

**ESPECTRO ALIMENTARIO DE LA BERRUGATA CALIFORNIANA
Menticirrhus undulatus DE LAGUNA OJO DE LIEBRE,
BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

**TROPHIC SPECTRUM OF THE CALIFORNIA KINGCROAKER
Menticirrhus undulatus FROM OJO DE LIEBRE LAGOON,
BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO**

Noemí Bocanegra-Castillo
Leonardo Andrés Abitia-Cárdenas*
Felipe Galván-Magaña

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
Instituto Politécnico Nacional
Apartado postal 592
La Paz, C.P. 23000, Baja California Sur
México

* labitia@vmredipn.ipn.mx

Recibido en octubre de 1999; aceptado en agosto de 2000

RESUMEN

Se analizaron los hábitos alimentarios de 112 organismos de la berrugata californiana *Menticirrhus undulatus*, capturados en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur (México), en seis campañas de muestreos bimestrales de enero a noviembre de 1995. La berrugata se capturó en todos los muestreos, con mayor abundancia en el mes de julio. El índice de importancia relativa indicó que *M. undulatus* consume un total de 14 especies, siendo los poliquetos del género *Marphysa* spp. (51.75%), el pez *Ilypnus gilberti* (31.84%) y restos de moluscos (13.91%) las presas dominantes. De acuerdo con el índice de Levin, la berrugata es un depredador carnívoro de conducta especialista, que incide preferentemente sobre la fauna bentónica.

Palabras clave: *Menticirrhus undulatus*, hábitos alimentarios, Reserva de La Biósfera El Vizcaíno, Laguna Ojo de Liebre, México.

ABSTRACT

A total of 112 stomach contents of the California kingcroaker *Menticirrhus undulatus* from Ojo de Liebre Lagoon, Baja California Sur (Mexico), were analyzed. The samples were taken from January to November 1995. This species occurred all year round, with highest abundance in July. The index of relative importance indicated that *M. undulatus* consumed a total of 14 species, and the dominant prey were polychaetes of the genus *Marphysa* spp. (51.75%), the fish *Ilypnus gilberti* (31.84%) and mollusk

remains (13.91%). According to Levin's index, *M. undulatus* is considered a specialist predator, with preference for benthic fauna.

Key words: *Menticirrhus undulatus*, food habits, El Vizcaíno Biosphere Reserve, Ojo de Liebre Lagoon, Mexico.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de los estudios relacionados con la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, Baja California Sur, la cual es la más grande de México y una de las mayores áreas de reservas ecológicas del mundo, se han abordado diversos tópicos; sin embargo, la mayoría de ellos han sido enfocados principalmente a especies amenazadas o en peligro de extinción, como son los vertebrados terrestres (Gallina *et al.*, 1991; González *et al.*, 1991), mamíferos marinos (Alvarado *et al.*, 1986; Maravilla, 1991) y aves (Castellanos y Llinas, 1991; Rodríguez, 1991).

De los trabajos que se han realizado en esta reserva, son pocos los que se han llevado a cabo en la Laguna Ojo de Liebre y la mayoría se han enfocado al estudio de la oceanografía, mamíferos marinos y aves (e.g., Marinone y Lizárraga-Arciniega, 1982; Sarur-Zanatta *et al.*, 1984; Alvarado *et al.*, 1986; Millán-Núñez *et al.*, 1987; García *et al.*, 1992). De manera particular, con respecto a su ictiofauna, solamente se han desarrollado tres trabajos: Dela Cruz-Agüero *et al.* (1996) realizaron un listado sistemático de los peces marinos; Acevedo (1997) hizo la caracterización ecológica de la ictiofauna de la laguna; y Pérez *et al.* (1998) abordaron el estudio del crecimiento, consumo y productividad del pez *Fundulus parvipinnis*.

Los peces son una parte integral de este ecosistema, ya que juegan un papel importante en el balance y la regulación energética de los mismos, debido a que transforman, conducen, intercambian y almacenan energía (Yáñez y Nugent, 1977). Por tanto, el presente trabajo

INTRODUCTION

Several topics have been dealt with in studies related to the El Vizcaíno Biosphere Reserve, Baja California Sur, the largest natural protected area in Mexico and one of the largest ecological reserves around the world. However, most of these studies focus on threatened or endangered species, such as terrestrial vertebrates (Gallina *et al.*, 1991; González *et al.*, 1991), marine mammals (Alvarado *et al.*, 1986; Maravilla, 1991) and birds (Castellanos and Llinas, 1991; Rodríguez, 1991).

Of the studies carried out in this reserve, few have been done in Ojo de Liebre Lagoon and most of them deal with the oceanography, marine mammals and birds (e.g., Marinone and Lizárraga-Arciniega, 1982; Sarur-Zanatta *et al.*, 1984; Alvarado *et al.*, 1986; Millán-Núñez *et al.*, 1987; García *et al.*, 1992). Regarding the ichthyofauna, only three studies have been conducted: De la Cruz-Agüero *et al.* (1996) made a systematic list of the marine fishes; Acevedo (1997) made the ecological characterization of the lagoon fishes; and Pérez *et al.* (1998) studied the growth, feeding and productivity of *Fundulus parvipinnis*.

Fish play an important role in the energy balance and regulation of this ecosystem since they transform, carry, exchange and store energy (Yáñez and Nugent, 1977). Therefore, the objective of this work was to study the trophic biology of the California kingcroaker *Menticirrhus undulatus* (Acevedo, 1997), one of the most abundant species in the area and one of the 78 species of the family Sciaenidae distributed in the central-eastern Pacific (Chao,

planteó abordar el estudio de la biología trófica de una de las especies más abundantes en la zona, la berrugata californiana *Menticirrhus undulatus* (Acevedo, 1997), la cual es una de las 78 especies de la familia Sciaenidae que se distribuyen en el Pacífico centro-oriental (Chao, 1995) y que tiene una importancia comercial de la cual no existen antecedentes de trabajos que aborden aspectos sobre sus hábitos alimentarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se efectuaron un total de seis campañas bimestrales de enero a noviembre de 1995 en la Laguna Ojo de Liebre, que se localiza entre los 27°35' y 28°00'N y entre los 113°50' y 114°20'W. Los muestreos se llevaron a cabo en un total de 10 estaciones, las cuales fueron ubicadas tratando de cubrir la mayor área y representatividad de ambientes (fig. 1). Las capturas de los organismos se realizaron utilizando una red agallera de 140 m de longitud y 3 m de ancho, con luz de malla de 9 cm, la cual era colocada al atardecer (18:00 horas) en posición perpendicular a la línea de costa y se levantaba al amanecer (06:00 horas).

Para cada organismo recolectado se registró el peso total con una balanza granataria, así como las longitudes patrón y total utilizando un ictiómetro convencional. Posteriormente, se procedió a la extracción de los tractos digestivos, los cuales fueron fijados en una solución de formaldehído al 10% para su posterior análisis en el laboratorio de ictiología del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) en La Paz, Baja California Sur.

Durante el análisis cualitativo, se procedió a separar las diferentes especies presa de acuerdo con su grupo taxonómico, identificándose hasta el mínimo taxón posible, dependiendo del grado de digestión de las presas.

1995). Despite being a commercially important species, there are no studies regarding its feeding habits.

MATERIALS AND METHODS

A total of six bimonthly campaigns were conducted from January to November 1995 in Ojo de Liebre Lagoon (27°35'–28°00'N, 113°50'–114°20'W). Samples were collected at 10 stations strategically located in order to cover most of the area and representative environments (fig. 1). Organisms were captured with a 140-m-long and 3-m-wide gill net with a mesh size of 9 cm, set perpendicularly to the shoreline at sunset (6:00 p.m.) and recovered at sunrise (6:00 a.m.).

Each organism collected was weighed using a beam balance, and standard and total lengths were measured with a conventional ichthyometer. The guts were then extracted and fixed in a 10% formaldehyde solution for later analysis in the ichthyology laboratory at the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) in La Paz, Baja California Sur.

For the qualitative analysis, prey species were separated according to their taxonomic group; they were identified to the most specific level possible, depending on their degree of digestion. Separation and identification were done using a stereoscopic microscope and specific taxonomic keys. For the identification of the fishes, the works of Miller and Lea (1972) and Heemstra (1995) were used, and for polychaetes, the keys of De León (1994). Crustaceans were identified according to Brusca (1998) and sea grasses according to Dawes (1986). Taxonomists from CICIMAR-IPN provided additional support in the identification of crustaceans.

The methodology proposed by Hoffman (1978) was used to establish whether the number of stomachs analyzed was representative

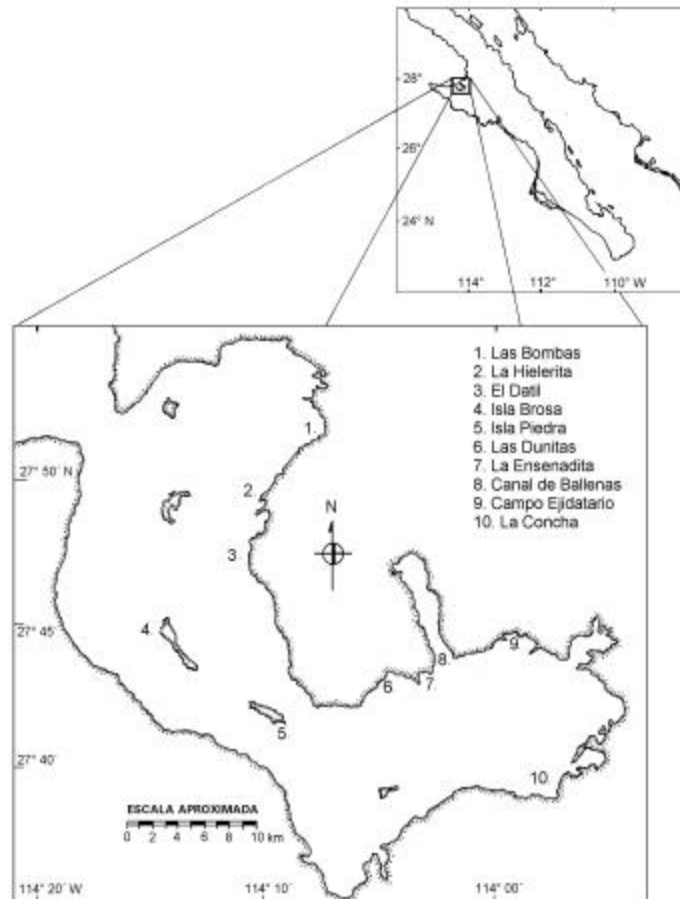


Figura 1. Área de la Laguna Ojo de Liebre y estaciones de muestreo.
Figure 1. Ojo de Liebre Lagoon and sampling stations.

Para su separación e identificación, se utilizó un microscopio estereoscópico y claves taxonómicas específicas. Para la identificación de los peces, se utilizaron los trabajos de Miller y Lea (1972) y Heemstra (1995); para los poliquetos, las claves de De León (1994); y para los crustáceos, el trabajo de Brusca (1988). Para la diagnosis del pasto marino se utilizó el trabajo de Dawes (1986). Además, se contó con

enough to characterize the trophic spectrum. This methodology consists of plotting the number of stomachs analyzed on the horizontal axis against the diversity accumulated at the i -th stomach analyzed on the vertical axis. Diversity was estimated with the Shannon-Wiener index (Margalef, 1969). When plotting, diversity increases as the number of stomachs analyzed increases; however, a limit is reached

el apoyo de especialistas en taxonomía de crustáceos del CICIMAR-IPN.

Para establecer si el número de estómagos analizados fue representativo para caracterizar el espectro trófico, se utilizó la metodología propuesta por Hoffman (1978), que consiste en graficar en el eje horizontal el número de estómagos revisados contra la diversidad acumulada al *i*ésimo estómago revisado en el eje vertical. La diversidad se estimó con el índice de Shannon-Wiener (Margalef, 1969). Al graficar, la diversidad se va incrementando conforme aumenta el número de estómagos revisados; sin embargo, llega a un límite en el cual la curva se estabiliza, indicando el punto en donde el número de estómagos es representativo. El análisis se realizó seleccionando los estómagos de manera aleatoria para evitar los posibles efectos de las variaciones temporales en la curva.

En el análisis cuantitativo de los contenidos gástricos se usaron los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N) y gravimétrico (peso, P), de acuerdo con Cailliet *et al.* (1986). Asimismo, se empleó el índice de importancia relativa (IIR) propuesto por Pinkas *et al.* (1971) para evaluar y caracterizar el espectro trófico. Los valores obtenidos a partir del IIR se emplearon para analizar las variaciones por talla y época del año (mensual) de la dieta.

Para la determinación de los intervalos de talla se utilizaron los valores de longitud patrón y para determinar el número de intervalos de clase de cada especie, se utilizó la fórmula de Sturges (Daniel, 1997). Una vez que se obtuvo el número de intervalos de clase se procedió a determinar su amplitud, todo esto de acuerdo con Daniel (1997).

A partir de los valores obtenidos de IIR por intervalo de tallas y época del año, se calculó la amplitud de la dieta (B_i), utilizando el índice estandarizado de Levin (Hurlbert, 1978). Este índice asume valores de cero a uno. Cuando los

when the curve stabilizes, which indicates the representative number of stomachs. Analysis was done selecting stomachs at random to avoid the possible effects of temporary variations on the curve.

For the quantitative analysis of the gastric contents, the frequency of occurrence (FA), numeric (N) and gravimetric (weight, P) methods were used, according to Cailliet *et al.* (1986). Likewise, the index of relative importance (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971) was used to assess and characterize the trophic spectrum. The resulting IIR values were used to analyze diet variations per size and time of year (monthly).

Standard length values were used to determine the size ranges, while the number of class intervals for each species was calculated using Sturges' equation (Daniel, 1997). Once the number of class intervals was obtained, the amplitude was determined according to Daniel (1997).

With the IIR values obtained per size range and time of year, the diet breadth (B_i) was calculated using Levin's standardized index (Hurlbert, 1978). This index takes values from zero to one. When the B_i values approach zero, the predator is considered a specialist, that is, it uses few resources and has a preference for certain prey. Values near one indicate a general spectrum predator, that is, it uses all the resources, without any preference.

The Morisita-Horn index (Smith and Zaret, 1982) was applied to evaluate diet overlap among sizes. This index also ranges from zero to one, and when the value exceeds 0.60, it is considered to be a biologically significant overlap (Langton, 1982).

RESULTS

Menticirrhus undulatus was caught in all the sampling campaigns and was most abundant in July. It was also more abundant at

valores de *Bi* son cercanos a cero, el depredador se considera especialista, esto es, que utiliza un número bajo de recursos y presenta una preferencia por ciertas presas. Cuando los valores son cercanos a uno, su espectro es generalista, es decir, utiliza todos los recursos sin ninguna selección.

Asimismo, para evaluar el traslapeo de dietas entre tallas, se aplicó el índice de Morisita-Horn (Smith y Zaret, 1982). Este índice varía entre cero y uno, y se considera como un traslapeo biológicamente significativo cuando el valor excede a 0.60 (Langton, 1982).

RESULTADOS

Menticirrhus undulatus se capturó en todas las campañas de muestreo, siendo más abundante en el mes de julio. Las mayores abundancias se presentaron en las localidades de El Dátil, Isla Brosa y La Ensenadita. Se capturó un total de 112 ejemplares, con un promedio de longitud patrón (LP) de 37.7 ± 2.7 cm (32.0–42.5 cm LP) y peso promedio de 729.5 ± 166.7 g (76.5–1077.0 g). Del total de organismos capturados, 75 estómagos contenían alimento (70%) y 37 estaban vacíos (30%). De acuerdo con el índice de Hoffman (1978), este número de estómagos fue suficiente para caracterizar el espectro trófico de la especie (fig.2).

Se identificaron un total de 14 componentes alimentarios en la dieta de la berrugata californiana: siete crustáceos (*Callinassa* spp., *Penaeus* spp., *Sicyonia* spp., *Callinectes bellicosus*, *Herbstia pubescens*, *Cirolana parva* y anfípodos de la familia Gamaridae), dos peces (*Ilypnus gilberti* y *Paralabrax maculatofasciatus*), un molusco no identificado, poliquetos del género *Marphysa* spp., restos de crustáceos no identificados, *Zostera marina* y materia orgánica no identificada (MONI); estos tres últimos componentes no se

the sites of El Dátil, Isla Brosa and La Ensenadita. A total of 112 individuals were caught, with a mean standard length (SL) of 37.7 ± 2.7 cm (32.0–42.5 cm SL) and a mean weight of 729.5 ± 166.7 g (76.5–1077.0 g). Of all the organisms captured, 75 stomachs (70%) contained food and 37 (30%) were empty. According to Hoffman's index (1978), this number of stomachs is enough to characterize the trophic spectrum of the species (fig.2).

A total of 14 food components were identified in the California kingcroaker's diet: seven crustaceans (*Callinassa* spp., *Penaeus* spp., *Sicyonia* spp., *Callinectes bellicosus*, *Herbstia pubescens*, *Cirolana parva* and amphipods of the family Gamaridae), two fishes (*Ilypnus gilberti* and *Paralabrax maculatofasciatus*), one unidentified mollusk, polychaetes of the genus *Marphysa* spp., unidentified crustacean remains, *Zostera marina* and unidentified organic matter (MONI); these three latter components could not be quantified and were therefore not considered to obtain the IIR percentages (table 1).

According to the numeric method, a total of 354 organisms were recorded: the goby *I. gilberti* comprised 40% (142 organisms); polychaetes of the genus *Marphysa* spp., 25% (88); and mollusks, 22% (78). According to the gravimetric method, the most important components were the polychaetes of the genus *Marphysa* spp., comprising 46.3% (192.8 g); the goby *I. gilberti*, 13.3% (55.2 g); and mollusks, 11.9% (49.4 g). The total weight of the 354 prey recorded was 416.4 g.

The most frequent prey in the stomachs were polychaetes of the genus *Marphysa* spp., found in 39 stomachs (52%); the goby *I. gilberti*, in 32 stomachs (42.6%); and mollusks, in 22 stomachs (29.3%). Likewise, according to the IIR, these three components were also found to be the most important of the overall trophic spectrum of the California kingcroaker:

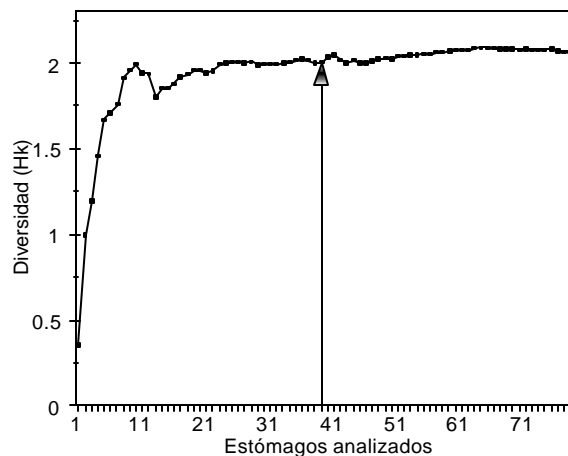


Figura 2. Índice de Hoffman, en donde la acumulación sucesiva de presas (desde $n = 1$ hasta $n = 75$) muestra que la diversidad de componentes alimentarios de la berrugata californiana alcanza el punto de estabilización aproximadamente a los 40 estómagos.

Figure 2. Hoffman's index, where successive prey accumulation ($n = 1$ to $n = 75$) shows that the diversity of the food components of the California kingcroaker stabilizes at approximately 40 stomachs.

consideraron para obtener los valores porcentuales del IIR, ya que no pudieron ser cuantificados (tabla 1).

De acuerdo con el método numérico, se registraron un total de 354 organismos: el góbido *I. gilberti* constituyó el 40% (142 organismos); los poliquetos del género *Marphysa* spp., 25% (88); y los moluscos, 22% (78). Según el método gravimétrico, los componentes más importantes fueron los poliquetos del género *Marphysa* spp., los cuales aportaron el 46.3% (192.8 g); el góbido *I. gilberti*, 13.3% (55.2 g); y los moluscos, 11.9% (49.4 g). El peso total de las 354 presas registradas fue de 416.4g.

Las presas más frecuentes en los estómagos fueron los poliquetos del género *Marphysa* spp. (52%), que se registraron en 39 estómagos; el góbido *I. gilberti* (42.6%), en 32 estómagos; y los moluscos (29.3%), en 22 estómagos. Asimismo, de acuerdo con el IIR, se encontró que estos tres componentes también fueron los más importantes del espectro trófico global de la

polychaetes of the genus *Marphysa* spp. with 51.7%, the goby *I. gilberti* with 31.8% and mollusks with 13.9%. The results obtained with each method are shown in table 1.

With respect to the monthly variation in diet, four stomachs with food ($n = 4$) were analyzed in January and the diet consisted basically of fishes and crustaceans (*P. maculatofasciatus* and *Sicyonia* spp.). In March ($n = 25$), May ($n = 12$), July ($n = 3$) and September ($n = 16$), the composition of the trophic spectrum consisted mainly of fishes (*I. gilberti*), polychaetes (*Marphysa* spp.) and mollusks. In November ($n = 15$), nearly 98% of the diet consisted of the polychaete *Marphysa* spp. (fig. 3).

The organisms captured ranged from 32 to 42.5 cm SL and were grouped together in seven intervals with an amplitude of 1.5 cm SL. The diet of the small-sized individuals (32 to 36.5 cm SL) consisted basically of the fish (*I. gilberti*) and polychaetes (*Marphysa* spp.). In the 36.5 to 41 cm SL range, this species

Tabla 1. Composición del espectro trófico global de la berrugata *Menticirrhus undulatus*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N) y gravímetro (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR). El asterisco indica los componentes no cuantificables.

Table 1. Composition of the overall trophic spectrum of the kingcroaker *Menticirrhus undulatus*, given in absolute values and percentages of the numeric (N) and gravimetric (P) methods, frequency of occurrence (FA) and index of relative importance (IIR). The asterisk indicates unquantifiable components.

Presas	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%
División								
Magnoliophyta								
Liliopsida								
Zosteraceae								
<i>Zostera marina</i>	*	*	1.80	0.43	21	28.00	*	*
Annelida								
Polichaeta								
Eunicidae								
<i>Marphysa</i> spp.	88	24.86	192.82	46.30	39	52.00	3700.47	51.75
Arthropoda								
Crustacea								
Decapoda								
Callianassidae								
<i>Callianassa</i> spp.	15	4.23	19.14	4.59	8	10.66	94.22	1.31
Penaecidae								
<i>Penaeus</i> spp.	12	3.39	2.07	0.50	6	8.00	31.10	0.43
<i>Sicyonia</i> spp.	4	1.13	3.64	0.87	2	2.67	5.34	0.07
Portunidae								
<i>Callinectes bellicosus</i>	7	1.98	12.77	3.07	3	4.00	20.18	0.28
Majidae								
<i>Herbstia pubescens</i>	1	0.28	0.09	0.02	1	1.33	0.41	0.01
Isopoda								
Cirolanidae								
<i>Cirolana parva</i>	3	0.85	1.91	0.46	3	4.00	5.22	0.07
Amphipoda								
Gammaridae	3	0.85	1.04	0.25	3	4.00	4.39	0.06
Restos de crustáceos	*	*	15.12	3.63	11	14.67	*	*
Mollusca	78	22.03	49.44	11.87	22	29.33	994.59	13.91
Chordata								
Actinopterygii								
Gobidae								
<i>Ilypnus gilberti</i>	142	40.11	55.2	13.26	32	42.67	2277.07	31.85
Serranidae								
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	1	0.28	52	12.49	1	1.33	17.03	0.24
MONI	*	*	9.38	2.25	10	13.33	*	*
Total	354	100	416.42	100	75	215.99	7150.02	100

berrugata: los poliquetos del género *Marphysa* spp. con 51.7%, el góbido *I. gilberti* con 31.8% y los moluscos con 13.9%. En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos por cada uno de los métodos.

Con respecto a la variación mensual de la dieta, en enero se analizaron cuatro estómagos con alimento ($n = 4$). La dieta consistió básicamente de peces y crustáceos (*P. maculatofasciatus* y *Sicyonia* spp.). En los meses de marzo ($n = 25$), mayo ($n = 12$), julio ($n = 3$) y septiembre ($n = 16$), la composición del espectro trófico estuvo constituida principalmente de peces (*I. gilberti*), poliquetos (*Marphysa* spp.) y moluscos. En noviembre ($n = 15$), cerca del 98% de la dieta se conformó del poliqueto *Marphysa* spp. (fig.3).

Los organismos capturados presentaron tallas de 32 a 42.5 cm LP y se agruparon en siete intervalos con amplitud de 1.5 cm LP. La dieta de los individuos de tallas pequeñas (32 a 36.5 cm LP) se constituyó básicamente de peces (*I. gilberti*) y poliquetos (*Marphysa* spp.). A partir de los 36.5 cm LP y hasta los 41 cm LP, esta especie incrementó su consumo de poliquetos y moluscos. En los individuos de tallas mayores (>42.5 cm LP), los peces (*I. gilberti* y *P. maculatofasciatus*) constituyeron más del 80% de la dieta (fig. 4).

Los valores del índice de Levin (Bi) variaron entre 0.12 (en el intervalo de 39.6 a 41.0 cm LP) y 0.39 (en el intervalo de 32.0 a 33.5 cm LP), por lo que la berrugata puede ser considerada como un depredador especialista (fig.5).

De acuerdo con el índice de traslape de Morisita-Horn, del total de 21 combinaciones posibles, solamente se registraron traslapes biológicamente significativos (valores > 0.6) en seis; el resto de las combinaciones registraron valores bajos (<0.6), lo cual indicó que la variación de la dieta por tallas fue significativa (tabla2).

increased its polychaete and mollusk consumption, while fishes (*I. gilberti* and *P. maculatofasciatus*) represented more than 80% of the diet of larger individuals (SL > 42.5 cm) (fig.4).

Levin's index values (Bi) ranged from 0.12 (for the 39.6–41.0 cm SL range) to 0.39 (for the 32.0–33.5 cm SL range); hence, the California kingcroaker may be considered a specialist predator (fig. 5).

According to the Morisita-Horn index, of the 21 possible combinations, biologically significant overlaps (values > 0.6) were only recorded in six. The other combinations had low values (<0.6), indicating that variations in diet are significant among different sizes (table2).

DISCUSSION

Studies about trophic interactions are very important from a biological point of view as they lead to the understanding of the relationships between producer and consumer organisms. This is particularly important when there are different groups of commercial interest in the environment and indicates the ecological relations among organisms, allowing a better interpretation of the general dynamics of the environment under study (Wootton, 1990).

The basis of this kind of research is the knowledge of the specific dietary composition of the species analyzed, in this case the California kingcroaker (*M. undulatus*). The analysis of the stomach contents of this species showed that even though the relative importance of the prey varied, in general the trophic spectrum was composed of benthic fauna from Ojo de Liebre Lagoon. In this respect, Sarur-Zanatta *et al.* (1984) point out that, due to the physiographic features of the lagoon and its types of substrates (rock, sand and mud), there is a wide variety and abundance of prey species

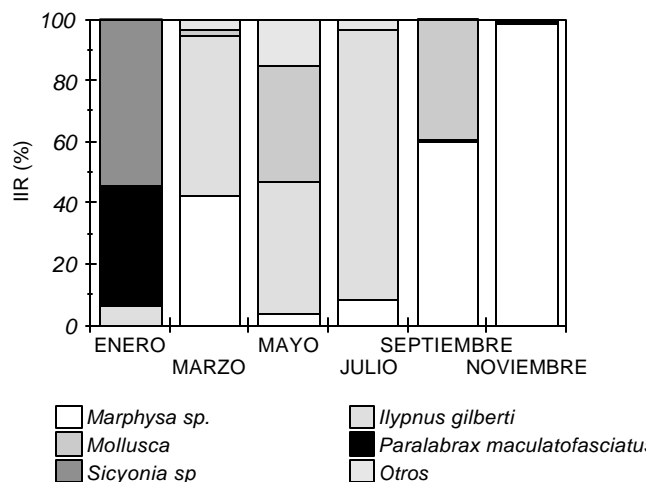


Figura 3. Composición del espectro trófico de la berrugata californiana por mes de muestreo en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, durante 1995.

Figure 3. Composition of the trophic spectrum of the California kingcroaker per sampling month, at Ojo de Liebre Lagoon, Baja California Sur, in 1995.

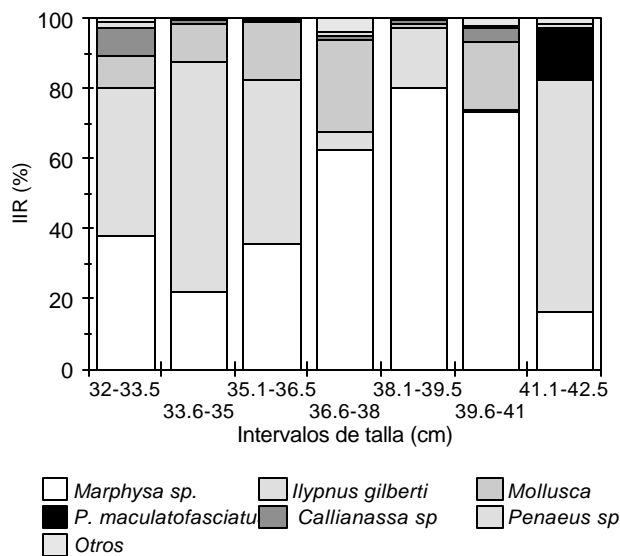


Figura 4. Composición del espectro trófico de la berrugata californiana por intervalos de tallas.

Figure 4. Composition of the trophic spectrum of the California kingcroaker per size ranges.

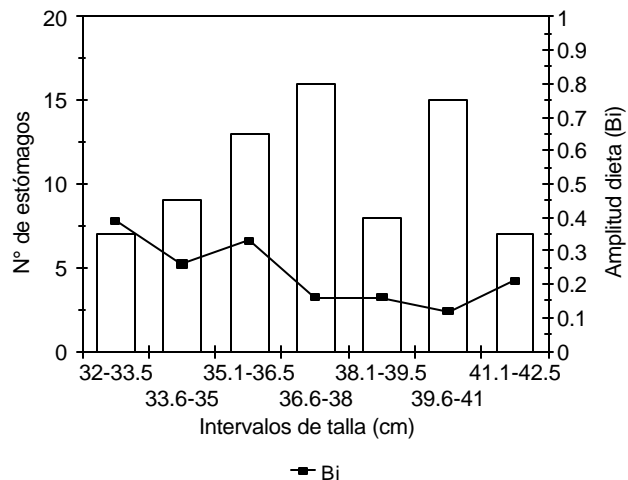


Figura 5. Relación entre los intervalos de tallas y la amplitud de dieta (*Bi*) de la berrugata californiana.
Figure 5. Relationship between size ranges and diet breadth (*Bi*) of the California kingcroaker.

Tabla 2. Traslado de dietas de siete intervalos de tallas (cm) de la berrugata californiana *Menticirrhus undulatus* del área de la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México.
Table 2. Diet overlap in seven size ranges (cm) of the California kingcroaker *Menticirrhus undulatus* from Ojo de Liebre Lagoon, Baja California Sur, Mexico.

Intervalo de tallas	L1 (32–33.5)	L2 (33.6–35)	L3 (35.1–36.5)	L4 (36.6–38)	L5 (38.1–39.5)	L6 (39.6–41)	L7 (41.1–42.5)
L1	1						
L2	0.87	1					
L3	0.51	0.81	1				
L4	0.96	0.91	0.57	1			
L5	0.01	0.08	0.11	0.02	1		
L6	0.76	0.33	0.48	0.78	0.01	1	
L7	0.00	0.00	0.07	0.04	0.16	0.05	1

DISCUSIÓN

Los estudios sobre interacciones tróficas son muy importantes desde el punto de vista biológico ya que conducen al entendimiento de las relaciones entre los organismos productores y los consumidores; esto es especialmente valioso cuando hay diferentes grupos de interés comercial en el ambiente e indica las relaciones ecológicas entre los organismos, lo que permite una mejor interpretación de la dinámica general del ecosistema estudiado (Wootton, 1990).

La base de este tipo de investigaciones es el conocimiento de la composición específica de la dieta de las especies analizadas, en este caso la berrugata *M. undulatus*. Los análisis de los contenidos estomacales de esta especie mostraron que aunque la importancia relativa de las presas varió, en general el espectro trófico se encontró conformado por la fauna bentónica de la Laguna Ojo de Liebre. Al respecto, Sarur-Zanatta *et al.* (1984) señalan que debido a las características fisiográficas que presenta la laguna y a los tipos de sustratos (rocoso, arenoso y lodoso), existe una alta variedad y abundancia de especies presa que son la fuente principal de alimento para este tipo de depredadores.

La berrugata presentó una preferencia por los sustratos lodosos de las localidades de la parte intermedia e interior de la laguna, donde las presas que se encuentran asociadas a este ambiente son los poliquetos del género *Marphysa* spp., los peces *I. gilberti* y restos de moluscos no identificados. Estas presas constituyeron más del 97% de su dieta. En otras lagunas costeras, los sciaenidos se alimentan principalmente de crustáceos, moluscos y, en menor proporción, de poliquetos (Chao y Musick, 1977; Amezcua, 1996; Cruz, 1998). Por tanto, se podría suponer que estas diferencias en la composición específica de la dieta pueden ser debidas a la diferencia de áreas

that constitute the main food source of this type of predator.

The California kingcroaker showed preference for muddy substrates in both the middle and inner parts of the lagoon, where the prey associated with the environment are the polychaetes of the genus *Marphysa* spp., the goby *I. gilberti* and unidentified mollusk remains. These prey constituted more than 97% of the diet of this predator. In other coastal lagoons, sciaenids feed mainly on crustaceans, mollusks and, to a lesser extent, polychaetes (Chao and Musick, 1977; Amezcua, 1996; Cruz, 1998). Therefore, it could be assumed that these differences in specific dietary composition may be due to different geographic areas and to seasonal cycles of prey abundance.

Based on above, the California kingcroaker may be considered a carnivorous predator that has the ability to distribute itself throughout the lagoon and to obtain food thanks to its morphologic characteristics, in particular two remarkable sensitive barbels growing on its chin. Vega (1998) indicates that the trophic plasticity showed by many fish species allows them to exploit a wider variety of habitats that other species cannot reach and, therefore, to increase their distribution range in the lagoon.

Another important factor that influences the use of food resources is the change in sizes since, in a given system (space, food, etc.), the differential use of available resources has been observed among different sizes of a particular species (Wootton, 1990).

Thus, ontogenetic trophic differences represent mechanisms allowing different species to coexist, since they reduce intraspecific competition. At the same time, they reflect the lesser capability of smaller organisms to efficiently catch certain prey. Catch success depends on resource-prey availability, the size, color and behavior of the prey, as well as the

geográficas y a los ciclos estacionales en la abundancia de los organismos presa.

Con base en lo anterior, se puede considerar que la berrugata es un depredador carnívoro que tiene la capacidad de distribuirse en toda la laguna y conseguir su alimento gracias a sus características morfológicas, entre las que destacan dos barbillones sensitivos que tiene en el mentón. Vega (1998) señala que la plasticidad trófica exhibida por muchas especies de peces, les confiere la capacidad de explotar una mayorgama de hábitats a los que otras especies no tienen acceso y, en consecuencia, incrementar su intervalo de distribución dentro de la laguna.

Otro de los factores importantes que influyen en el uso de los recursos alimenticios es el que se presenta con los cambios de talla, ya que se ha observado que existe una segregación por los diferentes recursos disponibles en un determinado sistema (espacio, alimento, etc.) entre las diferentes tallas de una especie en particular (Wootton, 1990).

Así, las diferencias tróficas ontogenéticas representan mecanismos que permiten a las especies coexistir, reduciendo la competencia intraespecífica. A su vez, reflejan la menor capacidad de los organismos de tallas más pequeñas para capturar eficientemente ciertas presas, considerando que el éxito de captura está en función de la disponibilidad del recurso-presa, el tamaño, el color y la propia conducta de la presa, así como a sus limitaciones físicas de su aparato alimenticio o a una movilidad más limitada (Sumpton y Greenwood, 1990). En este sentido, el análisis de traslapo de dieta de la berrugata indicó que este depredador presenta variaciones alimenticias significativas por intervalo de tallas. Estos resultados son comparables y coinciden de manera general con los antecedentes de trabajos en donde se evalúan las variaciones tróficas ontogenéticas de la familia Sciaenidae (e.g., Parker, 1971; Stickney *et al.*, 1975), ya que en

physical limitations of the digestive tract or limited mobility (Sumpton and Greenwood, 1990). To this effect, the diet overlap found in the California kingcroaker indicated significant food variations depending on size range. These results are comparable and, in general, coincident with those of other studies in which the ontogenetic trophic variations of the family Sciaenidae were evaluated (e.g., Parker, 1971; Stickney *et al.*, 1975), as they also report significant feeding variations.

Even though a total of 14 types of food components were found in the diet of the California kingcroaker, dominance of the polychaete *Marphysa* spp., the fish *I. gilberti* and unidentified mollusks indicated that this predator, besides feeding preferably on benthic fauna, selects prey (specialist feeding behavior) according to its own feeding habits. These habits are determined by a sensorial structure located in the ventral part of the mouth (a short and rigid barbel) that helps this species to find benthic prey and also by the availability of food resources in both time and space.

The seasonal variation of the California kingcroaker's diet is due to the availability of the food resources and to complex ecological relationships, such as competition and distribution of the resources. It is important to point out that the availability of food resources depends on climatic conditions, since the abundance of some prey species may increase or decrease both in number and biomass at a certain time of the year (Sierra *et al.*, 1994).

An example of the above was observed in September and November 1995, when the California kingcroaker showed greater preference for the polychaetes. This effect could be related to the marked decrease in marine grasses (*Z. marina*) resulting from the increased summer temperature in the lagoon. There was a 10°C difference between the coolest month (17°C in January) and the

éstos se reportan también diferencias significativas en su alimentación.

Aun cuando se encontró un total de 14 tipos de componentes alimentarios dentro de la dieta de la berrugata, la dominancia del poliqueto *Marphysa* spp., el pez *I. gilberti* y de moluscos no identificados indicó que estos depredadores, además de incidir preferentemente sobre la fauna bentónica, realizan una selección de las presas (conducta alimentaria especialista) de acuerdo con sus propios hábitos de alimentación; éstos son determinados en función de una estructura sensorial ubicada en la parte ventral de la boca (un barbillón corto y rígido) que le sirve para detectar las presas que se encuentran asociadas con el bentos y por la propia disponibilidad de los recursos alimenticios tanto en el tiempo como en el espacio.

La variación estacional de la dieta de la berrugata es el resultado de la disponibilidad de los recursos alimentarios y de complejas interacciones ecológicas, tales como la competencia y la repartición de recursos. Es importante señalar que la disponibilidad de recursos alimenticios está sujeta a las condiciones climáticas, ya que dependiendo de esta variación, la abundancia de algunas especies presa se puede incrementar, o bien reducir, tanto en número como en biomasa en un determinado periodo del año (Sierra *et al.*, 1994).

Un ejemplo de lo anterior se observó en los meses de septiembre y noviembre de 1995, cuando la berrugata tuvo una mayor incidencia sobre los poliquetos. Dicho efecto podría estar relacionado con la marcada reducción de pastos marinos (*Z. marina*) por efecto del incremento de la temperatura de la laguna durante el verano, ya que se registró una variación de 10°C entre el mes más frío (17°C en enero) y el mes más cálido (27°C en septiembre). Tal situación propició la generación de materia orgánica, la cual es un elemento importante para el desarrollo de poliquetos (Barry *et al.*, 1996).

warmest month (27°C in September). This situation is propitious for the generation of organic matter, which is an important element for the development of polychaetes (Barry *et al.*, 1996).

Marine grasses are a notable component among the wide variety of flora and fauna found at Ojo de Liebre Lagoon. Diehl (1992) reports that the structural heterogeneity resulting from the presence of underwater vegetation is an important environmental factor that tends to stabilize the predatory and competitive interactions in the natural communities, thus increasing species richness. Furthermore, the constant presence of marine grasses increases sediment stability and creates places of refuge, leading to greater density and diversity of species, such as fishes, mollusks and polychaetes (Orth, 1977), which represent the main diet of the California kingcroaker.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the support given by the Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) and the Instituto Politécnico Nacional (IPN) to the project "Evaluación estacional de la fauna ictiológica, malacológica y flora ficológica de la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, Baja California Sur. Fase I: Laguna Ojo de Liebre". We thank IPN for the support received through COFAA, EDD and EDI. We also thank Ruth Noemí Águila-Ramírez and Francisco Javier Gutiérrez-Sánchez for their valuable help with the figures, and two anonymous reviewers for their comments and suggestions.

English translation by Manuel Gardea.

Dentro de la amplia variedad de componentes faunísticos y florísticos que caracterizan a la Laguna Ojo de Liebre, uno que destaca es precisamente la presencia de pastos marinos. Diehl (1992) señala que la heterogeneidad estructural originada por la presencia de vegetación sumergida es un factor ambiental importante que tiende a estabilizar las interacciones depredatorias y competitivas en las comunidades naturales, incrementando la riqueza de especies. Además, la presencia constante de pastos marinos incrementa la estabilidad del sedimento y la presencia de refugios que propician un incremento en la densidad y riqueza de especies como peces, moluscos y poliquetos (Orth, 1977), que conforman la dieta principal de la berrugata.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo brindado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) al proyecto "Evaluación estacional de la fauna ictiológica, malacológica y flora ficológica de la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, Baja California Sur. Fase I: Laguna Ojo de Liebre". Asimismo, se agradece al IPN el apoyo recibido a través de la COFAA, EDD y EDI. Finalmente, nuestro agradecimiento a Ruth Noemí Águila-Ramírez y Francisco Javier Gutiérrez-Sánchez por su valiosa ayuda en el diseño de las figuras y a dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias.

REFERENCIAS

- Acevedo, C.A. (1997). Caracterización ecológica de la comunidad íctica de la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, México, 108 pp.
- Alvarado, J.J., Galindo, M. y Vázquez, M. (1986). Evaluación de los parámetros ambientales y su relación con la distribución y movimientos de la ballena gris (*Eschrichtius robustus* Lacépede, 1804) en Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. Ciencia Pesquera, Secretaría de Pesca (México), 5: 33–49.
- Amezcuca, L.F. (1996). Peces Demersales de la Plataforma Continental del Pacífico Central de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 184 pp.
- Barry, J.O., Yoklavich, M., Cailliet, G.M., Ambrose, D. and Brooke, S. (1996). Trophic ecology of the dominant fishes in Elkhorn Slough, California, 1974–1980. *Estuaries*, 19(1): 115–138.
- Brusca, R.C. (1988). Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. 2nd ed. Univ. Arizona Press, 513 pp.
- Cailliet, G.M., Love, M.S. and Ebeling, A.W. (1986). Fishes: A Field and Laboratory Manual on their Structure, Identification and Natural History. Wadsworth Publishing, Belmont, California, 194 pp.
- Castellanos, V.A. y Llinas, J. (1991). Aves migratorias: Patos y gansos. En: A. Ortega y L. Arriaga (eds.), La Reserva de la Biósfera El Vizcaíno en la Península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, México, pp. 231–246.
- Cruz, E.V.H. (1998). Análisis trófico de la ictiofauna en Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, México, 129 pp.
- Chao, L.N. (1995). Sciaenidae. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.), Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Vols. II y III. Vertebrados. Parte 2, pp. 1427–1518.
- Chao, L.N. and Musick, J.A. (1977). Life history, feeding habits, and functional morphology of juvenile sciaenid fishes in the York River estuary, Virginia. *Fish. Bull.*, 75(4): 657–702.
- Daniel, W.W. (1997). Bioestadística. Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. 3era ed. Limusa Uteha Noriega, México, 878 pp.

- Dawes, J.C. (1986). Botánica Marina. Limusa, México, 673 pp.
- De la Cruz-Agüero, J., Arellano-Martínez, M. y Cota-Gómez, V.M. (1996). Lista sistemática de los peces marinos de las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, BCS y BC, México. *Ciencias Marinas*, 22(1): 111–128.
- De León, G.J.A. (1994). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental de la costa oeste de Baja California Sur, México: Taxonomía, hábitos alimenticios y distribución. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, México, 177 pp.
- Diehl, S. (1992). Fish predation and benthic community structure: The role of omnivores and habitat complexity. *Ecology*, 73(5): 1646–1661.
- Gallina, T.P., Álvarez, S., González, A. y Gallina, S. (1991). Aspectos generales sobre la fauna de vertebrados. En: A. Ortega y L. Arriaga (eds.), La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, México, pp.177–192.
- García, D.F., Castro, P. and Félix, E.F. (1992). Spat settlement and early growth of *Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1835) in Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, Mexico. *J. Shellfish Res.*, 23(4): 20–25.
- González, R.A., Cancino, J., Gallina, T. y Álvarez, S. (1991). El berrendo peninsular *Antilocapra americana peninsularis*. En: A. Ortega y L. Arriaga (eds.), La Reserva de la Biósfera El Vizcaíno en la península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, México, pp. 295–311.
- Heemstra, P.C. (1995). Serranidae. In: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.), Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Vols. II y III. Vertebrados. Parte 2, pp 1565–1613.
- Hoffman, M. (1978). The use of Pielou's method to determine sample size in food studies. In: Fish Food Habits Studies. Proc. 2nd Pac. NW Technical Workshop. Washington Sea Grant Publications. University of Washington, Seattle, pp. 56–61.
- Hurlbert, S.H. (1978). The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59(1): 67–77.
- Langton, R.W. (1982). Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteen other northwest Atlantic finfish. *Fish. Bull.*, 80: 745–759.
- Maravilla, C.M.O. (1991). La ballena gris de California (*Eschrichtius robustus*). En: A. Ortega y L. Arriaga (eds.), La Reserva de la Biósfera El Vizcaíno en la Península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, México, pp. 213–230.
- Margalef, D.R. (1969). Perspective in Ecological Theory. Chicago Univ. Press, Chicago, 111 pp.
- Marinone, S.G.L. y Lizárraga-Arciniega, R. (1982). Transporte litoral sobre las barras de Guerrero Negro y Ojo de Liebre. *Ciencias Marinas*, 8(1): 20–29.
- Millán-Núñez, R., Ripa-Soleno, E. y Aguirre-Buenfil, L.A. (1987). Estudio preliminar de la composición y la abundancia del fitoplancton y clorofilas en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur. *Ciencias Marinas*, 13(1): 30–38.
- Miller, J.D. and Lea, R.N. (1972). Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Dept. Fish and Game, *Fish Bull.*, 157: 235 pp.
- Orth, R.J. (1977). The importance of sediment stability in seagrass communities. In: B.C. Coull (ed.), *Ecology of Marine Benthos*. Univ. South Carolina Press, Colombia, pp. 281–300.
- Parker, J.C. (1971). The biology of the spot, *Leiostomus xanthurus* Lacepede, and Atlantic croaker, *Micropogon undulatus* (Linnaeus), in two Gulf of Mexico nursery areas. Texas A&M University. Sea Grant Publication. TAMU-SG-71-210, 182 pp.
- Pérez, E.H., Galván, F. and Abitia, L.A. (1998). Growth, consumption, and productivity of the California killfish in Ojo de Liebre Lagoon, Mexico. *J. Fish Biol.*, 52: 1–10.
- Pinkas, L., Oliphant, M.S. and Iverson, I.L.K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. State of California. The Resources Agency. Dept. Fish and Game, *Fish Bull.*, 152: 105 pp.

- Rodríguez, E.R. (1991). El águila real (*Aquila crysaetos*). En: A. Ortega y L. Arriaga (eds.), La Reserva de la Biósfera El Vizcaíno en la Península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, México, pp. 247–263.
- Sarur-Zanatta, J.C., Millán-Núñez, R., Gutiérrez-Sigala, C.A. and Small Mattox-Sheahan, C.A. (1984). Variation and similarity in three zones with different type of substrate in Laguna Ojo de Liebre, BCS, Mexico. *Ciencias Marinas*, 10(2): 175–179.
- Sierra, L.M., Claro, R. y Popova, O.A. (1994). Alimentación y relaciones tróficas. En: R. Claro (ed.), *Ecología de los Peces Marinos de Cuba*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, pp. 263–320.
- Smith, P.E. and Zaret, M.T. (1982). Bias in estimating niche overlap. *Ecology*, 63: 1248–1253.
- Stickney, R.R., Taylor, G.L. and White, D.B. (1975). Food habits of five species of young, southeastern United States estuarine Sciaenidae. Chesapeake. *Science*, 16: 104–114.
- Sumpton, W. and Greenwood, J. (1990). Pre- and post-flood feeding ecology of four species of juvenile fish from the Logan Albert estuarine system. Moreton Bay, Queensland. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 41: 795–806.
- Vega, C.M.E. (1998). Trama trófica de la comunidad neotónica asociada al ecosistema de manglar en el litoral norte de Yucatán. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, 170 pp.
- Wootton, R.J. (1990). *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall, New York, 404 pp.
- Yáñez, A.A. y Nugent, R.S. (1977). El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *Anales Centro Cien. Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México*, 4(1): 107–114.