

Potencial de la pesca ribereña del estado de Colima, México, en 1989

Cruz-Romero, Mirna, E. Espino-Barr y A. García-Boa

Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo. INP. Apdo. Postal #591. 28200 Manzanillo, Col.

CRUZ-ROMERO, M., E. Espino B. y A. García B. 1996. Potencial de la pesca ribereña del estado de Colima, México, en 1989. *INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 12.*

Se analizan nueve años de datos de captura (kg) y esfuerzo (No. de viajes) de la pesquería ribereña de peces del estado de Colima, con el propósito de evaluar su estado y estimar su Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), el cual se calculó mediante modelos de tipo global y estructural, considerando por un lado el total de la captura y por otro, agrupando por familia las especies de mayor importancia comercial. Los mayores volúmenes de captura están formados por especies de las familias Lutjanidae, Haemulidae y Carangidae, en ese orden. El RMS oscila entre 1,761 y 2,475 t, obtenible con un esfuerzo calculado entre 10,000 y 16,000 viajes anuales. Los cálculos por grupo de especies sugieren la posibilidad de una captura mayor de carángidos (jureles y afines). Se consideran más aceptables las estimaciones obtenidas con el modelo estructural.

A capture (kg) and effort (trips) analysis was made using data of nine years from the coastal fishery in the Mexican state of Colima, in order to know the statistical behavior of the fishery and estimate the Maximum Sustainable Yield (MSY), which was obtained with global and structural methods, both using the total capture, or grouping the most important commercial species by families. The bigger volumes corresponded to families Lutjanidae, Haemulidae and Carangidae, in this order. The MSY for the coastal fishery goes from 1,761 to 2,475 t, which could be obtained with an effort between 10,000 and 16,000 trips per year. The results for grouped species suggest a possible higher capture for the family Carangidae. The estimates made with the structural model are considered more acceptable.

Introducción

El desarrollo de esta peculiar pesquería propicia el empleo de un considerable gremio de pescadores organizados o no en cooperativas, genera posibilidades de desarrollo económico de las comunidades ribereñas y produce alimento para consumo humano local y regionalmente. De aproximadamente 500 pescadores dependen otras tantas familias integradas por siete individuos, en promedio, lo cual se traduce en 3,500 personas que se benefician directamente de esta actividad. En el estado de Colima, durante 1980 la captura ascendió a 3,600 toneladas, la mayor de la serie que ahora se analiza, lo cual dependió de la política de apoyo que entonces recibió el sector cooperativado. La tendencia a partir del siguiente año (1981), aunque negativa, se mantuvo más o menos constante, con un ligero repunte en 1986.

Antecedentes

Antecedentes a este trabajo un par de ensayos que analizan las temporadas de pesca 1980-1985 y 1980-1986 (Cruz y colabo-

radores¹). En cada uno se ha intentado afinar la unidad de esfuerzo, la cual hasta ahora se ha considerado como un viaje. En una siguiente etapa del estudio, se tendrá que normalizar o bien definir la unidad de esfuerzo más representativa de la intensidad de pesca que se aplica en esta actividad. El interés por conocer la relación entre la captura y la intensidad de pesca que gravita sobre peces de escama estimula el uso de distintos métodos de análisis con el propósito de evaluar el potencial de este recurso y estar en posibilidad de opinar técnicamente sobre su administración.

Área de estudio

El estado de Colima posee un litoral con una extensión de aproximadamente 157 km, con un perfil delineado por zonas rocosas, acantilados, bahías, etc., y una estrecha e irregular

¹ Cruz-R., M., E. Espino B. y R. Macías Z. Análisis de la captura de escama ribereña del estado de Colima. Temporada 80-85. CRIP-Manzanillo. Informe técnico interno. 1986.

Cruz-R., M., E. Espino B. y A. García B. Estimación preliminar del índice de Rendimiento Máximo Sostenible para la captura de escama ribereña. Temporada 80-86. CRIP-Manzanillo Informe técnico interno. 1989.

plataforma continental, estimada por Macías y colaboradores² en 1.340 km², en la que la isobata de las 200 brazas se encuentra a unas cinco millas de la costa hacia el norte, y hacia el sur en algunos sitios hasta las 13 millas de la costa. Es a lo largo de este litoral, en una franja de unas cinco millas de ancho a partir de la línea de costa, donde se realiza esta actividad en bajos o caladeros detectados por los pescadores, con embarcaciones de 6 a 8 m de eslora, motores fuera de borda de 45 CF y artes de pesca a base de anzuelo (línea de mano o palangre escamero) y redes de enmalle, sea de superficie o de fondo.

Material y métodos

La información procesada proviene de los "avisos de arribo", que son formularios de la Delegación Federal de Pesca del Estado en los que se vacían, normalmente por día, datos de las actividades por embarcación o grupos de embarcaciones, como: captura por especie, número de pescadores, número de embarcaciones y, a veces, arte de pesca empleado.

En este análisis se utilizaron datos de captura en kilogramos y esfuerzo en número de viajes de los años 1980 a 1988. Se calculó el esfuerzo aplicado en la captura total y se utilizó en relación con cada una de las familias de peces que se capturan con las mismas artes y embarcaciones en el mismo viaje. Esta información, ordenada en períodos anuales, se procesó mediante los modelos denominados globales, expuestos por Schaefer (1975) y Fox (1970) para estimar índices de Rendimiento Máximo Sostenible (RMS); basados en las relaciones lineal y exponencial entre la captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo.

Esta misma información, organizada en períodos mensuales, se procesó aplicando modelos estructurales descritos por Doi (1975) y Pauly (1983), los cuales involucran parámetros poblacionales como mortalidad y reclutamiento, obtenidos a través de la tendencia de la captura por unidad de esfuerzo (CUE), cuyas curvas se suavizaron mediante medias móviles o promedios ponderados. Se tomaron los períodos de tendencia negativa como indicadores de descenso en la abundancia de la población y se sometieron al análisis regresivo para estimar la mortalidad total (Z). La pendiente resultante de la correlación entre los diferentes valores de U y el esfuerzo (f) por cada período, equivale al coeficiente de capturabilidad "q".

Obtenidos estos parámetros, se estimó la mortalidad por pesca ($F_{1/2}$, $q \cdot f$) y la mortalidad natural ($M_{1/2}$, $Z - F$). Se calculó el índice de RMS considerando el total de la captura (integrado por todas las especies de peces), además de un cálculo realizado agrupando por familias las especies de mayor importancia comercial más constantes en la captura. Las familias analizadas fueron seis: Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae,

Scombridae, Sciaenidae y Serranidae. Se efectuaron análisis de varianza (*andevas*) de los datos de CUE/esfuerzo para definir la existencia de una relación entre parámetros de la ecuación de regresión con nivel de confiabilidad de 95%. Asimismo, se aplicó la prueba de X^2 (Ji-cuadrada) al grupo de datos de captura observados y calculados con el modelo de Schaefer para determinar si las diferencias entre los dos grupos son significativas o no.

Resultados

Tendencia de la Pesquería

El comportamiento de las capturas de los nueve años analizados muestra una tendencia negativa que de 1980 a 1988 declina con una pendiente no tan marcada como la que se presenta de 1980 a 1981. El incremento en las capturas de 1980 (a 3,600 t de peces ribereños) reflejó el apoyo oficial dado a las sociedades cooperativas de producción pesquera, a las que se dotó de embarcaciones menores de fibra de vidrio, motores fuera de borda y artes de pesca, principalmente redes de enmalle. Las capturas fluctuaron entre 1,662 en 1981 y 594 t en 1985, con un promedio de 945 t en el lapso de 1981 a 1988. La *figura 1* muestra esto gráficamente y la *tabla 1* resume los datos de captura, esfuerzo y CUE durante el período en estudio.

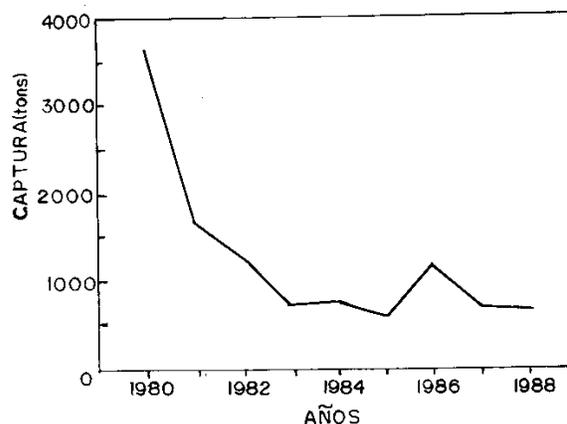


Fig. 1. Tendencia de la captura de peces ribereños en el estado de Colima, México, de 1980 a 1988.

En la *figura 2* se resume el comportamiento de las capturas por cada una de las familias analizadas a través de la temporada 1980-1988. Los mayores volúmenes fueron lutjánidos, seguidos por los hemúlidos y carángidos. La captura promedio por familias en los nueve años analizados en este trabajo oscilan de la siguiente manera: Lutjanidae 284 t, Haemulidae 208 t, Carangidae 203 t, Scombridae 155 t, Sciaenidae 95 t y Serranidae 49 t. En la *tabla 2* se consignan las capturas en kilogramos de las seis familias durante la temporada de estudio (1980-1988).

2 Macías Z., R., E. Arriaga T., H. Santana H. y J.J. Valdez F. Informe final del proyecto "Prospección hidroacústica en el litoral del estado de Colima". SEPESCA/INP/CONACyT CRIP-Manzanillo. 1985. 35p.

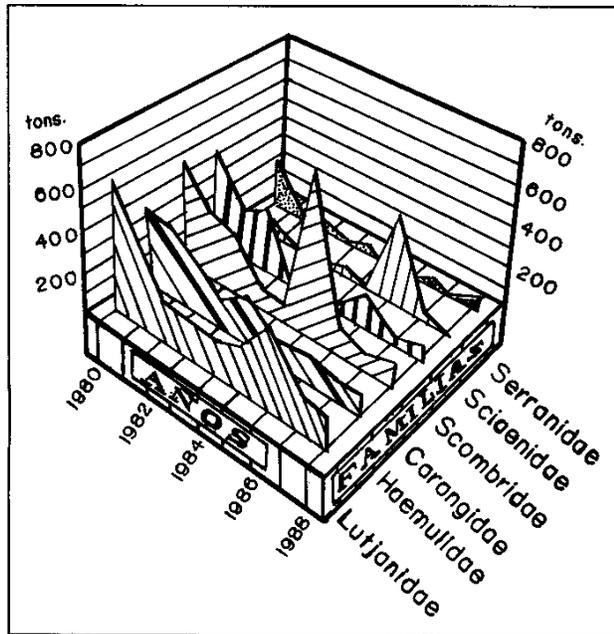


Fig. 2. Tendencia de las capturas (t) de seis familias de peces ribereños en el estado de Colima, México, de 1980 a 1988.

Tabla 1 Captura, esfuerzo de pesca y captura por unidad de esfuerzo en la pesca ribereña del estado de Colima, México, de 1980 a 1988.

Año	Esfuerzo	Captura (kg)	Cpue
1980	10,773	3,685,870	342.14
1981	8,930	1,662,731	186.20
1982	7,112	1,252,437	176.10
1983	2,031	724,867	356.90
1984	1,246	758,924	609.09
1985	1,831	594,370	324.62
1986	2,582	1,179,160	456.68
1987	3,033	715,920	236.04
1988	2,392	671,597	280.77

Tabla 2. Captura (t) de seis familias de peces ribereños en el estado de Colima, México, de 1980 a 1988.

AÑO	Lutjanidae	Haemulidae	Carangidae	Scombridae	Sciaenidae	Serranidae
1980	602.2	372.8	519.6	454.6	124.5	216.4
1981	383.9	354.4	352.7	261.0	94.6	42.4
1982	211.6	265.6	304.2	302.0	35.2	34.1
1983	210.0	166.4	112.4	32.2	24.1	10.4
1984	196.7	214.3	93.8	24.8	47.0	24.0
1985	212.9	130.2	77.7	46.9	29.5	5.4
1986	387.3	140.0	155.4	162.6	447.4	33.3
1987	203.9	116.6	99.9	43.0	45.7	20.4
1988	144.9	109.9	115.3	66.3	8.8	56.3

Estimación del índice de Rendimiento Máximo Sostenible

Las figuras 3 a 7 con el inciso a corresponden a las curvas de regresión entre CUE (Kg/viajes) y esfuerzo en número de

viajes, cuya pendiente negativa sugiere una reducción de la CUE a medida que se intensifica el esfuerzo. Las figuras 3 a 7 marcadas con inciso b muestran la curva de rendimiento para cada grupo, tratadas con los modelos matemáticos lineal y exponencial de Schaefer y Fox, usados para calcular la posibilidad de captura de cada grupo de especies y el total de ellos; los resultados se consignan en la tabla 3. Ramírez (1977) hizo un análisis de los capturas factibles de obtener en Manzanillo, Col. y obtuvo resultados comparables a los de este estudio en cuanto a carángidos, sciénidos y lutjánidos, entre otros, calculados con base en una serie histórica de captura y esfuerzo de 1960 a 1976.

Tabla 3. Cálculos de rendimiento máximo sostenible (RMS) y esfuerzo óptimo (número de viajes de pesca) en la captura ribereña, considerando todas las especies y cuatro familias.

Concepto	Modelo global (Schaefer)		Modelo global (Fox)		Modelo estructural RMS
	RMS	ESF. ÓPT.	RMS	ESF. ÓPT.	
Totales	2,239,163	10,792	2,475,010	16,873	1,761,143
Lutjanidae	443,592	6,920	398,372	8,445	146,178
Haemulidae	324,926	6,897	320,879	10,182	114,734
Carangidae	544,095	19,514	787,096	39,799	260,614
Sciasenidae	151,678	6,102	85,819	9,592	84,992

El comportamiento de cuatro de las familias analizadas parece ajustarse al patrón normal esperado en este tipo de evaluaciones. Las tendencias del análisis de regresión y las curvas de rendimiento arrojan estimaciones aceptables. No se incluye aquí el resultado del RMS obtenido de la familia Serranidae, porque la correlación entre CUE y esfuerzo presenta una pendiente positiva y el rendimiento sugiere una captura mayor a 2,000 t, que sobrepasa los límites aceptables. Se considera que ello puede deberse a la inconsistencia e insuficiencia de la información, que no permite un buen ajuste con los modelos utilizados.

Antes de este análisis, Cruz y colaboradores¹ efectuaron dos ensayos de cálculo del RMS: primero en 1986 con una serie de seis años (80 a 85); luego en 1989 con una de siete años (80 a 86). Ahora, en este estudio se cubren nueve años (80 a 88). En la tabla 4 se resumen estos resultados y en ella se observa que los índices de RMS son similares en los tres ensayos.

Tabla 4. Comparación de rendimiento máximo sostenible (Kg) y esfuerzo óptimo (número de viajes de pesca) calculados en la pesca ribereña del estado de Colima, México, en tres períodos de 1980 a 1988.

Período	Modelo global (Schaefer)		Modelo global (Fox)		Modelo estructural RMS
	RMS	ESF. ÓPT.	RMS	ESF. ÓPT.	
1980-1985	2,287	10,108	2,438	15,321	1,808
1980-1986	2,288	10,109	2,463	15,266	1,833
1980-1988	2,239	10,792	2,475	16,873	1,761

Se nota una diferencia entre los resultados obtenidos mediante los modelos de tipo global y estructurales. Con estos

últimos las estimaciones fueron menores porque el proceso involucra parámetros poblacionales como mortalidad y reclutamiento, que dan a los resultados un mejor ajuste. Los resultados en cuanto a la captura global de especies ribereñas de escama fueron los siguientes:

mortalidad total,	Z = 0.162
mortalidad natural,	M = 0.123
mortalidad por pesca,	F = 0.036
coeficiente de capturabilidad	q = 0.000108

Discusión

Como una forma de seguimiento, se realizó una estimación más del RMS de la pesquería de escama ribereña con el fin de obtener resultados precisos. La estrategia hasta ahora seguida se basa en el empleo comparativo de los modelos globales y analíticos o estructurales más usados, asumiendo para ello una serie de consideraciones de análisis implícitas en cada método.

De manera general, se observa que los resultados obtenidos en los tres ensayos (Tabla 4) son muy similares; no obstante, deberán tomarse con reservas, ya que, aunque se ha procurado hacer mínimo el error, desde el inicio de estos análisis ha sido difícil determinar apropiadamente la unidad de esfuerzo y éste aún no se ha normalizado. Esto es común en este tipo de pesquerías debido a la variedad de equipos y artes de pesca empleados y la deficiencia e irregularidad con que se registra la información. Con el propósito de resolver esto se ha calculado el RMS agrupando las especies en peces demersales y pelágicos. Separando las especies más abundantes y de mayor importancia comercial, en el presente trabajo se hizo un tratamiento por familias; pero aún no ha sido posible decidir cuál es la mejor alternativa.

Con el fin de calcular la confiabilidad del grupo de resultados, se aplicaron pruebas estadísticas. Por un lado, un análisis de varianza de la relación CUE/E donde, por su gran variabilidad, no es posible afirmar la existencia de una relación válida; y por otro la prueba de Ji cuadrada o de bondad de ajuste, que indicó una dispersión muy amplia en la distribución de los datos, que no se ajusta al patrón esperado, lo cual podrá atribuirse a dos causas: 1) que la información no es aún suficiente para el tipo de análisis a que fue sometida y que con series históricas más amplias se logre una curva de dispersión normal; y 2) que se introduce error si una de las variables no está correctamente evaluada, en este caso el esfuerzo.

Se obtuvo una mejor correlación de los datos y un mejor ajuste de la curva de rendimiento cuando sólo se manejaron los años de captura y esfuerzo correspondientes a ocho años, eliminando 1980, en el que se registran los más altos valores, por lo que queda completamente fuera de la distribución lógica de los puntos observados (Figs. 3 a 7). Esta prueba se hizo con los modelos globales de Schaefer y Fox y dio resultados de RMS similares a los que se obtuvieron mediante los modelos estructurales utilizando nueve años, lo que indica un mejor ajuste en estos últimos modelos. Debe señalarse que este análisis sólo se hizo como un ensayo para comparar resultados, y es obvio que

no deberá eliminarse este dato, puesto que está señalando la respuesta de una población sometida a un esfuerzo determinado, y demuestra una vez más la necesidad de normalizar el esfuerzo tomando en cuenta que cada viaje de pesca implica el uso de uno o más artes de pesca.

Conclusiones

Los resultados son un índice aproximado del comportamiento de la pesquería y deben considerarse preliminares, dadas las limitaciones de los datos disponibles para el análisis.

Se continúa en la búsqueda de una mejor alternativa para determinar el esfuerzo pesquero, que podría seguir siendo el número de viajes, ajustado según los muestreos de la captura comercial.

La elevada captura de 1980 demuestra que el apoyo otorgado al sector cooperativado se tradujo en resultados positivos. El esfuerzo aplicado durante ese año fue ligeramente superior a los 10,000 viajes, cifra igual a la calculada en este trabajo como esfuerzo óptimo mediante el modelo de Schaefer.

Los cálculos del esfuerzo óptimo aplicable a cuatro diferentes familias muestran gran similitud entre los lutjánidos, hemúlidos y sciénidos, pero no con los carángidos, cuyo elevado valor indica que el esfuerzo aplicado está aún por debajo del óptimo que soporta el recurso. El RMS calculado por métodos estructurales en el caso de los carángidos refleja una captura superior en casi un 50% a las otras tres familias. Estos resultados se afinarán en la medida en que la unidad de esfuerzo se defina con mayor precisión.

Los resultados de RMS obtenidos por los diferentes métodos son substancialmente mayores al promedio de la captura de los nueve años analizados; lo que sugiere una posible subexplotación del recurso y la alternativa de utilizar el esfuerzo óptimo estimado.

La potencialidad de los recursos ribereños está siempre a discusión, pero es un hecho que en los países de la franja tropical su explotación es una actividad productiva que requiere apoyo en tecnología de captura e infraestructura para constituirse en una sólida y estable fuente de alimento y empleo.

Agradecimientos

Se agradece al Biól. Rafael Girón B. y a los MC. René Macías Zamora y René Márquez M. por la revisión crítica al manuscrito; al Oc. Miguel Ángel Carrasco A. por su apoyo en la elaboración de gráficas, y al pasante de Oc. Luís F. Obregón por la elaboración de las figuras.

Referencias bibliográficas

- DOI, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. *Inst. Nal. de Pesca. IND/SI.*
- FOX, W.W. 1970. An exponential surplus-yields model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Amer. Fish. Soc.* (1):80-88p.

PAULY, D. 1983 Theory and management of tropical multispecies stocks. A review with emphasis on the Southeast asian demersal fisheries. *ICLARM Studies and Reviews*. (1):35p.

RAMIREZ G., R. 1977. Estudio de la factibilidad de una terminal pesquera en Manzanillo, Col. *DEPES*, Tomo 2, p.268-338.

SCHAEFER, B.M. 1954. A study of dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *s.*, 11(6):247-285.

Anexo

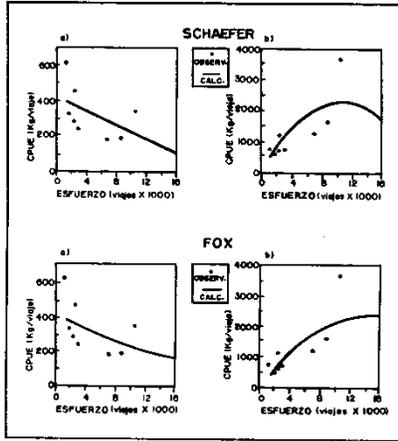


Fig. 3. Análisis de la captura ribereña en el estado de Colima, México, de 1980 a 1988. a) Relación de regresión entre captura por unidad de esfuerzo (Kg/viaje) y esfuerzo (número de viajes de pesca); b) Curvas de rendimiento obtenidas mediante modelos globales.

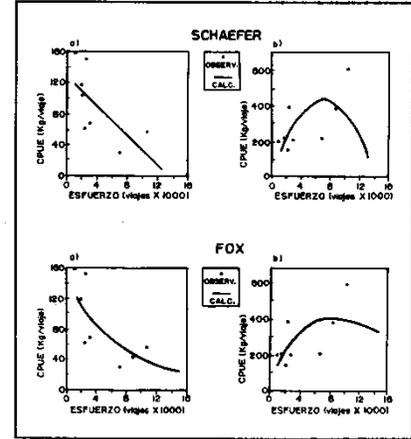


Fig. 4. a) Relación de regresión entre captura por unidad de esfuerzo (Kg/viaje) y esfuerzo (número de viajes de pesca) en la captura de peces de la familia Carangidae en el estado de Colima, México, de 1980 a 1988; b) Curvas de rendimiento obtenidas mediante modelos globales.

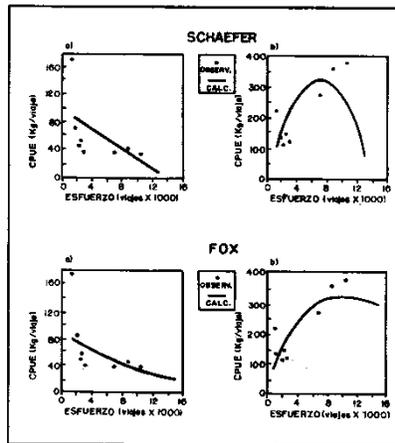


Fig. 5. a) Relación de regresión entre la captura por unidad de esfuerzo (Kg/viaje) y esfuerzo (número de viajes de pesca) en la captura de peces de la familia Haemulidae en el estado de Colima, México, de 1980 a 1988; b) Curvas respectivas de rendimiento obtenidas mediante modelos globales.

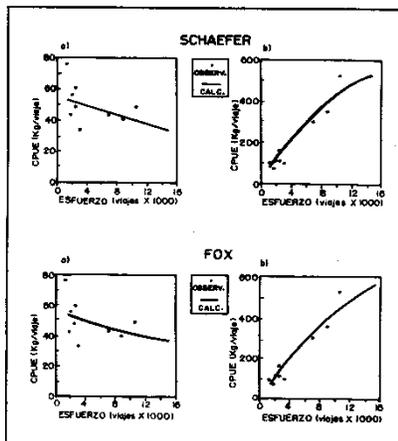


Fig. 6. a) Relación de regresión entre la captura por unidad de esfuerzo (Kg/viaje) y esfuerzo (número de viajes de pesca) en la captura de peces de la familia Carangidae en el estado de Colima, México, de 1980 a 1988; b) Curvas respectivas de rendimiento obtenidas mediante modelos globales.

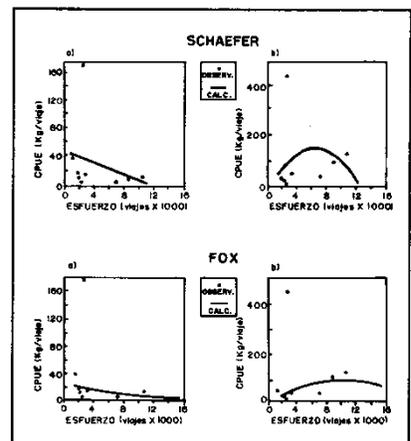


Fig. 7. a) Relación de regresión entre la captura por unidad de esfuerzo (Kg/viaje) y esfuerzo (número de viajes de pesca) en la captura de peces de la familia Sciaenidae en el estado de Colima, México, de 1980 a 1988; b) Curvas respectivas de rendimiento obtenidas mediante modelos globales.