

**DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE ESFUERZO DE PESCA EN UNA PESQUERÍA ARTESANAL RIBEREÑA EN MANZANILLO, COLIMA, MÉXICO**

**ASSESSMENT OF THE FISHING UNIT OF EFFORT IN A COASTAL ARTISANAL FISHERY IN MANZANILLO, COLIMA, MEXICO**

Alfredo González-Becerril<sup>1</sup>  
Elaine Espino-Barr<sup>1</sup>  
Mirna Cruz-Romero<sup>1</sup>  
Arturo Ruiz-Luna<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo  
Playa Ventanas s/n  
Manzanillo, CP 28200, Colima, México  
E-mail: pesqrib@bay.net.mx

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán  
Apartado postal 711  
Mazatlán, CP 82010, Sinaloa, México  
E-mail: arluna@victoria.ciad.com

*Recibido en febrero de 1999; aceptado en noviembre de 1999*

**RESUMEN**

Con un muestreo intensivo diario de la actividad pesquera artesanal de Manzanillo, Colima (México), de febrero de 1992 a abril de 1993, se recopiló información sobre diferentes aspectos del sistema de pesca: embarcaciones, artes de pesca y esfuerzo de pesca. Por la alta diversificación que presentan los sistemas de pesca de este tipo, se elaboró una estrategia para determinar cuál es la mejor medida del esfuerzo, con fines de manejo de la pesca ribereña. Se realizó un análisis de series de tiempo para establecer el adecuado nivel temporal, resultando la agrupación mensual como la más adecuada. Se ajustaron modelos de regresión simple y múltiple, aplicando análisis de residuos para tres medidas de esfuerzo de pesca: tiempo de pesca, número de pescadores y número de viajes. De las tres medidas estudiadas, el número de viajes y el tiempo de pesca son las que mejor representan el esfuerzo de pesca. La integración de las variables en un modelo de regresión lineal múltiple es un mejor indicador; sin embargo, el aumento de la varianza explicada no es significativo y este modelo incrementa la complejidad del diseño de la captura y manejo de la información. A pesar de que la información analizada proviene de meses en que se dio el fenómeno de El Niño, se considera que no tiene efecto en los resultados obtenidos, ya que el uso de la captura total enmascara los efectos específicos. Se recomienda el uso del viaje de pesca como la mejor medida del esfuerzo, en función de su validez estadística y de su facilidad de obtención, siendo este criterio requisito básico para la estructuración de un sistema de manejo de una pesquería.

*Palabras clave:* pesquería ribereña, esfuerzo de pesca, serie de tiempo, regresión lineal múltiple.

## ABSTRACT

From February 1992 to April 1993 a daily sampling was carried out in the port of Manzanillo, Colima (Mexico), in order to obtain information on boats, fishing gear and fishing effort. The coastal fishing system presents a high diversification; therefore, a strategy was elaborated to determine which is the best measure of effort that could be used in the coastal fishery management. A time-series analysis was carried out to establish the appropriate temporary level and the monthly grouping was the most appropriate. Models of simple and multiple regression were adjusted, as well as analyses of residuals for three measures of fishing effort: fishing time, number of fishermen and number of trips. Of these three measures, the number of trips and the hours of fishing are the ones that best represent the fishing effort. The use of variables in a model of multiple linear regression is a better indicator; however, the increase of the explained variance is not significant and this model increases the complexity of the design and handling of the information. Although the information analyzed was obtained during an El Niño, it is considered that this phenomenon did not affect the results, because the use of total catch disguises specific effects. The use of the fishing trip is recommended as the best measure of the effort, in terms of its statistical validity and the simplicity for obtaining it. This approach is a basic requirement for the structuring of a system to study a fishery.

*Key words:* coastal fishery, fishing effort, time series, multiple linear regression.

## INTRODUCCIÓN

La pesca ribereña en el estado de Colima mantiene un régimen de propiedad de acceso abierto, con altos costos de exclusión y trampa social, con mínima o nula participación estatal y carente de medidas de regulación que permitan alguna forma de manejo. En este sentido, no sólo es importante, sino urgente, la realización de estudios con enfoques diversos, que generen las bases para el manejo de los recursos pesqueros, producto de esta actividad.

En la pesca ribereña, la extracción de recursos con el uso de artes de pesca poco tecnificados implica un elevado esfuerzo, pese al cual los rendimientos por individuo o unidad de pesca no son substanciales, aunque la calidad del producto puede ser elevada (Ruiz y Madrid, 1997). Con todo esto, la pesca artesanal es reconocida como una considerable fuente de empleo, generadora de una importante cantidad de alimento fresco y, en algunos casos, de un ingreso económico importante.

La estimación del esfuerzo de pesca, una de las principales variables empleadas para la

## INTRODUCTION

The coastal fishery in the state of Colima has an open access regime, with high exclusion costs and social trap, with a minimum or no government participation and no regulation measures for its management. In this sense, it is both important and urgent to undertake studies from different points of view in order to lay out the background for the management of fishing resources.

In coastal fishing, the extraction of resources with the use of simple fishing gear implies a high effort, with limited yields per individual or fishing unit, although the quality of the product can be high (Ruiz and Madrid, 1997). Nevertheless, artisanal fishing is a considerable source of employment, producing a large amount of fresh food and, in some cases, of high economic revenue.

The estimate of the fishing effort, one of the main variables employed for the study of the abundance of the resource, is a complex problem. Different variables such as the fishing trip, number of fishermen, daily immersions,

estimación de la abundancia del recurso, constituye un problema complejo. El viaje de pesca, número de pescadores, inmersiones diarias, número de anzuelos y el tiempo, han sido aplicados por diversos autores como unidad de esfuerzo (Beardsley y Conser, 1981; Matsumiya y Matsuishi, 1989; Gómez-Muñoz, 1990; Montreuil *et al.*, 1990; Silva *et al.*, 1991; Christensen, 1993). Asimismo, se han buscado otras alternativas que combinan algunas de las variables señaladas, tal como ocurre con Amarasinghe y Pitcher (1986), quienes utilizaron un índice estratificado por área y por época de pesca. Por su parte, Malvestuto *et al.* (1980) proponen una unidad económica de pesca (UEP), que implica el total de embarcaciones menores que pescan activamente por unidad de tiempo.

En la pesquería ribereña de Colima se tienen identificadas al menos seis tipos de arte de pesca, 63 localidades de pesca, un mínimo de 74 especies de peces identificadas y una importante variación en el número de pescadores, tiempo de pesca e inclusive el tipo de carnada (González, 1997). La selección de una unidad de esfuerzo que involucre a los factores antes citados (arte, localidad, carnada, etc.) se ve limitada considerando que el número de combinaciones entre dichos factores es muy elevada y podría llevar a la sobreparametrización del modelo. Por lo anterior, en el presente se analizan las variables que son consideradas como representativas al integrar diversos factores, para determinar la mejor medida del esfuerzo de pesca para fines de manejo de la pesca ribereña.

## MÉTODOS

El área seleccionada para el estudio comprende las bahías de Manzanillo, Colima, situadas entre los 19°12' y 19°18' N y 104°48' y 104°52' W. Dado que en esta zona se desembarca de 60% a 80% de la captura ribereña

number of fish-hooks and fishing time, have been used as units of effort by several authors (Beardsley and Conser, 1981; Matsumiya and Matsuishi, 1989; Gómez-Muñoz, 1990; Montreuil *et al.*, 1990; Silva *et al.*, 1991; Christensen, 1993). Other alternatives that combine some of these variables, such as a stratified index per area and season, have been used by Amarasinghe and Pitcher (1986). Malvestuto *et al.* (1980) proposed an economic unit of fishing (EPU), which takes into consideration the total number of boats that fish actively per unit of time.

In the coastal fishery of Colima at least six types of fishing gear have been identified, as well as 63 fishing grounds, a minimum of 74 species of fish, several numbers of fishermen, hours of fishing and types of bait (González, 1997). The selection of a unit of fishing effort that involves the factors mentioned (gear, fishing grounds, bait, etc.) should be limited considering that the number of combinations among these factors is very high and it would lead to an over-parameterization model. The present work analyzes the most representative variables that take into account several factors, in order to determine the best measure in the fishing effort for the management of the coastal fishery.

## METHODS

The area selected for the study is located in the bays of Manzanillo, Colima (19°12'–19°18' N, 104°48'–104°52' W). Since 60% to 80% of the coastal catch in the state disembarks in this area, it is considered representative of this activity in the state (Cruz *et al.*, 1995).

To determine the unit of effort, from February 1992 to April 1993 a data base was structured with information relative to the total captures and for each species; it included 4165 fishing trips, in 283 days sampled. The original data base contained information relative to the

estatal, se considera representativa de esta actividad en el estado (Cruz *et al.*, 1995).

Para la determinación de la unidad de esfuerzo, se estructuró una base de datos con información relativa a las capturas totales y por especie, correspondiente al periodo de febrero de 1992 a abril de 1993, que incluye 4165 viajes de pesca, con un total de 283 días muestreados durante este periodo. Si bien la base de datos original incluye información relativa a los caladeros (número y ubicación) y al esfuerzo, estudios previos permitieron depurar dicha base de datos (Cruz *et al.*, 1995; González, 1997); por tanto, el presente trabajo incluye como medidas de esfuerzo, el número de viajes de pesca (NV), número de pescadores (NP) y número de horas de pesca (NH). Todas las unidades fueron evaluadas de manera independiente. La captura total (C) se manejó como la variable dependiente del esfuerzo.

Previo al análisis de los datos de captura, se usaron procedimientos de suavizamiento, aplicando medias móviles, según el programa CSS (1991), y se estableció la presencia de componentes armónicos, por medio de un análisis de regresión periódica, de acuerdo con el modelo:  $X_i = \mu + A_i \cos(W_i * t + \varphi) + \varepsilon_i$ , donde  $\mu$  es la media aritmética de la serie,  $A_i$  es la amplitud,  $W_i$  es la frecuencia angular y  $\varphi$  es la fase de mayor amplitud del  $i$ -ésimo componente (Bloomfield, 1976). El objeto de este análisis previo fue el establecer un adecuado nivel temporal de análisis de la serie de datos, a fin de evitar información redundante o con elevada variabilidad cuando los ciclos obtenidos presentan periodos reducidos, o para evitar la pérdida de información cuando dichos periodos son extensos.

Posteriormente, con la captura como variable dependiente y las tres medidas de esfuerzo como variables independientes, se aplicó un análisis de redundancia, siguiendo los criterios de González (1997) para determinar la

fishing grounds (number and location) and to the effort; previous studies allowed this data base to be purified (Cruz *et al.*, 1995; González, 1997). For the present work, effort measures included the number of fishing trips (NV), number of fishermen (NP) and number of fishing hours (NH); the units were evaluated independently. The total catch (C) was used as the dependent variable of the effort.

The catch data were smoothed, by mobile average, with the CSS (1991) program and the presence of harmonic components was evaluated by means of an analysis of periodic regression, according to the model:  $X_i = \mu + A_i \cos(W_i * t + \varphi) + \varepsilon_i$ , with  $\mu$  as the arithmetic average of the series,  $A_i$  the width,  $W_i$  the angular frequency and  $\varphi$  the phase of each  $i$  component (Bloomfield, 1976). This analysis was made to establish an appropriate temporary length of analysis for the time series, in order to avoid redundant information or with high variability when the cycles obtained present reduced periods; the loss of information when these periods are extensive was also avoided.

The model of simple linear regression was adjusted to the catch as the dependent variable and the three measures of effort as independent. An analysis of redundancy was applied, following the approaches of González (1997) to determine the possibility of autocorrelation. Residual analysis was done according to Hoaglin (1988) for extreme values. This last procedure allowed separating the outliers of the data series. Again, the adjustment to the simple regression analysis was made and finally a model of multiple regression with all the variables, in a linear additive arrangement.

To determine which index for catch per unit of effort (CPUE) is the most appropriate, the relationship between the catch and the effort should be proportional and positive

posibilidad de autocorrelación; se ajustaron modelos de regresión lineal simple y se usó el análisis residual de acuerdo con la propuesta de Hoaglin (1988), para residuos de valores extremos. Este último procedimiento permitió la depuración final de las series de datos, con las que nuevamente se hizo un ajuste a modelos de regresión simple y finalmente un modelo de regresión múltiple con todas las variables, en un arreglo lineal aditivo.

Para determinar cuál de los índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es el más adecuado, se supone que la relación existente entre la captura y el esfuerzo debe de ser proporcional y positiva (Schaefer, 1954). Por lo anterior, se determinó el mejor modelo con los criterios de coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y por medio del análisis de varianza de la regresión.

## RESULTADOS

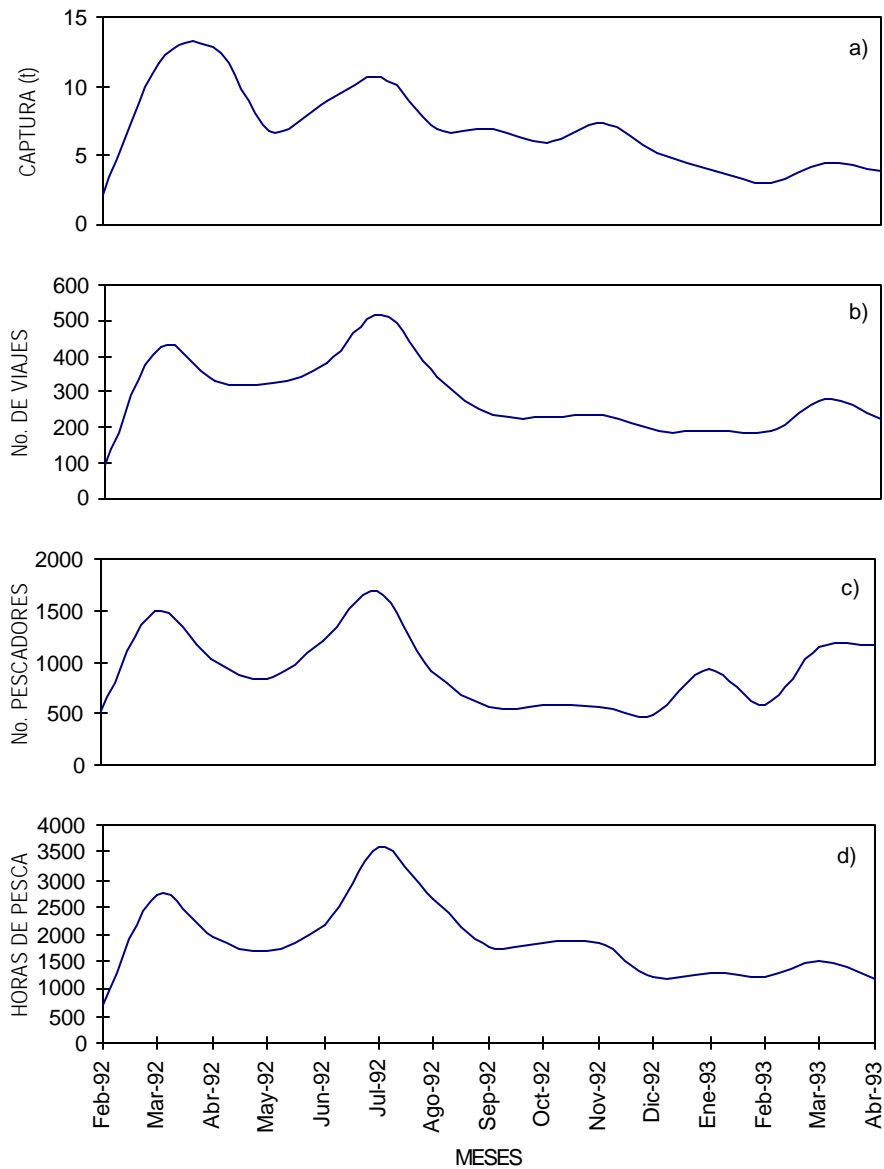
El análisis de las series de datos por medio de regresión periódica señala la existencia de ciclos de 87.8, 40.7, 36.4, 25.8 y 24.1 días. Considerando que el tamaño de la serie no permite definir ciclos mayores que periodos estacionales y que el ciclo lunar (28 días) es la unidad natural más cercana a los resultados obtenidos, se determinó que un adecuado nivel de manejo de la información es la agrupación mensual. Por lo anterior, se procedió al análisis de la información a este nivel temporal, presentándose en la tabla 1 los datos de captura y esfuerzo que fueron utilizados durante el estudio. La captura (fig. 1a) muestra una tendencia negativa, con fluctuaciones que presentan máximos descendentes en abril, julio y noviembre de 1992. Por su parte, los tres indicadores del esfuerzo siguen tendencias similares entre sí (fig. 1b,c,d), con valores máximos en marzo y julio de 1992, siendo estos últimos los más importantes en todas las series. El

(Schaefer, 1954). Therefore, the best model was determined with the approach of coefficient of determination ( $R^2$ ) and the analysis of variance of the regression.

## RESULTS

The analysis of the periods of the time series indicates the existence of cycles of 87.8, 40.7, 36.4, 25.8 and 24.1 days. Considering that the size of the series does not allow longer cycles than seasonal periods to be defined and that the lunar cycle (28 days) is the nearest natural unit to the results obtained, it was determined that an appropriate level to handle the information is the monthly grouping. The information was analyzed at this temporary level, and the catch and effort data used during the study are shown in table 1. The catch (fig. 1a) shows a negative tendency, with most fluctuations occurring in April, July and November 1992. The three effort indicators follow similar tendencies (fig. 1b,c,d), with maximum values in March and July 1992, which were the most important of the series. Visual analysis of the monthly series shows a bigger variation in the variables NP and NH; apparently, C and NV are more correlated.

To validate this observation, extreme values in the three measures of effort were detected, with errors in April 1992. These anomalies were also observed in March 1993 for the variable NV and in August 1992 for the variable NH; several errors associated with NP were detected during the period from January to April 1993. The original source of information was checked and non-justifiable values were excluded from the analysis. The adjustment of the linear regression model for catch against the different measures of effort, the analysis of residuals and the later adaptation of the models improved once the anomalous values were excluded. The analysis of



**Figura 1.** Patrón de distribución de (a) la captura mensual y el esfuerzo total mensual en (b) número de viajes, (c) número de pescadores y (d) tiempo de pesca (en horas), de la pesca artesanal en Manzanillo, Colima, México, en el periodo de febrero de 1992 a abril de 1993.

**Figure 1.** Distribution pattern of (a) monthly catch and total monthly effort in (b) number of trips, (c) number of fishermen and (d) fishing time (in hours), of the artisanal fishery in Manzanillo, Colima, Mexico, from February 1992 to April 1993.

**Tabla 1.** Datos mensuales de captura (C), esfuerzo en número de viajes (NV), número de pescadores (NP) y número de horas de pesca (NH), y tres índices de captura por unidad de esfuerzo, para el periodo de febrero de 1992 a abril de 1993, en Manzanillo, Colima, México.

**Table 1.** Monthly data of catch (C), effort in number of trips (NV), number of fishermen (NP) and number of fishing hours (NH), and three indexes of catch per unit of effort, for the period from February 1992 to April 1993, in Manzanillo, Colima, Mexico.

Meses	C (kg)	NV	NP	NH	C/NV	C/NP	C/NH
Febrero	2109.50	93	524	695	22.68	4.03	3.04
Marzo	11772.75	429	1505	2745	27.44	7.82	4.29
Abril	12933.20	327	1026	1935	39.55	12.61	6.68
Mayo	6780.70	324	835	1697	20.93	8.12	4.00
Junio	8854.00	382	1202	2184	23.18	7.37	4.05
Julio	10721.45	517	1709	3582	20.74	6.27	2.99
Agosto	6997.00	341	907	2663	20.52	7.71	2.63
Septiembre	6952.70	236	545	1740	29.46	12.76	4.00
Octubre	6005.50	232	567	1827	25.89	10.59	3.29
Noviembre	7356.50	235	561	1845	31.30	13.11	3.99
Diciembre	5150.00	190	467	1208	27.11	11.03	4.26
Enero	3912.00	191	937	1269	20.48	4.18	3.08
Febrero	2953.05	193	566	1204	15.30	5.22	2.45
Marzo	4458.60	281	1153	1478	15.87	3.87	3.02
Abril	3885.35	223	1178	1145	17.42	3.30	3.39
Total	100842.30	4194	13682	27217			
Media	6722.82	279.6	912.13	1814.47	23.86	7.87	3.68

análisis visual de las series mensuales permite determinar que se presenta una mayor variación en las variables NP y NH, con respecto a C y NV, que en apariencia se observan más correlacionadas.

Para validar esta observación, se detectaron valores extremos de las tres medidas de esfuerzo, encontrándose errores en abril de 1992 en todos los casos. También se encontraron estas anomalías en marzo de 1993 para la variable NV, en agosto de 1992 para la variable NH y un mayor número de errores asociados

redundancy showed a high correlation among the variables.

The value of the slope was positive for the three variables; however, previous to the examination of the residuals, the critical  $F$  of the analysis of variance of regression was higher only in the case of the variable NP. Once the anomalous data were excluded, all the values obtained for  $F$  were higher than the critical  $F$ , although in the case of NP it is barely noticeable. The value of the slope was significantly different from zero (table 2).

**Tabla 2.** Comparativo de los resultados del análisis de regresión lineal simple, del análisis de varianza de la regresión y del análisis de residuos, de tres variables de esfuerzo: número de viajes, tiempo de pesca y número de pescadores.

**Table 2.** Comparative of the results of the analysis of simple linear regression, analysis of variance of the regression and analysis of residuals, of the three variables of effort: number of trips, fishing time and number of fishermen.

Concepto	Número de viajes	Horas de pesca	Número de pescadores
$R^2$	0.5966	0.5448	0.2722
Parámetros del modelo			
Coefficiente intercepto	53.66	945.64	3127.59
Coefficiente variable	23.89	3.22	4.17
$P$ de variable	0.0012	0.0025	0.0556
Análisis de varianza			
C.M. del error	4097133	4623224	7392064
$F(1, 12)$	17.75	14.36	4.48
$F$ crítica (1, 12)	4.75	4.75	4.75
$P$	0.0012	0.0025	0.0556
Valor extremo (mes)	Abril/1992 Marzo/1993	Abril/1992 Agosto/1992	Abril/1992 Enero-abril/1993

con NP, durante el periodo de enero a abril de 1993. Se revisó la fuente original de la información, excluyéndose del análisis aquellos valores que no fueron justificables. El ajuste a modelos de regresión lineal de la captura contra las diferentes medidas de esfuerzo, el análisis de residuos y la posterior adecuación de los modelos (una vez que los valores anómalos fueron excluidos), permitió mejorar la bondad del ajuste. Cabe mencionar que el análisis de redundancia resultó en una elevada correlación entre las variables.

Para las tres variables se encontró que el valor de la pendiente fue positivo; sin embargo, previo al examen de los residuos, la  $F$  crítica del análisis de varianza de la regresión fue mayor únicamente en el caso de la variable NP. Una vez que se excluyeron los datos anómalos,

The value of  $R^2$  for the variable NV increased from 0.60 to 0.74, and the sum of the squared error (SSE) decreased in over 50%. For NH, the value of  $R^2$  changed from 0.54 to 0.76, whereas SSE decreased more than 60%. Finally, for NP,  $R^2$  increased from 0.27 to 0.34 and the value of the SSE only diminished by 32%.

The structuring of a model incorporating the three measures of effort, considered as expressions of the same phenomenon, barely increased in 5% the value of the explained variance in contrast to the variable NH, which obtained the highest value in  $R^2$  in the independent analysis. Likewise, with the pattern of multiple regression, no variable was significant at a level  $\alpha = 0.05$ .



todos los valores obtenidos para  $F$  fueron superiores a la  $F$  crítica, si bien en el caso de NP apenas lo superó, en tanto que para NH y NV el valor de  $F$  fue mucho mayor, lo que hace el valor de la pendiente significativamente distinto de cero (tabla 2).

Para la variable NV, el valor de  $R^2$  se incrementó de 0.60 a 0.74, en tanto que la suma del error cuadrático se redujo en más de un 50%. Para NH, el valor de  $R^2$  pasó de 0.54 a 0.76, reduciéndose en más del 60% la suma del error cuadrático. Finalmente, para NP la  $R^2$  aumentó de 0.27 a 0.34 y el valor de la sumatoria del error cuadrado únicamente descendió en un 32%.

La estructuración de un modelo que incorpore las tres medidas de esfuerzo, consideradas como expresiones del mismo fenómeno, incrementó apenas en 5% el valor de la varianza explicada con respecto a la variable NH, la cual obtuvo el mayor valor de  $R^2$  de forma independiente. Por otra parte, con el modelo de regresión múltiple, ninguna variable fue significativa a un nivel  $\alpha = 0.05$

## DISCUSIÓN

En la CPUE, la variabilidad puede ser muy elevada en función de la variación atribuible a la flota, así como a la temporada de captura (Brennan y Palmer, 1977), la cual se incrementa cuando existe especialización entre los diferentes elementos de la flota y cuando se da una captura oportunista (Pope y Garrod, 1975). Otros factores que incrementan la variabilidad se relacionan con patrones ambientales estacionales o de mayor amplitud temporal, tal como es el caso del fenómeno de El Niño. Precisamente dentro del periodo estudiado se presentó un evento de esta naturaleza (Hoerling *et al.*, 1997; Magaña *et al.*, 1997), que seguramente tendrá efecto en los resultados obtenidos. Sin embargo, al considerar la captura total como

## DISCUSSION

The variability of the CPUE can be very high because of variations of the fleet and of the catch through the season (Brennan and Palmer, 1977). There is an increase when there is a specialization among the different elements of the fleet and when the catch is opportunistic (Pope and Garrod, 1975). Other factors that increase the variability are related to environmental patterns that can be seasonal or of a wider range, such as the case of the El Niño phenomenon. In fact, the study period was during an event of this nature (Hoerling *et al.*, 1997; Magaña *et al.*, 1997), which will surely have an effect on the results obtained. However, considering the total capture as an independent variable, the effect that the high temperatures associated with El Niño have on some species is disguised. The relationship of the CPUE can change depending on the environmental characteristics, but it is expected that the catch obtained can be explained by some index, as is the case of the number of trips in this study. This high variability ranges from 15% to 50%, depending on the characteristics of the fleet and of the resource, and makes the analysis of the information difficult; for this reason, its reduction is convenient.

One of the methods proposed is the temporary stratification of the capture registrations, in a similar way to the space stratification, in order to reduce the bias and to facilitate the evaluation of the variance (Grosslein, 1971). From the periods obtained, it can be considered that the monthly stratum is correct for the evaluation of the CPUE trends and its variability.

In a similar way, Ruiz (1989) observed that the variance in the volumes and diversity of the catch diminishes gradually starting from the analysis of the catch per boat per day up to the biannual aggregation. After the weekly

variable independiente, se enmascara el efecto que las elevadas temperaturas asociadas con el fenómeno de El Niño tienen sobre algunas especies. Por lo anterior, la relación CPUE puede reducirse o incrementarse dependiendo de las características ambientales, pero es de esperarse que la captura obtenida pueda ser explicada por algún indicador, tal como es el caso del número de viajes en el presente estudio. Esta elevada variabilidad, que puede ir del 15% al 50%, dependiendo de las características de la flota y del recurso, dificulta el análisis de la información, por lo que es conveniente su reducción.

Uno de los métodos propuestos es la estratificación temporal de los registros de captura, de manera similar a la estratificación espacial, con el objeto de reducir el sesgo y posibilitar la evaluación de la varianza (Grosslein, 1971). Los periodos relacionados con el mes lunar, obtenidos en el presente trabajo, permiten considerar que el estrato mensual es adecuado para la evaluación de las tendencias de la CPUE y su variabilidad.

De manera similar, Ruiz (1989) observó que la varianza en los volúmenes y diversidad de la captura disminuyen gradualmente a partir del análisis de la captura por embarcación por día, hasta la agregación semestral, encontrando que a partir del estrato semanal, la varianza se estabiliza, por lo que considera a este nivel como el más adecuado. Sin embargo, considerando el tamaño de las series temporales en este trabajo, además de la persistencia de los periodos encontrados, se considera que el estrato mensual es adecuado para este estudio de caso. Cabe mencionar que aunque el sistema descrito por Ruiz (1989) es distinto al objeto del presente estudio, existen características semejantes con sistemas de pesca ribereña mexicanos, particularmente en lo que se refiere a la diversidad de artes de pesca y de la captura (Ruiz y Madrid, 1997). Por lo anterior, considerando el tamaño de las series temporales en

stratum, the variance is stabilized to a level that was considered the most appropriate. Taking into account the size of the series in this work and the persistence of the opposing periods, it is considered that the monthly stratum is adequate for this case study (Colima). Although the system described by Ruiz (1989) is different to the present study, similar characteristics do exist with other Mexican coastal fishing systems, particularly in the diversity of fishing gear and capture (Ruiz and Madrid, 1997). Therefore, considering the size of the temporary series in this work and the persistence of the calculated periods, it is considered that the monthly stratum is the best for the present analysis, especially when one wants to decrease the variability to a level that can be used without the loss of information. On the other hand, it is emphasized that the strategy outlined in this work is an appropriate tool to determine intrinsic patterns of variation in studies of this type.

The results of catch indexes per trip, per fishing hours and per fisherman were of 23.9, 25.8 and 12.5 kg, respectively. Except for this last value, they are very close to the national average of 25.3 kg (Fuentes, 1991). Cruz *et al.* (1989) also reported an average of 25.0 kg for the artisanal fishery in Manzanillo, while a similar value is reported for the coastal fishery in the delta of the Ebro, Spain, and in Mazatlán, to the north of the study area, where the capture per fisherman varies from 5 to 20 kg, depending on the season (Ruiz and Madrid, 1997).

The number of trips and the fishing time are the variables that best represent the effort, with very similar catch and determination coefficients. The multiple linear regression model accounts for a slightly higher value of the variance, but it requires a more complex design. The election of the most representative variables depends not only on its statistical significance, but on the ease of incorporating it in

este trabajo, además de la persistencia de los periodos encontrados, se considera que el estrato mensual es adecuado para el presente análisis, especialmente cuando se pretende reducir la variabilidad a niveles manejables sin pérdida de información. Por otro lado, se reitera que la estrategia planteada en este trabajo es una herramienta adecuada para determinar patrones intrínsecos de variación en estudios de este tipo.

Con relación a los índices de captura, la captura por viaje, la captura por horas (en promedio ocho horas) y la captura por pescador (con un máximo de tres por embarcación), obtienen valores de 23.9, 25.8 y 12.5 kg, respectivamente, que con excepción de este último valor, están muy próximos al promedio nacional de 25.3 kg (Fuentes, 1991). Asimismo, Cruz *et al.* (1989) reportan un promedio de 25.0 kg para la pesquería artesanal de Manzanillo, mientras que un valor similar se reporta para la pesca artesanal en el delta del Ebro, España, y para la pesca artesanal de Mazatlán, al norte del área de estudio, donde la captura por pescador varía de 5 a 20 kg, dependiendo de la temporada (Ruiz y Madrid, 1997).

Por lo anterior, se justifica que, de las tres medidas estudiadas, las que mejor representan el esfuerzo son el número de viajes y el tiempo de pesca, con coeficientes de captura y coeficientes de determinación muy similares. El modelo de regresión lineal múltiple, aunque explica un porcentaje ligeramente mayor de la varianza, implica un diseño más complejo, considerando que el criterio para la elección de las variables más representativas no depende únicamente de su significancia estadística, sino de la facilidad de incorporarla en el diseño de muestreo de la actividad pesquera estatal.

Aunque cualquiera de las dos variables resulta igualmente adecuada para evaluar el esfuerzo ejercido en la captura artesanal de Colima y a pesar de que la interacción de ambas garantiza un mejor ajuste, se

the sampling design of the fishing activity in the state.

Both variables are equally appropriate to evaluate the effort in the artisanal catch in Colima. While the interaction of both guarantees a better adjustment, the recommended measure of effort is the trip. This simplifies obtaining the necessary information for a good management of the fishery.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We want to thank everybody that somehow helped us in the elaboration of the present work, especially the fishermen, students and fellow members of CRIP that participated in the collection of the information. We also want to thank the reviewers for their important observations.

English translation by the authors.

---

recomienda el uso del viaje como la mejor medida del esfuerzo. Esto simplifica la obtención de información necesaria para un óptimo manejo de la pesquería.

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos hacer patente nuestro agradecimiento a todas las personas que de alguna manera hicieron posible la elaboración del presente trabajo, en especial a los pescadores, estudiantes y compañeros del CRIP que participaron en la recolección de la información. También queremos agradecer a los revisores sus atinadas observaciones.

#### REFERENCIAS

- Amarasinghe, U.S. and Pitcher, T.J. (1986). Assessment of fishing effort in Parakrama Samudra, an ancient man-made lake in Sri Lanka. *Fish. Res.*, 4: 271–282.

- Beardsley, G.L. and Conser, J.R. (1981). An analysis of catch and effort data from the U.S: Recreational fisheries for billfishes (Istiophoridae) in the western North Atlantic Ocean and Gulf of Mexico, 1971–78. *Fish. Bull.*, 79(1): 49–68.
- Bloomfield, P. (1976). *Fourier Analysis of Time Series: An Introduction*. John Wiley, New York, 257 pp.
- Brennan, J.A. and Palmer, J.E. (1977) Variability of  $q$  as measured by variation in daily catch per effort. *ICNAF. Sel. Pap.*, 2: 111–136.
- Christensen, M.S. (1993). The artisanal fishery of the Mahakam River flood-plain in East Kalimantan, Indonesia. 3. Actual and estimated yields, their relationship to water levels and management options. *J. Appl. Ichthyol. Z. Angew.*, 9(3–4): 202–209.
- Cruz R., M., Espino B., E. y García B., A. (1989). Análisis descriptivo de la captura ribereña en el estado de Colima. *Inf. Tec. CRIP-Manzanillo, INP (México)*, 31 pp.
- Cruz R., M., Espino B., E. y García B., A. (1995). La pesca ribereña artesanal en el Pacífico de México. 1er Encuentro sobre Pesquerías Artesanales Ribereñas, 6–8 de marzo de 1995. *CANAINPES*, 22 pp.
- CSS (1991). *Statistica. Manual del Usuario*. Microsoft, USA.
- Fuentes C., D. (1991). La pesca ribereña en México. *SEPESCA/INP (México)*, 22 pp.
- Gómez-Muñoz, V.M. (1990). A model to estimate catches from a short fishery statistics survey. *Bull. Mar. Sci.*, 46(3): 719–722.
- González, B.A. (1997). Caracterización del sistema de pesca de la pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México. Bases para su manejo. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, DF, 201 pp.
- Grosslein, M.D. (1971). Some observations on accuracy of abundance indices derived from research vessel surveys. *Redbook ICNAF, part III*: 249–266.
- Hoaglin, C.D. (1988). Using leverage and influence to introduce regression diagnostic. *Vollege Math. J.*, 19(5): 387–401.
- Hoerling, M.P., Kumar, A. and Zhong, M. (1997). El Niño, La Niña, and the nonlinearity of their teleconnections. *J. Climate*, 10: 1769–1786.
- Magaña, V.O., Pérez, J.L., Conde, C. y Medina, S. (1997). El fenómeno de El Niño y la oscilación del Sur (ENOS) y sus impactos en México. *INE/SEMARNAP, Centro de Ciencias de la Atmósferas, UNAM*, 21 pp.
- Matsumiya, Y. and Matsuishi, T. (1989). Estimation of population parameters by optimizing catch effort allocation. *Res. Popul. Ecol.*, 31: 305–310.
- Malvestuto, S.P., Scully, J.R. y Garzón, F.F. (1980). Diseño de encuestas de evaluación de captura por muestreo (ECM) para el manejo de la pesquería en la parte alta del Río Meta, Colombia. *Cent. Intern. Acuac., Inv. Desar. Serie 27, AID/LA C1176*, 15 pp.
- Montreuil, V.S., Maco, J. e Ismiño, R. (1990). Máximo rendimiento sostenible de la pesquería comercial en el Departamento de Loreto, Perú. *FISHBYTE*, 8(1): 13–14.
- Pope, J.G. and Garrod, D.J. (1975). Sources of error in catch and effort quota regulations with particular reference to variations in the catchability coefficient. *Res. Bull. ICNAF*, 11: 17–30.
- Ruiz L., A. (1989). Descripción de la pesca y análisis de la variabilidad temporal de las capturas en la bahía els Alfacs (delta del Ebro), agosto de 1982 a julio de 1984. Tesis de doctorado, Universidad de Barcelona, España, 335 pp.
- Ruiz L., A. y Madrid V., J. (1997). Análisis comparativo de tres sistemas de pesca artesanal. Región y sociedad. *Rev. Colegio de Sonora*, 13–14: 77–98.
- Schaefer, M. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. I-ATTC/ Bol. CIAT*, 1(2): 27–56.
- Silva, S.S. de, Moreau, J., Amarasinghe, U.S., Chookajorn, T. and Guerrero, R.D. (1991). A comparative assessment of the fisheries in lacustrine inland waters in three Asian countries based on catch and effort data. *Fish. Res.*, 11(2): 177–189.