

**ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA Y DINÁMICA POBLACIONAL DE  
LA VIVITA DE HEBRA (*Opisthonema oglinum*)  
EN YUCATÁN, MÉXICO**

**ANALYSIS OF THE FISHERY AND POPULATION DYNAMICS OF  
THE ATLANTIC THREAD HERRING (*Opisthonema oglinum*)  
IN YUCATÁN, MEXICO**

Guadalupe Mexicano-Cíntora  
Silvia Salas  
Miguel A. Cabrera

Departamento de Recursos del Mar  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida  
Apartado postal 73  
C.P. 97310, Cordemex, Mérida  
Yucatán, México

*Recibido en agosto de 1994; aceptado en septiembre de 1995*

**RESUMEN**

La pesquería artesanal de sardina (*Opisthonema oglinum*) que se desarrolla en la región costera adyacente al puerto de Celestún, Yucatán, surgió en 1991 como resultado de un aumento en la demanda, por parte de la flota mayor del Estado, para utilizarla como carnada en la captura de algunas especies demersales. En este trabajo, se presenta una caracterización de la pesquería para la temporada 1993-94 en términos de: equipos y áreas de pesca, forma de operación y composición de las capturas. La captura promedio por viaje estimada fue de 344 kg, obtenida en 9 h efectivas de pesca. El análisis de costos variables mostró que son muy bajos en relación con los ingresos totales que se derivaron de la captura; sin embargo, es necesario hacer una evaluación más amplia que permita tener una visión completa de la parte económica de la pesquería. Se efectuó un análisis preliminar de la dinámica poblacional de esta especie. Los parámetros de crecimiento estimados fueron:  $L_{\infty} = 227$  mm LF y  $K = 0.68/\text{año}$ . Los patrones de reclutamiento indican un periodo amplio a lo largo del año, con un máximo en verano.

*Palabras clave:* sardina, dinámica poblacional, Yucatán.

**ABSTRACT**

The artisanal fishery of Atlantic thread herring (*Opisthonema oglinum*) in the coastal region off Celestún, Yucatán, began in 1991 in response to an increase in the demand, by the Yucatán industrial fishing fleet, to use it as bait in the capture of other demersal species. A characterization of the fishery in terms of fishing methods, fishing grounds and catch composition is made for the 1993-94 period. The estimated mean catch per trip was 344 kg, obtained in nine effective hours of fishing. The variable costs per trip are lower than the incomes, but there is not enough information to make inferences about the economic aspects of the fishery. A preliminary analysis of the population dynamics of this species was carried out. The estimated growth parameters were:  $L_{\infty} = 227$  mm FL and  $K = 0.68/\text{year}$ . Recruitment patterns showed a long period throughout the year, with a maximum in summer.

*Key words:* thread herring, population dynamics, Yucatán.

## INTRODUCCIÓN

A principios de la década de los ochentas, en la zona costera adyacente al puerto de Celestún, Yucatán, se desarrolló una pesquería de playa de pequeña escala, cuya forma de operación y métodos de pesca se basaban en el uso del chinchorro playero. Las capturas eran abundantes (6,500 t) y ricas en diversidad, con cerca de 54 especies presentes, que casi en su totalidad eran destinadas a elaborar harina de pescado. La vivita de hebra (*Opisthonema oglinum*, Le Seueur, 1818) y la vivita escamuda (*Harengula jaguana*, Poey, 1865) constituían una parte importante de las mismas, la primera con 12% del volumen total de las capturas y la segunda con 1.5% (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1985, 1987). Estas especies eran vendidas a los tripulantes de las embarcaciones de la flota mayor del Estado, para utilizarlas como carnada en la pesca de algunas especies demersales (mero: *Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828; huachinango: *Lutjanus campechanus*, Poey, 1860). A partir de 1988, después del huracán Gilberto, las capturas disminuyeron significativamente (Castro-Suaste *et al.*, 1992). Esta reducción en el rendimiento originó que los pescadores del puerto de Celestún iniciaran una búsqueda del recurso en zonas de mayor profundidad (2 y 10 m); esto llevó a la introducción paulatina de redes sardineras de tipo agalleras, hecho que marcó el inicio, en 1991, de esta nueva pesquería artesanal, con *O. oglinum* como el principal componente en las capturas. El potencial actual de esta especie ha sido percibido por pescadores de otros puertos, quienes pretenden hacer un uso más intenso de este recurso.

Por lo anterior, las investigaciones sobre la biología y pesquería de esta especie son escasas y la información disponible a la fecha no es muy abundante. Ésta comprende aspectos generales de la pesquería (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1985, 1989; Castro-Suaste *et al.*, 1992; Mexicano-Cintora *et al.*, 1994), edad y crecimiento (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1985; Arce y Sánchez, 1991), reproducción (Mexicano-Cintora, 1990), y sus interrelaciones tróficas

## INTRODUCTION

At the beginning of the 1980s, an artisanal beach seine fishery was developed in the coastal zone off Celestún, Yucatán. Catches were abundant (6,500 t) and rich in diversity, with close to 54 species, most of which were used for fish meal. The Atlantic thread herring (*Opisthonema oglinum*, Le Seueur, 1818) and the scale sardine (*Harengula jaguana*, Poey, 1865) constituted an important part of the landings, with 12 and 1.5%, respectively (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1985, 1987). These species were sold to the fishermen from the State industrial fleet, who used them as bait for some demersal species (red grouper: *Epinephelus morio*, Valenciennes, 1828; red snapper: *Lutjanus campechanus*, Poey, 1860). In 1988, after Hurricane Gilbert hit the region, the beach seine catches decreased significantly (Castro-Suaste *et al.*, 1992). This reduction in yield forced the Celestún fishermen to look for deeper fishing grounds (i.e. 2-10 m), which in turn led to the gradual introduction of herring gillnets and, in 1991, marked the beginning of this new artisanal fishery, with *O. oglinum* as the main component of the catch. The present potential of this species has been perceived by fishermen from other ports, who want to make a more intense use of this resource.

Studies on the biology and fishery of this species are scarce. The information available deals with general aspects of the fishery (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1985, 1989; Castro-Suaste *et al.*, 1992; Mexicano-Cintora *et al.*, 1994), age and growth (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1985; Arce and Sánchez, 1991), reproduction (Mexicano-Cintora, 1990), and their trophic interactions as a component of the coastal ecosystem of Celestún (Vega-Cendejas *et al.*, 1993, 1994).

This paper presents a preliminary bioeconomic analysis that includes fishing effort, costs of operation, incomes generated by the fishery and aspects of the population dynamics of *O. oglinum*.

como parte del ecosistema costero de Celestún (Vega-Cendejas *et al.*, 1993, 1994).

En este documento se presenta un análisis bioeconómico preliminar que incluye esfuerzo pesquero, costos de operación, retornos generados por la pesquería, así como aspectos de la dinámica poblacional de *O. oglinum*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La información analizada se obtuvo mensualmente de las capturas comerciales de sardina en el puerto de Celestún, durante el ciclo anual comprendido entre marzo de 1993 y febrero de 1994.

Se aplicaron cuestionarios a cada uno de los patrones de las embarcaciones, a fin de obtener información sobre peso y composición de su captura, esfuerzo de pesca, áreas de operación, características y manejo del equipo de pesca y forma de operación de la flota. Se estudiaron las relaciones entre la captura, el esfuerzo pesquero y la profundidad de pesca, así como las tendencias de las dos primeras en el periodo estudiado. La definición del esfuerzo pesquero se realizó considerando las horas efectivas de pesca (HEP; número de horas de permanencia de la red en el agua, desde su colocación hasta que fue izada a bordo) y considerando la superficie total de la red. De los datos de captura y esfuerzo se estimó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). La información se analizó y comparó por áreas de pesca. La relación entre las variables, así como la comparación entre los valores promedio por zonas fueron analizadas estadísticamente, por medio del análisis de correlación y varianza (ANOVA) y por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis cuando fue necesario (Zar, 1984). Se estimó la frecuencia en el número de viajes a la pesca con respecto a las épocas climáticas: secas, marzo a mayo; lluvias, junio a septiembre; nortes, octubre a febrero.

Se recabaron datos relativos a los costos variables e ingresos totales promedio por viaje de pesca. Los costos variables (CV) se estimaron considerando los costos de gasolina (Cg), aceite (Cac), alimentos (Cal) y gas butano para las lámparas (Cgb):

## MATERIALS AND METHODS

The information analyzed was obtained monthly from the commercial catches of herring in the port of Celestún, during the annual cycle March 1993-February 1994.

Information on weight and composition of the catches, fishing effort, operation areas, characteristics and handling of the fishing gear, and form of operation of the fleet was obtained from questionnaires given to the fishermen. The relationships between catch, fishing effort and depth of fishing, as well as the tendencies of the first two in the period analyzed were studied. Fishing effort was taken as the effective hours of fishing (HEP; number of hours that the net was in the water, from its placement until hoisted on board), considering the total surface of the net. The catch per unit effort (CPUE) was calculated with capture and effort data. The information was analyzed and compared by fishing areas. The relationship between the variables, as well as the comparison between the average values for each zone were subjected to statistical treatment, with an analysis of correlation and variance (ANOVA) and the nonparametric test of Kruskal-Wallis when necessary (Zar, 1984). The frequency of fishing trips was related to seasons: dry, March to May; rainy, June to September; northers, October to February.

Variable costs and average total incomes per fishing trip were recorded; variable costs (CV) were estimated considering the costs of fuel (Cg), oil (Cac), food (Cal) and gas for the lamps (Cgb):

$$CV = Cg + Cac + Cal + Cgb$$

Total income (IT) was computed as the sum of the values of the capture of the target species (Cob) and the secondary species (Cin) multiplied by their respective price (Pob and Pin):

$$IT = (Cob \cdot Pob) + (Cin \cdot Pin)$$

To determine the size composition of the catches, three boats were chosen at random; a sample of 5 kg was taken from each one of

$$CV = Cg + Cac + Cal + Cgb$$

Los ingresos totales (IT) se estimaron de la suma de los valores de la captura de la especie objetivo (Cob) y de las especies incidentales (Cin) multiplicadas por su respectivo precio (Pob y Pin):

$$IT = (Cob \cdot Pob) + (Cin \cdot Pin)$$

Para determinar la composición por tallas de las capturas se escogieron aleatoriamente tres embarcaciones, tomando muestras de 5 kg de cada una y midiendo la longitud furcal (LF) en milímetros (Solana-Sansores y Arreguín-Sánchez, 1990).

Las distribuciones de frecuencias mensuales por tallas se analizaron con el programa ELEFAN I (Gayanilo *et al.*, 1993). Los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy se compararon con los reportados en la literatura a través del índice de crecimiento estándar ( $\phi'$ ) (Munro y Pauly, 1983). El parámetro  $t_0$  fue estimado de la ecuación de Pauly (1979):

$$\log_{10}(-t_0) = -0.3922 - (0.2752 \cdot \log_{10} L_\infty) - (1.038 \cdot \log_{10} K)$$

El patrón de reclutamiento fue derivado de los parámetros de crecimiento y la mortalidad total (Z) fue estimada de la curva de captura convertida en longitud. La mortalidad natural (M) se obtuvo al aplicar la ecuación empírica de Pauly (1980), considerando los parámetros de crecimiento y la temperatura anual promedio de la zona (T = 27°C; García, 1980):

$$\log_{10} M = -0.0066 - (0.279 \cdot \log_{10} L_\infty) + (0.6543 \cdot \log_{10} K) + (0.4634 \cdot \log_{10} T)$$

## RESULTADOS

Se identificaron tres áreas de pesca con base en las preferencias de los pescadores y los costos de operación: la zona norte, localizada frente a las localidades del Palmar hasta Margarita; la zona centro, desde Balneario hasta Solito;

them and the fork length (FL) was measured in millimeters (Solana-Sansores and Arreguín-Sánchez, 1990).

Monthly length-frequency distributions were analyzed with the ELEFAN I program (Gayanilo *et al.*, 1993). Parameters of the von Bertalanffy growth model were compared with those reported in the literature, using the growth performance index ( $\phi'$ ) (Munro and Pauly, 1983). The  $t_0$  parameter was calculated from Pauly's (1979) equation:

$$\log_{10}(-t_0) = -0.3922 - (0.2752 \cdot \log_{10} L_\infty) - (1.038 \cdot \log_{10} K)$$

The recruitment pattern was inferred from growth parameters and total mortality (Z) was estimated from the length converted catch curve. Natural mortality (M) was obtained with Pauly's (1980) formula, considering growth parameters and the annual average temperature of the zone (T = 27°C; García, 1980):

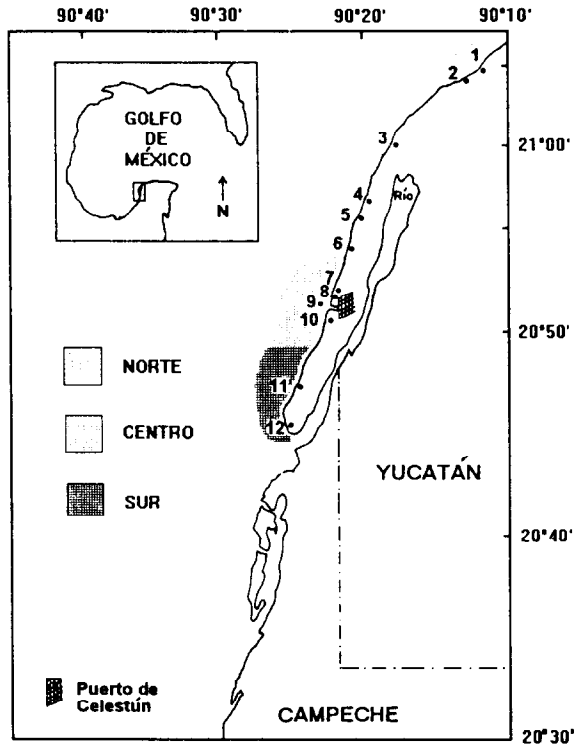
$$\log_{10} M = -0.0066 - (0.279 \cdot \log_{10} L_\infty) + (0.6543 \cdot \log_{10} K) + (0.4634 \cdot \log_{10} T)$$

## RESULTS

Three fishing grounds were identified on the basis of the fishermen's preferences and operation costs: the north zone, located from El Palmar to Margarita; the central zone, from Balneario to Solito; the south zone, from Montealto to San Joaquín (fig. 1). The depth varied from 2 to 9 m and the transit time of the boats fluctuated between 1 and 1.5 h.

The fleet consisted of fiberglass boats, 7.9 m in length, with 2 t average capacity and outboard engines of 55 to 65 HP. Herring gillnets, 400 to 800 m long and 2 to 4 m wide, were used, made of sections of 100 m each; mesh size (between stretched knots) was 4.4 cm and they were built with nylon thread. Other fishing gear consisted of gas lamps, anchors and floats.

An average of 30 active boats, with two fishermen per boat, were registered from January to July. Fishing intensity decreased from



**Figura 1.** Área de estudio y campos pesqueros de sardina (*Opisthonema oglinum*) en Yucatán. 1. Palmar, 2. Victoria, 3. Límite, 4. Xixin, 5. Cholul, 6. Margarita, 7. Balneario, 8. Torero, 9. Frente, 10. Solito, 11. Montealto, 12. San Joaquín.

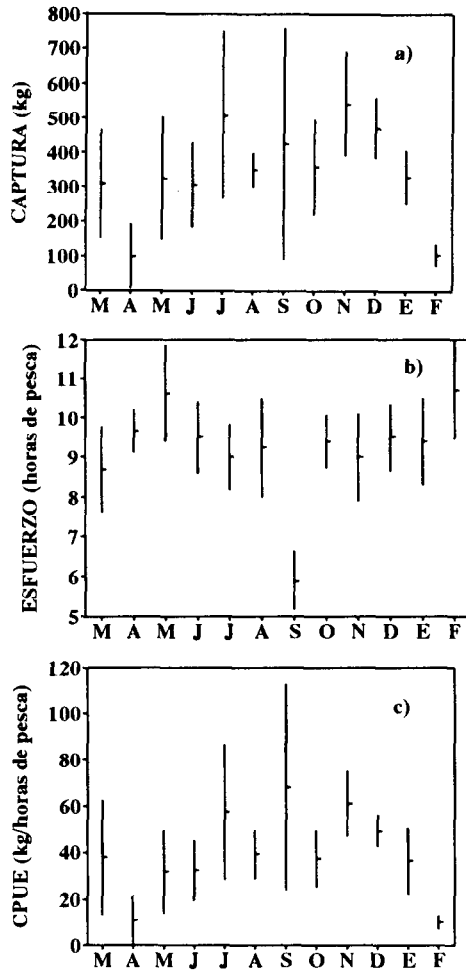
**Figure 1.** Study area and fishing grounds of the thread herring (*Opisthonema oglinum*) in Yucatán. 1. Palmar, 2. Victoria, 3. Límite, 4. Xixin, 5. Cholul, 6. Margarita, 7. Balneario, 8. Torero, 9. Frente, 10. Solito, 11. Montealto, 12. San Joaquín.

la zona sur, desde Montealto hasta San Joaquín (fig. 1). La profundidad varió de 2 a 9 m y el tiempo de traslado de las embarcaciones fluctuó entre 1 y 1.5 h.

La flota consistió de embarcaciones de fibra de vidrio, con una longitud de 7.9 m, una capacidad promedio de 2 t y motores fuera de borda de 55 a 65 HP. Utilizaron redes sardineras de tipo agallera, construidas con paños de 100 m cada uno, con longitudes que oscilaron entre 400 y 800 m y anchos entre 2 y 4 m; la luz de malla entre nudos estirados fue de 4.4 cm y estaban construidas con hilo nylon de monofilamento. Otros implementos de pesca fueron lámparas de gas butano, equipo de fondeo y flotadores.

August to December, since about 25% of these boats moved on to capture octopus. Monthly average fishing trips were 23, with one net drop per fishing journey. Permanence time of the net in the water fluctuated from 5 to 12.5 h, with an average of  $9.0 \pm 1.4$  HEP. The procedure of lifting the gear with the catch took about one hour.

The monthly averages of catches, effort and CPUE per boat showed a similar pattern throughout the study period. The catch per trip was  $344 \pm 139$  kg; maximum catches were registered during November,  $543 \pm 150$  kg, and minimum in April,  $100 \pm 94.6$  kg (fig. 2a). The maximum values of capture and fishing effort were registered in February and May,



**Figura 2.** Tendencias de los promedios mensuales de: a) capturas, b) esfuerzo de pesca y c) captura por unidad de esfuerzo (CPUE), en la pesquería de sardina (*Opisthonema oglinum*) de Celestún, Yucatán.

**Figure 2.** Average monthly tendencies of: a) catches, b) fishing effort and c) catch per unit effort (CPUE) in the herring (*Opisthonema oglinum*) fishery of Celestún, Yucatán.

De enero a julio se registró un promedio de 30 embarcaciones activas, con dos pescadores por embarcación. De agosto a diciembre la intensidad de pesca disminuyó, debido a que un 25% de estas embarcaciones se dedicaron a la captura de pulpo. Los pescadores hicieron 23 salidas, en promedio, al mes y realizaron sólo un lance por viaje de pesca. El tiempo de permanencia de la red en el agua fluctuó de 5 a

10.6 ± 1.2 HEP, and the minimum in September, 5.9 ± 0.7 HEP (fig 2b). The patterns observed suggest an inverse relationship, with the highest catches corresponding to low levels of fishing effort and vice versa. The monthly yields per boat (CPUE) showed a similar pattern to the catches, with the highest in September, 68.1 ± 44.4 kg/HEP, and the lowest in February, 9.9 ± 3.1 kg/HEP (fig. 2c).

**Tabla 1.** Captura y esfuerzo por zonas de pesca de la sardina *Opisthonema oglinum* de las costas de Yucatán (f = frecuencia de viajes de pesca, DE = desviación estándar, HEP = horas efectivas de pesca).

**Table 1.** Catch and effort by fishing zones of the herring *Opisthonema oglinum* along the coasts of Yucatán (f = frequency of fishing trips, DE = standard deviation, HEP = effective hours of fishing).

Zona	f	Captura (kg)		HEP (h)		CPUE (kg/h)		Profundidad (m)	
		Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Norte	29	405	219	8.7	1.5	48.1	28.1	5.6	1.7
Centro	45	293	173	9.6	1.2	31.7	20.2	6.0	0.8
Sur	8	233	177	10.6	0.4	22.6	17.6	4.6	1.7

12.5 h, con un promedio de  $9.0 \pm 1.4$  HEP. La maniobra de levantar el equipo con la captura llevó una hora de trabajo aproximadamente.

Los promedios mensuales de la captura, esfuerzo y CPUE por embarcación mostraron un patrón definido a lo largo del periodo de estudio. La captura por viaje fue de  $344 \pm 139$  kg; las capturas máximas se registraron en noviembre,  $543 \pm 150$  kg, y las más bajas en abril,  $100 \pm 94.6$  kg (fig. 2a). Los valores máximos de la captura y el esfuerzo pesquero se registraron en febrero y mayo,  $10.6 \pm 1.2$  HEP, y el mínimo en septiembre,  $5.9 \pm 0.7$  HEP (fig. 2b). Los patrones observados sugieren una relación inversa, donde las capturas más altas fueron obtenidas con niveles bajos de esfuerzo de pesca y viceversa. Los rendimientos mensuales por embarcación (CPUE) mostraron un patrón similar a las capturas, con un valor máximo en septiembre,  $68.1 \pm 44.4$  kg/HEP, y el mínimo en febrero,  $9.9 \pm 3.1$  kg/HEP (fig. 2c).

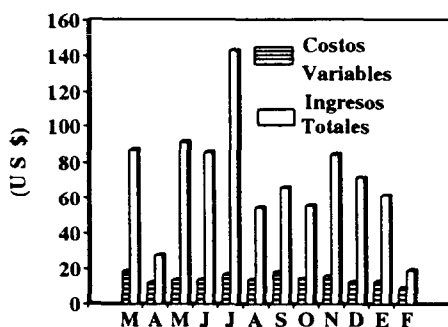
Se encontró una correlación inversa del esfuerzo (HEP) con respecto a la captura ( $n = 83$ ,  $r = -0.25$ ,  $p < 0.02$ ) y la CPUE ( $n = 83$ ,  $r = -0.47$ ,  $p < 0.01$ ). En cada caso, el modelo de regresión explicó, respectivamente, el 6.5 y 22.3% de la varianza en los datos. Aun cuando se observó una tendencia similar, la correlación entre la captura con respecto a la superficie de la red sardinera ( $n = 83$ ,  $r = 0.17$ ,  $p = 0.20$ ) y la profundidad de pesca ( $n = 83$ ,  $r = 0.18$ ,  $p = 0.09$ ) no fue estadísticamente significativa.

El análisis comparativo por zonas de pesca (tabla 1) reveló que la frecuencia de viajes de pesca (f) fue mayor hacia la zona centro ( $f = 45$ )

The effort (HEP) was inversely correlated with capture ( $n = 83$ ,  $r = -0.25$ ,  $p < 0.02$ ) and CPUE ( $n = 83$ ,  $r = -0.47$ ,  $p < 0.01$ ). In each case, the regression model explained 6.5 and 22.3%, respectively, of the variance in the data. Even though a similar tendency was observed in the correlation between capture, surface of the gear ( $n = 83$ ,  $r = 0.17$ ,  $p = 0.20$ ) and fishing depth ( $n = 83$ ,  $r = 0.18$ ,  $p = 0.09$ ), it was not significant.

The comparative analysis of fishing zones (table 1) showed that frequency of fishing trips (f) was higher in the central zone ( $f = 45$ ), with yields of  $32 \pm 20.2$  kg/HEP, contrasting with the highest yields ( $48 \pm 28$  kg/HEP) of the north zone ( $f = 29$ ).

The analysis of variance (considering the boats as replicas) showed significant differences in the catches by fishing zones ( $F_{2,80} = 4.06$ ,  $p < 0.02$ ). Due to a strong correlation ( $r = 0.8$ ) between the average catch values and their respective standard deviations, which could have affected this result (error in statistical F; Zar, 1984), a Kruskal-Wallis nonparametric analysis of variance was applied. A similar result was obtained, asserting statistical differences in the catches per zone ( $H_{2,83} = 7.17$ ,  $p = 0.028$ ). This same test was utilized for the analysis of effort, CPUE and depth data (original and logarithmically transformed) since they did not satisfy the variance assumptions of homogeneity and normality. Significant differences were found between fishing zones: HEP ( $H_{2,83} = 17.6$ ,  $p = 0.002$ ); CPUE ( $H_{2,83} = 11.5$ ,  $p = 0.003$ ); fishing depth ( $H_{2,83} = 7.7$ ,  $p = 0.02$ ).



**Figura 3.** Costos e ingresos promedio por viaje generados por la flota pesquera de sardina del puerto de Celestún, Yucatán.

**Figure 3.** Average costs and incomes per trip generated by the herring fleet of the port of Celestún, Yucatán.

con rendimientos de  $32 \pm 20.2$  kg/HEP, contrastando con la zona norte ( $f = 29$ ), donde se obtuvieron mayores rendimientos ( $48 \pm 28$  kg/HEP).

El análisis de varianza (considerando a las embarcaciones como réplicas) mostró diferencias significativas en las capturas por zona de pesca ( $F_{2,80} = 4.06$ ,  $p < 0.02$ ). Sin embargo, debido a una fuerte correlación ( $r = 0.8$ ) entre los valores promedio de las capturas y sus respectivas desviaciones estándar que pudo haber afectado este resultado (error de estimación en el estadístico F; Zar, 1984), se realizó un ANOVA de Kruskal-Wallis. El resultado fue similar, estableciendo así diferencias estadísticas en las capturas por zona ( $H_{2,83} = 7.17$ ,  $p = 0.028$ ). Esta misma prueba se utilizó para el análisis de los datos de esfuerzo, CPUE y profundidad (originales y transformados logarítmicamente), ya que no cumplieron con los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad. En este caso, se encontraron diferencias significativas entre las zonas de pesca: HEP ( $H_{2,83} = 17.6$ ,  $p = 0.002$ ); CPUE ( $H_{2,83} = 11.5$ ,  $p = 0.003$ ); profundidad de operación ( $H_{2,83} = 7.7$ ,  $p = 0.02$ ).

La estacionalidad en la frecuencia de viajes de pesca mostró que, en la época de secas, se pescó con mas frecuencia en la zona centro (80%); al llegar las lluvias, la mayoría de los pescadores se desplazó hacia la zona norte (75%) y, sólo al llegar la época de nortes, se

The seasonality of fishing trips showed a high percentage of fishermen in the central zone during the dry season (80%); most moved to the north zone when the rains arrived (75%), and only during the northers was fishing activity carried out in the three zones: central (61%), north (22%) and south (17%).

The price per basket of herring (50 kg) fluctuated between 20 and 50 new pesos (N\$) (US\$ 6.25 to 15.62), depending on the demand. The average monthly cost per boat/trip was N\$ 46 (US\$ 14.37), with minimal fluctuations and values less than the average income per trip N\$ 226 (US\$ 70.62). The highest incomes, together with the highest catches, were obtained in July (fig. 3) and the lowest in February and April, whereas the highest costs were observed in March and September.

The species composition (table 2) showed that the most abundant species was *O. oglinum*, with 88%, followed by *H. jaguana*, with 8%; the remaining 4% was composed of 10 secondary species.

Lengths ranged from 120 to 198 mm, with an average size of 156 mm ( $n = 2,758$ ). The longest average length was obtained during the northers, 162.9 mm (fig. 4a), and in the south zone, 176.8 mm (fig. 4b).

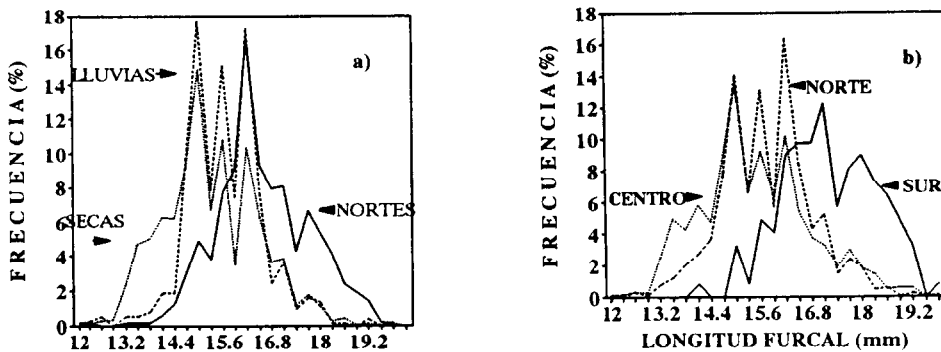
The fit of the growth curve to length frequency distributions showed that *O. oglinum*



**Tabla 2.** Composición por especies de las capturas obtenidas con red sardinera en Celestún, Yucatán.

**Table 2.** Species composition of catches with herring net in Celestún, Yucatán.

Especie	Nombre común	%
<i>Opisthonema oglinum</i>	Vivita de hebra	88
<i>Harengula jaguana</i>	Vivita escamuda	8
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Aguja	4
<i>Balistes capriscus</i>	Cochina	
<i>Sphyaena barracuda</i>	Barracuda	
<i>Albula vulpes</i>	Macabí	
<i>Chloroscombus chrysurus</i>	Zapatero	
<i>Bardiella chrysurus</i>	Pollo	
<i>Lagodon rhomboides</i>	Xlavita	
<i>Echeneis naucrates</i>	Pega-pega	
<i>Lutjanus synagris</i>	Rubia	
<i>Polydactilus octonemus</i>	Barbudo 8 barbas	



**Figura 4.** Distribución de frecuencias de tallas en la pesquería de *Opisthonema oglinum*: a) durante las épocas climáticas y b) en las zonas de pesca.

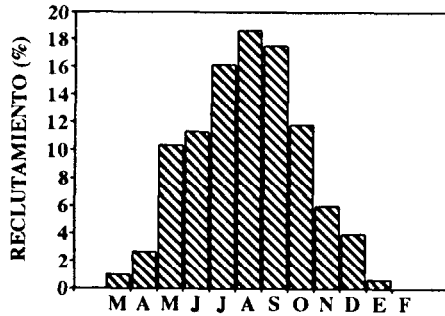
**Figure 4.** Length-frequency distributions in the *Opisthonema oglinum* fishery: a) during the different seasons and b) in the fishing zones

llevó a cabo la actividad pesquera en las tres zonas: centro (61%), norte (22%) y sur (17%).

El precio por canasta de sardina (50 kg) fluctuó de 20 a 50 nuevos pesos (N\$) (US\$ 6.25 a 15.62), dependiendo de su demanda. Los costos promedio mensuales por embarcación/viaje fueron de N\$ 46 (US\$ 14.37), con fluctuaciones mínimas y valores menores a los ingresos

is a species of rapid growth, with parameters  $L_{\infty} = 227$  mm FL and  $K = 0.68/\text{year}$ ,  $t_0 = -0.256$  yearly and a growth performance index  $\phi' = 5.86$  (table 3).

The total mortality calculated was high ( $Z = 4.31/\text{year}$ ) and fishing mortality ( $F = 2.86/\text{year}$ ) was greater than natural mortality ( $M = 1.45/\text{year}$ ). The recruitment pattern



**Figura 5.** Patrón de reclutamiento de *Opisthonema oglinum*, estimado con los parámetros de crecimiento obtenidos con el programa ELEFAN I y la composición de tallas de las capturas.

**Figure 5.** Recruitment pattern of *Opisthonema oglinum*, generated with the growth parameters obtained with the ELEFAN I program and size composition of the catches.

promedio por viaje N\$ 226 (US\$ 70.62). Los mayores ingresos se obtuvieron en julio (fig. 3) y los más bajos en febrero y abril, mientras que los costos más altos se observaron en marzo y septiembre.

La composición por especies de las capturas (tabla 2) mostró que la especie más abundante fue *O. oglinum*, con 88%, seguida de *H. jaguana*, con 8%; el 4% restante estuvo constituida por otras 10 especies incidentales.

Se encontraron ejemplares cuyas longitudes variaron de 120 a 198 mm y con una talla promedio de captura de 156 mm ( $n = 2,758$ ). Las longitudes promedio más grandes se obtuvieron durante el periodo de nortes, 162.9 mm (fig. 4a), y en los campos pesqueros de la zona sur, 176.8 mm (fig. 4b).

El ajuste de la curva de crecimiento a la distribución de frecuencias de longitudes mostró que *O. oglinum* es una especie de crecimiento rápido, con parámetros  $L_{\infty} = 227$  mm LF y  $K = 0.68/\text{año}$ ,  $t_0 = -0.256$  anual y un índice de crecimiento estándar  $\phi' = 5.86$  (tabla 3).

La mortalidad total estimada fue elevada ( $Z = 4.31/\text{año}$ ), y la mortalidad por pesca ( $F = 2.86/\text{año}$ ) fue mayor que la natural ( $M = 1.45/\text{año}$ ). El patrón de reclutamiento presentó una sola moda, con máxima intensidad en los meses de julio a septiembre, donde se concentró aproximadamente el 50% de los reclutas (fig. 5)

presented one mode, with 50% of the recruits from July to September (fig. 5).

## DISCUSSION

The division of the study area into three zones allowed differences to be established in the variables of interest. The characteristics of the boats, fishing gear and fleet operation confirm its status of a small-scale artisanal fishery, with no localization equipment or sophisticated technology for herring capture. The abundance of the resource throughout the year reflected a seasonal pattern similar to that exhibited by other pelagic species in the area (Cabrera and Arreguín-Sánchez, 1987; Cabrera *et al.*, 1994), with short oscillations and maximums in July and November.

Fishing effort did not have large temporal variations, except in September, when the highest CPUE was obtained with the lowest effort. This anomalous behavior may be explained by the desertion of boats to other fisheries. In this sense, it is worth mentioning that, in the months when the highest catches were recorded, fishing effort was practically reduced to 50% of active boats. A great number of fishermen moved to other commercially important species, like octopus, whose fishing season is from August to December. This reduction of users in the

**Tabla 3.** Parámetros de crecimiento de *Opisthonema oglinum* para diferentes regiones (Ot = otolitos, Pm = progresión modal, El = ELEFAN).

**Table 3.** Growth parameters of *Opisthonema oglinum* for different regions (Ot = otoliths, Pm = modal progression, El = ELEFAN).

Autor	Zona	Método	K (anual)	$L_{\infty}$ (cm)	$\phi'$
Houde <i>et al.</i> (1983)	Florida, EUA	Ot	0.38	21.57	5.17
Sotolongo y Valdez (1985)	Cuba	Pm	0.72	20.52	5.71
Sotolongo y Valdez (1991)	Cuba	Ot	0.57	19.58	5.38
Arce y Sánchez (1991)	Yucatán, México	Ot	0.25	17.75	4.33
Arreguin-Sánchez <i>et al.</i> (1985)	Yucatán, México	Pm	0.65	21.50	5.70
Este trabajo	Yucatán, México	El	0.68	22.70	5.86

## DISCUSIÓN

La división que se hizo del área de estudio en tres zonas permitió establecer diferencias en las variables de interés. Las características de las embarcaciones, de las artes de pesca y del modo de operación de la flota confirmaron su estatus de pesquería artesanal de pequeña escala, en la cual no se utilizaron equipos de localización ni tecnologías sofisticadas para la captura de sardina. La abundancia interanual de estos organismos reflejó un patrón típicamente estacional, semejante al exhibido por otras especies pelágicas de la zona (Cabrera y Arreguin-Sánchez, 1987; Cabrera *et al.*, 1994), con oscilaciones cortas y máximos en julio y noviembre.

El esfuerzo de pesca no tuvo grandes variaciones en el tiempo, excepto en septiembre, cuando con el nivel más bajo se obtuvo la CPUE más alta. Este comportamiento anómalo puede ser explicado por la salida de embarcaciones que se incorporaron a otras pesquerías. En este sentido, cabe mencionar que en los meses cuando se registraron las capturas más altas, el esfuerzo pesquero estuvo prácticamente reducido a un 50% de embarcaciones activas monitoreadas. Un gran número de pescadores dirigieron su esfuerzo pesquero a la captura de especies más redituables como el pulpo, cuya temporada comprende de agosto a diciembre.

fishing of herring resulted in an increase in the catches per trip of the fishermen that continued to do so, leading to higher incomes with little variations in the costs.

The significant differences in HEP, CPUE and depth, as shown in the analysis of variance, corroborated the existence of three fishing zones. It is clear that the greatest levels of fishing effort (HEP) were made in the south zone, though they did not correspond to the highest yields; in the north zone the fishing intensity was lower and yields were higher. The CPUE and average sizes calculated indicate that the distribution of biomass and size composition in the geographical area is not homogeneous; abundance decreased from north to south, while the opposite is true for size composition.

The low costs of operation and high total incomes per trip may be a stimulus for other fishermen to join the fishery. This analysis does not include fixed costs (maintenance, administrative expenses, workmanship, etc.), so the incomes derived are not the net result. Even though artisanal fishermen do not take into account this type of cost, they remain in the fishery as long as the catch incomes cover the operating costs.

The species composition showed that, besides *O. oglinum*, secondary species constitute 12%. It is worth mentioning that the analysis of the composition observed in the samples represents monthly changes in the catches.

Esta reducción de usuarios en la pesca de sardina permitió incrementar las capturas por viaje para los pescadores que permanecieron en ella, obteniendo mayores ingresos con poca variación en los costos.

Las diferencias significativas encontradas por el análisis de varianza con respecto a las HEP, la CPUE y la profundidad permitieron corroborar la existencia de tres zonas de pesca. Es claro que los mayores niveles de esfuerzo (HEP) fueron hechos en la zona sur, a pesar de que no correspondieron con los rendimientos más altos. Por el contrario, en la zona norte, la intensidad de pesca fue menor y los rendimientos fueron más altos. La CPUE y las tallas promedio estimadas indican que la distribución de la biomasa y de la composición por tallas del recurso en el área geográfica no es homogénea; la abundancia disminuyó de norte a sur, en tanto que la composición por tallas lo hizo en sentido inverso, encontrando las tallas promedio más grandes en la zona sur y las más pequeñas en el norte.

Los bajos costos de operación y los altos ingresos por viaje pueden ser un estímulo para que nuevos pescadores se incorporen a esta pesquería. Sin embargo, este análisis no comprende los costos fijos (mantenimiento, gastos administrativos, mano de obra, etc.), por lo que los ingresos derivados no son el resultado neto. Aun cuando el pescador artesanal no contabiliza este tipo de costos y mientras sus costos de operación sean cubiertos por los ingresos derivados de la captura, ellos se mantendrán en la pesquería.

La composición por especies de las capturas mostró que, además de *O. oglinum*, un 12% lo constituyen especies consideradas como incidentales. Cabe mencionar que el análisis de la composición observada en las muestras representa los cambios mensuales observados en las capturas.

El incremento de longitud en los peces a lo largo del régimen climático estacional, así como la captura promedio por zona sugirieron una distribución espaciotemporal diferencial por tallas, que puede ser explicada por movimientos de la población de norte a sur a lo largo del litoral, como respuesta a los cambios ambientales

The increase in fish length throughout the seasonal regimen as well as the catch per zone suggested a space-time distribution by sizes, which can be explained by the movements of the population from north to south along the coast in response to corresponding environmental changes. Even though it has not been established, it is possible that, during the rainy season, the large amounts of nutrients from ecosystems like Celestún Lagoon play an important role in this process, increasing primary productivity and food availability (Herrera, 1988).

The comparison of the growth parameters ( $L_{\infty}$  and  $K$ ) with those reported by other authors, based on the growth performance index ( $\phi'$ ), was consistent in most cases, except for the estimates of Arce and Sánchez (1991). The utility of this index to make interspecific comparisons reinforced the reliability of the parameters estimated, since it minimizes individual variations in the estimates of the growth parameters.

The short longevity (four years) ( $3/K$ ; Pauly, 1983) and high values of mortality reflect a decrease in the abundance of the resource. This decrease is generated by natural causes and fishing; however, the estimates indicated a higher fishing mortality related to the high proportion of individuals in the catches (57.6%) below mean size (156 mm).

These results should be taken with caution, since this species constitutes an important prey for many predators and is considered important for other fish communities, transferring energy to the system through their trophic relationships; it is considered dominant in the communities of Campeche Bank, where generally the environmental conditions are almost uniform all year round (Yáñez-Arancibia and Sánchez-Gil, 1986). However, the small environmental changes taking place will determine the success of reproduction and differential recruitment by sizes to the fishery between seasons, which becomes more evident in short-living species. In this case, maximum recruitment coincides with the maximum spawning periods that have been reported between June and November (Mexicano-Cíntora, 1990).

correspondientes. Aun cuando no se ha comprobado, es posible que la gran cantidad de nutrientes que son aportados durante la época de lluvias a través de ecosistemas costeros, como la ría de Celestún, juegue un papel importante en este proceso, ya que el aumento en la carga de nutrientes del agua incrementa la productividad primaria y disponibilidad de alimento (Herrera, 1988).

La comparación de los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$  y  $K$ ) con los reportados por otros autores, con base en el índice de crecimiento estándar ( $\phi'$ ), mostró consistencia, a excepción de las estimaciones realizadas por Arce y Sánchez (1991) para la misma localidad. La utilidad de este índice para efectuar comparaciones intraespecíficas permitió dotar de cierta confianza en los parámetros estimados, ya que minimiza las variaciones individuales en las estimaciones de los parámetros de crecimiento.

La corta longevidad (cuatro años) ( $3/K$ ; Pauly, 1983) y los valores elevados de mortalidad reflejan un decremento en la abundancia del recurso. Esta disminución es originada por causas naturales y por efecto de la pesca; sin embargo, las estimaciones indican una mortalidad por pesca mayor, relacionada con la alta proporción de organismos presentes en las capturas (57.6%) por abajo de la talla promedio (156 mm).

Estos resultados deben ser tomados con precaución, puesto que esta especie es considerada una presa importante para muchos depredadores y se le reporta como importante para otras comunidades de peces, transfiriendo energía al sistema a través de sus relaciones tróficas; es considerada dominante en las comunidades del Banco de Campeche, donde las condiciones ambientales generalmente son casi uniformes durante todo el año (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). Sin embargo, las pequeñas modificaciones temporales que puedan presentarse determinarán el éxito de la reproducción y el reclutamiento diferencial por tallas a la pesquería de una temporada a otra, lo cual es más evidente en las especies de vida corta. En este caso, el máximo reclutamiento coincide con los periodos de desove máximo, los cuales han sido reportados entre junio y noviembre (Mexicano-Cintora, 1990).

## ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely thank Omar Defeo for his revision of the manuscript and comments that helped to improve it, Luis Rene Capurro Filograsso for the English corrections and suggestions, and Tiburcio Castro Suaste for his participation in the sampling work and processing of the information.

English translation by the authors.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Omar Defeo, por la revisión del manuscrito y sus comentarios para mejorarlo; a Luis Rene Capurro Filograsso, por las sugerencias y correcciones a la versión en inglés; y a Tiburcio Castro Suaste, por su colaboración en el muestreo y procesamiento de la información.

## REFERENCIAS

- Arce, M. and Sánchez, J. (1991). Growth and mortality of the thread herring (*Opisthonema oglinum*, Le Seur), from Celestun, Yucatan, Mexico. **121st Annual Meeting Amer. Fish. Soc.**, San Antonio, Texas, 8-12 September.
- Arreguín-Sánchez, F., Chávez, E.A., Martínez, C.A., Sánchez, J.A., Olvera, M.A. y Castañeda, P. (1985). Análisis integral de la pesquería con chinchorro del puerto de Celestún, Yucatán, México. **25 Aniv. Inst. Nal. Pesca.**, 28 pp.
- Arreguín-Sánchez, F., Seijo, J.C., Fuentes, D. y Solís, M. (1987). Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán y región adyacente. **Cont. Inv. Pesq. CRIP-Yucalpetén. INP. SEPESCA.** Doc. Téc. No. 4, 41 pp.
- Arreguín-Sánchez, F. (1989). Manejo y administración de pesquerías tropicales. **Avance y Perspectiva**, 8(37): 31-41.
- Cabrera, M.A. y Arreguín-Sánchez, F. (1987). Dinámica de la población de carito (*Scomberomorus cavalla*) del Banco de

- Campeche. **Congreso de Ciencias del Mar "Marcuba 87"**, La Habana, Cuba, junio 1987.
- Cabrera, M.A., Defeo, O., Aguilar, F. y Martínez, J.D. (1994). La pesquería de bonito (*Euthynnus alletteratus*) del noreste del Banco de Campeche, México. **47th Annual Meeting Gulf and Caribbean Fish. Inst.**, Isla Margarita, Venezuela, noviembre 1994.
- Castro-Suaste, T., Acosta, J. y Blanqueto, D. (1992). Desarrollo de la pesquería de chinchorro y red sardinera en el puerto de Celestún, Yucatán, durante el periodo 1986-1992. Inf. Téc., **CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida**, México, 21 pp.
- García, C. (1980). Caracterización general del Banco de Campeche. **Rev. Cub. Inv. Pesq.**, 5(2): 52 pp.
- Gayaniño, F.C., Sparre, P., Jr., and Pauly, D. (1993). The FISAT User's Guide. **FAO Computerized Information Ser.**, Fisheries No. 99, 134 pp.
- Herrera, J.A. (1988). Productividad primaria fitoplanctónica de la laguna de Celestún, Yucatán. Tesis de maestría. **CINVESTAV, IPN, Unidad Mérida**, 126 pp.
- Houde, E.D., Grall, C. and Berkeley, S.A. (1983). Population parameter estimates for three shoaling pelagic fishes in the eastern Gulf of Mexico. **Int. Council. Explor. Sea, Pelagic Comm.**, C.M. 1983/H:43, 11 pp.
- Mexicano-Cintora, G. (1990). Aspectos reproductivos de los cuplidos *Harengula jaguana* y *Opisthonema oglinum* de las costas de Celestún, Yucatán. **II Congreso de Ciencias del Mar, Habana, Cuba**, junio 1990.
- Mexicano-Cintora, G., Salas, S. y Cabrera, M.A. (1994). La pesquería artesanal de sardina en Celestún, Yucatán. **Jaina**, 5(2): 10-11.
- Munro, J.L. and Pauly, D. (1983). A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. **ICLARM, Fishbyte**, 1(1): 5-6.
- Pauly, D. (1979). Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. **ICLARM Stud. Rev.**, 35pp.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **J. Cons. CIEM**, 39(2): 175-192.
- Pauly, D. (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. **FAO Doc. Téc. Pesca**, 234: 49 pp.
- Solana-Sansores, R. y Arreguín-Sánchez, F. (1990). Diseño de muestreo probabilístico para la pesquería con chinchorro playero en el puerto de Celestún, Yucatán, México. **Ciencias Marinas**, 16(4): 43-60.
- Sotolongo, M.C. y Valdez, E. (1985). Evaluación del machuelo (*Opisthonema oglinum*), en la plataforma suroriental cubana. **Simp. de Ciencias del Mar y VII Jornada Científica del Inst. de Oceanología**. XX Aniv. Acad. Cien. Cuba. Tomo 1, 25 pp.
- Sotolongo, M.C. y Valdéz, E. (1991). Edad y crecimiento del machuelo *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1817) en la plataforma suroriental cubana. **FAO, Fish. Rep. Supp.**, (431): 132-153.
- Vega-Cendejas, M.E., Arreguín-Sánchez, F. and Hernández, M. (1993). Trophic fluxes on the Campeche Bank, Mexico, pp. 206-213. In: V. Christensen and D. Pauly (eds.), **Trophic Models of Aquatic Ecosystems**. **ICLARM Conf. Proc.**, 26, 390 pp.
- Vega-Cendejas, M.E., Hernández, M. and Arreguín-Sánchez, F. (1994). Trophic interrelations in a beach seine fishery from the northwestern coast of the Yucatan peninsula, Mexico. **J. Fish Biol.**, 44: 647-659.
- Yáñez-Arancibia, A. y Sánchez-Gil, P. (1986). Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. 1. Caracterización ambiental, ecología, y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades. **Inst. Cienc. del Mar y Limnol.**, UNAM, Publ. Esp. 9: 1-230.
- Zar, J.H. (1984). **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 718 pp.