Science Institute, UCSB) por hacer posible este proyecto. Gracias a Vicente Salomé, Marina Mondragón, Pablo Pintos, Alejandro Carrillo, Idalia Sandoval y Jorge Isaac Rosales Vásquez (estudiantes), Víctor Pérez y César Almeda (técnicos), Juan Sidon y Martín Lucero (operadores de lanchas); gracias por su ayuda en las recolectas y en el laboratorio. Gracias a Zenaido Rosales por la reparación de las redes.

Referencias

- Allen, L.G., Jensen, R.E. and Sears, J.R. (1990). Open coast settlement and distribution of young-of-the-year California halibut (*Paralichthys californicus*) along the Southern California coast between Point Conception and San Mateo Point, June–October, 1988. In: C.W. Haugen (ed.), *The California Halibut, Paralichthys californicus*, Resource and Fisheries. Calif. Dept. Fish Game, Fish Bull., 174: 145–152.
- Allen, L.G., Findlay, A.M. and Phalen, C.M. (2002). Structure and standing stock of the fish assemblages of San Diego Bay, California, from 1994–1999. *Bull. South. Calif. Acad. Sci.*, 101(2): 49–85.
- Allen, M.J. and Herbinson, K.T. (1991). Beam-trawl survey of bay and nearshore fishes of the soft-bottom habitat of Southern California in 1989. *CalCOFI Rep.*, 32: 112–127.
- Amezcuca-Linares, F. (1977). Generalidades ictológicas del sistema lagunar costero de Hizache-Caimanero, Sinaloa, México. *An. Centro Cienc. Mar Limnol. UNAM*, 4(1): 1–26.
- Dawson, E.Y. (1951). A further study of upwelling and vegetation along Pacific Baja California, Mexico. *J. Mar. Res.*, 10(1): 39–58.
- Deegan, L.A. (1993). Nutrient and energy transport between estuaries and coastal marine ecosystems by fish migration. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50(1): 74–79.
- Drawbridge, M.A. (1990). Feeding relationships, feeding activity, and substrate preferences of juvenile California halibut, *Paralichthys californicus*, in coastal and bay habitats. M.Sc. thesis, San Diego State University, 214 pp.
- Hammann, M.G. y Rosales-Casián, J.A. (1990). Taxonomía y estructura de la comunidad de peces del Estero de Punta Banda y Bahía de Todos Santos, Baja California, México. En J. de la Rosas-Vélez y F. González-Farías (eds.), *Temas de Oceanografía Biológica en México*. Univ. Autónoma de Baja California, Ensenada, pp. 153–192.
- Herke, W.H. and Rogers, B.D. (1984). Comprehensive estuarine nursery study completed. *Fisheries*, 9(6): 12–16.
- Hernández-León, J.C. (2001). Ecología alimentaria del lenguado de California *Paralichthys californicus* AYRES (1859) en la Bahía de San Quintín, Baja California, México. Tesis de maestría, CICESE, México, 84 pp.
- Hubbs, C. (1952). A contribution to the classification of the blennoid fishes of the family Clinidae with a partial revision of the eastern Pacific forms. *Stanford Ichthyol. Bull.*, 4(2):41–165.
- INP (1976). Catálogo de Peces Marinos Mexicanos. Secretaría de Industria y Comercio, Instituto Nacional de Pesca, Mexico, D.F., 462 pp.
- Kramer, S.H. (1990). Habitat specificity and ontogenic movements of juvenile California halibut, *Paralichthys californicus*, and other flatfishes in shallow waters of Southern California. NOAA, NMFS, SWFC, La Jolla, CA, Administrative Rep. LJ-90-22, 157 pp.
- Miller, D.J. and Lea, R.H. (1972). Guide to the Coastal Marine Fishes of California. Calif. Dept. Fish Game, Fish Bull., 157, 235 pp.
- Quiroz-Vázquez, P. (2002). Composición y variación temporal en la abundancia y biomasa de la epifauna asociada a una pradera de *Zostera marina* en Bahía San Quintín, B.C. Tesis de maestría, CICESE, México, 98 pp.
- Rogers, B.D. and Herke, W.H. (1985). Estuarine-dependent fish and crustacean movements and weir management. In: C.F. Beyan, P.J. Zurank and R.H. Chabreck (eds.), *Fourth Coastal Marsh and Estuary Management Symposium*. Louisiana State Univ. Press, Baton Rouge, pp. 201–219.
- Rosales-Casián, J.A. (1996). Ictiofauna de la Bahía de San Quintín, Baja California, México, y su costa adyacente. *Cienc. Mar.*, 22(4): 443–458.
- Rosales-Casián, J.A. (1997a). Estructura de la comunidad de peces y el uso de los ambientes de bahías, lagunas y costa abierta en el Pacífico norte de Baja California. Tesis de doctorado, CICESE, México, 201 pp.
- Rosales-Casián, J.A. (1997b). Inshore soft-bottom fishes of two coastal lagoons on the northern Pacific coast of Baja California. *CalCOFI Rep.*, 38: 180–192.
- Rosales-Casián, J.A. (1999a). Fish species as indicators of the 1997–1998 El Niño event in Bahía de San Quintín, Baja California, Mexico. Abstracts of the 50th CalCOFI Conference 1999. SIO-UCSD, La Jolla, CA, p. 31.
- Rosales-Casián, J.A. (1999b). Northern range extension of the white grunt, *Haemulopsis leuciscus*. *Calif. Fish Game*, 85(3): 135–138.
- Rosenblatt, H.R. and Parr, T.D. (1969). The Pacific species of the Clinid fish genus *Paraclinus*. *Copeia*, 1(6):1–20.
- Sandoval-Muy, M.I. (1995). Hábitos alimenticios y aportación nutricional de la dieta de *Paralichthys californicus* en la Bahía de Todos Santos y el Estero de Punta Banda, Ensenada, B.C. Tesis de maestría, CICESE, México, 62 pp.
- Stephens, J.S. and Zerba, K.E. (1981). Factors affecting fish diversity on a temperate reef. *Environ. Biol. Fish.*, 6: 111–121.
- Tyler, A.V. (1971). Periodic and resident components in communities of Atlantic fishes. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 28: 935–946.