

**RELACIONES TROFICAS DE LOS PECES ASOCIADOS A UN
MANTO DE *Macrocystis pyrifera* EN LA
BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

**TROPHIC RELATIONS AMONG FISHES ASSOCIATED TO A
KELP FOREST, *Macrocystis pyrifera* , IN BAHIA DE TODOS SANTOS,
BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

María Elena Díaz Díaz ¹
M. Gregory Hammann ²

¹ Universidad de Guadalajara. Facultad de Ciencias.
Boulevard a Tlaquepaque y Corregidora s/n.
Guadalajara, Jalisco.

² Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada,
Apdo. Postal No. 2732. Ensenada, BC México.
US Mailing Address: P. O. Box 4844, San Ysidro, Ca.

Díaz Díaz María Helena y Hammann Gregory. Relaciones tróficas de los peces asociados a un manto de *Macrocystis pyrifera* en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Trophic Relations among Fishes Associated to a Kelp Forest *Macrocystis pyrifera*, in Bahía de Todos Santos, Baja California, Mexico. Ciencias Marinas 13(4):81-96, 1987.

RESUMEN

Se investigaron los hábitos alimenticios de cinco especies de peces asociados a un manto de *Macrocystis pyrifera* en la Bahía de Todos Santos, BC durante el período abril-octubre de 1982. Se capturaron mensualmente especímenes de *Semicossiphus pulcher* (vieja), *Halichoeres semicinctus* (vieja de las piedras), *Oxyjulis californica* (señorita), *Paralabrax clathratus* (cabrilla) y *Sebastes atrovirens* (roco) mediante arpón y buceo autónomo. Se encontró que estas especies son carnívoros y depredan principalmente sobre la epifauna de invertebrados bentónicos que colonizan el sustrato rocoso y algal. La cabrilla también depreda sobre la fauna móvil de la columna del agua como los eufásidos, mrisidos y peces.

ABSTRACT

The feeding habits of five species of fishes associated to a kelp forest, *Macrocystis pyrifera*, in Bahía de Todos Santos, BC were studied during April-October of 1982. Specimens of *Semicossiphus pulcher* (sheepshead), *Halichoeres semicinctus* (rock wrasse), *Oxyjulis californica* (señorita), *Paralabrax clathratus* (kelp bass) and *Sebastes atrovirens* (kelp rockfish) were collected monthly using SCUBA and a "Hawaiian Sling." These species were found to be carnivorous and prey principally upon the benthic invertebrates that colonize the algal and rocky substrate. The kelp bass also preys on euphausiids, mysids and young fishes from the water column.

INTRODUCCION

Los bosques submarinos de macroalgas del sur de California se encuentran en su mayoría dominados por una sola especie, *Macrocystis pyrifera*, que se distribuye desde Sitka, Alaska, EUA hasta Punta San Hipolito, Baja California (Limbaugh, 1955). Estos mantos de algas proveen refugio y alimento a una gran variedad de organismos marinos, de los cuales se puede destacar el abulón y la langosta. Las relaciones depredador-presa de los organismos que habitan estos sistemas son muy complejos y, para entender el sistema arrecifal que representa, es necesario estudiar las relaciones trofodinámicas entre sus varios componentes (North, 1971).

Los peces asociados a los mantos de macroalgas tienen importancia comercial y deportiva. Un gran porcentaje de los peces que se venden en el Mercado de Pescados y Mariscos del puerto de Ensenada, BC, son de hábitats arrecifales (rocosos o algales). Gran parte de los estudios que se han realizados sobre los hábitos alimenticios de los peces asociados a estos sistemas fueron sólo una parte de extensos programas de investigación llevados a cabo en los Estados Unidos de América para conocer la biología general de los mantos de *Macrocystis pyrifera*. Por lo mismo, la información disponible sobre las relaciones tróficas de los peces es escasa y no resultado de estudios sistemáticos. Entre las mejores contribuciones destacan los trabajos de Limbaugh (1955), Jones (1971), North (1971), North y Hubbs (1968) y Feder *et al.* (1974).

En México existe muy poca información en cuanto a las diversas comunidades arrecifales de que disponemos. En los últimos años, esta clase de estudios ha cobrado mayor importancia, a medida que se ha hecho prioritaria la necesidad de cuantificar los recursos marinos con que se cuenta, con el objeto de llegar a explotarlos racionalmente. El objetivo de la presente investigación fue conocer las relaciones tróficas entre cinco de las especies de peces importantes en la comunidad arrecifal asociada a la macroalga *Macrocystis pyrifera* en la Bahía de Todos Santos. Las especies estudiadas fueron la vieja, *Semicossyphus pulcher*, la vieja de las piedras, *Halichoeres*

INTRODUCTION

The submarine forests of macroalgae of Southern California are, for the most part, dominated by one species, *Macrocystis pyrifera*, that is distributed from Sitka, Alaska, to Punta San Hipolito, Baja California (Limbaugh, 1955). These kelp beds provide refuge and food resources to a great variety of marine organisms, including the commercially important lobster and abalone. The predator - prey relations of the organisms that reside in these systems are complicated, and to more completely understand the reef system represented by these kelp beds, it is necessary to study the trophodynamic relationships between its several components (North, 1971).

The fishes associated to the kelp beds are important both commercially and in the sport fishery. A large percentage of those species sold in the Public Market of Fish and Seafood of the port of Ensenada, BC, are of rocky or algal reef habitats. Most of the published studies on the feeding habits of these species of fishes, were part of larger research programs in the United States focused on the general biology of the kelp, *Macrocystis pyrifera*. As a result, the available information on the trophic relations of the fish species is scarce and did not result from systematic studies. Among the better contributions, the works of Limbaugh (1955), Jones (1971), North (1971), North and Hubbs (1968) and Feder *et al.* (1974) should be noted.

There is little or no information on the diverse reef communities along the long Mexican coastline. In recent years, such studies have increased in importance due to the necessity of quantifying and describing the national marine resources with the goal of facilitating and enhancing their adequate management. The objective of this study was to describe the trophic relations between five of the common species of fishes important in the reef community of a kelp, *Macrocystis pyrifera*, bed in Bahía de Todos Santos. The species studied were the sheephead, *Semicossyphus pulcher*, the rock wrasse, *Halichoeres semicinctus*, the señorita, *Oxyjulis californica* (Labidae), the kelp bass *Paralabrax clathratus* (Serranidae) and the kelp rockfish, *Sebastes*

semicinctus, la señorita, *Oxyjulis californica* (Labridae), la cabrilla, *Paralabrax clathratus* (Serranidae) y el rocot, *Sebastes atrovirens* (Scorpaenidae), por su importancia y mayor disponibilidad al arte de pesca.

Area de estudio

La Bahía de Todos Santos se encuentra a 100km de la frontera de México y EEUU sobre la costa Pacífica de Baja California, entre los 31°40' y 31°56' N de latitud y los 116°36' y los 116°50' OE de longitud.

Las temperaturas máximas se presentan durante el mes de septiembre (24.0°C) y las mínimas en el mes de abril para la superficie (14.8°C), y el mes de mayo a los 15m de profundidad (13.3°C); la variación anual de la temperatura es de 10.7°C (Grijalva-Ch. *et al.*, 1985). En primavera, cuando tiene lugar el período de surgencias de la región, se forma una marcada termoclina entre la superficie y el fondo (Hubbs y Roden, 1964). Existe una fuerte dominancia del viento en dirección noroeste (Secretaría de Marina, 1974).

La zona de muestreo, conocida localmente como Rincón de las Ballenas se localiza en la parte sureste de la Bahía (Fig. 1.) a 500m de la línea de costa. Presenta condiciones semiprotegidas; el sustrato está formado por arena gruesa y cantos rodados, y la profundidad oscila con la marea entre los ocho y los 15m.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron colectas mensuales de las cinco especies durante el período abril-octubre 1982 mediante buceo autónomo y arpón. Inmediatamente después de haber sido arponeado, cada individuo fue subido a la lancha, donde se le inyectó al estómago una solución de formol a 10% neutralizado con borato de sodio. Se tomó nota del comportamiento del pez previo a ser arponeado y si regurgitó luego de ser capturado. Todos los ejemplares capturados fueron trasladados al laboratorio donde se les extrajeron los estómagos, mismos que se preservaron en alcohol etílico al 70%.

atrovirens (Scorpaenidae), due to their importance and their availability to the sampling method.

Study area

Bahía de Todos Santos is located 100km south of the border between Mexico and the United States of America, on the Pacific coast of the Baja Californian Peninsula, between 31°40' and 31°56' latitude and 116°36' and 116°50' W longitude.

Maximum temperatures (24.0°C) are during September and minimums are during April at the surface (14.8°C), and May at 15m depth (13.3°C); the annual variation in temperature is 10.7°C (Grijalva *et al.*, 1985). During spring upwelling, a marked thermocline forms (Roden and Hubbs, 1964). Dominating winds are from the northeast (Secretaría de Marina, 1974).

The sampling area, locally named Rincón de las Ballenas, is located in the south-eastern corner of the Bay (Fig. 1), about 500m from the coast. It is semi-protected and the substrate is coarse sand and rocks; the depth oscillates with the tide between 8 and 15m.

MATERIALS AND METHODS

Monthly collections of the five species were made during the period of April to October, 1982, with the aid of SCUBA and a "Hawaiian Sling." Immediately after being speared, each fish was taken to the surface where 10% neutralized formalin was injected into the abdominal cavity and stomach. The behavior and the occurrence of regurgitation of each specimen before and after being speared was noted. All specimens were taken to the laboratory where they were measured and weighed, their sex was determined and their stomachs were removed and preserved in 70% ethyl alcohol.

The analysis and species identification of each prey item was affected by the degree of deterioration present; it was not always possible to count the individuals. Therefore, although, when possible, prey were identified to species level, data were normalized to a

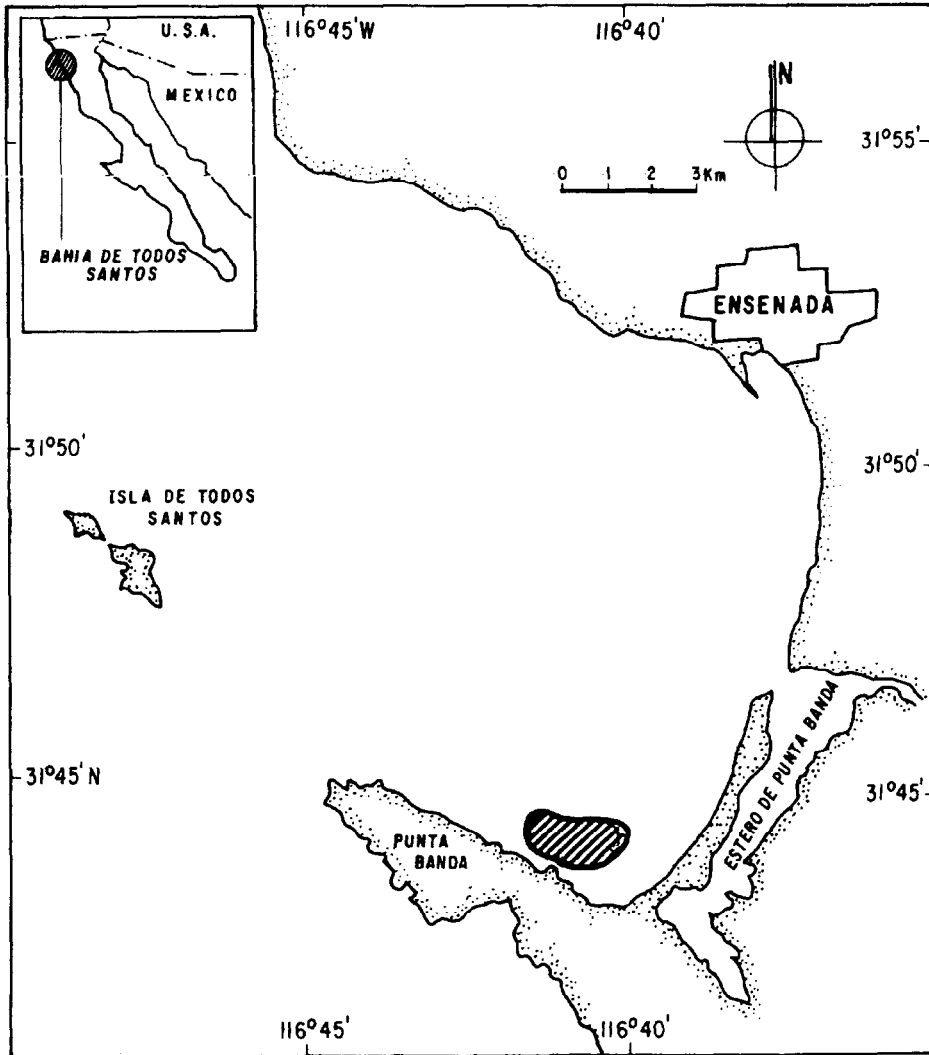


Figura 1. Localización del área de estudio y el manto de *Macrocyctis pyrifera* en la Bahía de Todos Santos. BC México.

Figure 1. Location of the study area and the kelp bed *Macrocyctis pyrifera* in Todos Santos Bay. BC Mexico.

La identificación y análisis de cada presa estuvo supeditada al grado de deterioro; no siempre se pudo contar los individuos. Por tal razón, aunque se le identificó a nivel de especie cuando fue posible, los datos se normalizaron a un nivel taxonómico común. No obstante, la información a nivel especie provee los primeros conocimientos regionales de fauna no fctica asociada a los mantos.

common taxonomic level. Nevertheless, the information on a species level provides us with some preliminary knowledge on the regional invertebrate fauna associated to the kelp bed system.

The wet weight and, when possible, the number of individuals was determined for each type of prey. Data for the identifiable prey

A cada tipo de presa, se determinó el peso húmedo y, cuando fue posible, el número de individuos. Los datos de las presas identificables se representaron como el porcentaje numérico (%N), el porcentaje gravimétrico (%PESO) y el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (% FO). El porcentaje de los contenidos que no se pudo identificar fue cuantificado como expresión del grado de digestión general del grupo de estómagos analizados. Cuando fue posible determinar el %N, se calculó el Índice de Importancia Relativa (IIR) según Pinkas *et al.* (1971); esto se representa gráficamente como el porcentaje de IIR.

Para confirmar la validez del número de muestra para cada especie, se graficó el número acumulativo de categorías de presas observadas contra el número de estómagos analizados según el método de Pielou (1966) modificado por Hurtubia (1973) y Hoffman (1978). El número de estómagos que corresponde con el punto de inflexión de la curva representa el número mínimo necesario.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 100 estómagos, ninguno de los cuales estaba vacío. La tabla I presenta el número de estómagos analizados, el promedio y desviación estándar del peso y longitud total y la razón de sexos para cada especie. La selección del arponeo como método de captura es evidente en la pequeña desviación estándar en talla para cada especie. En la figura 2, se nota que según la diversidad de presas para cada depredador, el número de estómagos analizados en todos los casos fue mucho mayor que el nivel crítico de representatividad.

La dieta de las cinco especies se compuso de 13 grupos taxonómicos mayores, más un grupo designado como "otros" y material orgánico no identificable (MONI). El porcentaje de MONI fue siempre menor de 25%, excepto en *S. pulcher* (30%) y *O. californica* (47%) (Tabla II). En el apéndice se incluye una lista de las especies de presas para cada depredador, aunque hay que recordar que en muchos casos no se pudo identificar hasta

items are represented as percent number (%N), percent weight (%Wt), and the percent frequency of occurrence (%FO). The non-identifiable fraction of the total stomach contents was quantified to represent the general degree of digestion of the group of stomachs analyzed. When possible, the Index of Relative Importance (IRI) was calculated following Pinkas *et al.* (1971); this was represented graphically as percent IRI.

To confirm the validity of the sample size of the stomachs analyzed for each species, the cumulative number of prey categories was plotted against the pooled number of stomachs in each group following the method of Pielou (1966) as modified by Hurtubia (1973) and Hoffman (1978). The number of stomachs at the inflection point represents the minimum sample size necessary.

RESULTS

A total of 100 stomachs were analyzed, none of which were empty. Table I presents the sample size, average +/- standard deviation of the total length and weight, and the sex ratio for each of the five species. The selectivity of the "Hawaiian Sling" as a capture technique is quite evident from the small variation in the size of the collected fish. Figure 2 shows the prey diversity of each predator; the sample size in every case was greater than that needed for representivity.

The diet of the five species of fishes was composed of 13 major taxonomic groups, plus another group designated "others" and organic material not identifiable (MONI). The percent MONI was always below 25%, except in the case of *S. pulcher* (30%) and *O. californica* (47%) (Table II). A species list of the prey is included in the appendix, although in many cases, species identification was not possible; this list, therefore, is not complete, and only provides preliminary information of the prey fauna.

It was not possible to count the prey items of the labrids because all were destroyed when consumed. Therefore, IRI is not presented, but only percent weight to represent the relative importance. In general, the

Tabla I. Características de las muestras de estómagos analizados para cada especie de pez estudiada.

Table I. Characteristics of the samples analyzed for each fish species.

| Especie | N | LT $\bar{X} \pm S$ (cm) | Peso $\bar{X} \pm S$ (gm) | Razon de sexos M:H |
|--|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| <i>Semicossyphus pulcher</i> (vieja) | 24 | 29.8 ± 2.1 | 530.6 ± 15.6 | 1.08:1 |
| <i>Halichoeres semicinctus</i> (viaja de las piedras) | 25 | 22.4 ± 1.7 | 187.6 ± 8.2 | 0.79:1 |
| <i>Oxijulis californica</i> (señorita) | 15 | 19.7 ± 1.1 | 96.0 ± 4.6 | 1.14:1 |
| <i>Paralabrax clathratus</i> (cabrilla) | 28 | 23.7 ± 2.0 | 212.1 ± 10.1 | 1.10:1 (7 juv.) |
| <i>Sebastes atrovirens</i> (rocot) | 8 | 28.5 ± 1.7 | 403.8 ± 98.4 | 2.00:1 (2 juv.) |

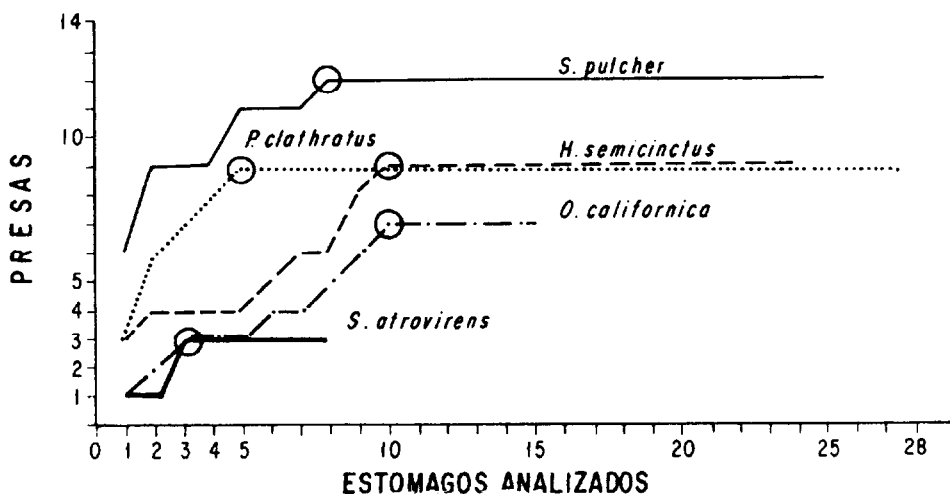


Figura 2. Número de estómagos analizados contra el número de presas acumulativas encontradas para cada especie de pez estudiada. El círculo representa el tamaño mínimo necesario de estómagos para que el análisis sea representativo.

Figure 2. Pooled number of stomachs analyzed vs. the cumulative number of prey species for each of the five fish species studied. The circle represent the minimum sample size necessary for the analysis to be representative.

nivel especie. Por lo tanto, esta lista no es completa; no obstante, provee información preliminar sobre la fauna presente.

Para los lábridos no fue posible cuantificar la abundancia de las presas debido a que todas fueron encontradas destruidas. Por lo anterior, no se presenta la IIR sino sólo el

biomass of the diet of these three species was dominated by species of the suborder (section) Brachyura which constituted 65.7, 73.3 and 35.8% of the identifiable prey weight of *S. pulcher* (Fig. 3a), *H. semicinctus* (Fig. 3b) and *O. californica* (Fig. 3c), respectively. Only in *O. californica* were bryozoans important composing 37.7% of the weight of identifiable

Tabla II. Composición de la dieta de las cinco especies de peces estudiadas.
Table II. Composition of the diet of the five species of fishes studies.

| Presa | A | | B | | C | | D | | | E | | | | |
|---------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|------|---------|---------|----|------|
| | WT | %F O | %W T | %F O | %W T | %F O | %W T | %F O | %N | IIR | %W T | %F O | %N | IIR |
| Braquiuros | 65.7 | 88 | 73.3 | 80 | 35.8 | 26 | 11.5 | 29 | 2 | 319 | — | — | — | — |
| Briozoarios | — | — | 12.8 | 28 | 37.7 | 26 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Ofiuridos | — | — | 3.5 | 24 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Isópodos | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 5.2 | 50 | 3 | 350 |
| Eufásidos | — | — | — | — | — | — | 20.5 | 36 | 32 | 1728 | — | — | — | — |
| Carideos | 10.0 | 25 | — | — | — | — | 16.7 | 75 | 28 | 3075 | 80.5 | 75 | 32 | 7050 |
| Equinoidea | 10.0 | 29 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Polyplacoidea | — | — | — | — | 7.6 | 13 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Bivalva | 5.7 | 33 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Gasterópoda | 2.9 | 54 | 3.5 | 64 | 9.4 | 53 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Músidos | — | — | — | — | — | — | 1.3 | 22 | 8 | 187 | — | — | — | — |
| Anfípoda | 2.9 | 58 | 3.5 | 52 | 7.6 | 47 | 1.3 | 47 | 21 | 1100 | 14.3 | 62 | 67 | 4910 |
| Peces | — | — | — | — | — | — | 44.9 | 18 | 2 | 666 | — | — | — | — |
| Otros | 2.9 | 67 | 3.5 | 40 | 1.9 | 40 | 3.8 | 36 | 6 | 324 | — | — | — | — |
| TOTAL | 100 | — | 100 | — | 100 | — | 100 | — | 100 | — | 100 | — | — | — |
| MONI | 30 | 42 | 14 | 24 | 47 | 47 | 22 | 46 | — | — | 23 | 50 | — | — |

A = *Semicossyphus pulcher*, B = *Halichoeres semicinctus*, C = *Oxyjulis californica*,
D = *Paralabrax clathratus*, E = *Sebastes atrovirens*

porcentaje de peso para representar la importancia relativa. En general, los braquiuros dominaron la biomasa de la dieta de estas tres especies ya que constituyeron el 65.7%, el 73.3% y el 35.8% del peso identificable de la dieta de *S. pulcher* (Fig. 3a), *H. semicinctus* (Fig. 3b) y *O. californica* (Fig. 3c), respectivamente. Sólo en *O. californica*, los briozoarios fueron muy importantes en la dieta (37.7% del peso de las presas identificadas). Los equinodermos se encontraron únicamente en la dieta de *S. pulcher* (10%). Los anfípodos y los gasterópodos se encontraron para las tres especies; los gasterópodos fueron más importantes para la dieta de *O. californica* (9.4%).

P. clathratus se alimenta principalmente de crustáceos asociados al arrecife; los carideos, eufásidos y los anfípodos fueron los grupos más importantes respectivamente según el índice de importancia relativa (Fig. 4a). A pesar de lo anterior, los peces también fueron importantes, representando el 44.9% de la biomasa consumida, aunque sólo el 2% de la

prey. Echinoderms (10% wt) were found only in *S. pulcher*. Amphipods and gastropods were present in the diet of all three species; gastropods were most important in the diet of *O. californica* (9.4%).

P. clathratus preys principally on the crustaceans associated to the reef; caridean shrimps, euphausiids and amphipods were the most important groups, respectively in IRI (Fig. 4a). In addition to the previously mentioned groups, fishes were also important, representing 44.9% of the consumed biomass (identifiable fraction), although only 2% of the numerical abundance and 18% in frequency of occurrence (Fig. 4b). Combining the three diet measures, juvenile fish hold fourth place in relative importance (IRI) as a prey item.

The diet of *S. atrovirens* is dominated by caridean shrimp and amphipods according to the IRI (Fig. 5a). Although amphipods were very abundant (67% N), they were very small and only composed 14.3% of the identi-

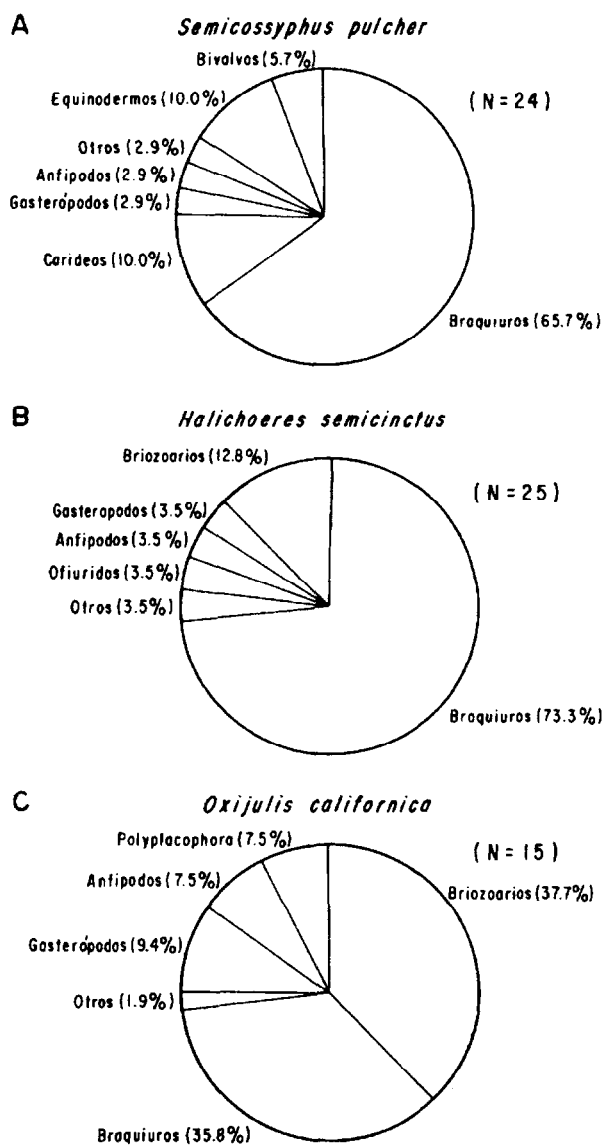


Figure 3. Porcentaje relativo en peso húmedo de los grupos presas en los contenidos estomacales de A) *Semicossyphus pulcher*, B) *Halichoeres semicinctus*, y C) *Oxijulis californica*.
Figure 3. Relative percent wet weight of the prey groups for A) *Semicossyphus pulcher*, B) *Halichoeres semicinctus*, C) *Oxijulis californica*.

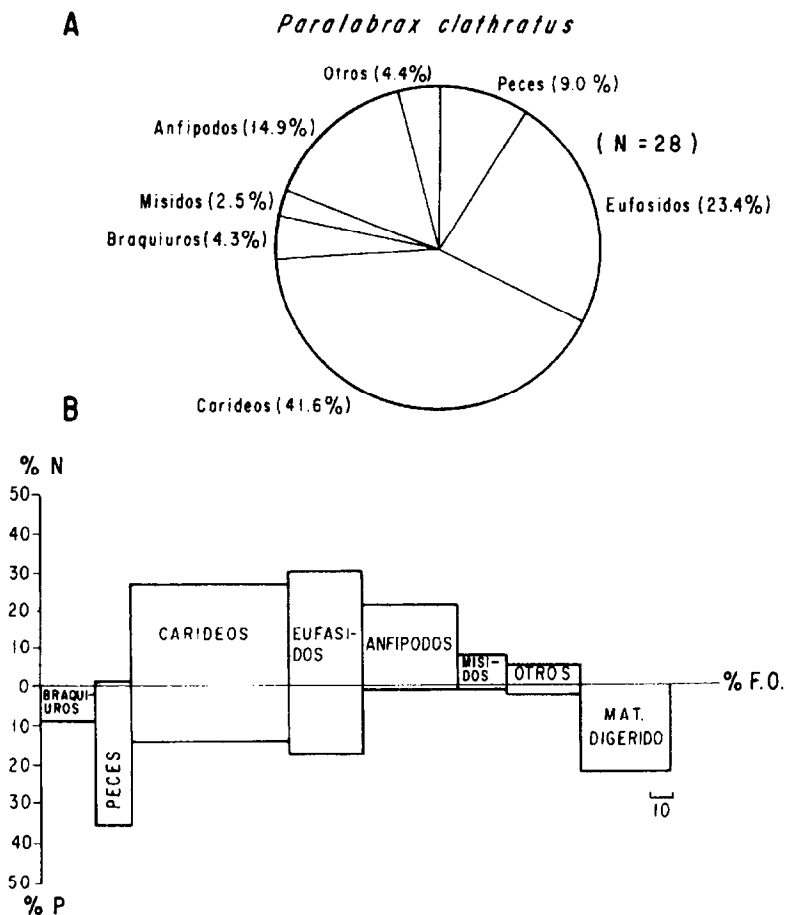


Figura 4. A) Porcentaje del Índice de Importancia Relativa (IIR) y B) los porcentajes numéricos (%N), peso (%Wt), y de frecuencia de ocurrencia (%FO) de los grupos presas en la dieta de *Paralabrax clathratus*.

Figure 4. A) Percent Index of Relative Importance (IRI) and B) relative percent number (%N), percent weight (%Wt) and percent frequency of occurrence (%FO) for the prey groups of *Paralabrax clathratus*.

abundancia numérica y 18% de frecuencia de ocurrencia (Fig. 4b) y, por lo tanto, tomaron el cuarto lugar en importancia según el IIR.

La dieta de *S. atrovirens* se vió dominada por los carideos y los anfípodos según el IIR (Fig. 5a). Aunque los anfípodos eran muy abundantes (67%), eran pequeños y sólo aportaron el 14.3% a la biomasa de los contenidos estomacales; los carideos proporcionaron más del 80% a la biomasa total consumida (Fig. 5b). Aunque no dominantes,

able biomass; carideans proportioned over 80% (Fig. 5b). Although they did not dominate, isopods were more important (2.8% IRI) in the diet of this rockfish than in the four other species analyzed.

In the species analysis, 48 prey species were identified from 32 families, seven classes and five phyla (Appendix). More than 90% of the identified species were benthic invertebrates. The mobile fauna from the water column, is represented by three prey groups.

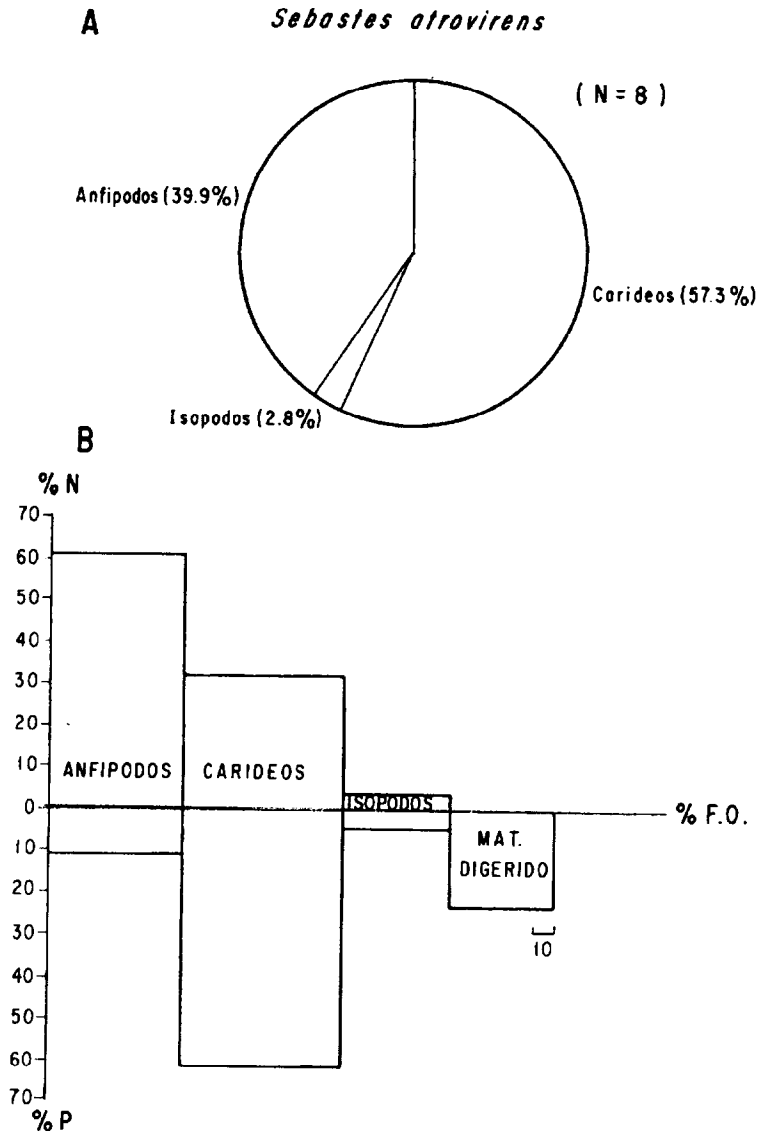


Figura 5. A) Percent Index of Relative Importance (IRI) and **B)** relative percent number (%N), percent weight (%Wt) and percent frequency of occurrence (%FO) for the prey groups of *Sebastes atrovirens*.

Figure 5. A) Percent Index of Relative Importance (IRI) and **B)** relative percent number (%N), percent weight (%Wt) and percent frequency of occurrence (%FO) for the prey groups of *Sebastes atrovirens*.

los isópodos fueron más importantes (2.8% IIR) en la dieta de este rocot que en la dieta de las demás especies.

euphausiids, mysids and juvenile fish. The only species of euphausiid, *Nyctiphanes simplex*, appeared in great quantities in the diet

En el análisis específico, se identificaron 48 especies de presas pertenecientes a 32 familias, siete clases y cinco filos (Apéndice). Más del 90% del total de las especies identificadas fueron especies bentónicas. Entre la fauna móvil de la columna del agua se encontraron solamente tres grupos presas: los eufásidos, mísidos y juveniles de peces. La única especie del eufásido, *Nyctiphanes simplex*, apareció en grandes cantidades en la dieta de *P. clathratus*, a veces como la única presa de todo el contenido estomacal. Los mísidos y peces no pudieron ser identificados. Entre los carídeos, aparecieron muy comúnmente *Heptacarpus palpator* y *H. taylori*. Las únicas especies de isópodos encontradas fueron *Isothea resecata* y *Limnoria sp.* Cuando se pudo identificar las especies de los braquiuros, *Pugettia dalli*, *Pilumnus spinohursutus*, *Lophopanopeus leucomanus leucomanus* y *Pelia tumida* fueron comunes.

DISCUSION

Las cinco especies de peces estudiadas utilizan principalmente los organismos bentónicos como fuente de alimento; solamente *P. clathratus* se alimenta preferentemente de organismos provenientes de la columna de agua. Es interesante recordar que las especies bentónicas constituyeron más del 90% del total de las especies identificadas en este trabajo.

Entre la fauna móvil, se encontraron solamente tres grupos presas: eufásidos, mísidos y juveniles o larvas de peces. El eufásido *Nyctiphanes simplex*, única especie que se presentó en los contenidos estomacales, es típicamente costera y muy abundante en aguas de Baja California (Brinton, 1981).

Las tres especies de lábridos convergen en un patrón alimenticio muy similar, donde el componente principal común son los braquiuros. Estudios realizados por Limbaugh (1955) y por Feder *et al.* (1974), donde se observaron directamente los hábitos alimenticios de *S. pulcher*, indicaron que el erizo y el mejillón eran los alimentos preferidos. Esto difiere de nuestros resultados y posiblemente se debe a diferencias en la disponibilidad

of *P. clathratus*, at times it was the only species present in the stomach. *Heptacarpus palpator* and *H. taylori* were common caridean species. The only species of isopods were *Isothea resecata* and *Limnoria sp.* When species identification was possible, *Pugettia dalli*, *Pilumnus spinohursutus*, *Lophopanopeus leucomanus leucomanus* and *Pelia tumida* were common brachyurans.

DISCUSSION

The five species of fishes that were studied utilize principally benthic organisms as their food source; only *P. clathratus* preferentially preys upon organisms from the water column. It is interesting to remember that benthic organisms composed over 90% of the identified prey species.

The mobile fauna was represented by three prey groups, euphausiids, mysids and larvae and juvenile fishes. The only species of euphausiids found in the stomach contents, *Nyctiphanes simplex*, is typically found near the coast and is very abundant in Baja Californian waters (Brinton, 1981).

The three species of labrids converge on a similar diet with the principal common component is brachyuran crabs. Studies by Limbaugh (1955) and Feder *et al.* (1974), where they directly observed the feeding habits of *S. pulcher*, indicated that sea urchins and mussels were the preferred prey. This is different from our results and may be due to differences in the relative availability of these species in the environment. During the 1960's and 70's, in Southern California where Limbaugh and others were studying the kelp forests, there was a drastic explosion in the populations of sea urchins which severely impacted the kelp (North and Pearse, 1970; Mattison *et al.*, 1977). This unusually high abundance of sea urchins would have certainly been reflected in their diet. In Bahía de Todos Santos, no such population explosion of sea urchins has occurred.

The dietary components of *H. semicinctus* and *O. californica* agree with the consumption of small benthic invertebrates as reported by Limbaugh (1955) and Quast

relativa de las presas en el medio natural. Durante las décadas de los sesentas y los setentas, en el sur de California donde trabajaron los autores antes mencionados, hubo una explosión de las poblaciones del erizo, la cual tuvo un impacto severo sobre los mantos de macroalgas (North y Pearse, 1970; Mattison *et al.*, 1977). Esta alta abundancia de erizos, seguramente se hubiera reflejado en la dieta de los peces de la familia Labridae. En la Bahía de Todos Santos, no hubo tal explosión poblacional de erizo.

Los componentes dietéticos de *H. semicinctus* y *O. californica* concuerdan con el consumo de pequeños invertebrados bentónicos reportado por Limbaugh (1955) y Quast (1968). En el presente estudio, estas dos especies, como *S. pulcher*, se alimentaron fuertemente sobre braquiuros, aunque en el caso de *O. californica*, los briozoarios fueron ligeramente más importantes. Los anfípodos fueron un alimento mucho más importante para estas dos especies que para *S. pulcher*. Esto lo evidencia su porcentaje numérico más alto, así como una frecuencia de ocurrencia relativamente grande. Dado que este último parámetro refleja el comportamiento alimenticio del pez, la aparición muy frecuente de esta presa en el contenido estomacal indicaría que una parte importante de la energía del pez está siendo utilizado en la captura de ese tipo particular de alimento (Cailliet, 1976).

Para las tres especies de lábridos, no se observó comportamiento de simbiosis limpiadora ni especies de ectoparásitos en los contenidos estomacales. Esta simbiosis ha sido comunmente reportada para miembros de esta familia (Hobson, 1971; Gorlick *et al.* 1978; Losey, 1979), especialmente para las especies de boca pequeña como *H. semicinctus* y *O. californica* o juveniles de especies más grandes como es el caso de *S. pulcher*. La ausencia de esto en la Bahía de Todos Santos es interesante; tampoco, se ha observado tal grado de parasitismo que lo induciría.

La abundancia de las presas en *P. clathratus* y *S. atrovirens* indica patrones de alimentación que difieren en cierto grado del utilizado por los lábridos, y concuerdan con lo reportado por Limbaugh (1955) y Quast

(1968). In the present study, these two species, like *S. pulcher*, preyed heavily on brachyuran crabs, although bryozoans were slightly more important in the case of *O. californica*. Amphipods were much more important for these two species than for *S. pulcher*, as suggested by their greater numeric abundance and relatively high frequency of occurrence. Because the frequency of occurrence generally reflects feeding behavior, the high occurrence of amphipods in the diet of this fish indicates that an important part of its energy is being allocated in the capture of this particular prey (Cailliet, 1976).

For the three species of labrids, cleaning symbiosis was not observed and no ectoparasitic organisms were found in the stomach contents. Cleaning behavior has been reported to be very common for this family of fishes (Hobson, 1971; Gorlick *et al.* 1978; Losey, 1979), especially for those species with small mouths like *H. semicinctus* and *O. californica* or juveniles of species with large mouths like *S. pulcher*. The absence of this behavior in Bahía de Todos Santos is interesting; parasitism to such a degree that would induce it has also not been observed in the Bay.

The prey abundance in the diets of *P. clathratus* and *S. atrovirens* indicates a feeding pattern different from that of the labrids, and agrees with that reported by Limbaugh (1955) and Quast (1968). Limbaugh (1955) showed that the diet of *P. clathratus* is composed principally of small fishes, crustaceans and squid. Quast (1968) found that crustaceans, molluscs and small fishes were important, but that the diet could drastically change with age. Limbaugh (1955) and Feder *et al.* (1974) observed that *S. atrovirens* feeds principally on small crustaceans; this agrees with the diet of caridean shrimps, amphipods and isopods reported here.

The identified species of brachyuran crabs are common inhabitants of the rhizoides of *Macrocystis* (Feder *et al.*, 1974); only *Pilumnus spinohirsutus* and *Lophopanopeus leucomanus leucomanus* commonly habitate the rocks, or bury themselves in the sand (Allen, 1977). Limbaugh (1955) reported that *Peliam tumida* and *Mimulus foliatus* are extremely

APENDICE. Lista taxonómica de las presas encontradas en los contenidos estomacales de las cinco especies de peces estudiadas.

| Taxon | A | B | C | D | E |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|
| Phylum Mollusca | | | | | |
| Clase Gastropoda | | | | | |
| Familia Trochidae | | | | | |
| <i>Calliostoma annulatum</i> | X | X | | | |
| <i>Norrissia norrissi</i> | | X | | | |
| Familia Rissoidea | | | | | |
| <i>Barleeia acuta</i> | X | X | | | |
| Familia Cerithidae | | | | | |
| <i>Bittium interfossa</i> | | | | X | |
| Familia Triviidae | | | | | |
| <i>Erato vitellina</i> | X | X | | | |
| <i>E. columbella</i> | X | | | X | |
| Familia Columbellidae | | | | | |
| <i>Amphissa versicolor</i> | X | | | X | |
| <i>Alia carinata</i> | | X | | X | |
| <i>Mitrella aurantiaca</i> | X | X | X | | |
| <i>M. tuberosa</i> | X | | | | |
| Familia Nassariidae | | | | | |
| <i>Nassarina sp.</i> | X | | | | |
| Familia Olividae | | | | | |
| <i>Olivella biplicata</i> | X | | | | |
| Familia Marginellidae | | | | | |
| <i>Volvarina taeniolata</i> | | | | X | |
| Familia Nassariidae | | | | | |
| <i>Nassarius fossatus</i> | | | | X | |
| Subclase Opisthobranchia | | | | | |
| Familia Cephalaspidae | | | | | |
| <i>Acteocina inculta</i> | | X | | | |
| Clase Polyplacophora | | | | | |
| Familia Ischnochitonidae | | | | | |
| <i>Lepidozona cooperi</i> | X | | X | X | |
| <i>L. californiensis</i> | | X | | X | |
| Clase Bivalvia | | | | | |
| Familia Pectinidae | | | | | |
| <i>Leptopecten monotimeris</i> | | | X | | |
| Familia Limidae | | | | | |
| <i>Lima hemphilli</i> | X | | | | |
| Familia Hiatellidae | | | | | |
| <i>Hiatella arctica</i> | X | X | | | |
| Phylum Arthropoda | | | | | |
| Clase Malacostraca | | | | | |
| Orden Isopoda | | | | | |
| Familia Limnoriidae | | | | | |
| <i>Limnoria sp.</i> | | X | X | X | X |
| Familia Idoteidae | | | | | |
| <i>Idotea resecata</i> | | X | | X | X |
| Orden Amphipoda | | | | | |
| Familia Ampeliscidae | | | | | |
| <i>Ampelisca pacifica</i> | X | X | X | X | X |
| Familia Amphitoidae | | | | | |
| <i>Amphithoe lacertosa</i> | | X | X | X | X |
| <i>A. plea</i> | X | | | X | |

APENDICE: (Continuación)

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Familia Amphilochidae | | | | |
| <i>Gitanopsis</i> sp. | | X | X | |
| Familia Aoridae | | | | |
| <i>Aoroides columbiae</i> | X | | X | |
| Familia Corophidae | | | | |
| <i>Erichtonius brasiliensis</i> | X | X | | X |
| Familia Gammaridae | | | | |
| <i>Elasmopus serricatus</i> | X | | X | |
| Orden Euphausiacea | | | | |
| Familia Euphausiidae | | | | |
| <i>Nyctiphanes simplex</i> | | | | X |
| Orden Misidacea | | | | |
| Orden Decapoda | | | | |
| Sección Caridea | | | | |
| Familia Alpheidae | | | | |
| <i>Alpeus bellimanus</i> | | | | X |
| Familia Hippolytidae | | | | |
| <i>Hippolyte clarki</i> | | | | X |
| <i>H. californiensis</i> | X | | | X |
| <i>Heptacarpus palpator</i> | | | | X |
| <i>H. taylori</i> | | | | X |
| <i>H. simpsoni</i> | | | | X |
| Familia Crangonidae | | | | |
| <i>Mesocrangon munitella</i> | | | | X |
| Sección Brachiura | | | | |
| Familia Majidae | | | | |
| <i>Pugettia dalli</i> | X | X | | X |
| <i>Mimulus foliatus</i> | | | | X |
| <i>Pelia tumida</i> | X | X | | X |
| Familia Cancrida | | | | |
| <i>Cancer antennarius</i> | | | | X |
| <i>Cancer</i> sp. | X | | | X |
| Familia Xanthidae | | | | |
| <i>Lophophanopeus bellus diegensis</i> | | | X | X |
| <i>L. leucomanus leucomanus</i> | X | | | |
| <i>Pilumnus spinohirsutus</i> | X | | | |
| Phylum Bryozoa | | X | X | |
| Phylum Echinodermata | | | | |
| Clase Ophiuroidea | | | | |
| Familia Amphiuroidae | | | | |
| <i>Amphipholis squamata</i> | | X | | |
| Familia Ophiotricidae | | | | |
| <i>Ophiotrix spiculata</i> | | X | | X |
| Clase Echinoidea | | | | |
| Familia Strongylocentrotidae | | | | |
| <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> | X | X | | |
| Phylum Chordata | | | | |
| Clase Osteichthyes | | | | X |

A = *Semicossyphus pulcher* B = *Halichoeres semicinctus* C = *Oxyjulis californica*
 D = *Paralabrax clathratus* E = *Sebastes atrovirens*

(1968). Limbaugh (1955) señaló que la dieta de *P. clathratus* se compone principalmente de peces pequeños, crustáceos y calamar. Quast (1968) encontró que se alimenta de crustáceos, moluscos y peces pequeños, pero que su dieta puede cambiar drásticamente con la edad del organismo. Limbaugh (1955) y Feder *et al.* (1974) observaron que *S. atrovirens* se alimenta principalmente de pequeños crustáceos. Esto concuerda con la dieta de carídeos, anfípodos e isópodos aquí reportada.

Las especies identificadas de braquiuros habitan los rizoides de *Macrocystis* (Feder *et al.*, 1974); solamente *Pilumnus spinohirsutus* y *Lophopanopeus leucomanus leucomanus* tienen como hábitat más común las rocas, o bien el enterrarse entre la arena (Allen, 1977). Limbaugh (1955) reportó que *Pelia tumida* y *Mimulus foliatus* son extremadamente abundantes, habiendo observado densidades de 65 a 73 organismos por metro cuadrado en los rizoides de *Macrocystis* frente a la costa de California, EUA.

Poliquetos, anomuros, bivalvos y ofiuridos son también habitantes comunes en los mantos de algas (Andrews, 1945; Limbaugh, 1955) pero, a juzgar por los resultados obtenidos en el presente estudio, los peces analizados no mostraron un interés especial por este tipo de presas. Esto puede deberse a que son poco disponibles en la Bahía de Todos Santos (sin datos), o a la dificultad relativa de extraerlas de sus refugios o, en el caso de los anomuros y bivalvos, el gasto energético requerido para manejar las conchas no se encuentra balanceado por el valor calórico obtenido.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación activa y entusiasta de Roberto Inclán, Horacio de Anda y Roberto Enríquez en los buceos de colecta de ejemplares. Damos las gracias a Ann W. Townsend, Hans Bertsch, Ramón Bonfil y Yul Haasman por su inapreciable y desinteresada ayuda en la identificación de las especies de invertebrados. Se agradecen los comentarios y sugerencias sobre la primera versión de este trabajo de Anamaría Escofét, y, sobre la versión sometida, de dos revisores anónimos.

abundant, and observed densities between 65 and 73 organisms per square meter in the rhizoides of *Macrocystis* off the coast of southern California.

Polychaetes, anomuran crabs, bivalves and ophiurids are also common inhabitants in the kelp beds (Andrews, 1945; Limbaugh, 1955), but, judging from our results, the five species of fishes studied do not show a special interest for this type of prey species. This may be due to that they are not very abundant in Bahía de Todos Santos (no data), or the relative difficulty of extracting them from their refuges or shells, in the case of anomuran crabs and bivalves; the energetic cost of handling the prey may not be balanced by the caloric value obtained.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank active participation and enthusiasm of Roberto Inclán, Horacio De Anda and Roberto Enríquez in the field. We also thank Ann W. Townsend, Hans Bertsch, Ramón Bonfil and Yul Hassman the assistance in the species identification of many of the prey items. The comments and suggestions on the first draft by Anamaría Escofét, and the final draft by two anonymous reviewers greatly improved this paper and are appreciated.

The author translated this paper into English.

LITERATURA CITADA

Allen, J. A. (1977) Common Intertidal Invertebrates of Southern California. 2da. Ed. Peek Publ. 316p.

Andrews, H. J. (1945) The Kelp Beds of the Monterey Region. Ecology. 26: 24-37.

Brinton, E. (1981) Euphausiid Distributions in the California Current during the Warm Winter-Spring of 1977-78, in the Context of a 1949-1966 Time Series. Calcofi Rep. 22: 135-154.

Cailliet, G. M. (1976) Several Approaches to the Feeding Ecology of Fishes. In: C. A. Simenstad y S. J. Lipovsky (Eds), Fish Food Habit Studies. Wash. Sea Grant Press. 193p.

- Feder, H. M., Turner C. M., Limbaugh Y. C. (1974) Observations on Fishes Associated with Kelp Beds in Southern California. Calif. Dept. Fish and Game Bull. 160: 144p.
- Gorlick, D. L., Atkins P. D., y Losey G. S., Jr. (1978) Cleaning Stations as Water Holes, Garbage Dumps, and Sites For the Evolution of Reciprocal Altruism. Amer. Nat. 112(984): 341-353.
- Grijalva-Chon, J. M., Castro-Longoria R. C. y Hammann M. G. (1985) Temperatura y Visibilidad en la Bahía de Todos Santos, BC, México, Octubre de 1982 a Septiembre de 1983. Ciencias Marinas. 11(1): 39-48.
- Hobson, E. S. (1971) Cleaning Symbiosis among California Inshore Fishes. Fish. Bull. US 69: 491-523.
- Hoffman, M. (1978) The Use of Pielou Method to Determine Sample Size in Food Studies. pp56-61. In: S. J. Lipovsky y C. A. Simenstad (Eds.). Fish Food Habit Studies Proc. 2nd Pac. Northwest Tech. Workshop. Washington Sea Grant. Seattle.
- Hubbs, C. y Roden G. I. (1964) Oceanography and Marine Life along the Pacific Coast of Middle America. pp43-183. In: Natural Environment and Early Cultures. Handbook of Middle American Indians. Univ. Texas Press.
- Hurtubia, J. (1973) Trophic Diversity Measurement in Sympatric Predatory Species. Ecology. 52: 577-586.
- Jones, L. G. (1971) Studies on Selected Small Hervivore Invertebrates Inhabiting *Macrocystis* Canopies and Holdfasts in Southern California Kelp Beds. In: the Biology of Giant Kelp Beds (*Macrocystis*) in California. Nova Hedwigia. 32: 343-367.
- Limbaugh, C. (1955) Fish Life in the Kelp Beds and Effects of Harvesting. Univ. of Calif. Instit. Mar. Res. Imr Ref (55-9): 1-156.
- Losey, G. S., Jr. (1979) Fish Cleaning Symbiosis: Proximate Causes of Host Behavior. Anim. Behav. 27: 669-685.
- Mattison, J. E., Trent J. D., Shanks A. C., Akin T. B., y Pearse J. S. (1977) Movement and Feeding Activity of Red Sea Urchins (*Strongylocentrotus Franciscanus*) Adjacent to a Kelp Forest. Mar. Biol. 39: 25-30.
- North, W. J. (1971) The Biology of Giant Kelp Beds (*Macrocystis*) in California. Beihefte Zur Nova Hedwigia. 32: 1-600.
- North, W. J. y Hubbs C. L. (Eds.). (1968) Utilization of Kelp Bed Resources in Southern California. Calif. Dept. Fish and Game Bull. 139: 1-264.
- North, W. J. y Pearse J. S. (1970) Sea Urchin Population Explosion in Southern California Coastal Waters. Sci. 167(3915): 209.
- Pielou, E. C. (1966) The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. J. Theor. Biol. 13: 131-144.
- Pinkas, L., Oliphant M. S. e Iverson I. L. K. (1971) Food Habits of Albacore, Bluefin Tuna and Bonito in California Water. Calif. Dept. Fish and Game Bull. 152: 1-105.
- Quast, J. C. (1968) Observation on the Food of the Kelp Bed Fishes. In: W. J. North y C. L. Hubbs (Eds.). Utilization of the Kelp Bed Resources in Southern California. Calif. Dept. Fish and Game Bull. 139: 1-264.
- Secretaría de Marina (1974) Estudio geográfico de la región de Ensenada, BC. Dir. Gral. de Ocean. y Señalamiento Marítimo, 463p