

**VARIACIÓN ESPACIAL DE LA ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE  
FONDOS BLANDOS EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DE  
JALISCO Y COLIMA, MÉXICO (PRIMAVERA 1995)**

**SPATIAL VARIATION OF THE ABUNDANCE OF THE SOFT-BOTTOM  
FAUNA ON THE CONTINENTAL SHELF OFF JALISCO AND COLIMA,  
MEXICO (SPRING 1995)**

Gaspar González-Sansón<sup>1</sup>  
Bernabé Aguilar-Palomino<sup>2</sup>  
Judith Arciniega-Flores<sup>2</sup>  
Rafael García de Quevedo-Machain<sup>2</sup>  
Enrique Godínez-Domínguez<sup>2</sup>  
Víctor Landa-Jaime<sup>2</sup>  
José Mariscal-Romero<sup>2</sup>  
J. Emilio Michel-Morfín<sup>2</sup>  
Mirella Saucedo-Lozano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana  
Avenida Primera 2808, Miramar,  
Ciudad de La Habana, Cuba

<sup>2</sup> Centro de Ecología Costera, Universidad de Guadalajara  
Gómez Farías 82  
San Patricio-Melaque, Municipio Cihuatlán  
Jalisco, CP 48980, México

*Recibido en marzo de 1996; aceptado en octubre de 1996*

**RESUMEN**

La distribución espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima (costa del Pacífico de México) fue investigada mediante un censo realizado con redes de arrastre para la pesca de camarón. Se tomaron muestras en siete localidades, a profundidades medias de 20, 40, 60 y 80 m en mayo y junio de 1995. Los índices de abundancia fueron expresados como número de individuos y peso total por unidad de área barrida, expresada en hectáreas. Los valores obtenidos mostraron una varianza muy alta, con intervalos de 30 a 1,952 ind/ha y 0.6 a 110.3 kg/ha para los peces y de 121 a 6,536 ind/ha y 1.0 a 64.5 kg/ha para los invertebrados. Se encontraron diferencias en los índices de abundancia medios entre localidades, pero no se pudo determinar una causa para estas diferencias. Los índices de abundancia medios variaron con la profundidad, probablemente debido a la variación de la temperatura del agua adyacente al fondo. En la profundidad de 60 m se encontró un gran número de peces pequeños, principalmente de las familias Batrachoididae, Scorpaenidae y el orden Pleuronectiformes. A 20 y 40 m se encontró un número de individuos menor pero valores más altos de peso por unidad de área, debido a la dominancia en estos niveles de especies con un peso individual medio mayor, como las de la familia Diodontidae y el orden Rajiformes. Los invertebrados presentaron tallas más uniformes en todo el gradiente de profundidad y fueron más abundantes a 60 m. Las especies de la familia Portunidae fueron dominantes.

*Palabras clave:* recursos demersales, abundancia, distribución espacial, Pacífico oriental, México.

## ABSTRACT

Spatial distribution of the abundance of the soft-bottom fauna on the continental shelf off Jalisco and Colima (Pacific coast of Mexico) was investigated through a survey with shrimp trawl nets. Samples were taken at seven sites with mean depths of 20, 40, 60 and 80 m during May and June 1995. Abundance indexes are given as number of individuals and total weight per unit of area swept in hectares. The values obtained showed a very high variance, with ranges from 30 to 1,952 ind/ha and 0.6 to 110.3 kg/ha for the fishes, and from 121 to 6,536 ind/ha and 1.0 to 64.5 kg/ha for the invertebrates. Differences in mean abundance indexes between sites were found, but the cause for these was not determined. Mean abundance indexes changed with depth, probably due to changes in the temperature of the water near the bottom. At the depth of 60 m, a high number of small fishes, mainly of the families Batrachoididae, Scorpaenidae and the order Pleuronectiformes, were found. At 20 and 40 m, a lesser mean number of individuals but a higher total weight per unit area were found as a consequence of the predominance in these levels of species with a higher mean individual weight, such as those of the family Diodontidae and the order Rajiformes. Invertebrates had a more uniform size throughout the depth gradient and were more abundant at the depth of 60 m. The species of the family Portunidae were dominant.

*Key words:* demersal resources, abundance, spatial distribution, eastern Pacific, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

En varias regiones del mundo, el estudio de los recursos demersales de fondos blandos constituye un objetivo prioritario que se enfoca de manera integrada, evaluando las pesquerías que explotan complejos de muchas especies en un marco de referencia ecológico (Pauly y Murphy, 1982; Pauly, 1988; Sainsbury, 1988; Browder, 1993; Mendoza, 1993; Silvestre *et al.*, 1993).

En la costa del Pacífico de México se han realizado varios trabajos que enfocan el estudio de las asociaciones de especies demersales, principalmente desde el punto de vista pesquero y tecnológico, a partir de investigaciones sobre la fauna de acompañamiento de las capturas de camarones peneidos. Aunque con menor intensidad, también se han realizado investigaciones de corte taxonómico y ecológico (Chávez y Arvizu-Martínez, 1972; Chapa-Saldaña, 1976; Rosales-Juárez, 1976; Romero, 1978; Paul y Hendrickx, 1980; Pérez-Mellado, 1980; Grande-Vidal y Díaz-López, 1981; Ehrhardt *et al.*, 1982; Hendrickx *et al.*, 1982; Grande-Vidal, 1983; Amezcua-Linares, 1985; Pérez-Mellado y Findley, 1985; Van der Heiden, 1985; Hendrickx, 1985, 1993, 1994; Bianchi, 1991; Hendrickx y Toledano-Granados, 1994). En la bibliografía examinada no se aprecia la existencia de trabajos encaminados a contrastar

## INTRODUCTION

In many parts of the world, the study of soft-bottom demersal resources is of great importance and fisheries that exploit groups of many species are evaluated from an ecological point of view (Pauly and Murphy, 1982; Pauly, 1988; Sainsbury, 1988; Browder, 1993; Mendoza, 1993; Silvestre *et al.*, 1993).

Various works have been carried out on the Pacific coast of Mexico that focus on the study of the associations of demersal species, mainly from a fishery and technological standpoint, using by-catch data from penaeid shrimp catches. Taxonomic and ecological studies have also been conducted, but to a lesser extent (Chávez and Arvizu-Martínez, 1972; Chapa-Saldaña, 1976; Rosales-Juárez, 1976; Romero, 1978; Paul and Hendrickx, 1980; Pérez-Mellado, 1980; Grande-Vidal and Díaz-López, 1981; Ehrhardt *et al.*, 1982; Hendrickx *et al.*, 1982; Grande-Vidal, 1983; Amezcua-Linares, 1985; Pérez-Mellado and Findley, 1985; Van der Heiden, 1985; Hendrickx, 1985, 1993, 1994; Bianchi, 1991; Hendrickx and Toledano-Granados, 1994). In the bibliography reviewed, there are no studies that deal with specific hypotheses on the spatial and bathymetric distribution of the total abundance of demersal associations. It should be noted that there is almost no information on this important resource

hipótesis específicas sobre la distribución espacial y batimétrica de la abundancia total de las asociaciones demersales. Es importante destacar que existe una ausencia de información casi total sobre este importante recurso en las costas de Colima y Jalisco (Hendrickx, 1994; Hendrickx y Toledano-Granados, 1994).

Este artículo es parte de una serie, cuyo objetivo es comunicar los resultados obtenidos en la primera etapa de un proyecto de investigación desarrollado por el Centro de Ecología Costera de la Universidad de Guadalajara, para el estudio de la biodiversidad y el potencial pesquero de los recursos demersales de la plataforma continental de los estados de Jalisco y Colima, en el Pacífico tropical mexicano. El proyecto se desarrolla con la participación del Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de La Habana, Cuba. Este trabajo brinda un análisis global de la captura por unidad de área de los grupos de especies de peces e invertebrados demersales y su relación con algunos de los factores abióticos que se consideran más influyentes en los patrones de variación observados en el ciclo de muestreo correspondiente a la primavera de 1995.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está definida como la franja de la plataforma continental que se extiende entre las isobatas de 10 y 90 m aproximadamente, desde la zona de Cuitzmala, estado de Jalisco (19°21'N, 105°01'O) por el norte, hasta Cuyutlán, estado de Colima (18°55'N, 104°07'O) por el sur (fig. 1). El ancho medio de la franja así definida es de aproximadamente 2 millas náuticas (unos 3.7 km) y su longitud de unas 60 millas náuticas (unos 111 km). Esto permite estimar una superficie total para el área de muestreo de unos 410 km<sup>2</sup>. La línea de la costa es irregular y presenta tres accidentes importantes, constituidos por la Bahía de Tenacatita, la Bahía de Navidad y el grupo de bahías Manzanillo-Santiago. El resto de la línea costera está formada por playas relativamente extensas y poco protegidas (fig. 1).

En el área existen zonas donde los sedimentos son blandos, constituidos fundamentalmente

from the coasts of Colima and Jalisco (Hendrickx, 1994; Hendrickx and Toledano-Granados, 1994).

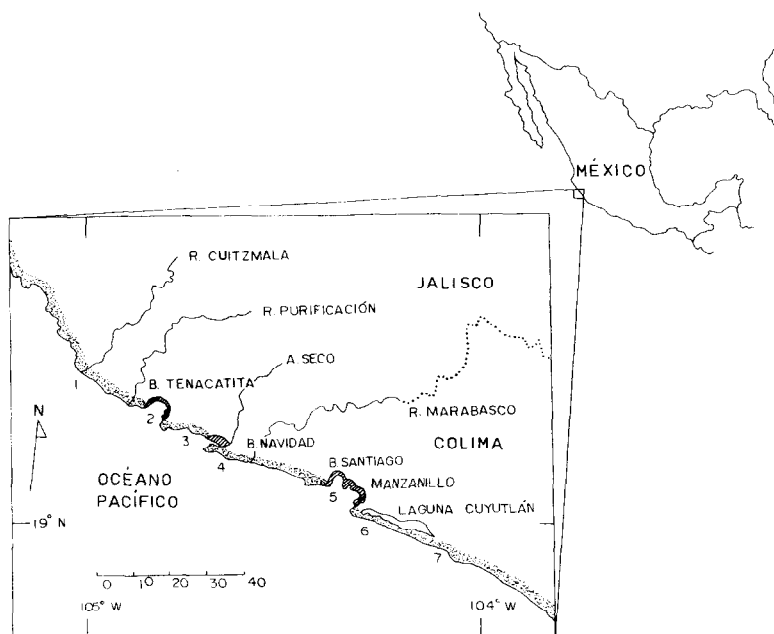
This article is part of a series, the objective of which is to present the results obtained in the first stage of a research project developed by the Coastal Ecology Center at the University of Guadalajara, for the study of the biodiversity and fishery potential of demersal resources of the continental shelf off the states of Jalisco and Colima, in the tropical Mexican Pacific. This project was developed in conjunction with the Marine Research Center of the University of Havana, Cuba. This study provides a global analysis of the catch per unit area of the groups of demersal fish and invertebrate species and their relationship with some of the abiotic factors considered to have greater influence on the variation patterns observed during the sampling period corresponding to spring 1995.

## STUDY AREA

The study area constitutes the strip of continental shelf between the 10- and 90-m isobaths, from Cuitzmala, Jalisco (19°21'N, 105°01'W) to the north, to Cuyutlán, Colima (18°55'N, 104°07'W) to the south (fig. 1). The mean width of the strip is approximately 2 nautical miles (~3.7 km) and the length is about 60 nautical miles (~111 km); the total surface of the study area is estimated at some 410 km<sup>2</sup>. The coastline is irregular and has three important accidents, made up of Tenacatita Bay, Navidad Bay and the group of the Manzanillo-Santiago bays. The rest of the coastline consists of relatively long, unprotected beaches (fig. 1).

There are zones in the area that have soft sediments, comprised mainly of sandy silts of different composition and origin that contain varying amounts of organic matter. Shrimp trawl nets can be used along the bottom in these zones, which are well localized, but their total extension has not been calculated. The rest of the area has a rocky bottom, where trawling cannot occur.

A first approximation of the current patterns in the area can be inferred from those



**Figura 1.** Área de estudio que muestra la ubicación general de las localidades de recolección.

**Figure 1.** Study area showing the general location of the collection sites.

1. Cuitzmala, 2. Tenacatita, 3. Bahía de Navidad, 4. El Coco, 5. Manzanillo-Santiago, 6. Tepalcates, 7. Cuyutlán.

por limos arenosos de composición y origen diversos que contienen cantidades variables de materia orgánica. En estos fondos es factible la pesca de arrastre con redes camaroneras. Los mismos están bien localizados, pero su extensión total no ha sido calculada. El resto del área presenta fondos rocosos, donde no es posible la actividad de arrastre.

En una primera aproximación, los patrones de corrientes en la zona se pueden inferir a partir de los definidos por Wyrki (1965) para la región del Océano Pacífico oriental. Este autor establece tres pautas típicas de la circulación en la región. Según esa definición, en la época en que se realizaron los muestreos cuyos resultados se analizan en el presente trabajo (mayo y junio), los efectos de la Contracorriente Ecuatorial coinciden con los de la Corriente de California, todavía relativamente fuerte. En las figuras correspondientes a los meses de mayo y junio publicadas por Wyrki (1965), se aprecia el dominio de la Contracorriente en la zona de estudio definida para este trabajo, lo cual

defined by Wyrki (1965) for the eastern Pacific Ocean. This author established three typical circulation patterns in the region. According to this definition, during the season when the samplings were conducted (May-June), the results of which are analyzed in this study, the effects of the Equatorial Countercurrent coincide with those of the California Current, which is still relatively strong. In the figures corresponding to May and June published by Wyrki (1965), the predominance of the Countercurrent can be observed in the study area defined in this article, which corresponds with the fact that most of the water from this current flows northward during this season, conforming the Costa Rican Coastal Current that flows along the coast of Central America and Mexico to Cabo Corrientes.

## MATERIALS AND METHODS

The samplings were carried out from 24 May to 13 June 1995 aboard the research vessel

corresponde con el hecho de que la mayor parte del agua de esta corriente se vuelve hacia el norte en esta época, conformando la Corriente Costera de Costa Rica, que fluye a lo largo de la costa de Centroamérica y México hasta Cabo Corrientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron entre el 24 de mayo y el 13 de junio de 1995, a bordo del barco de investigaciones pesqueras *BIP-V* del Centro de Ecología Costera de la Universidad de Guadalajara. Esta embarcación tiene 12 m de eslora y está equipada para la pesca de arrastre de camarón con redes por ambas bandas.

Las muestras de la asociación de especies demersales se tomaron mediante redes camaroneras tipo semiportuguesa, con una abertura de trabajo calculada en la boca de 6.9 m, una altura calculada de la relinga de 1.15 m y un tamaño de malla estirada en el copo de 38 mm (1.5 pulgadas).

Tomando en cuenta la posibilidad de realizar arrastres, se establecieron siete localidades de muestreo a lo largo de la zona de estudio (tabla 1, fig. 1). Cada localidad se estratificó según la profundidad, definiendo cuatro estratos de muestreo de 10 a 30, de 30 a 50, de 50 a 70 y de 70 a 90 m, los cuales se identifican en lo sucesivo por el punto medio de sus profundidades (20, 40, 60 y 80 m). En cada uno de estos estratos se realizó un arrastre de 30 min de duración aproximadamente, con dos redes simultáneamente, a una velocidad media de 2 nudos. El tiempo real se midió desde que se colocaba el freno del winche hasta que se comenzaba a recoger las redes. La posición de inicio y final de cada lance se determinó mediante un equipo de sistema global de posicionamiento por satélites, marca GPS Explorer (Micrologic). La distancia recorrida se calculó a partir de las posiciones obtenidas, utilizando la expresión dada por Sparre *et al.* (1989). El área barrida por las redes en cada lance se obtuvo multiplicando la distancia recorrida por la abertura calculada de trabajo de la red (6.9 m). Esta área se expresó en hectáreas (10,000 m<sup>2</sup>).

El orden de muestreo de las localidades se seleccionó al azar. Todas las muestras de una

*BIP-V* of the Coastal Ecology Center of the University of Guadalajara. This vessel is 12 m long and is equipped for shrimp trawl fishing with nets on both sides.

The samples of the association of demersal species were taken with semi-Portuguese shrimp trawl nets, with a calculated mouth opening of 6.9 m, a calculated headline height of 1.15 m and a stretched-mesh size along the bottom of the seine of 38 mm (1.5 inches).

Seven sampling stations were established within the study area where trawling can occur (table 1, fig. 1). Each location was stratified according to depth, defining four sampling layers, from 10 to 30, 30 to 50, 50 to 70 and 70 to 90 m, which will henceforth be referred to by their mean depth (20, 40, 60 and 80 m). Each of these layers were trawled for approximately 30 min at a mean velocity of 2 knots, using both nets simultaneously. Real time was measured from the moment the brake of the winch was set until the moment the nets were hauled in. The starting and final positions of each cast were determined from a satellite global positioning system, GPS Explorer (Micrologic). The distance covered was calculated from the positions obtained, using the equation of Sparre *et al.* (1989). The area covered by the nets in each cast was obtained by multiplying the distance covered by the mouth opening (6.9 m). The area is expressed in hectares (10,000 m<sup>2</sup>).

The sampling order of the sites was randomly selected. All the samples from a same site were taken the same night; the order of the trawls was also randomly selected. The material obtained from each net was placed in marked bags and kept on ice until its processing in the laboratory. In the cases when the catch was very abundant, a randomly selected sample was taken by extracting a portion of the total catch, starting on the outside and working towards center. The unused portion was weighed on board using an Original Rebure dynamometer of 1 kg precision. The value obtained was recorded to be later used in the weighting factors. In the laboratory, the content of each bag was classified to the lowest possible taxon, determining the number of individuals and total weight of each taxonomic category. The

**Tabla 1.** Descripción de las localidades de muestreo (la latitud y la longitud son aproximadamente las del centro geográfico de la localidad).

**Table 1.** Description of the sampling sites (latitude and longitude are the approximate geographic center of the site).

No.	Descripción	Fecha	Latitud, Longitud
1	Plataforma continental frente a la desembocadura del Río Cuitzmala	12 junio	19°21'N, 105°01'W
2	Bahía de Tenacatita	24 mayo	19°16'N, 104°50'W
3	Bahía de Navidad	31 mayo	19°10'N, 104°43'W
4	Plataforma continental frente a Playa El Coco	26 mayo	19°09'N, 104°40'W
5	Bahías de Cenicero, Santiago y Manzanillo	1 junio	19°04'N, 104°25'W
6	Plataforma continental frente a la Laguna Cuyutlán, boca de Tepalcates	5 junio	18°58'N, 104°14'W
7	Plataforma continental frente a la Laguna Cuyutlán, cerca de Cuyutlán	6 junio	18°55'N, 104°07'W

misma localidad se tomaron en una misma noche, estableciendo el orden de los arrastres en cada localidad de forma aleatoria. El material obtenido en cada red se colocó en varios costales debidamente rotulados y se conservó en hielo hasta su procesamiento en el laboratorio. En los casos en que la captura fue muy abundante, se tomó una muestra seleccionada aleatoriamente, extrayendo una porción de la captura total desde la periferia hasta su centro. La porción no utilizada se pesó a bordo mediante un dinamómetro marca Original Rebure, con una precisión de 1 kg, y el valor obtenido se anotó para su utilización posterior en los factores de ponderación. En el laboratorio, el contenido de cada costal fue clasificado hasta el taxón más bajo posible, determinando el número de individuos y el peso total en cada categoría taxonómica. La lista sistemática de especies encontradas, así como la literatura utilizada para su clasificación y otros pormenores aparecen en Aguilar-Palomino *et al.* (1996).

Con los datos obtenidos en los muestreos se hicieron estimaciones de la abundancia en número y peso de peces e invertebrados por separado, utilizando como índice de abundancia la captura por unidad de área. La separación en peces e invertebrados es imprescindible debido a las diferencias notables que estos grupos presentan en cuanto a sus características biológicas. Un análisis más detallado de las

systematic list of the species found, as well as the literature used for their classification and other details can be found in Aguilar-Palomino *et al.* (1996).

With the data obtained from the samples, separate estimates of abundance in number and weight of fishes and invertebrates were obtained, using the catch per unit area as the abundance index. The fishes and invertebrates have to be separated because of the notable differences in their biological characteristics. A more detailed analysis of the spatial variations in the species composition and abundance of selected groups of species will be presented in future articles.

The temperature and salinity of the water near the bottom were measured before each trawl. Temperature was measured with Richter and Wiese inversion thermometers of 0.1°C precision, installed in a General Oceanics Niskin bottle, which was used to take the water sample. Salinity was determined from this sample in the laboratory, using a YSI Inc., model 33, salinometer of 0.1‰ precision.

The statistical analysis of the data obtained was made with the STATGRAPHICS 5.0 program, installed in an IBM compatible personal computer. A significance level equal to 0.05 was used in all cases. The analysis of variance of the abundance indexes was made according to a completely randomized bifactorial model,

variaciones espaciales en la composición por especies y la abundancia de grupos de especies seleccionados se presentará en trabajos posteriores.

Previo a cada arrastre se hicieron determinaciones de temperatura y salinidad del agua adyacente al fondo. La temperatura se midió utilizando termómetros de inversión marca Richter and Wiese de 0.1°C de precisión, instalados en una botella tipo Niskin, marca General Oceanics, con la cual se tomó una muestra de agua. A esta muestra se le determinó la salinidad en el laboratorio, utilizando un salinómetro marca YSI Inc., modelo 33, con precisión de 0.1‰.

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó con el programa STATGRAPHICS 5.0, instalado en una computadora personal compatible con IBM. En todos los casos se utilizó un nivel de significación igual a 0.05. En el caso de los índices de abundancia, el análisis de varianza se hizo según un modelo bifactorial completamente aleatorizado, con igual número de repeticiones por tratamiento (Zar, 1984). Se consideraron como repeticiones de un mismo tratamiento los dos lances realizados en cada profundidad de cada localidad. En los casos de la temperatura y la salinidad, donde sólo se obtuvo una observación para cada tratamiento (combinación de los niveles de ambos factores) y, por tanto, no hay réplicas que permitan una estimación independiente de la varianza del error experimental, se asumió que el término de interacción es igual a cero y se utilizó la suma de cuadrados residual para hacer una estimación del cuadrado medio del error en un análisis de dos vías de clasificación sin repeticiones (Zar, 1984). En los casos en que se encontró diferencia significativa entre los niveles de los factores, se utilizó la prueba de Duncan (1955), según se describe en Zar (1984) para realizar comparaciones múltiples.

## RESULTADOS

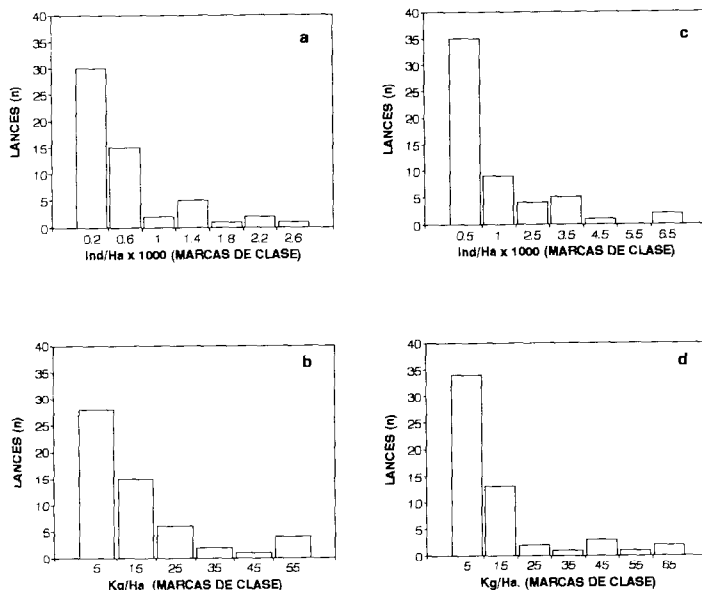
Los valores de la captura en número de individuos y peso total de peces e invertebrados por unidad de área resultaron muy variables. En el caso de los peces, los valores presentaron recorridos de 30 a 1,952 ind/ha y 0.6 a

with the same number of repetitions per treatment (Zar, 1984). The two casts made at each depth at each location were considered repetitions of the same treatment. Since only one observation for each treatment was obtained for temperature and salinity (combination of the levels of both factors), there are no replicas that allow an independent estimate of the variance of the experimental error; therefore, it was assumed that the degree of interaction is equal to zero and the error sum of squares was used to estimate the error mean square in a two-way analysis of classification without repetitions (Zar, 1984). When significant differences were found among the levels of the factors, Duncan's (1955) test was used, as described in Zar (1984), to conduct multiple comparisons.

## RESULTS

The values of the catch in number of individuals and total weight of fishes and invertebrates per unit area varied greatly. The values for the fishes ranged from 30 to 1,925 ind/ha and from 0.6 to 110.3 kg/ha; the values for the invertebrates ranged from 121 to 6,536 ind/ha and from 1.0 to 64.5 kg/ha (fig. 2). A notable distancing from the normal distribution was graphically verified in all cases. The relationship between the mean and variance of the values obtained from the simultaneous trawls was then evaluated, in order to determine if there also was heterogeneity in the variances and establish an appropriate transformation of the original data that would allow for a good approximation of the conditions of normality and homoscedasticity, required by the model proposed for the data analysis.

The model proposed by Taylor (1961) was used for the relationship between the mean and variance, as described in Elliot (1973). This suggests that the appropriate transformation is  $X^T$ , where  $T = 1 - b/2$ , with  $b$  the regression coefficient of the variance logarithm over the mean logarithm. Values were obtained for the regression coefficient ( $b$ ) between 1.79 and 1.13 (fig. 3), which were significant in all cases. These values suggest exponents ( $T = 1 - b/2$ ) between 0.1 and 0.4. Upon applying



**Figura 2.** Distribución de frecuencias de los arrastres individuales, según el valor del índice de abundancia de peces (a: individuos por hectárea, b: kilogramos por hectárea) y de invertebrados (c: individuos por hectárea, d: kilogramos por hectárea). Los datos originales están agrupados en clases.

**Figure 2.** Distribution of the frequencies of the individual trawls, according to the value of the abundance index of fishes (a: individuals per hectare, b: kilograms per hectare) and of invertebrates (c: individuals per hectare, d: kilograms per hectare). The original data are grouped by classes.

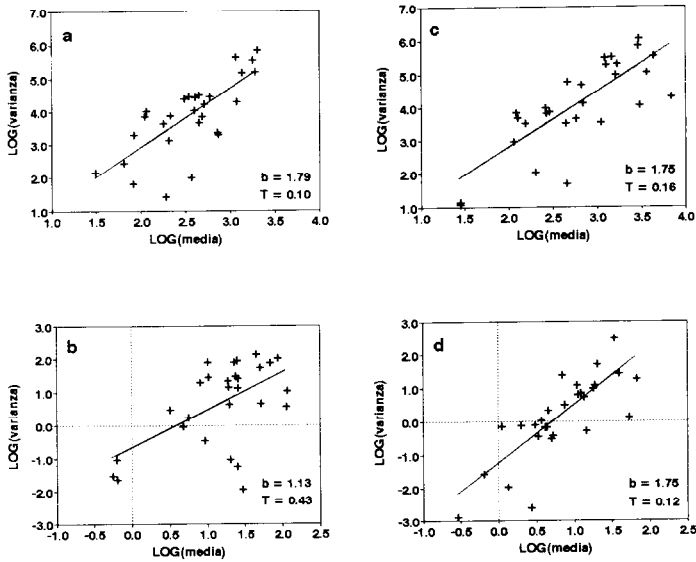
110.3 kg/ha, mientras que para los invertebrados, los recorridos fueron de 121 a 6,536 ind/ha y 1.0 a 64.5 kg/ha (fig. 2). Se verificó gráficamente un alejamiento notable de la distribución normal en todos los casos, por lo que se procedió a evaluar la relación entre la media y la varianza de los valores obtenidos en arrastres gemelos, con el fin de comprobar si existía también heterogeneidad en las varianzas y determinar una transformación apropiada de los datos originales que permitiera obtener una buena aproximación a las condiciones de normalidad y homocedasticidad, exigidas por el modelo propuesto para el análisis de los datos.

Como modelo para la relación entre la media y la varianza se utilizó el propuesto por Taylor (1961), según se describe en Elliot (1973). Éste sugiere que la transformación apropiada será  $X^T$ , donde  $T = 1 - b/2$ , siendo  $b$

each transformation to the corresponding original data, distributions were obtained that were not significantly distanced from the normal distribution, according to the Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit test (Zar, 1984). Variance was homogeneous in all cases, and was proven with Bartlett's test (Zar, 1984). Therefore, all the analyses were conducted with the transformed variables. However, the mean values that appear in the tables are given in the original units for easier comprehension.

There were significant differences in the number of fish per hectare among sites ( $F_{(6,28)} = 5.49$ ,  $P = 0.0007$ ), among depths ( $F_{(3,28)} = 60.61$ ,  $P = 0.0000$ ) and among combinations of the levels of the two factors ( $F_{(18,28)} = 7.67$ ,  $P = 0.0000$ ), proving the existence of interaction. It was not possible to verify with Duncan's test among which sites there were significant





**Figura 3.** Relación entre el logaritmo de la media y el logaritmo de la varianza de los valores obtenidos en lances simultáneos (babor y estribor). Se dan el coeficiente de regresión ( $b$ ) y el exponente apropiado ( $T = 1 - b/2$ ) para obtener una transformación del tipo  $X^T$ .

**Figure 3.** Relationship between the logarithm of the mean and the logarithm of the variance of the values obtained from simultaneous casts (port and starboard). The regression coefficient ( $b$ ) and the appropriate exponent ( $T = 1 - b/2$ ) to obtain an  $X^T$  type transformation are given.

el coeficiente de regresión del logaritmo de la varianza sobre el logaritmo de la media. Se obtuvieron valores del coeficiente de regresión ( $b$ ) entre 1.79 y 1.13 (fig. 3), que resultaron significativos en todos los casos. Estos valores sugieren exponentes ( $T = 1 - b/2$ ) entre 0.1 y 0.4. Al aplicar cada transformación a los datos originales correspondientes se obtuvieron distribuciones que no se alejaron significativamente de una distribución normal, según la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1984). La varianza se hizo homogénea en todos los casos, lo cual se comprobó mediante la prueba de Bartlett (Zar, 1984). Por este motivo, todos los análisis se realizaron con las variables transformadas. Sin embargo, los valores medios que aparecen en las tablas están dados en las unidades originales para facilitar su comprensión.

El número de peces por hectárea mostró diferencias significativas entre localidades

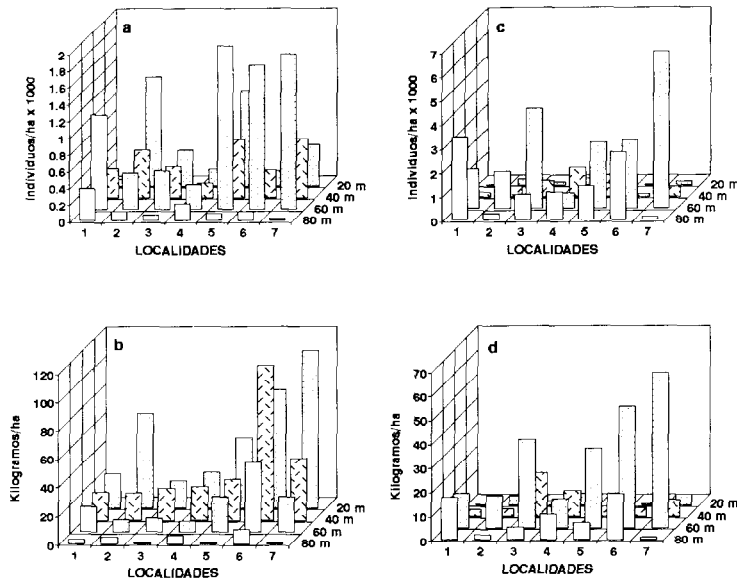
differences, since there was an overlapping of the groups with homogenous means (table 2). It was determined that the mean number of individuals per unit area is significantly greater at the 60-m layer (mean = 1,115 ind/ha), followed by the 20- and 40-m layers, with no differences between them (common mean = 498 ind/ha), and the 80-m layer (mean = 139 ind/ha), which was the lowest (table 3). The multiple comparison test was not performed on the interactions, due to the large number of comparisons (378); a bar graph that represents the response surface of the factorial model used is presented instead (fig. 4a). It can be observed that the highest values were found in the 60-m layer at sites 5, 6 and 7, which are located at the southernmost part of the study area.

The total weight of the fish per hectare was different for the levels of both factors (sites:  $F_{(6,28)} = 41.51, P = 0.0000$ ; depths:  $F_{(3,28)} = 214.27, P = 0.0000$ ) and presented significant

**Tabla 2.** Valores medios de la captura por unidad de área para las localidades muestreadas. En cada columna, los valores que tienen las letras iguales no difieren significativamente ( $P > 0.05$ ), según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

**Table 2.** Mean values of the catch per unit area for the sites sampled. In each column, the values that have the same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ ), according to Duncan's test of multiple ranks.

Localidad	Peces		Invertebrados	
	No. ind/ha	kg/ha	No. ind/ha	kg/ha
1	483 b	15.9 ab	1,321 ab	8.5 a
2	599 bc	24.5 bc	621 a	5.2 a
3	331 ab	12.7 a	1,494 cd	15.2 b
4	216 a	15.1 a	816 bc	9.3 b
5	963 c	25.5 c	1,279 d	12.2 b
6	580 ab	62.1 e	1,450 ab	18.4 b
7	765 bc	44.3 d	1,805 ab	19.0 b



**Figura 4.** Valores medios del número (a) y el peso (b) de peces por hectárea y del número (c) y el peso (d) de invertebrados por hectárea para las diferentes profundidades en cada localidad de muestreo.

**Figure 4.** Mean values of the number (a) and weight (b) of fishes per hectare and the number (c) and weight (d) of invertebrates per hectare for the different depths at each sampling site.

( $F_{(6,28)} = 5.49$ ,  $P = 0.0007$ ), entre profundidades ( $F_{(3,28)} = 60.61$ ,  $P = 0.0000$ ) y entre combinaciones de niveles de los dos factores ( $F_{(18,28)} = 7.67$ ,  $P = 0.0000$ ), lo que permitió comprobar la existencia de interacción. La prueba de Duncan no permitió verificar entre cuales localidades hubo diferencias significativas, debido a que los grupos de medias homogéneas se superponen (tabla 2). Se pudo comprobar que el número medio de individuos por unidad de área es significativamente mayor en el estrato de 60 m (media = 1,115 ind/ha), seguido por los estratos de 20 y 40 m que no difieren entre sí (media común = 498 ind/ha) y el de 80 m (media = 139 ind/ha), que resultó menor que el resto (tabla 3). La prueba de comparaciones múltiples se obvia para el caso de las interacciones por tratarse de un número muy grande de comparaciones (378) y en su lugar se presenta un gráfico de barras que representa la superficie de respuesta del modelo factorial utilizado (fig. 4a). Se puede observar que los valores más altos se presentaron en el estrato de 60 m en las localidades 5, 6 y 7, que son las que se encuentran en el extremo sur de la región muestreada.

El peso total de peces por hectárea resultó diferente para los niveles de ambos factores (localidades:  $F_{(6,28)} = 41.51$ ,  $P = 0.0000$ ; profundidades:  $F_{(3,28)} = 214.27$ ,  $P = 0.0000$ ) y presentó también efecto de interacción significativo ( $F_{(18,28)} = 9.20$ ,  $P = 0.0000$ ). La prueba de Duncan permitió definir (tabla 2) que la localidad 6 presentó el valor más alto (media = 62.1 kg/ha), seguida de la 7 (media = 44.3 kg/ha) y de un grupo homogéneo formado por las localidades de la 1 a la 5 (media común = 18.7 kg/ha). Las medias por profundidades resultaron diferentes entre sí (tabla 3), siendo mayor la del estrato de 20 m (media = 53.5 kg/ha), seguida de 40 m (media = 37.2 kg/ha), 60 m (media = 20.1 kg/ha) y 80 m (media = 3.5 kg/ha). No se hizo la prueba para las interacciones por la razón indicada anteriormente. El análisis del gráfico correspondiente (fig. 4b) permite comprobar que los mayores valores tienden a concentrarse en las localidades 6 y 7, en los estratos de 20 y 40 m. Es notable también el alto valor obtenido en el estrato de 20 m en la localidad 2, la cual quedó incluida entre las de menor peso por unidad de área.

interaction ( $F_{(18,28)} = 9.20$ ,  $P = 0.0000$ ). Duncan's test showed (table 2) that site 6 had the highest value (mean = 62.1 kg/ha), followed by site 7 (mean = 44.3 kg/ha) and a homogeneous group made up of sites 1 through 5 (common mean = 18.7 kg/ha). There were differences among the means per depth (table 3). The 20-m layer had the greatest mean (mean = 53.5 kg/ha) followed by 40 m (mean = 37.2 kg/ha), 60 m (mean = 20.1 kg/ha) and 80 m (mean = 3.5 kg/ha). The test for interaction was not performed for the same reason given above. The analysis of the corresponding graph (fig. 4b) shows that the highest values tend to concentrate at sites 6 and 7 in the 20- and 40- m layers. A notably high value was obtained in the 20-m layer at site 2, which is included among those of lesser weight per unit area.

The mean number of invertebrates per hectare (table 2) was different for all levels of each factor (sites:  $F_{(6,28)} = 6.02$ ,  $P = 0.0000$ ; depths:  $F_{(3,28)} = 196.35$ ,  $P = 0.0000$ ) and combinations of levels ( $F_{(18,28)} = 20.69$ ,  $P = 0.0000$ ), indicating significant interaction. Duncan's test did not discriminate differences among the mean values of the sites. There were differences among the means in the depth analysis (table 3); the 60-m layer had the greatest (mean = 2,871 ind/ha), followed by 80 m (mean = 1,461 ind/ha), 40 m (mean = 509 ind/ha) and 20 m (mean = 181 ind/ha). As indicated, Duncan's test was not applied to the interactions, due to the great number of comparisons; it is replaced by a response surface (fig. 4c) that shows a clear concentration of the greatest densities in number of individuals at the 60- and 80-m layers and noticeably low values at sites 2 and 4.

The total weight of the invertebrates per unit area was different for all levels compared (sites:  $F_{(6,28)} = 8.11$ ,  $P = 0.0000$ ; depths:  $F_{(3,28)} = 151.98$ ,  $P = 0.0000$ ), resulting in a significant interaction ( $F_{(18,28)} = 16.26$ ,  $P = 0.0000$ ). The multiple comparison of the means (table 2) defined a homogeneous group of sites with low values, consisting of sites 1 and 2 (common mean = 6.8 kg/ha), and another group with high values, consisting of the remaining sites (common mean = 14.8 kg/ha). The total weight per unit area (table 3) was significantly greater

**Tabla 3.** Valores medios de la captura por unidad de área para las profundidades muestreadas. En cada columna los valores que tienen letras iguales no difieren significativamente ( $P > 0.05$ ), según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

**Table 3.** Mean values of the catch per unit area for the depths sampled. In each column, the values that have the same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ ), according to Duncan's test of multiple ranks.

Profundidad (m)	Peces		Invertebrados	
	No. ind/ha	kg/ha	No. ind/ha	kg/ha
20	543 b	53.5 d	181 a	2.6 a
40	453 b	37.2 c	509 b	6.9 b
60	1,115 c	20.1 b	2,871 d	31.8 c
80	139 a	3.5 a	1,461 c	8.8 b

El número medio de invertebrados por hectárea (tabla 2) resultó diferente para todos los niveles de los factores por separado (localidades:  $F_{(6,28)} = 6.02$ ,  $P = 0.0000$ ; profundidades:  $F_{(3,28)} = 196.35$ ,  $P = 0.0000$ ) y combinaciones de niveles ( $F_{(18,28)} = 20.69$ ,  $P = 0.0000$ ), por lo que el efecto de interacción es significativo. La prueba de Duncan no permitió discriminar diferencias entre medias para el caso de las localidades. En el análisis por profundidades se obtuvo diferencia entre todas las medias (tabla 3), siendo la mayor la del estrato de 60 m (media = 2,871 ind/ha), seguida de las de 80 m (media = 1,461 ind/ha), 40 m (media = 509 ind/ha) y 20 m (media = 181 ind/ha). Como ya se indicó, la prueba de Duncan se obvia para las interacciones debido al gran número de comparaciones y en su lugar se ofrece una representación de la superficie de respuesta (fig. 4c), donde se aprecia claramente una concentración de las mayores densidades en número de individuos en los estratos de 60 y 80 m, con valores notablemente bajos en las localidades 2 y 4.

El peso total de invertebrados por unidad de área resultó diferente para todos los niveles comparados (localidades:  $F_{(6,28)} = 8.11$ ,  $P = 0.0000$ ; profundidades:  $F_{(3,28)} = 151.98$ ,  $P = 0.0000$ ), resultando la interacción significativa ( $F_{(18,28)} = 16.26$ ,  $P = 0.0000$ ). La comparación múltiple de las medias (tabla 2) permitió definir un grupo homogéneo de localidades con valores bajos, formados por las localidades 1 y 2 (media común = 6.8 kg/ha), y otro grupo con valores

in the 60-m layer (mean = 31.8 kg/ha), followed by the 40- and 80-m layers, which do not have significant differences between them (common mean = 7.8 kg/ha), and the 20-m layer (mean = 2.6 kg/ha), which was significantly lower than the rest. The corresponding graph is very similar to the last one (fig. 4d).

The bottom temperature and salinity values showed an approximation appropriate to the normal distribution and presented homogeneous variances among sites.

The mean salinity of the bottom water (tables 4, 5) was similar at all depths ( $F_{(3,18)} = 2.22$ ,  $P = 0.1212$ ), but was different among sites ( $F_{(6,18)} = 10.94$ ,  $P = 0.0000$ ). Duncan's test showed site 4 to have the lowest salinity (mean = 34.7‰) with respect to the rest of the sites that were homogeneous (common mean = 36.25‰).

Mean temperature of the bottom water (tables 4, 5) was similar at all sites ( $F_{(6,18)} = 1.431$ ,  $P = 0.2571$ ), but different among depths ( $F_{(3,18)} = 9.274$ ,  $P = 0.0000$ ). Duncan's test resulted in a homogeneous group of higher temperatures, formed by the 20- and 40-m layers (common mean = 24.7°C), followed by the 60-m layer (mean = 21.1°C) and the 80-m layer (mean 18.5°C), which had the lowest temperature.

A linear regression analysis of temperature over depth was carried out using three depth groups, in accordance with the analysis of variance. The coefficient of determination was high ( $R^2 = 72.7$ ) and the deviation of the linear

**Tabla 4.** Valores medios de la salinidad y la temperatura del agua del fondo para las localidades muestreadas. En cada columna, los valores que tienen letras iguales no difieren significativamente ( $P > 0.05$ ), según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

**Table 4.** Mean values of salinity and temperature of the bottom water at the sampling sites. In each column, the values that have the same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ ), according to Duncan's test of multiple ranks.

Localidad	Salinidad (%)	Temperatura (°C)
1	36.0 bcd	20.9 a
2	35.8 bc	22.8 a
3	36.3 cd	23.4 a
4	34.6 a	21.8 a
5	35.6 b	21.7 a
6	36.8 de	21.8 a
7	37.3 e	23.5 a

**Tabla 5.** Valores medios de la salinidad y la temperatura del agua del fondo para las profundidades muestreadas. En cada columna, los valores que tienen letras iguales no difieren significativamente ( $P > 0.05$ ), según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

**Table 5.** Mean values of salinity and temperature of the bottom water at the depths sampled. In each column, the values that have the same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ ), according to Duncan's test of multiple ranks.

Profundidad (m)	Salinidad (%)	Temperatura (°C)
20	35.9 a	25.2 c
40	35.7 a	24.3 c
60	36.3 a	21.1 b
80	36.3 a	18.5 a

altos, formados por el resto (media común = 14.8 kg/ha). Se pudo comprobar (tabla 3) que el peso total por unidad de área es significativamente mayor en el estrato de 60 m (media = 31.8 kg/ha), seguido por los estratos de 40 y 80 m, que no difieren significativamente entre sí (media común = 7.8 kg/ha), y el de 20 m (media = 2.6 kg/ha), que resultó significativamente menor que el resto. El gráfico correspondiente resultó muy similar al anterior (fig. 4d).

Los valores de la salinidad y la temperatura del fondo mostraron una aproximación adecuada a la distribución normal y presentaron homogeneidad de varianzas entre localidades.

La salinidad media del agua de fondo (tablas 4, 5) resultó similar para todas las

model was not significant ( $F_{(1,25)} = 0.01$ ,  $P = 0.9201$ ). This indicates that temperature is strongly dependent on depth in the range of depths studied.

## DISCUSSION

In the estimate of real abundance of the demersal organisms using the swept area method, various factors of bias occur, some of which include the selectivity of the net, the non-coincidence between the calculated mouth opening and the true one and the errors in the calculation of the distances covered, among others. These factors cause the abundance indexes to overestimate the real abundance at a

profundidades ( $F_{(3,18)} = 2.22$ ,  $P = 0.1212$ ), pero fue diferente entre localidades ( $F_{(6,18)} = 10.94$ ,  $P = 0.0000$ ). La prueba de Duncan permitió reconocer la localidad 4 como la de salinidad más baja (media = 34.7‰) con respecto al resto de las localidades, que resultaron homogéneas (media común = 36.25‰).

La temperatura media del agua del fondo (tablas 4, 5) resultó similar para todas las localidades ( $F_{(6,18)} = 1.431$ ,  $P = 0.2571$ ), pero resultó diferente entre profundidades ( $F_{(3,18)} = 9.274$ ,  $P = 0.0000$ ). La prueba de Duncan arrojó un grupo homogéneo de temperaturas más altas, formado por los estratos de 20 y 40 m (media común = 24.7°C), seguido del estrato de 60 m (media = 21.1°C) y el de 80 m (media = 18.5°C), que resultó el de más baja temperatura.

Se realizó un análisis de regresión lineal de la temperatura sobre la profundidad, considerando tres grupos de profundidad de acuerdo con el resultado del análisis de varianza. El coeficiente de determinación fue alto ( $R^2 = 72.7$ ) y la desviación del modelo lineal fue no significativa ( $F_{(1,25)} = 0.01$ ;  $P = 0.9201$ ). Esto indica una fuerte dependencia de la temperatura con respecto a la profundidad en el intervalo de profundidades estudiado.

## DISCUSIÓN

En la estimación de la abundancia real de los organismos demersales por medio del método de área barrida concurren varios factores de sesgo, entre los cuales destacan la selectividad de la red, la no coincidencia de la abertura de la boca calculada con el real y los errores en el cálculo de las distancias recorridas, entre otros. Estos factores hacen que los índices de abundancia sobrestimen la abundancia real en una proporción generalmente desconocida. Algunos autores han asumido que esta proporción se puede considerar constante y en consecuencia han utilizado factores de corrección (un resumen en Sparre *et al.*, 1989), pero éstos tienen una base empírica muy débil. Como el presente trabajo quiere enfatizar la heterogeneidad de la distribución espacial y reconocer la posible existencia de gradientes, no se considera necesario intentar una corrección de los valores de

generally unknown proportion. Some authors have assumed this proportion to be constant and, consequently, have used correction factors (summary in Sparre *et al.*, 1989), but they have a very weak empirical base. Given that the goal of this study was to emphasize heterogeneity in the spatial distribution and recognize the possible existence of gradients, we did not feel it was necessary to correct the values of the abundance indexes, since we were primarily interested in the differences between them and not absolute values. It is therefore assumed, as done by most authors, that the bias is constant throughout the entire sampling.

The need to transform the original data when dealing with variables of biotic origin is a consequence of the natural tendency of the organisms to occur in groups. The values obtained in this study for the exponents of the transformations indicate a rather high level of aggregation, concurring with that found by other authors (Taylor, 1953; Jones, 1956; Wenner *et al.*, 1979; Fogarty, 1985; Sparre *et al.*, 1989). Since simultaneous and parallel trawls with two similar nets were carried out, it was possible to obtain a measurement of the variance of the error at each sampling site. This variance underestimates the true variance within each station, given that the parallel trawls are what Hurlbert (1984) calls pseudoreplicas. For this reason, it is possible that some of the differences declared significant may not really be so, but it is considered that this problem does not affect the general conclusions of the study with reference to the existence of a very heterogeneous spatial distribution of the demersal fauna. In any case, it would have been impossible to improve the sampling design with a random selection of two sampling units (individual trawls) at each site, due to the size and characteristics of the study area.

The variation in the catch per unit area with depth, both in number and weight of fishes and invertebrates, has been well corroborated in the present study and coincides with that found by other authors in different parts of the world (Williams, 1968; Wenner *et al.*, 1979; MacManus, 1986, in Pauly, 1988). With regard to fishes, the tendencies in number and weight

los índices de abundancia, ya que no interesan los valores absolutos, sino las diferencias entre los mismos. Esto implica asumir, como lo hace la mayoría de los autores, que el sesgo es constante a lo largo de todo el muestreo.

La necesidad de transformar los datos originales en el caso de las variables de origen biótico es consecuencia de la tendencia natural de los organismos a ocurrir en grupos. Los valores obtenidos en este trabajo para los exponentes de las transformaciones indican un nivel de agregación bastante alto, lo cual está en concordancia con lo consignado por otros autores (Taylor, 1953; Jones, 1956; Wenner *et al.*, 1979; Fogarty, 1985; Sparre *et al.*, 1989). La realización de arrastres simultáneos y paralelos con dos redes similares permitió obtener una medida de la varianza del error en cada punto de muestreo. Esta varianza subestima la varianza verdadera dentro de cada estación, dado que los arrastres paralelos son los que Hurlbert (1984) denomina pseudorélicas. Por este motivo, es posible que algunas de las diferencias declaradas como significativas realmente no lo sean, pero se considera que este problema no afecta las conclusiones generales del trabajo en lo que se refiere a la existencia de una distribución espacial muy heterogénea de la fauna demersal. En cualquier caso, habría sido imposible perfeccionar el diseño del muestreo seleccionando dos unidades de muestreo (arrastres individuales) al azar dentro de cada estación, debido a las dimensiones y características de la región estudiada.

La variación con la profundidad de la captura por unidad de área, tanto en número como en peso de peces e invertebrados, ha sido bien corroborada en el presente estudio y coincide con lo encontrado por otros autores para otras regiones del mundo (Williams, 1968; Wenner *et al.*, 1979; MacManus, 1986, cit. por Pauly, 1988). En el caso de los peces, las tendencias del número y el peso por unidad de área están prácticamente invertidas, de forma que en el estrato de 60 m hay muchos individuos de tamaño pequeño (principalmente especies de las familias Batrachoididae, Scorpaenidae y el orden Pleuronectiformes), lo que resulta en un peso total por unidad de área bajo, mientras que

per unit area are practically inverted, in such a manner that at the 60-m layer, there are many small individuals (mainly species of the families Batrachoididae, Scorpaenidae and the order Pleuronectiformes), resulting in a low total weight per unit area, whereas at the 20- and 40-m layers there are fewer individuals but with greater average sizes (species from the family Diodontidae and the order Rajiformes), which justify the higher values of weight found per unit area. In the case of the invertebrates, the bathymetric tendencies in weight and number of individuals per unit area were very similar, probably due to the greater homogeneity in the sizes of the individuals analyzed (mainly dominated by species of the family Portunidae).

The analysis per site showed a generally greater abundance at sites 6 and 7, which are located in an open area off the coastal lagoon of Cuyutlán. Large amounts of rays were caught at these sites.

According to the results obtained from the discrete measurements conducted in this study, there is a difference in mean salinity among the sites, although it is relatively low (3‰ maximum). The sites with greater salinity coincide precisely with those of greater abundance in weight per unit area. It is, however, premature to make any conclusions regarding the role salinity plays in the dynamics of the demersal community from this coincidence. The notable difference in temperature at the different depths appears to be more important, as well as the linear relationship between both factors. Temperature, more than depth, might be responsible for the distribution observed in the abundance in number and weight of the demersal fishes and invertebrates.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study would not have been possible without the help from the crew of *BIP-V*. We also appreciate the help from the students, researchers and technicians at the Coastal Ecology Center who participated in the samplings. This study was financed by the University of Guadalajara.

English translation by Jennifer Davis.

a 20 y 40 m hay menos individuos pero con mayor talla promedio (especies de la familia Diodontidae y del orden Rajiformes), lo cual justifica los valores más altos de peso por unidad de área encontrados. En el caso de los invertebrados, las tendencias batimétricas en el peso y el número de individuos por unidad de área resultaron bastante similares, lo que se debe a la mayor homogeneidad en los tamaños de los individuos analizados (ampliamente dominados por especies de la familia Portunidae).

El análisis por localidades permitió definir una abundancia general mayor en las localidades 6 y 7, las cuales se encuentran en una zona abierta frente a la laguna costera de Cuyutlán. En estos sitios se capturaron grandes cantidades de rayas.

Según los resultados obtenidos de las mediciones puntuales realizadas en este trabajo, existe una diferencia en salinidad media entre las localidades, aunque ésta es relativamente baja (3‰ como máximo). Las localidades con mayor salinidad coinciden precisamente con las de mayor abundancia en peso por unidad de área, pero parece prematuro extraer de esta coincidencia una conclusión sobre el papel que juega la salinidad en la dinámica de la comunidad demersal. Más importante parece ser la notable diferencia de temperatura para las distintas profundidades y la relación lineal entre ambos factores. La temperatura, más que la profundidad, podría ser el factor responsable de la distribución observada de la abundancia en número y peso de los peces e invertebrados de la asociación demersal.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin la colaboración abnegada de la tripulación del *BIP-V*. También se agradece la participación en los trabajos de muestreo de los estudiantes, investigadores y técnicos del Centro de Ecología Costera que participaron de manera entusiasta y desinteresada. La investigación se realizó con financiamiento de la Universidad de Guadalajara.

#### REFERENCIAS

- Aguilar-Palomino, B., Mariscal-Romero, J., González-Sansón, G. y Rodríguez-Ibarra, L.E. (1996). Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 22(4): 469-481.
- Amezcuca-Linares, A. (1985). Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. Cap. 2. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México, DF, pp. 39-49.
- Bianchi, G. (1991). Demersal assemblages of the continental shelf and slope edge between the Gulf of Tehuantepec (Mexico) and the Gulf of Papagayo (Costa Rica). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 73: 121-140.
- Browder, J.A. (1993). A pilot model of the Gulf of Mexico continental shelf. In: V. Christensen and D. Pauly (eds.), *Trophic Models of Aquatic Ecosystems*. ICLARM Conf. Proc., 26: 279-284.
- Chapa-Saldaña, H. (1976). La fauna acompañante del camarón como un índice de monopesca. *Memorias del Symposium sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarón*, Guaymas, Sonora, agosto 1976. Inst. Nal. de Pesca, México, DF, pp. 173-185.
- Chávez, H. y Arvizu-Martínez, J. (1972). Estudio de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California, 1968-1969. III. Fauna de acompañamiento de camarón (peces finos y basura). En: J. Carranza (ed.), *Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía (México)*, 17-19 noviembre de 1969, pp. 361-378.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple  $F$  tests. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Ehrhardt, N.M., Ramírez, E.M., Aguilera, P., Jacquemin, P., Lozano, M. y Romo, I. (1982). Evaluación de los recursos demersales accesibles a redes de arrastre de fondo de la plataforma continental de la costa occidental de la península de Baja California,



- México, durante 1979 y 1980. Prog. Inv. Des. Pesq. Integr. México/PNUD/FAO/INP. Serie Científica, (23): 46 pp.
- Elliot, J.M. (1973). Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Freshwater Biological Assoc., Sci. Publ.*, 25: 143 pp.
- Fogarty, M.J. (1985). Statistical considerations in the design of trawl surveys. *FAO Fish. Circ.*, 786: 21 pp.
- Grande-Vidal, J.M. (1983). Evaluación biotecnológica de los recursos demersales vulnerables a redes de fondo en el Golfo de California, 1978-1980. *Ciencia Pesquera, Inst. Nal. de Pesca, México*, 4: 97-125.
- Grande-Vidal, J.M. y Díaz-López, M.L. (1981). Situación actual y perspectivas de utilización de la fauna de acompañamiento del camarón de México. *Ciencia Pesquera, Inst. Nal. de Pesca, México*, 1(2): 43-55.
- Hendrickx, M.E. (1985). Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del Golfo de California y su importancia como recurso potencial. Cap. 3. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México, DF, pp. 95-148.
- Hendrickx, M.E. (1993). Crustáceos decápodos del Pacífico mexicano. En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.), *Biodiversidad marina y costera de México*. Com. Nal. Biodiversidad y CIQROO, México, pp. 271-318.
- Hendrickx, M.E. (1994). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos. Colección de referencia, Estación Mazatlán, ICML, UNAM. CONABIO-ICML, UNAM, 134 pp.
- Hendrickx, M.E. y Toledano-Granados, A. (1994). Catálogo de moluscos pelecípodos, gasterópodos y polioplacóforos. Colección de referencia, Estación Mazatlán, ICML, UNAM. CONABIO-ICML, UNAM, 71 pp.
- Hendrickx, M.E., Van der Heiden, A.M., Toledano-Granados, A., Orozco-Romo, L. y Rodríguez-Cajiga, S.R. (1982). Fauna bentónica de los sedimentos blandos de la bahía de Mazatlán, Sinaloa. *Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Estación Mazatlán, Informe Técnico*, 28 pp.
- Hurlbert, S.H. (1984). Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs*, 54: 187-211.
- Jones, R. (1956). A discussion of some limitations of the trawl as a sampling instrument. *Rapp. et Proc.-Verb.*, 140(1): 44-47.
- MacManus, J.W. (1986). Depth zonation in a demersal fishery in the Samar Sea, Philippines. In: J.L. MacLean, L.B. Dizon and L.V. Hosillos (eds.), *The First Asian Fisheries Forum*. Asian Fisheries Soc., Manila, Philippines, pp. 420-426.
- Mendoza, J.J. (1993). A preliminary biomass budget for the northeastern Venezuela shelf ecosystem. In: V. Christensen and D. Pauly (eds.), *Trophic Models of Aquatic Ecosystems*. ICLARM Conf. Proc., 26: 285-297.
- Paul, R.K.G. and Hendrickx, M.E. (1980). Crustaceans in the shrimp by-catch from off the coast of Sinaloa and Nayarit, Mexico. *Bull. South. Calif. Acad. Sci.*, 79(3): 109-111.
- Pauly, D. (1988). Fisheries research and the demersal fisheries of southeast Asia. Chap. 13. In: J.A. Gulland (ed.), *Fish Population Dynamics*. John Wiley, Chichester, 2nd ed., pp. 329-348.
- Pauly, D. and Murphy, G.I. (eds.) (1982). *Theory and management of tropical fisheries*. ICLARM Conf. Proc., 9: 360 pp.
- Pérez-Mellado, J. (1980). Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tesis de maestría, Escuela de Ciencias Marinas, Inst. Tec. Est. Sup. de Monterrey, Guaymas, Sonora, México, 98 pp.
- Pérez-Mellado, J. y Findley, L.T. (1985). Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón comercial capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa. Cap. 5. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México, DF, pp. 201-254.

- Romero C., J.M. (1978). Composición y variabilidad de la fauna de acompañamiento del camarón en la zona norte del Golfo de California. Tesis de maestría, Escuela de Ciencias Marítimas y Alimentarias, Inst. Tec. Est. Sup. de Monterrey, Guaymas, Sonora, México, 119 pp.
- Rosales-Juárez, F. (1976). Contribución al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón en alta mar, frente a las costas de Sinaloa, México. En: Instituto Nacional de Pesca (ed.), Memorias de la reunión sobre los recursos de pesca costera de México. Veracruz, noviembre 1976, pp. 25-80.
- Sainsbury, K.J. (1988). The ecological basis of multispecies fisheries, and management of a demersal fishery in tropical Australia. In: J.A. Gulland (ed.), Fish Population Dynamics. John Wiley, Chichester, 2nd ed., pp. 349-382.
- Silvestre, G., Selvanathan, S. and Salleh, A.H.M. (1993). Preliminary trophic model of the coastal fisheries resources of Brunei Darussalam, South China Sea. In: V. Christensen and D. Pauly (eds.), Trophic Models of Aquatic Ecosystems. ICLARM Conf. Proc., 26: 300-306.
- Sparre, P., Ursin, E. and Venem, S.C. (1989). Introduction to tropical fish stock assessment. Part I. Manual. FAO Fish. Tech. Pap., (306.1): 337 pp.
- Taylor, C.C. (1953). Nature of variability in trawl catches. Fish. Bull., 83: 145-166.
- Taylor, L.R. (1961). Aggregation, variance and the mean. Nature, 189: 732-735.
- Van der Heiden, A.M. (1985). Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. Cap. 4. En: A. Yáñez-Arancibia (ed.), Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México, DF, pp. 149-200.
- Wenner, C.A., Barans, C.A., Stender, B.W. and Berry, F.H. (1979). Results of Marmap otter trawl investigations in the South Atlantic Bight. III. Summer, 1974. South Carolina Marine Resources Center, Tech. Rep., 41: 62 pp.
- Williams, F. (1968). Report on the Guinean trawling survey. Vols. I, II and III. Publ. Sci., Sci. Tech. Res. Comm., Organ. Af. Unity, 99: 1-529, 1-551, 1-600.
- Wyrski, K. (1965). Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm., IX(5): 271-294.
- Zar, J.H. (1984). Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, New Jersey, 718 pp.