

Efecto de algunas variables meteorológicas sobre la producción pesquera de tres lagunas costeras de Tabasco, México *

JOSE LUIS CASTRO-AGUIRRE
Departamento de El Hombre y su Ambiente
Universidad Autónoma Metropolitana
(Unidad Xochimilco)
04690 México, D. F.

y

Departamento de Zoología
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN
Prol. de Carpio y Plan de Ayala
Apartado Postal 42-186
11340 México, D. F.

CASTRO-AGUIRRE, JOSÉ LUIS, 1986. Efecto de algunas variables meteorológicas sobre la producción pesquera de tres lagunas costeras de Tabasco, México. *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.* 30: 191-209.

RESUMEN: Con base en estadísticas oficiales recopiladas desde 1959 hasta 1978 y en datos recabados en el campo, se analizó la variación de captura de las tres especies que mayormente contribuyen a la producción pesquera de tres lagunas costeras del Estado de Tabasco, México: Mecoacán, El Carmen-La Machona y la región estuarina de Frontera, ostión (*Crassostrea virginica*), camarón (*Penaeus setiferus*) y robalo (*Centropomus* spp.) en función de la variación de algunos parámetros meteorológicos (a falta de los correspondientes hidrológicos secuenciales). Para ello se recurrió a la aplicación de técnicas multirregresivas que permitieron obtener varios modelos polinomiales de predicción de la captura en función de esos factores.

Los modelos obtenidos sugieren cierta dependencia de la producción con respecto a la variación meteorológica (principalmente precipitación pluvial total, temperatura media, evaporación y un factor de corrección polinomial) que puede ser explicada en términos estadísticos. Así, la acción combinada de los dos primeros factores sobre la producción de ostión, puso de manifiesto la tendencia de su aumento, cuando la temperatura se eleva y las lluvias disminuyen. En las otras especies la relación es menor, quizá debido al comportamiento de sus poblaciones y a la dinámica lagunar. La conclusión más importante es la de continuar este tipo de investigaciones, sobre todo para detectar indicadores que permitan fundamentar, en forma más adecuada y confiable, la proposición de modelos teóricos aplicables a las poblaciones en explotación y sobre todo de aquellas que se localizan en los ecosistemas lagunares tropicales.

* Este trabajo fue considerado por el Comité de Selección del *Simposio Internacional de lagunas costeras, Burdeos (Francia), 1981*, para su presentación oral en dicha reunión.

INTRODUCCIÓN

Sin duda alguna las pesquerías de cualquier localidad geográfica se encuentran influenciadas de un modo o de otro por los factores del medio ambiente, tanto hidrológicos como meteorológicos. Por ello es de sumo interés conocer cuantitativamente el grado de relación entre la producción pesquera y los parámetros involucrados. En el caso de las lagunas costeras de México, situadas en su mayoría en la región tropical, se ha demostrado cierta correlación entre dichas variables y la captura de camarón (Castro-Aguirre, 1976), la de lisa (Castro-Aguirre y Romero-Moreno, 1986) y la de otros peces (Castro-Aguirre y Mora-Pérez, 1984). El presente ensayo es una contribución más en esta misma línea de investigaciones, dedicada a proponer modelos predictivos de captura en función de variables múltiples, como pueden ser los parámetros hidrológicos o los meteorológicos.

Esta investigación se centró en el análisis de los datos de captura de camarón (principalmente *Penaeus setiferus*) y robalo (*Centropomus* spp.) de la zona de Frontera, Tabasco, Méx. y de ostión (*Crassostrea virginica*) de la Laguna de Mecocacán y de la Laguna El Carmen-La Machona, Tabasco, Méx. Estas localidades sostienen diversas pesquerías que, aun cuando son de naturaleza artesanal, contribuyen en cierta medida a la economía estatal, que en últimas fechas se ha desarrollado enormemente debido a las intensas actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, así como por otro tipo de situaciones complejas de orden socio-económico, lo que podría acarrear alteraciones, no predecibles con exactitud, de naturaleza ecológica y muy probablemente de las actividades pesqueras.

Proponer una serie de modelos teóricos de captura, sería, más que nada, con objeto de detectar indicadores que permitieran conocer las fuentes de variación de la captura y obtener elementos de juicio para recomendar alguna estrategia adecuada en cuanto a la correcta administración de los recursos pesqueros, más aún si éstos se localizan en las lagunas costeras tropicales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de producción pesquera registrada se captaron tanto de fuentes directas, recabadas por el autor, como de las proporcionadas oficialmente por la Secretaría de Pesca. En cuanto a los datos climatológicos se obtuvieron del Servicio Meteorológico Nacional. Sobre este particular es necesario decir que infortunadamente no existen registros secuenciales de parámetros hidrológicos que pudieran, por lo menos, correlacionarse con 20 años de producción pesquera; por ello solamente pueden tratar de relacionarse otros factores, como en este caso los meteorológicos: precipitación pluvial y temperatura media ambiente. Tales datos, al relacionarse, podrían generar una serie de hipótesis en cuanto al grado de influencia de uno de ellos sobre el otro. Para ello se ha recurrido al análisis multirregresivo y de correlación múltiple, obteniéndose algunos modelos matemá-

ticos sencillos que tratan de mostrar tal fenómeno en términos de varios polinomios lineales y matrices de correlación entre los diversos factores, así como el grado de influencia entre las variables independientes y la dependiente. Se hizo también un ensayo multirregresivo introduciendo valores de evaporación total y un factor de "corrección" al polinomio, que consistió en el producto normalizado de precipitación pluvial total, temperatura y evaporación.

Los datos aquí consignados se introdujeron a los programas de computador, tanto en forma normalizada como directos. Las técnicas multirregresivas, como han sido desarrolladas en este estudio, corresponden a las descritas en detalle por Cooley y Lohnes (1971) y Morrison (1976). Los programas de computador empleados son los que ofrecen Blackith y Reymont (1971) y Davies (1971), desarrollados por el autor para su uso en un sistema *HP-3000E* del Servicio de Cómputo de la Universidad Autónoma Metropolitana. Esta investigación fue patrocinada parcialmente por el Centro de Ecodesarrollo, a quien se le otorga el debido reconocimiento. Se agradece al Sr. Ernesto Mendoza su valiosa y desinteresada ayuda en el proyecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la relación entre la captura anual promedio de camarón con la precipitación pluvial total y la temperatura media en Frontera (en veinte años, el promedio de captura de este crustáceo fue de casi 11 toneladas, que significó 35.07 % de contribución a la captura global). Resalta la poca o nula relación entre las variables consideradas. En efecto, mientras la tendencia de la captura ha ido en aumento progresivo con poca oscilación, los parámetros ambientales muestran bastante variación. El hecho de haber considerado a las lluvias como un factor de importancia primordial, radica en que su influencia sobre las poblaciones de camarón, no lo es tanto en el sentido de abatir la salinidad, lo cual es obvio, sino al aumento de área inundada y, aparentemente, con el consiguiente aumento de la producción.

Castro-Aguirre (1976) encontró una correlación positiva entre esos factores y la producción de camarón de las lagunas costeras de Sinaloa, Méx. Sin embargo, es necesario realizar un estudio más completo que debería, idealmente incluir la captura por unidad de esfuerzo, y quizá las mismas variables pero analizadas mensualmente, con el objeto principal de detectar cambios que no se perciben cuando se hace un estudio anual.

En la tabla 1 se ofrece un resumen completo del análisis multirregresivo y de correlación múltiple que incluye las matrices de correlación obtenidas y los modelos predictivos asociados, así como los coeficientes de determinación para cada una de las especies consideradas. De esa tabla se infiere la poca interacción de las lluvias y temperatura con la producción de camarón y robalo en Frontera, y de ostión en Mecoaacán y La Machona-El Carmen. Así, en el caso del crustáceo en Frontera, el efecto de las lluvias parece ser de sólo 19.5 % y el de la temperatura 41 %, el resto, o sea 39.5 %, quedaría inexplicado estadísticamente.

En el caso del robalo (Fig. 2) de esa misma localidad, el porcentaje de influencia de la lluvia sobre la captura es de 23.1 %, en tanto que el correspondiente a la temperatura es de 28.8 %, por lo que el 48.1 % de la variación total de la captura se podría deber a otras razones. Por otro lado, también se debe insistir en la aparente débil relación que existe entre cada factor aislado y la captura (tabla 1).

Por lo que respecta al ostión de Mecoaacán (Fig. 3) se presenta un caso interesante, pues del análisis realizado se desprende que la influencia de la lluvia sobre la captura se estima en 22 % y la correspondiente a temperatura en 14.4 %. Lo inexplicado, estadísticamente, alcanza un valor de 63.6 %. Las correlaciones individuales son también pequeñas (tabla 1).

El caso del ostión de La Machona-El Carmen (Fig. 4) presenta una relación muy curiosa entre la temperatura y la captura (en realidad significativa, dado el número de datos estudiados). En efecto, la influencia de ese parámetro es del 68 % sobre la captura, en tanto que la correspondiente de la precipitación es mínima, llegando cuando mucho al 4 %. En este caso solamente el 28 % permanecería inexplicado estadísticamente. Los coeficientes de correlación son también, como era de esperarse, relativamente altos para la primera (.6913) y bajo, pero negativo, para la segunda (-.2607).

En las tablas 2 a 5 se presentan las comparaciones entre la captura real observada y la teórica, obtenida a partir de los modelos predictivos generados por el análisis multirregresivo.

En la tabla 2 se observa la relación entre la captura promedio anual observada de camarón y la teórica en función de la lluvia y la temperatura, notándose que es mínima ($r = .2837$), y en términos generales la ecuación de predicción obtenida podría sólo explicar muy poco, en porcentaje, de la variación total de la captura. Es altamente probable que este fenómeno se deba a la carencia de datos de esfuerzo de pesca el que, además de servir para obtener índices de abundancia relativa, minimizaría su efecto. (Beverton y Parrish, 1956.)

En la tabla 3 se observa la gran disparidad de valores obtenidos con la ecuación predictiva y los valores reales. En efecto, la correlación entre ellos es de $-.1274$; este comportamiento estadístico queda explicado, en gran parte, de manera semejante a lo anteriormente expuesto, aunque en este caso la situación es más compleja puesto que la pesquería incide sobre dos especies de robalo (*Centropomus undecimalis* y *C. poeyi*) que tienen requerimientos ecológicos y un comportamiento totalmente diferente (Chávez, 1963 y Fuentes, 1973), por ello no es muy fácil relacionar los factores del ambiente y la producción. En principio, el análisis explicaría hasta el 28.8 % de la variación total de la captura en función de la temperatura media, y por otro lado un efecto negativo de la lluvia (23.1 %). Quedaría, obviamente, el 48.1 % sin explicación estadística (atribuible, quizá, a las variaciones —desconocidas— del nivel de esfuerzo o al comportamiento diferente de las dos especies involucradas en la pesca)

En la tabla 4 la correlación entre los 20 pares de valores reales y teóricos de ostión de Mecoaacán es de .2373, la cual en sí es baja y poco significativa a pe-

sar del número de datos. Sin embargo, la lluvia influye en 22 % sobre la variación de la captura, en tanto que la temperatura sólo un 14.4 %. El restante 63.6 % quedaría inexplicado según el marco de referencia establecido. En este caso, como se ha insistido, es muy probable que las variaciones "inexplicables" se deban a los valores marcadamente oscilantes del esfuerzo de pesca.

En la tabla 5 se nota la clara relación entre los 20 pares de valores reales y teóricos de la captura de ostión en La Machona-El Carmen. En este caso, el coeficiente de correlación es de .8207, valor interesante si se toma también en consideración el grado de relación entre la temperatura y la captura (.6913). En cambio, el efecto de la lluvia es bajo y negativo ($-.2607$) lo que podría indicar que la captura tiende a disminuir cuando las lluvias son intensas. Este factor, según los cálculos y para el periodo en estudio, influye en apenas 3.8 %.

Tales resultados son dignos de estudios futuros, ya que concuerdan, de modo general, con lo que sucede en la realidad, es decir, la tendencia de captura de ostión es positiva, cuando, en primer lugar, la temperatura media ambiente es elevada (aumento de salinidad en el agua por efecto de evaporación) y, en segundo lugar, la producción tiende a elevarse cuando la intensidad de las lluvias decrece. Por lo contrario, la producción tiende a ser menor cuando la temperatura media decrece y la precipitación pluvial es intensa; se presenta así una mortalidad masiva de ostiones y la producción desciende de manera notable.

Como se dijo anteriormente, también se obtuvieron cuatro modelos multirregresivos en los que además de los parámetros ya citados se involucró a la evaporación total y a un factor de "corrección polinomial", que es el producto normalizado de las tres variables independientes ($X_1 X_2 X_3$). En la tabla 6 se han concentrado los valores de la matriz de correlación y de los coeficientes de regresión parcial (b_1, b_2, b_3, b_4) de cada modelo y para cada especie. Desde el punto de vista estadístico casi no existe ninguna diferencia entre éstos y los que se mostraron en la tabla 1 con menor número de variables, ya que el poder de predicción de un determinado modelo no es mejor cuanto más variables se le introduzcan, sino cuanto mayor sea la variancia total del conjunto. Por ello sólo se han incluido como elementos de comparación y los modelos predictivos se presentan en la forma empírica y sin desarrollo gráfico.

En las figuras 5 a 8 se muestran los gráficos obtenidos de los polinomios que se ofrecen en la tabla 1, así como los correspondientes a la captura observada de cada especie.

De la comparación del polinomio 4 de las tablas 1 y 6, se observa que es el mejor elemento para fines predictivos ya que, aparte de la buena correlación entre los 20 pares de valores (observados y teóricos) es patente que casi el 48 % de la variación total de la captura se encuentra explicada en función de la variación de los factores involucrados, lo cual, para veinte años de datos, es significativo.

Por otro lado, si se comparan los polinomios 3) de las mismas tablas, se nota una franca diferencia, incluso en los valores de los coeficientes de determinación (R^2), explicable por el efecto del factor de corrección introducido al modelo de.

la tabla 6. En efecto, si solamente se toma en cuenta la influencia de la precipitación pluvial total y la temperatura media, sólo el 9.5 % de la variancia total de la captura pudiera ser explicado en función de la variancia de los parámetros involucrados, en cambio, al introducir el factor evaporación y el de "corrección polinomial",* la explicación se eleva hasta casi el 39.5 %.

Aparentemente lo anterior es lógico, ya que al aumentar la evaporación se incrementa la salinidad, lo cual incide en el incremento de la producción de ostión. Sobre el particular es necesario tener más información debido al complejo de interacciones que se presentan entre la cantidad de lluvia, temperatura y evaporación. Por el momento únicamente es posible hacer la inferencia anterior.

En el futuro, cuando se disponga de información hidrológica secuencial, habrán de generarse modelos de predicción más adecuados. Por lo pronto los que aquí se han presentado, con base en la información disponible, podrían usarse como elementos indicadores para un estudio más detallado.

Como se mencionó anteriormente, la interrelación lluvia-temperatura media- evaporación es compleja, pero su análisis debe tomar en cuenta lo siguiente: cuando aumenta la precipitación se incrementa el área inundada, lo que incide en el aumento de área habitable por las poblaciones de interés pesquero, fundamentalmente aquellas de especies bastante eurihalinas (ej.: camarón blanco, robalo, etc.). Sin embargo, si estas condiciones persisten más de lo que puede llamarse "normal", algunas poblaciones pueden sufrir mortalidad masiva, simplemente por exposición prolongada al agua dulce o a condiciones oligohalinas (v. gr.: el ostión). Esto último, como es obvio, se presenta fundamentalmente en aquellas especies, como la mencionada, que no tienen ningún poder de desplazamiento cuando adulto.

Debe tenerse también en cuenta que la precipitación pluvial influye en el descenso de temperatura aun ligeramente, y en el aumento de oxígeno disuelto, todo lo cual podría influir positivamente en las poblaciones lagunares. Por lo que respecta a la temperatura media es, como se sabe, poco representativa *per se* de la variación absoluta; sin embargo, aun en las regiones tropicales existen oscilaciones a nivel secular, y es precisamente en esos cambios donde pueden presentarse variaciones en las poblaciones y por ende en la captura. Así, cuando la temperatura tiende a aumentar (obviamente por efecto de la insolación y falta de cobertura) a fines de la primavera y en verano-otoño, la evaporación es mayor y por lo mismo la salinidad se incrementa, pero al mismo tiempo el tenor de oxígeno disuelto disminuye. Con todo, en las lagunas estudiadas aparentemente la relación entre esos factores y la captura no es bastante notable. Así, en la Laguna de Mecocacán predominan las condiciones oligohalinas y excepcionalmente se han mostrado euhalinas en años especialmente poco lluviosos (en la década de los 40's).

Como se observa, el estudio de tales hechos no es fácil, pero se están iniciando las investigaciones que permitan comprender cada vez más esos fenómenos de

* Corrección polinomial = $X_1 X_2 X_3 = X_4$.

complejas interrelaciones para un mejor manejo y administración de los recursos pesqueros de las lagunas costeras de México.

Hasta ahora sólo se han mostrado aquí los resultados de un análisis multirregresivo y de correlación múltiple, pero es obvio que en un plazo cercano, sobre todo cuando se disponga de información más detallada, podrán intentarse estudios que incluyan análisis de componentes principales o discriminante múltiple (canónico) para ponderar adecuadamente a otras muchas variables que, eventualmente, se involucren en la investigación, tanto para obtener resultados como para comparación de metodología dentro del mismo análisis de variables múltiples (sobre el particular, la contribución de Ibáñez y Seguin, 1972: 81 *et seq.*, es bastante ilustrativa de lo anteriormente estipulado).

Finalmente, debe mencionarse que este tipo de ensayos, aunque no estrictamente cuantitativos, ya han sido abordados por otros autores quienes han llegado a sus propias conclusiones o bien han esbozado de alguna manera las mismas. Entre ellos se pueden mencionar: Baughman (1949), Cárdenas (1969), Gunter y Hildebrand (1954), Gunter y Edwards (1967) y Hildebrand y Gunter (1953).

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados que se obtuvieron mediante la generación de modelos predictivos parecen concordar fundamentalmente con lo que se había previsto, es decir, que las oscilaciones "inexplicables", los repentinos ascensos y descensos de la captura registrada (no la real) son los fenómenos que provocan probablemente las bajas correlaciones halladas. Empero, esta metodología es ampliamente recomendable para buscar *indicadores* de las variaciones en la captura, sobre todo cuando se dispone de abundante información a través del tiempo.

Una de las fuentes de error, que deberían de evitarse, es el uso indiscriminado de este tipo de análisis en cuanto se refiere al "ajuste" o "adecuación" de los datos para lograr una alta correlación. Este considerando no se refiere al desfasamiento de los mismos, que en ocasiones tiene que ensayarse. De hecho, la influencia de la lluvia, por ejemplo de un determinado mes, se manifiesta hasta el siguiente, y así sucesivamente.

Aparte de alcanzar un mayor grado de confianza estadística, el manejo de más información (idealmente sobre una base mensual) podría facilitar un análisis detallado de la variación de los coeficientes de determinación (en forma semejante a los correlogramas) con el fin de conocer si se trata de eventos cíclicos, los que serían factibles de estudiarse mediante series de tiempo. De la misma manera se procedería con los coeficientes parciales de regresión.

En fin, el autor se encuentra convencido de que las técnicas y los resultados del análisis multifactorial son adecuadas para describir y cuantificar la variancia total de los elementos extrínsecos, llámense parámetros hidrológicos o meteorológicos, y su grado de influencia sobre la variancia total de la abundancia relativa, captura o producción pesquera, fundamentalmente para lograr un adecuado

conocimiento de los fenómenos que se suceden en las poblaciones en explotación que, por ser parte de los ecosistemas lagunares tropicales, como el caso expuesto aquí, se encuentran muchas veces en un estado de precario equilibrio ecológico. Corresponde al biólogo pesquero proponer modelos predictivos de la captura óptima, no sólo en función de factores intrínsecos poblacionales (ej.: curvas o isopletas de rendimiento) sino también integrar a esos resultados el efecto de lo que hemos llamado "extrínseco".

SUMMARY

This paper deals on the relationship between the commercial fisheries catch variation and some meteorological parameters variation in three coastal lagoons of the Estado de Tabasco, México.

Based on official fish statistics, from 1959 through 1978, and some field data gathered by author, mainly of common oyster (*Crassostrea virginica*), white shrimp (*Penaeus setiferus*), snook (*Centropomus* spp.), and meteorological data (total rainfall, mean annual temperature, total evaporation, and a factor of polynomial correction) a multirregressive and multiple correlation analysis was made, in order to get some assesment on the influence of such external factors on fishery production.

Some polynomial models were generated during such analysis and their respective determination coefficients, as well as partial regression coefficients (beta weights) for each parameter effect on the catch were calculated.

The mathematical models suggest some relationships between fishery yields with the meteorological variation, which is fully statistically explained in text. In short, the combined influence of total rainfall and mean annual temperature on the oyster catch in El Carmen-La Machona system, was evident, on this regard, that the oyster catch did show an obvious rise, when the temperature behaves in the same way, and when the total rainfall had the inverse pattern.

On the other hand, the other species showed lesser relationship with the meteorological parameters. This situation could be explained in terms of the lagoon dynamics, population behavior and, indeed, of the unknown fishery effort level for each species.

As a matter of final considerations, it is hoped that this research line could be improved in a nearly future in order to get an adequate assesment in the Mexican coastal lagoons fisheries in terms of the extrinsecal (and obviously, stochastic) parameters, and also in the search of indicators which could be useful for the fishery biologist in the proposal of models explaining the notorious variation of exploited populations, in particular to those of the coastal lagoons, mostly the tropical ones, which support, on certain occasions, fish activities with any kind of manangement or adequate knowledge of the external variables and their influence on the catch.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUGHMAN, J. L., 1949. Potentialities of Gulf of Mexico Fisheries and recomendations for their realizations. *Proc. Gulf and Caribb. Fish. Inst.* 2nd. Sess. (1948): 1-8.
- BEVERTON, R. J. H. AND B. B. PARRISH, 1956. Commercial statistics on fish population studies. *Rapp. Conseil. Expl. Mer.*, 140 (1): 58-66.
- BLACKITH, R. E. AND R. A. REYMENT, 1971. *Multivariate Morphometrics*. London: Academic Press, IX + 412 p.
- CÁRDENAS F., M., 1969. Pesquerías de las Lagunas Litorales de México. *Mem. Simp. Intern. Lag. Cost. UNAM-UNESCO*. Nov. 28-30, 1967, México, D. F., pp 645-652.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L., 1976. Efecto de la temperatura y precipitación pluvial sobre la producción camaronesa. *Mem. Simp. Biol. y Din. Pobl. Camarones. Guaymas, Méx.*, 1: 74-96.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L. y A. S. ROMERO-MORENO, 1986. Relación entre algunas variables meteorológicas con la captura de lisa (*Mugil cephalus*) en el Mar Muerto, Chiapas, México. *An. Esc. nat., Cienc. biol. Méx.*, 31:
- CASTRO-AGUIRRE, J. L. y C. MORA-PÉREZ, 1984. Relación de algunos parámetros hidro-meteorológicos con la abundancia y distribución de peces en la Laguna de la Mancha. *Ver. An. Esc. nat., Cienc. biol., Méx.*, 28: 167-181.
- COOLEY, W. W. AND P. R. LOHNES, 1971. *Multivariate Data Analysis*. New York: John Wiley and Sons, X + 364 p.
- CHÁVEZ, H. 1963. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del Estado de Veracruz (Pisc. Centropomidae). *Ciencia Méx.*, 22 (5): 141-161.
- DAVIES, R. G., 1971. *Computer Programming in Quantitative Biology*. London: Academic Press, XI + 492 p.
- FUENTES, D., 1973. Contribución al conocimiento de la biología del robalo prieto (Pisces. *Centropomus poeyi* Chávez) en el área de Alvarado, Ver., Méx. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 34: 369-421.
- GUNTER, G. AND J. C. EDWARDS, 1967. The relation of rainfall and freshwater drainage to the production of the Penaeid shrimp *P. fluviatilis* (Say) and *P. aztecus* (Ives), in Texas and Louisiana waters. *FAO Fish Repts.* 1967 3: 875-892.
- GUNTER, G. AND H. HILDEBRAND, 1954. The relation of total rainfall of the State and catch of the marine shrimp (*Penaeus setiferus*) in Texas waters. *Bull. Mar. Sci. Gulf. and Caribb.*, 4 (4): 95-103.
- HILDEBRAND, H. AND G. GUNTER, 1953. Correlation of rainfall with Texas catch of white shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus). *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 82: 151-155.
- IBÁÑEZ, F. ET G. SEGUIN, 1972. Etude du cycle annuel du zooplancton d'Abidjan. Comparaison de plusieurs méthodes d'analyse multivariable: Composantes principales, correspondances, coordonnées principales. *Inv. Pesq.*, 36 (1): 81-108.
- MORRISON, D. F., 1976. *Multivariate Statistical Methods*, Second Edition. New York: Mc Graw-Hill Book Co., XV + 415 p.

El presente artículo fue recibido para su publicación en febrero de 1985.

TABLA 1

ESPECIE/LUGAR	P. P. T.	TEMP.	COEF. DE REGR. PARCIAL	
			b_1	b_2
Camarón/Frontera ₁	.1652	.3931	.195	.408
Robalo/Frontera ₂	-.252	.3053	-.231	.288
Ostión Mecoacán ₃	.2794	.2353	.219	.144
Ostión Machona-El Carmen ₄	-.2607	.6913	-.038	.679

MODELOS PREDICTIVOS:

- 1) $Y = -3400.9 + 4.4 X_1 + 138.65 X_2$; $R^2 = .195$
- 2) $Y = -5809.51 - 7.238 X_1 + 136.53 X_2$; $R^2 = .146$
- 3) $Y = -2655429. + 153.44 X_1 + 98068.9 X_2$; $R^2 = .0953$
- 4) $Y = -4343782. - 22.18 X_1 + 178630.03 X_2$; $R^2 = .4792$

Variables:

X_1 = Precipitación pluvial total, X_2 = Temperatura media
 Y = Captura teórica en función de las variables anteriores.

TABLA 2

TABLA 3

AÑO	CAMARON/FRONTERA		ROBALO/FRONTERA	
	CAPT. OBS. (KG)	Y (KG)	CAPT. OBS. (KG)	Y (KG)
1959	103.0	6980.39	12511.0	8930.47
1960	75.0	7040.99	15172.0	9013.67
1961	1534.0	6445.35	13031.0	8177.57
1962	2782.0	6021.43	15000.0	7246.77
1963	4031.0	10038.6	14323.0	13861.43
1964	5280.00	6661.83	24127.0	8297.48
1965	6529.0	6161.02	26713.0	7812.8
1966	7777.0	8217.0	2193.0	11070.88
1967	9026.0	7265.12	1842.0	9513.28
1968	10275.0	6366.88	31936.0	7802.22
1969	11524.0	8951.29	27928.0	11916.28
1970	12773.0	7607.72	34534.0	9570.15
1971	14021.0	7399.74	24491.0	9044.45
1972	10345.0	7367.98	14448.0	8981.22
1973	19132.0	7142.72	22976.0	8986.0
1974	17768.0	10976.04	14525.0	3910.22
1975	19016.0	6941.69	18344.0	8721.23
1976	20265.0	9188.67	16011.0	12552.1
1977	21514.0	4880.75	16709.0	5294.36
1978	24218.0	9204.21	13468.0	12369.84

TABLA 4

TABLA 5

AÑO	OSTION/MECOACAN		OSTION/MACHONA-EL CARMEN	
	CAPT. OBS. (KG)	Y (KG)	CAPT. OBS. (KG)	Y (KG)
1959	12329.0	297647.8	22799.0	97207.68
1960	22737.0	267240.26	18582.0	97813.19
1961	27480.0	285482.21	14365.0	116195.21
1962	49197.0	184886.94	10148.0	137452.44
1963	32683.0	273082.93	59307.0	179525.67
1964	36775.0	230417.73	40104.0	207309.02
1965	100653.0	180985.25	67881.0	171327.94
1966	53467.0	141198.67	10943.0	152784.01
1967	9692.0	141146.0	17438.0	212927.21
1968	163808.0	105421.77	81936.0	194991.02
1969	153913.0	316833.98	240058.0	251234.42
1970	161956.0	217421.36	165083.0	188993.54
1971	460471.0	172664.24	278074.0	298196.6
1972	758986.0	300340.09	411172.0	379573.4
1973	584692.0	287369.52	417367.0	333836.01
1974	431382.0	346827.35	443990.0	279251.21
1975	419593.0	294922.92	576554.0	390204.26
1976	375263.0	236817.51	468374.0	174945.5
1977	329978.0	134411.65	378833.0	416086.11
1978	509402.0	279191.0	573284.0	358805.58

TABLA 6

ESPECIE/LUGAR	P. P. T. TEMP. EVAP.			COEF. DE REGR. PARCIAL				
	X_1	X_2	X_3	b_1	b_2	b_3	b_4	
Camarón/Frontera ₁	.1943	.4276	-.1633	.3265	.0207	.3231	-.1648	.2489
Robalo/Frontera ₂	-.2522	.3064	.1282	-.1025	-2.018	-.4001	-.0549	2.039
Ostión/Mecoacán ₃	.3333	.1776	-.3257	.1613	.46	.1769	-.5723	.1435
Ostión/Machona-El Carmen ₄	.0913	.5513	.1952	.2093	-1.9534	.4868	-.1799	1.93

MODELOS PREDICTIVOS:

- 1) $Y = -.2164 + .0565 X_1 + 2.1822 X_2 - 3.4834 X_3 + .6081 X_4$; $R^2 = .2504$
- 2) $Y = -.2458 - 5.164 X_1 - 2.352 X_2 - 1.01 X_3 + 4.3575 X_4$; $R^2 = .2092$
- 3) $Y = -.6353 + 1.732 X_1 + 4.413 X_2 - 16.06 X_3 + .4604 X_4$; $R^2 = .3943$
- 4) $Y = -.023 - 9.298 X_1 + 8.615 X_2 - 2.025 X_3 + 7.512 X_4$; $R^2 = .4627$

Variables:

- X_1 = Precipitación pluvial total.
- X_2 = Temperatura media.
- X_3 = Evaporación
- X_4 = ($X_1 X_2 X_3$)
- Y = Captura teórica en función de las variables anteriores.

CAPTURA PROMEDIO ANUAL DE CAMARON EN RELACION A PRECIPITACION PLUVIAL TOTAL Y TEMPERATURA MEDIA EN FRONTERA, TAB.

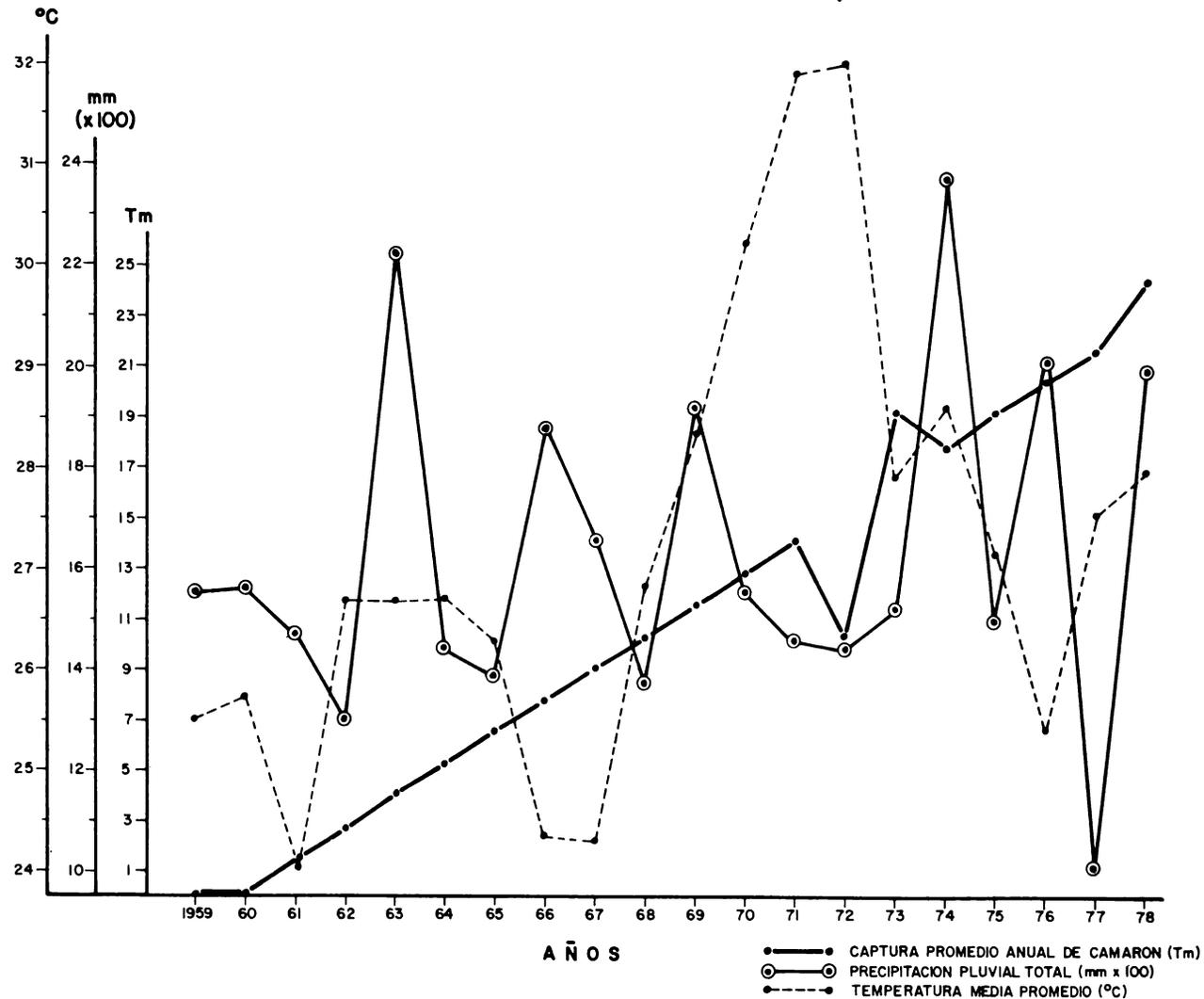


FIGURA 1.

CAPTURA PROMEDIO ANUAL DE ROBALO EN RELACION A PRECIPITACION PLUVIAL TOTAL Y TEMPERATURA MEDIA EN FRONTERA, TAB.

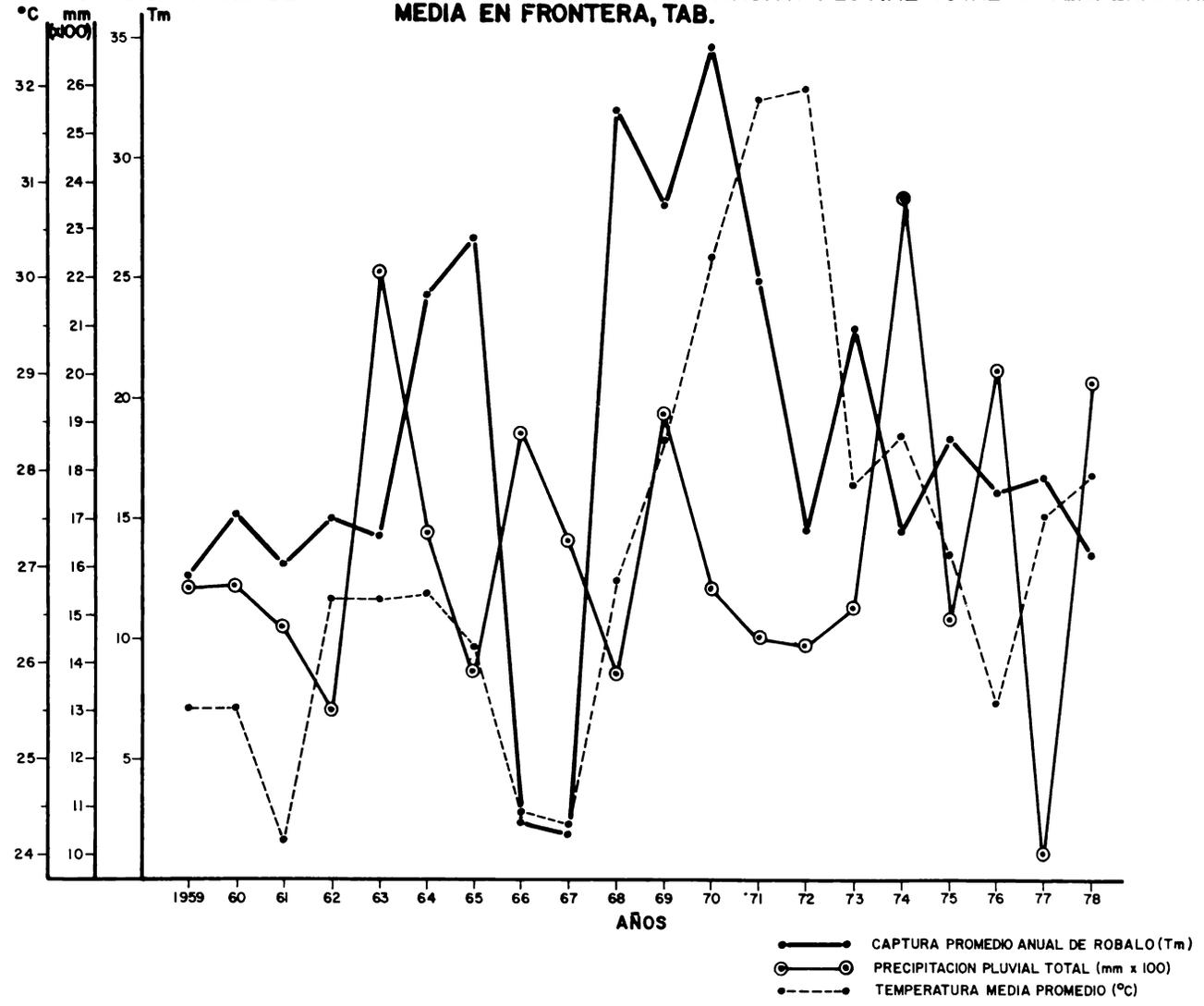


FIGURA 2.

CAPTURA PROMEDIO ANUAL DE OSTION EN RELACION A PRECIPITACION PLUVIAL TOTAL Y TEMPERATURA MEDIA EN MECOACAN, TAB.

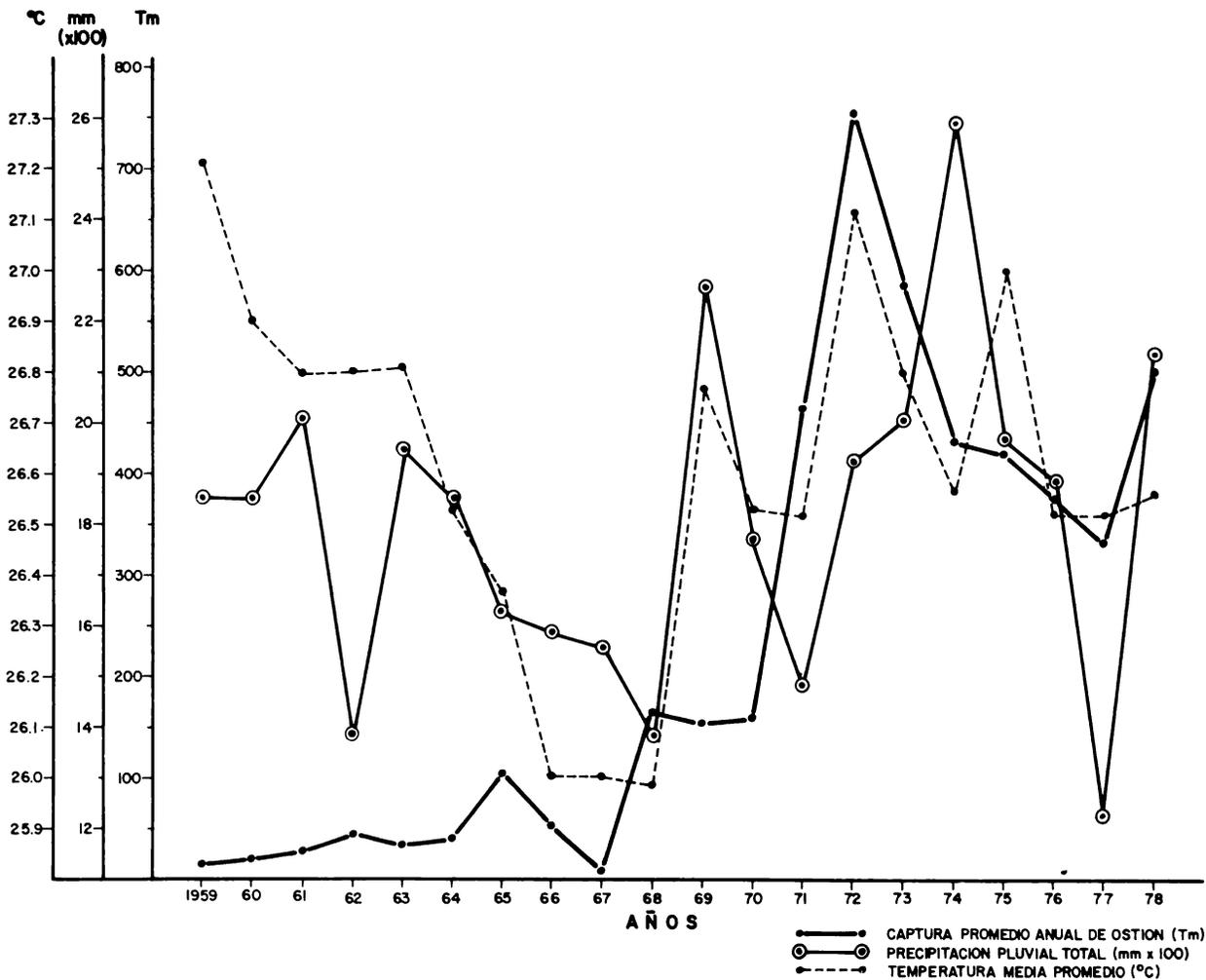


FIGURA 3.

CAPTURA PROMEDIO ANUAL DE OSTION EN RELACION A PRECIPITACION PLUVIAL TOTAL Y TEMPERATURA MEDIA EN SANCHEZ MAGALLANES, TAB.

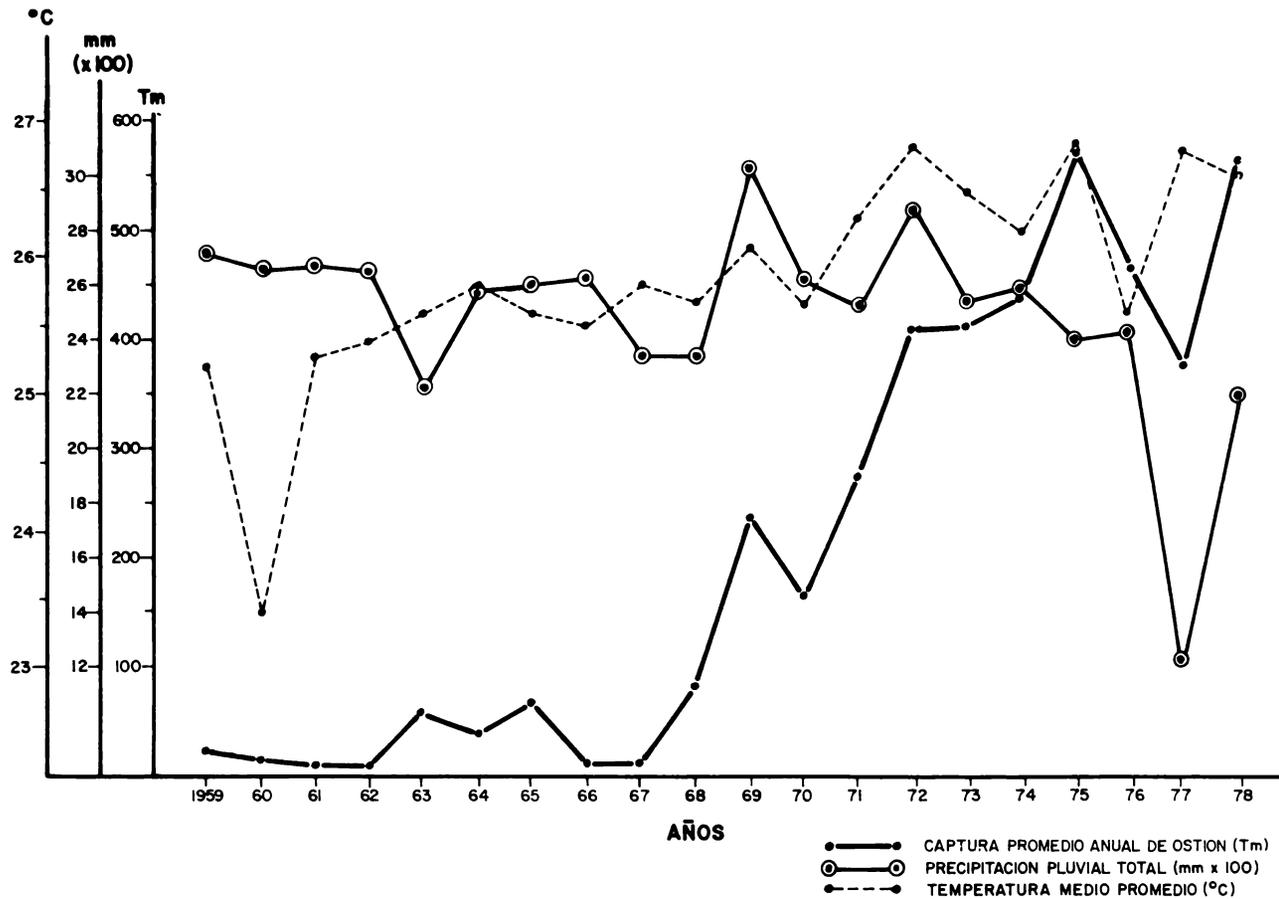


FIGURA 4.

COMPARACION ENTRE LA CAPTURA OBSERVADA DE CAMARON Y LA TEORICA (VER TEXTO),
EN FRONTERA, TAB.

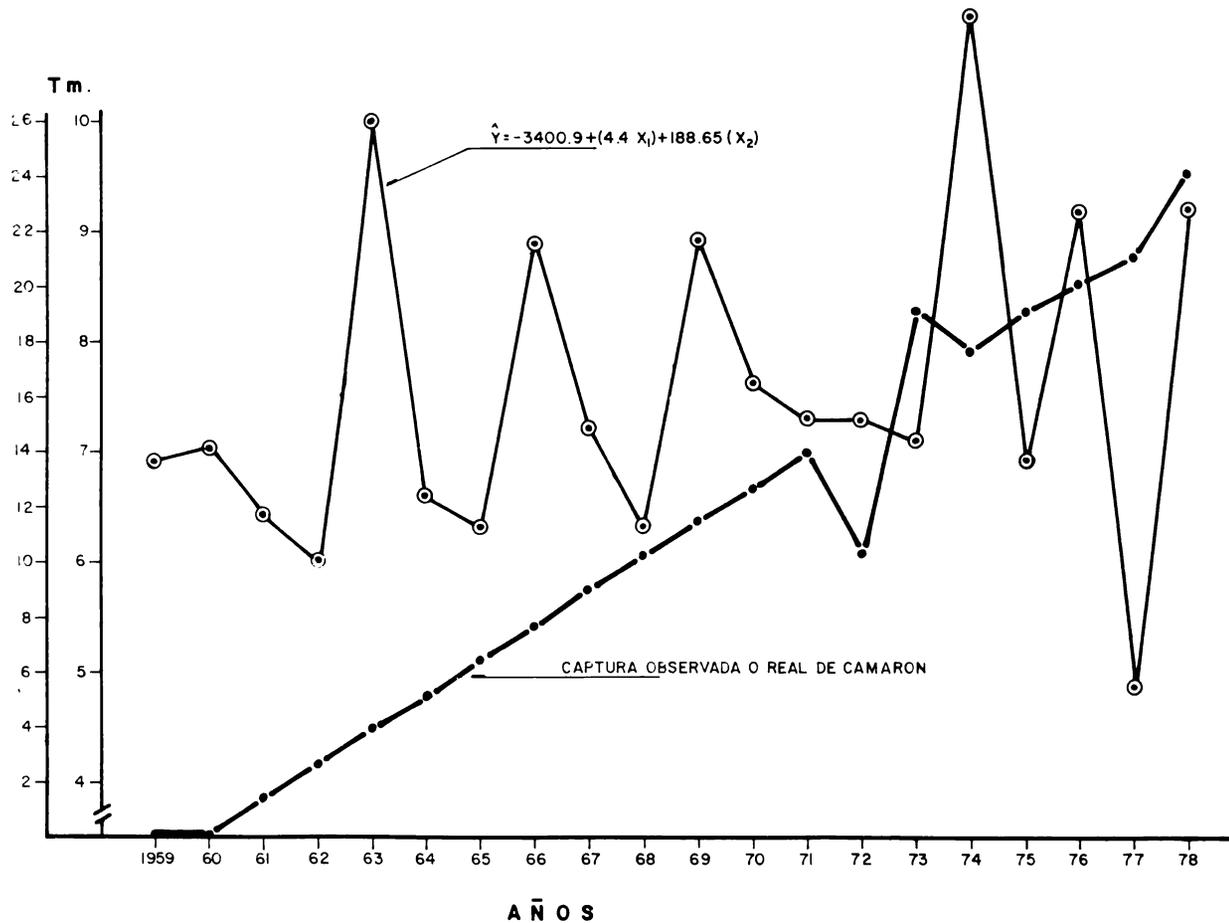
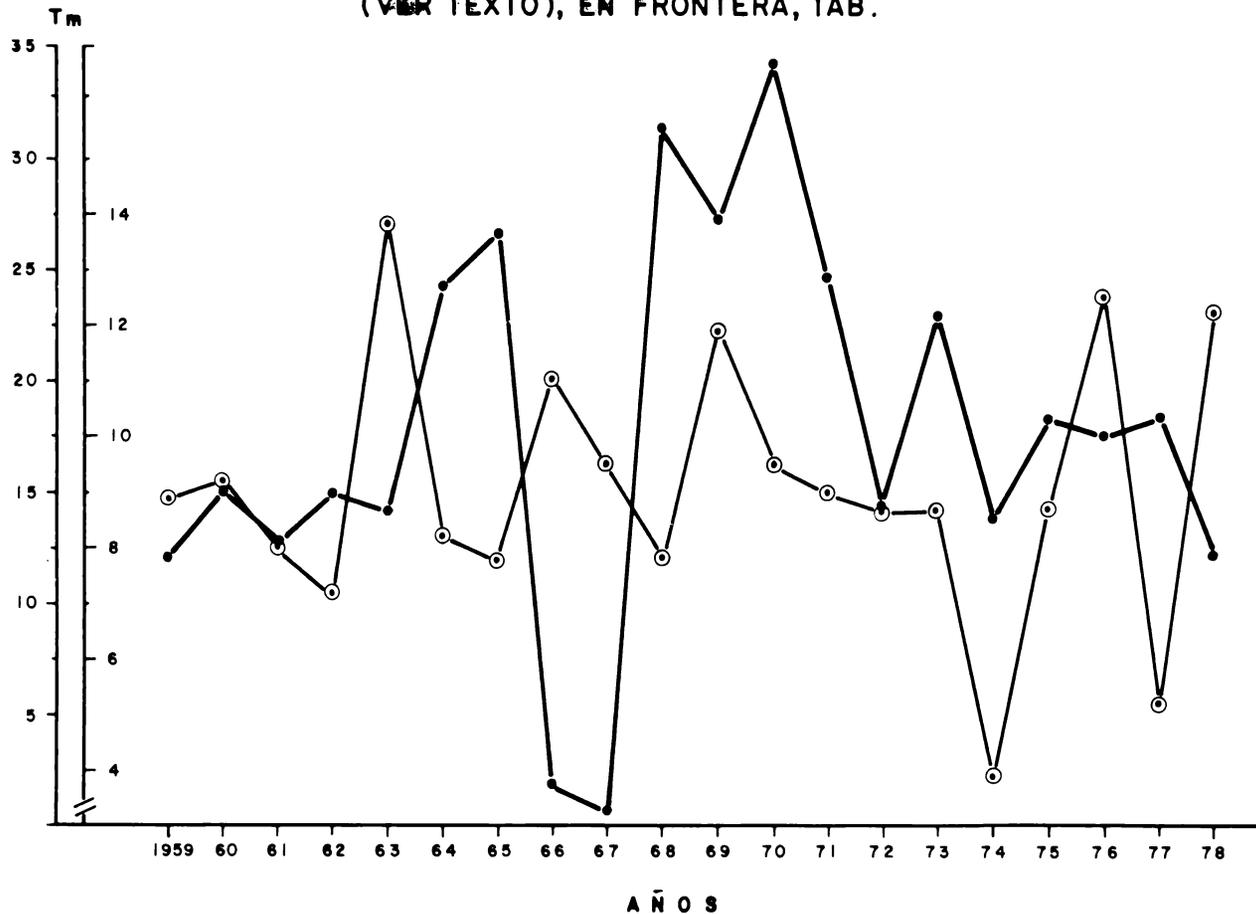


FIGURA 5.

COMPARACION ENTRE LA CAPTURA OBSERVADA DE ROBALO Y LA TEORICA
(VER TEXTO), EN FRONTERA, TAB.



●—●—● CAPTURA OBSERVADA O REAL DE ROBALO
○—○—○ $\hat{Y} = -5809.51 + 7.238 X_2 + 136.53 X_2^2$ (VER TEXTO)

FIGURA 6.

COMPARACION ENTRE LA CAPTURA OBSERVADA DE OSTION Y LA TEORICA (VER TEXTO),
EN MECOACAN, TAB.

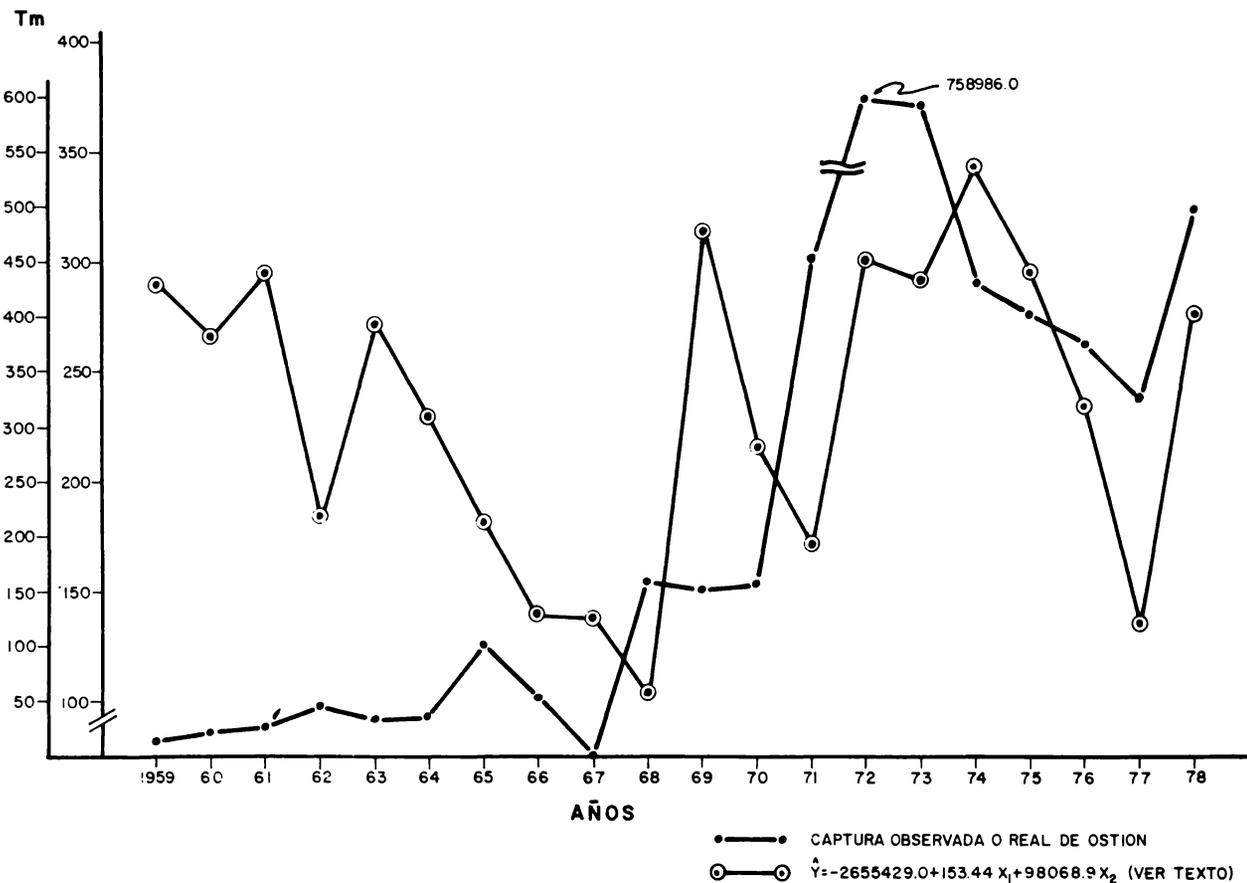


FIGURA 7.

COMPARACION ENTRE LA CAPTURA OBSERVADA DE OSTION Y LA TEORICA (VER TEXTO), EN MACHONA-EL CARMEN, TAB.

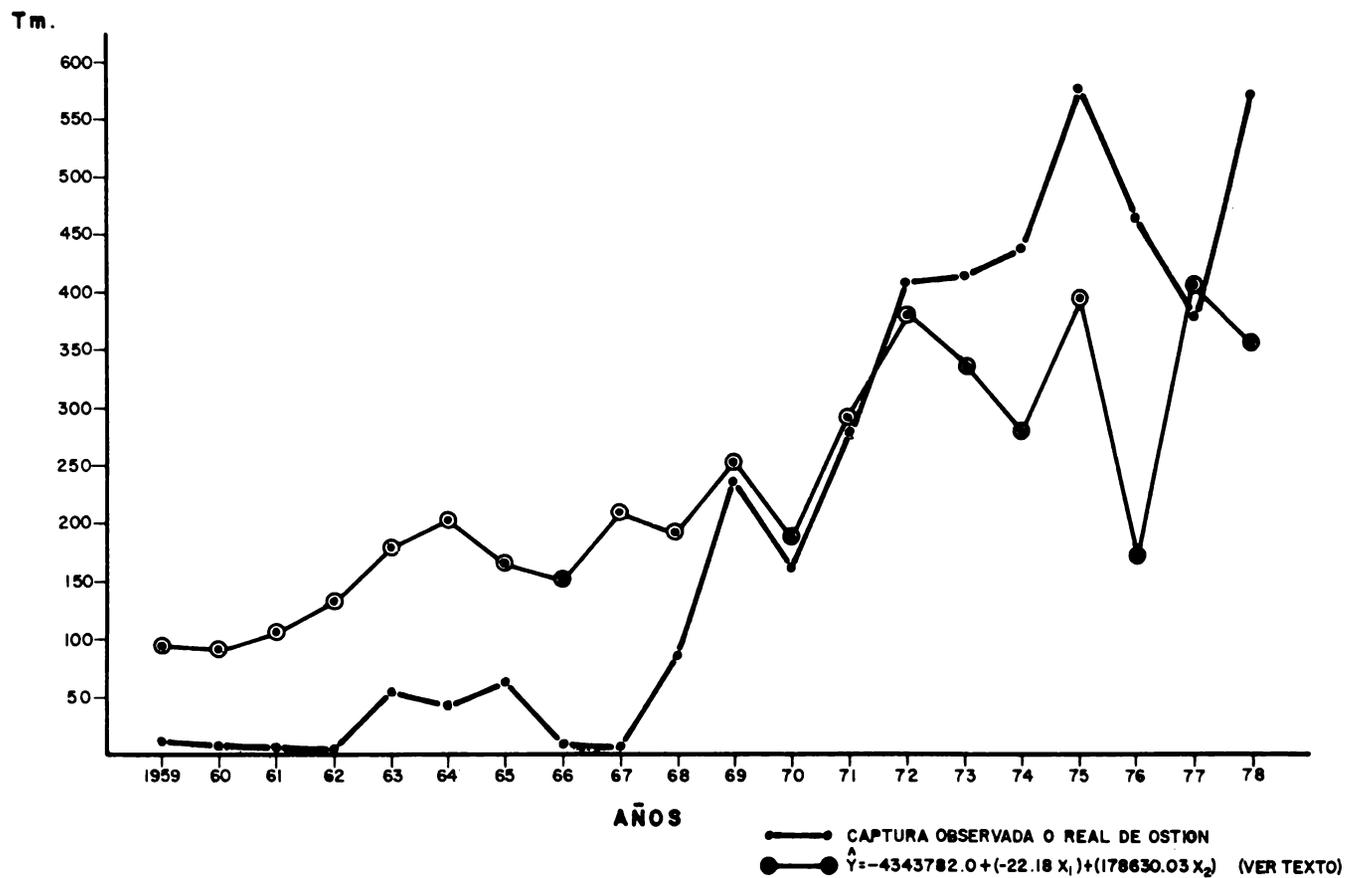


FIGURA 8.