

DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL PROCESO DE CAPTURA CON REDES AGALLERAS DE FONDO EN BAJA CALIFORNIA SUR*

José Manuel Grande Vidal**
Félix Guardado Topete***
Adauto Flores Santillán***

RESUMEN

Se realizó un proyecto de investigación tecnológica de los procesos de captura de escama utilizando redes agalleras de fondo en la costa oriental de la Península de Baja California Sur.

El trabajo comprendió dos etapas, en la primera, se efectuó una evaluación tecnológica de la situación que prevalece en las pesquerías artesanales, haciendo énfasis en los aspectos técnicos relativos al diseño, construcción y operación de los medios de producción pesquera.

En la segunda etapa se efectuó un proceso de optimización de las redes agalleras de fondo aplicando el método de pesca experimental comparativa. Este trabajo permitió aplicar varios métodos analíticos a la información científica recopilada y, al mismo tiempo, permitió desarrollar un nuevo método para la estimación de la eficiencia y selectividad de redes agalleras.

El objetivo medular de la investigación consiste en reducir el grado de incertidumbre asociado a los procesos de captura, a fin de favorecer el incremento de la productividad pesquera en las pesquerías artesanales.

Los resultados obtenidos en la etapa de evaluación tecnológica indican que no existen patrones tecnológicos consistentes para promover el desarrollo pesquero a partir de la utilización óptima de los medios de producción (artes de pesca).

Los resultados derivados del estudio permiten ejemplificar el incremento de la productividad pesquera de la siguiente manera:

Suponiendo que existen dos grupos de 11 pescadores en la costa oriental de Baja California Sur, dispuestos a operar uno de ellos con redes agalleras tradicionales (Grupo A) y el otro con las redes agalleras optimizadas tipo PAMO/0.55/5.0/50 (Grupo B) durante un año de trabajo, equivalente a 250 días de pesca aproximadamente, obtendrían los siguientes resultados: El Grupo A capturaría en promedio 92.0 ton. de escama de diversas tallas entre 8 y 88 cm. y el Grupo B podría capturar alrededor de 177.2 ton. de especies de escama con tallas y promedio de 34.0 cm., lo que significa un incremento de 92.6 por ciento en el volumen y un incremento sustancial en la captura.

Adicionalmente, el grupo de pescadores (B), se ahorraría aproximadamente un 12.5 por ciento en la compra de sus redes agalleras.

La instrumentación de un programa de desarrollo de la pesca artesanal con redes agalleras debería fundamentarse en el diagnóstico tecnológico de la situación que prevalece en cada pesquería artesanal, así como en las condiciones socioeconómicas del sector productivo primario y el tipo y grado de vinculación con los sectores dedicados a la industrialización y comercialización de los productos pesqueros.

ABSTRACT

It was performed a technological research project on the fishing process of demersal resources with bottom gill nets at the south east coast of the Peninsula of Baja California.

The survey was doing in two stages, the first was a Technological Evaluation of the situation of the artisanal fisheries with emphasis on the technical aspects related with the design, construction and operation of the fishing gears.

The second stage consisted in the optimization process of the bottom gill net through the comparative experimental fishing method. The analysis of the scientific information

* Este trabajo fue galardonado con "El Premio Nacional de Investigación en Alimentos 1988-Area de Producción Pesquera" auspiciado por CONASUPO, CONACyT, SEP, SARH, SEPESCA y PRONAL.

** Subdirector de Tecnología de Capturas. I.N.P.

*** Centro Regional de Investigación Pesquera, La Paz, B.C.S.

was doing through the several methods and otherwise it was developed a new method for the estimation of the efficiency and selectivity of gill nets using the working area of the mesh, as the main parameter related with the length of fish.

The main goal of these survey was involved in to reduce the uncertainty associated to the fishing process for to increase the fishing productivity at the artisanal fisheries.

The results obtained during the evaluation shows that there are not technological patterns consistent to promote the fishing development through the optimum utilization of the fishing gears.

The results obtained during the optimization process shows that the optimum design of bottom gill nets must be consider the following characteristics: monofilament twine of Poliamida, 0.55 mm. diameter, green color, with mesh size of 12.7 cm. (5.0 inches) and hung up to 50.0 per cent (PAMO/0.55/5.0/50). Assuming that we compare the fishing operations of two groups of 11 fishermen, one of these (group A) using the traditional bottom gill net, and the other group (B) using the optimum design (PAMO/0.55/5.0/50) the results obtained will be:

The group (A) catching 92.0 ton in average of demersal fishes of several sizes between 8 and 88 cm.

The group (B) catching 177.2 ton approximately of demersal fishes of 34.0 cm. in length average; these mean an increment of 92.6 per cent in volume and an increment of value of the catch. Additionally the group (B) saving approximately 12.5 per cent in the construction of the gill nets.

The implementation of the development program to the artisanal fishing with gill nets should be to lean on the technological diagnostic of the situation of each artisanal fisheries, and its social, economics conditions of the fishermen including the type and grade of vinculation with others sectors like industrialization and marketing of the fishing products.

INTRODUCCION

La actividad pesquera nacional constituye un área de importancia estratégica en la economía nacional, principalmente por la posibilidad de generar alimentos para consumo popular, generar empleos y divisas.

La estructura productiva del Sector Pesquero se apoya fundamentalmente en los pescadores, quienes a su vez utilizan una gran variedad de medios de producción conocidos comúnmente como artes de pesca y embarcaciones.

En las pesquerías artesanales de ambos litorales del país, las artes de pesca más utilizadas son las redes agalleras, las cuales son fáciles de construir y de operar, ya que los pescadores las calan generalmente durante el atardecer y las levantan al amanecer.

Estas artes de pesca se utilizan para la captura de diversas especies, como la sierra, peto, robalo, pámpano, mojarra, camarón y tiburones. Esta versatilidad les permite gozar de amplia popularidad entre las comunidades de pescadores que operan tanto en la zona costera como en aguas continentales.

La investigación tecnológica de los medios de producción que utilizan los pescadores artesanales es un campo de acción relativamente nuevo en México, y tiene como objetivo principal mejorar el diseño, construcción y operación de di-

chas artes de pesca, a fin de que se incremente su productividad en beneficio del pescador y, al mismo tiempo, los recursos pesqueros se explotan con criterios y fundamentos científico-tecnológicos, contribuyendo así, a un aprovechamiento racional.

OBJETIVOS

El compromiso fundamental del estudio consiste en proporcionar fundamentos científico-tecnológicos que coadyuven al incremento de la productividad del Sector Pesquero primario. Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Evaluar el grado de desarrollo tecnológico existente en el uso de los sistemas de captura en Baja California Sur.
2. Optimizar el diseño y construcción de las redes agalleras de fondo utilizadas para la captura de varias especies de escama.
3. Favorecer el crecimiento y desarrollo de la pesca artesanal.

AREA DE TRABAJO, MATERIAL Y METODOS

El estudio en cuestión se realizó en las comunidades de pescadores de la región de Baja California Sur, desde Loreto, B.C., hasta los Frailes,

incluyendo las Islas Coronado, del Carmen y Cerralvo (Fig. 1).

El trabajo de campo se realizó a bordo de una embarcación de 22 pies de eslora construida con fibra de vidrio con motor fuera de borda de 55 HP.

Las redes agalleras que se experimentaron se construyeron utilizando materiales comunes en la localidad y durante el muestreo de las capturas se utilizó una balanza, un ictiómetro y una cinta métrica, a fin de medir el peso, longitud y perímetro opercular de las especies capturadas.

El procedimiento empleado durante la etapa de evaluación tecnológica consistió en investigar directamente en las comunidades de pescadores

toda la información técnica sobre las artes de pesca, métodos de captura, especies de interés comercial, caladeros de pesca, régimen operacional, etc.

El método de trabajo durante la etapa de experimentación consistió en operar las redes agalleras en forma simultánea calándolas aproximadamente a las 19:00 hrs. y levantándolas en la mañana alrededor de las 07:00 hrs. con el propósito de mantener constante el tiempo efectivo de pesca de cada red. Las capturas de cada red experimental se desenmallaban y muestreaban por separado.

La información colectada durante la evaluación tecnológica, permitió detectar los prototi-

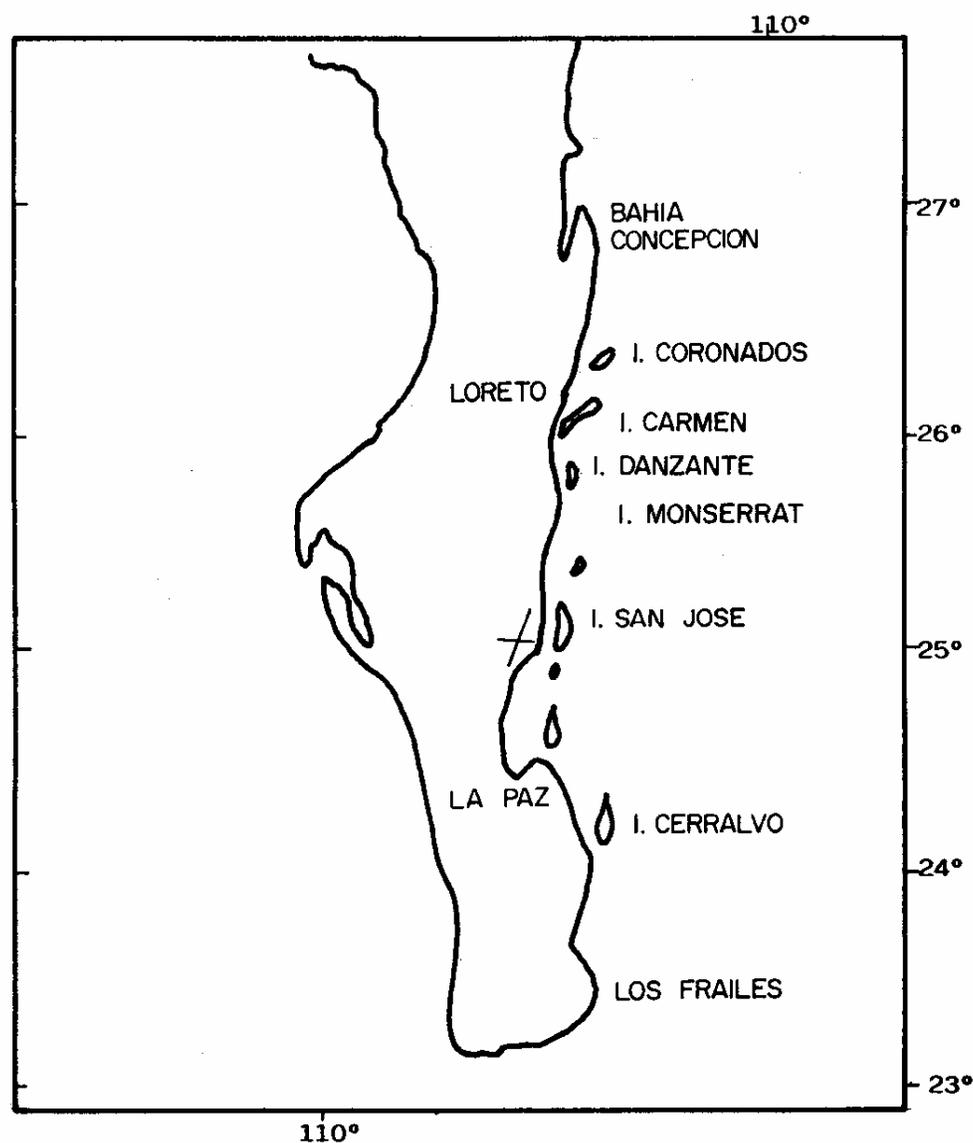


FIG. 1. ZONA DE TRABAJO.

pos de redes agalleras representativas de las comunidades pesqueras, las cuales se sometieron al proceso de pesca experimental comparativa.

La eficiencia de captura se estimó en función de cuatro unidades de esfuerzo pesquero, las cuales son: a) días efectivos de pesca, b) número de lances de pesca, c) tiempo efectivo de pesca y d) superficie de trabajo de las redes. Se utilizó el criterio definido por Gulland (1969), obteniéndose índices de eficiencia estandarizados en función del tiempo efectivo de pesca con el propósito de facilitar la comparación de resultados con estudios previos y posteriores.

El poder de pesca relativo de las redes agalleras se estimó primeramente con el método descrito por Motte e Itaka (1975) y, posteriormente, aplicando el método de De Lury (1947).

La selectividad por tallas (intraespecífica) se estimó aplicando el método de Holt (1963), que consiste en establecer una relación proporcional entre las longitudes modales de las especies capturadas respecto con los tamaños de malla estimada de las redes.

El método requiere normalizar las capturas retenidas por cada red mediante logaritmos naturales y establece que las distribuciones de probabilidad de captura de dos o más redes mantienen constante la varianza, por lo que adoptan la misma forma y altura.

Esta situación ha sido criticada por Regier y Robson (1966) y Hamley (1975), por lo que, de acuerdo con estos investigadores se profundizó el análisis de los datos y se desarrolló un nuevo método de estimación de curvas de selectividad en función de la interacción pez/malla y del poder de pesca relativo de cada red.

Este enfoque considera que los incrementos en las longitudes modales son proporcionales al área de trabajo de las mallas durante el proceso de captura.

En consecuencia, se debe estimar un coeficiente de forma del pez y otro coeficiente de interacción entre el pez y la malla. Adicionalmente, las curvas de selectividad se ajustan por efecto del coeficiente de capturabilidad, estimado previamente.

RESULTADOS

Evaluación tecnológica

La información recopilada durante la ejecución del proyecto de investigación permitió establecer las principales relaciones de diseño, con el propósito de evaluar la influencia de criterios

empíricos, así como de las posibles deficiencias teóricas en el diseño y la construcción de las redes agalleras de fondo (Fig. 2).

Los resultados indican que no existen criterios uniformes en cuanto al diseño y construcción, específicamente, en lo referente a la Relación de aspecto (Fig. 3), Superficie de trabajo (Fig. 4), Fuerza de hundimiento (Fig. 5) y Embande (Fig. 6). La tabla 1 contiene las características técnicas de las redes agalleras utilizadas a nivel comercial.

En relación con el embande, se observa que el pescador utiliza indistintamente el embande que le parece adecuado, independientemente de las ventajas y desventajas que le origina en términos de aprovechamiento efectivo de paño y, por supuesto, en lo que se refiere al compromiso de minimizar los costos de construcción y maximizar las capturas utilizando redes más eficientes, desde el punto de vista técnico y económico.

La superficie de trabajo presenta una relación casi proporcional con respecto a la superficie ficticia (Fig. 7).

En relación con el material del hilo, predomina el nailon monofilamento, con diámetros desde 0.50 mm. hasta 1.0 mm. Las redes de nailon multifilamento se construyen con hilos de 1.20 hasta 3.0 mm. de diámetro.

El tamaño de las mallas varía entre 3.5" (8.89 cm.) y 6.0" (15.24 cm.) en las redes de nailon monofilamento y entre 5.5" (13.97 cm.) y 9.0" (22.86 cm.) en las redes de multifilamento.

El costo total de las redes agalleras comerciales se estimó en función de los costos unitarios de los materiales utilizados en la construcción de un metro cuadrado de cada tipo de red. Las figuras 8 y 9 ilustran la relación lineal entre el costo total y el tamaño de las redes, construidas en 1985 y en 1986, respectivamente. Se puede apreciar en la tabla 2, que las redes construidas con paños de monofilamento son más baratas que las de multifilamento. El incremento en los costos de 1985 a 1986 es en promedio de 98.3 por ciento en las redes de monofilamento y de 148.4 por ciento para las redes de multifilamento.

Experimentación de prototipos

En virtud de la situación prevaleciente en cuanto a la utilización comercial de las redes agalleras de fondo, se experimentaron los principales prototipos de redes seleccionados en función del ma-

RED AGALLERA 5" LONG. 200m.
 ENCABALGADO 50%
 BOYA R-4 1 c/2m.
 100 BOYAS PVC 175 gF
 PLOMO 3B 60.0 gr. 1 c/0.80 m.
 ANGOLAS DE 0.20 m. c/v CON 3 MALLAS
 C/7 ANGOLAS CON 4 MALLAS

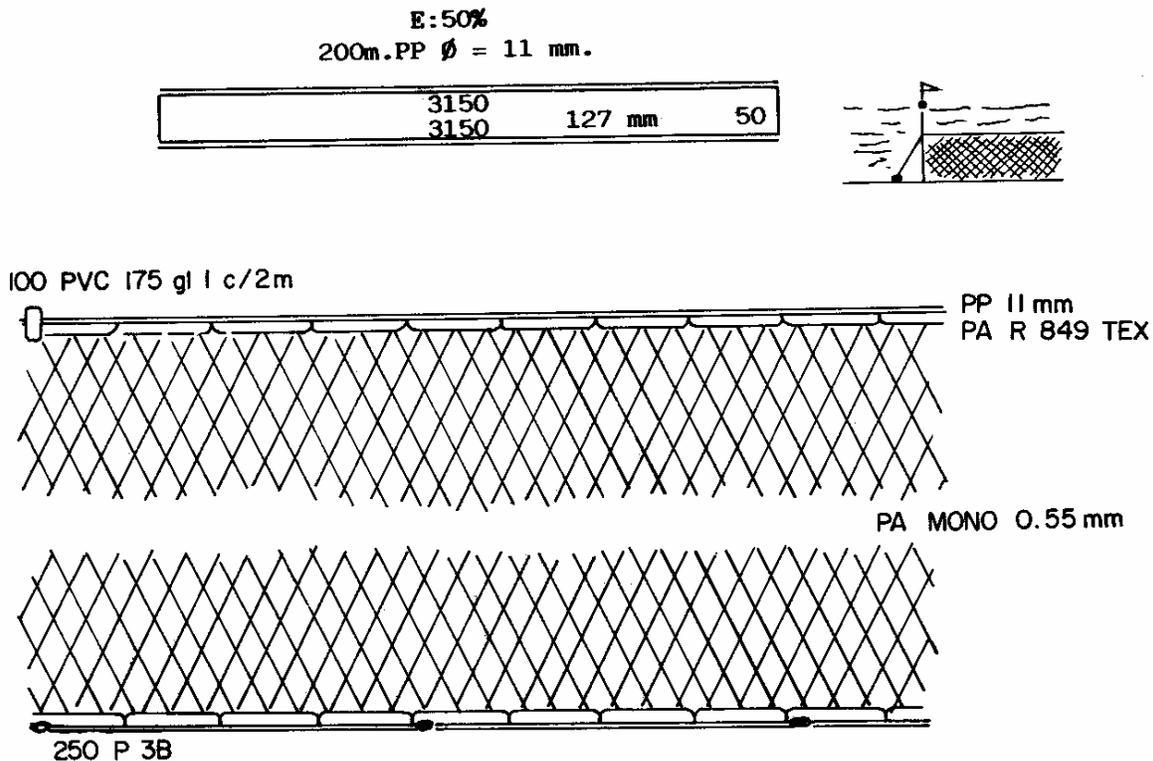


FIG. 2. RED AGALLERA TIPO PAMD 0.55/5.0/50.

terial, color y diámetro del hilo, tamaño de malla y embande* (Tabla 3).

El proceso de experimentación tuvo como compromiso principal evaluar el diseño, construcción y la eficiencia pesquera de los prototipos de redes seleccionadas, a fin de establecer una pauta científico-tecnológica para su optimización en el Sector Pesquero regional.

Con el propósito de establecer criterios técnicos y económicos para seleccionar diseños de redes, se estimó el costo de las redes agalleras experimentales, manteniendo constante la longi-

* En este trabajo se utiliza el concepto de embande como sinónimo de encabalgado y se interpreta como la proporción de paño excedente distribuido en las relingas.

tud total y la altura teórica. Los resultados indican que en promedio, las redes de monofilamento cuestan el 38.4 por ciento de lo que cuesta una red de multifilamento. La tabla 4 contiene los costos de los prototipos experimentados durante el período del estudio, y la figura 10 ilustra la variación del costo total de cada red experimentada.

La experimentación se realizó mediante ocho prospecciones pesqueras, durante las cuales se efectuaron 177 lances de pesca de control utilizando 11 prototipos de redes agalleras de fondo.

Se capturaron un total de 7,547.7 kg de diversas especies de peces equivalente a 6,563 ejemplares.

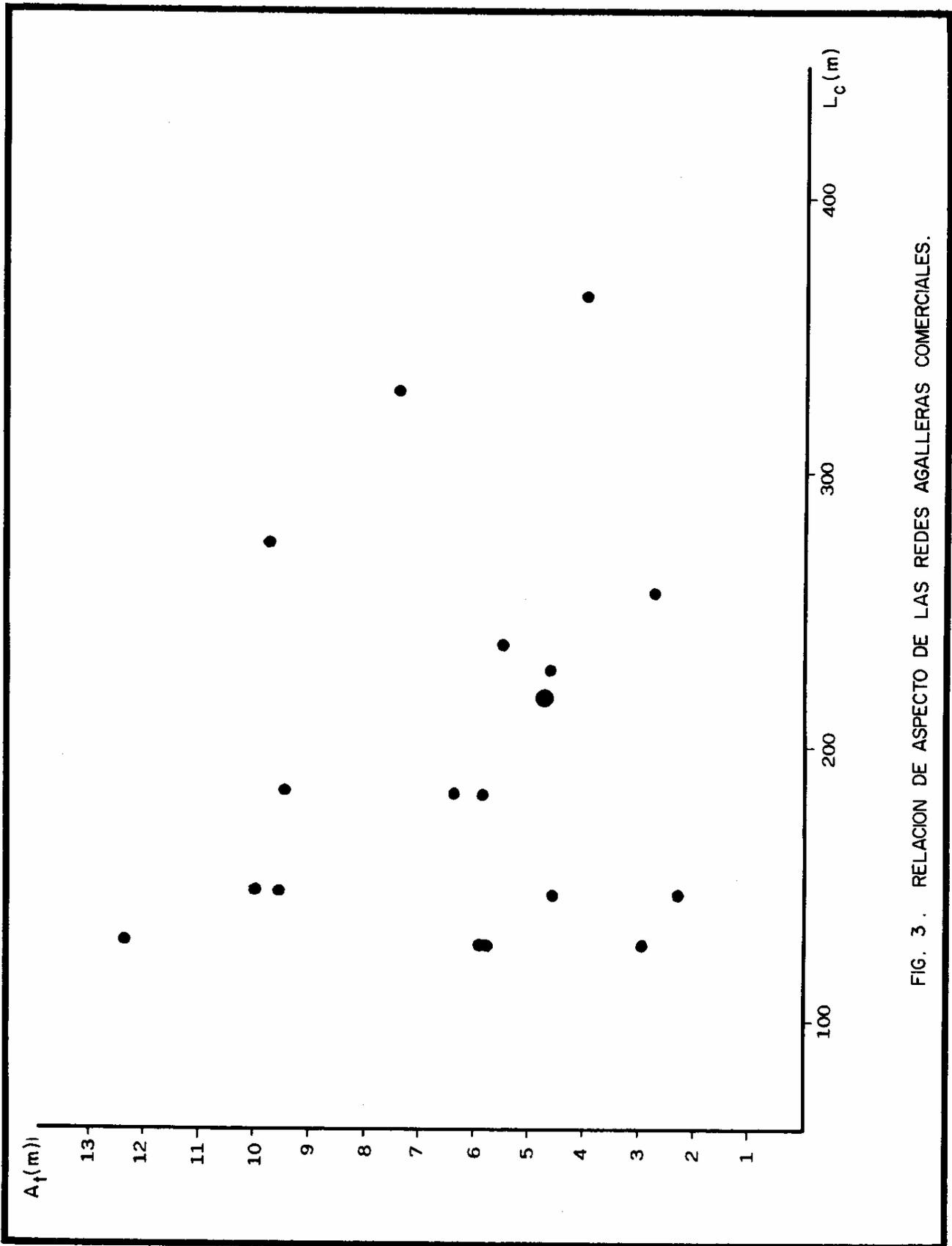


FIG. 3 . RELACION DE ASPECTO DE LAS REDES AGALLERAS COMERCIALES.

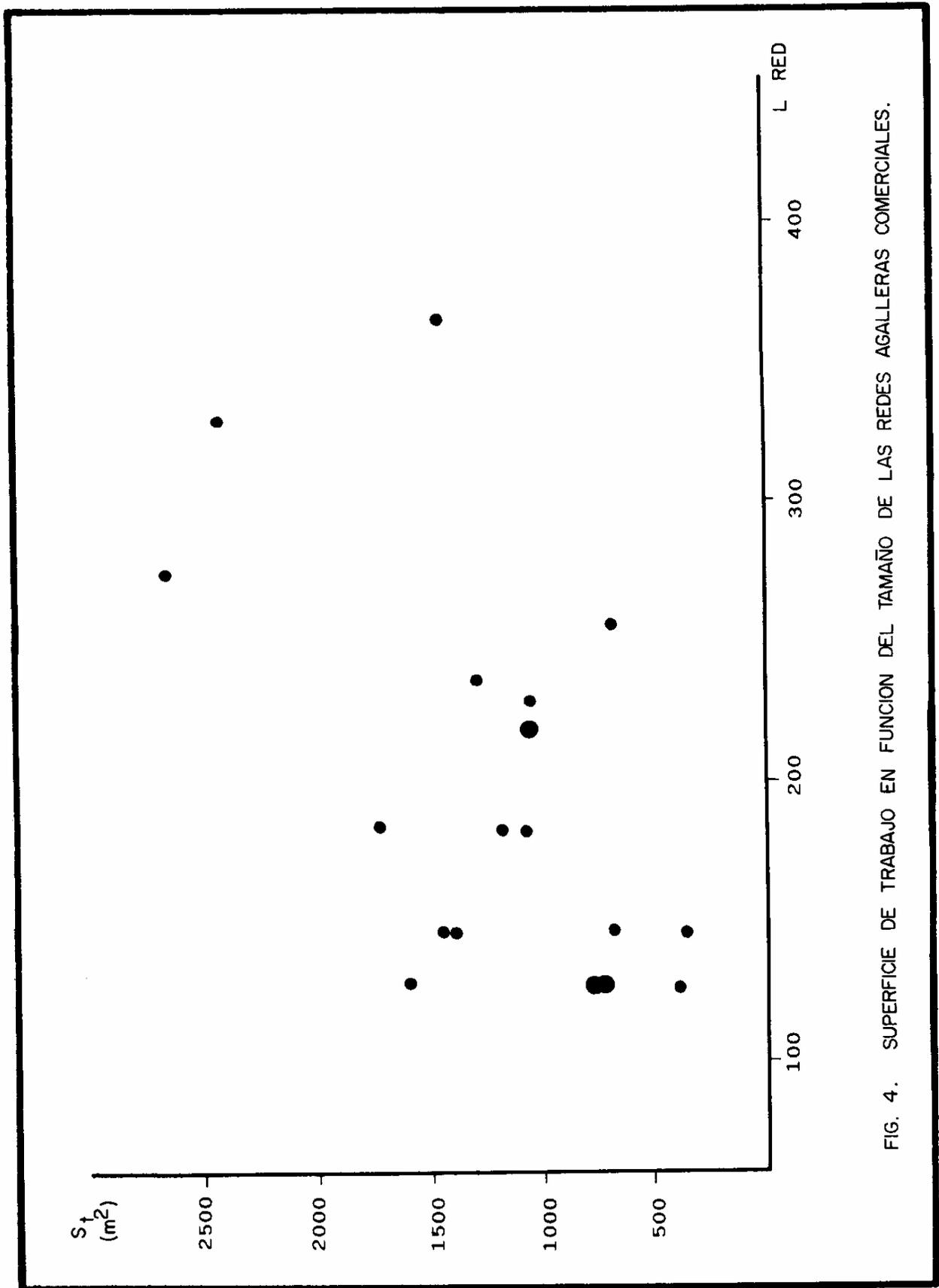


FIG. 4. SUPERFICIE DE TRABAJO EN FUNCION DEL TAMAÑO DE LAS REDES AGALLERAS COMERCIALES.

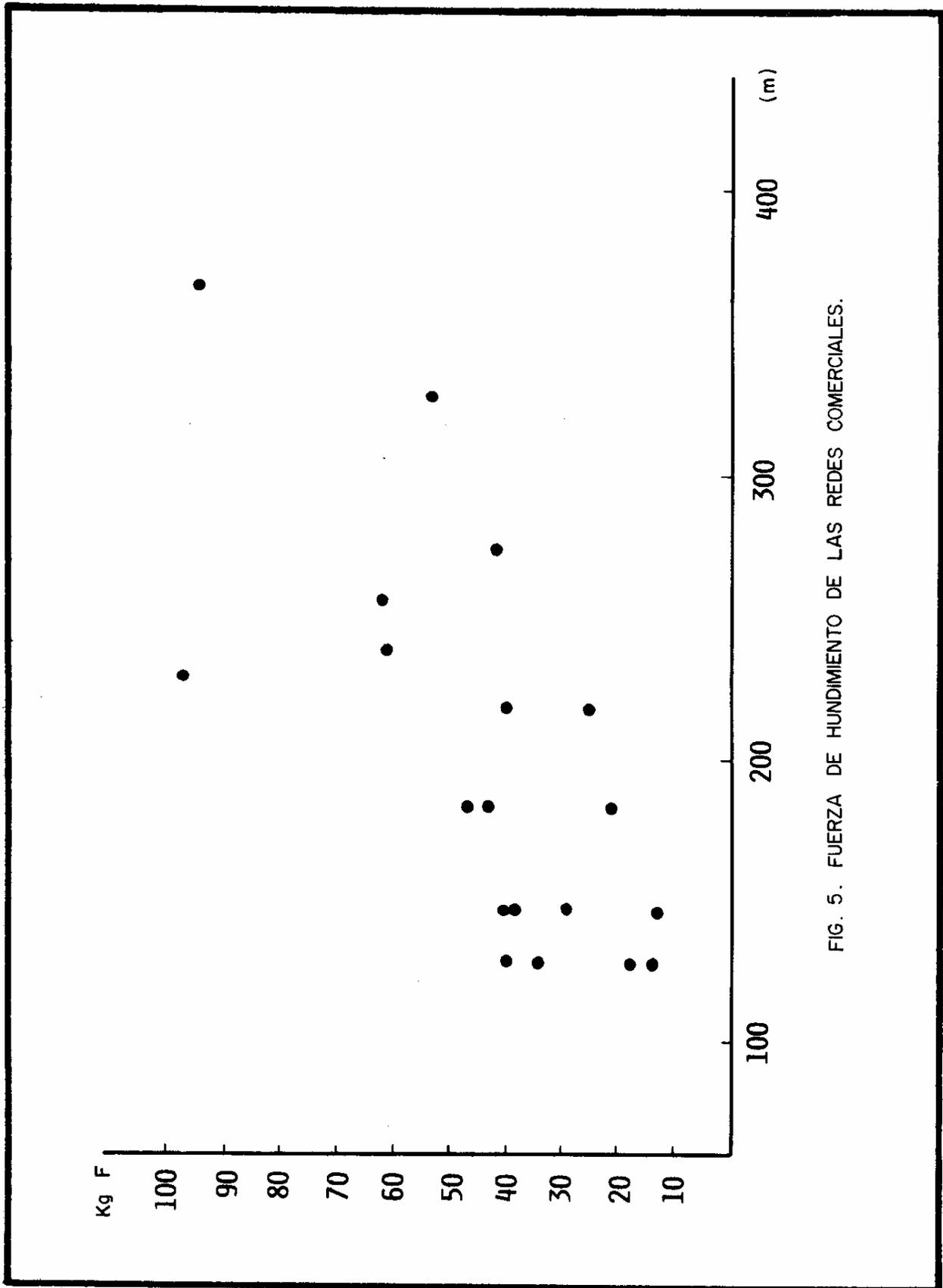


FIG. 5. FUERZA DE HUNDIMIENTO DE LAS REDES COMERCIALES.

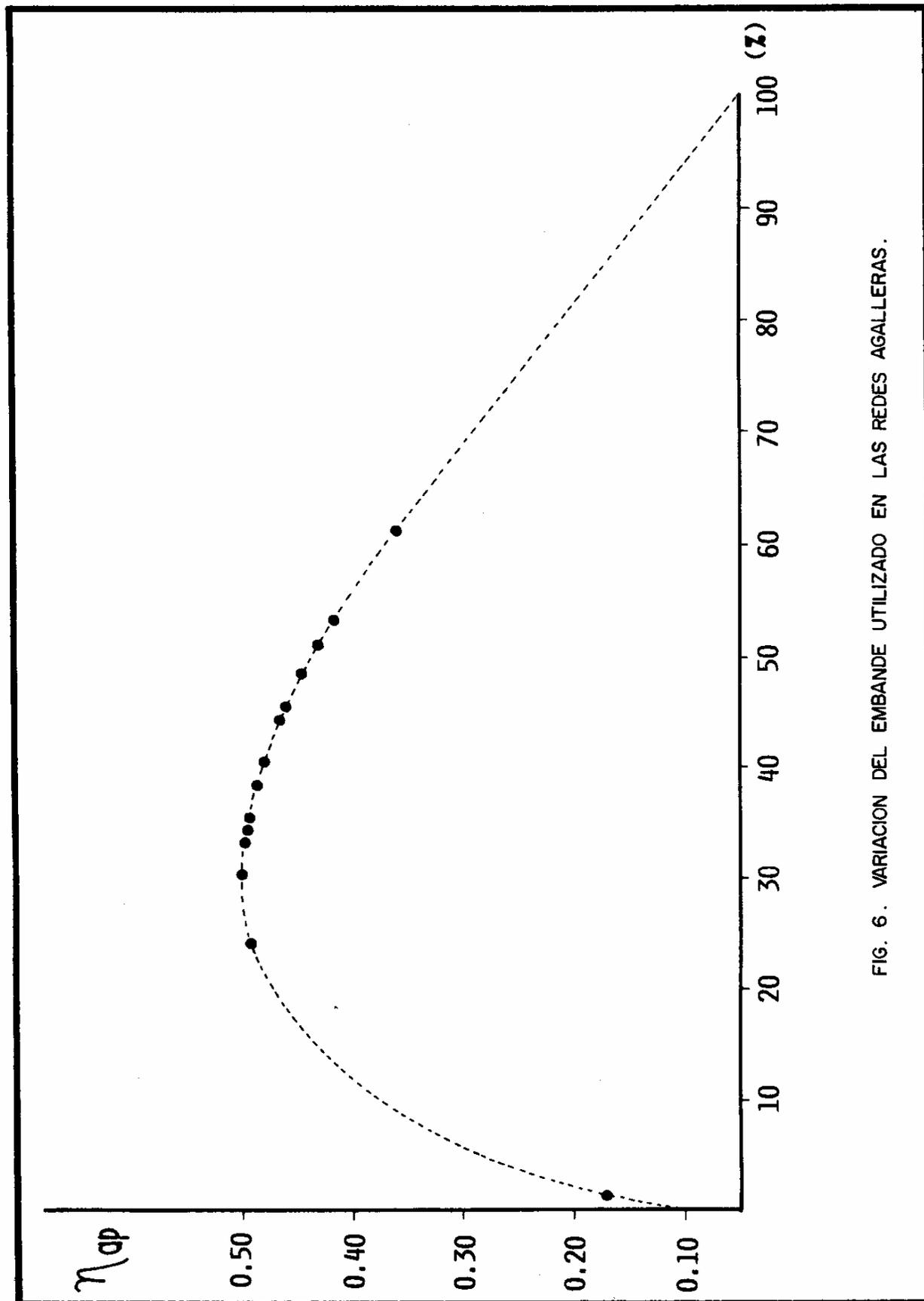


FIG. 6. VARIACION DEL EMPUJE UTILIZADO EN LAS REDES AGALLERAS.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS REDES AGALLERAS UTILIZADAS (COMERCIALES)

| Parámetro Tipo de Red | Longitud (m.) | Altura Trabajo (m.) | Tamaño de Malla (cm.) | Embade (%) | Superficie de Trabajo (m. ²) | Fuerza de Flotación (Kg. F) | Fuerza de Hundimiento (Kg. F) | N. Ap. |
|--------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|--------|
| PAMO 0.5/3.5/44 | 327.6 | 7.37 | 8.89 | 44.1 | 2414.2 | 38.1 | 53.36 | 0.463 |
| PAMO 0.5/4.0/60 | 127.4 | 5.84 | 10.16 | 60.7 | 744.1 | 8.5 | 16.92 | 0.361 |
| PAMO 0.6/4.0/48 | 127.4 | 2.86 | 10.16 | 47.8 | 364.1 | 15.7 | 33.84 | 0.445 |
| PAMO 0.7/4.5/45 | 218.0 | 4.79 | 11.43 | 45.3 | 1044.0 | 13.7 | 25.00 | 0.457 |
| PAMO 0.7/5.0/34 | 236.6 | 5.44 | 15.24 | 34.4 | 1285.9 | 15.8 | 61.37 | 0.495 |
| PAMO 0.8/5.0/33 | 183.0 | 9.42 | 12.70 | 33.0 | 1726.0 | 8.7 | 20.88 | 0.497 |
| PAMO 0.7/6.0/35 | 218.4 | 4.79 | 15.24 | 35.0 | 1046.3 | 19.0 | 39.94 | 0.494 |
| PAMO 0.8/5.0/52 | 145.6 | 9.51 | 12.70 | 52.7 | 1386.6 | 12.8 | 28.61 | 0.416 |
| PAMO 0.8/6.0/34 | 127.4 | 5.75 | 15.24 | 34.4 | 732.8 | 1.9 | 13.61 | 0.495 |
| PAMO 1.0/6.0/34 | 145.6 | 2.27 | 15.24 | 34.4 | 329.7 | 6.3 | 12.84 | 0.435 |
| PAMO 1.0/6.0/45 | 182.0 | 6.33 | 15.24 | 44.6 | 1151.5 | 33.4 | 46.82 | 0.460 |
| PAMU 1.2/7.0/30 | 145.6 | 4.55 | 17.78 | 29.7 | 662.5 | 10.4 | 37.40 | 0.439 |
| PAMU 1.3/5.5/35 | 273.0 | 9.72 | 13.97 | 35.5 | 2651.0 | 4.0 | 41.51 | 0.492 |
| PAMU 1.7/6.0/35 | 182.0 | 5.80 | 15.24 | 35.4 | 1056.0 | 29.1 | 42.82 | 0.492 |
| PAMU 1.8/6.0/1.5 | 255.0 | 2.64 | 15.24 | 01.5 | 672.6 | 17.0 | 61.57 | 0.170 |
| PAMU 1.8/6.5/24 | 145.6 | 9.92 | 16.51 | 24.2 | 1444.9 | 7.0 | 39.60 | 0.495 |
| PAMU 2.4/8.0/50 | 127.4 | 12.35 | 20.32 | 50.7 | 1597.4 | 8.5 | 39.64 | 0.435 |
| PAMU 2.4/9.0/40 | 227.5 | 4.58 | 22.86 | 40.4 | 1042.2 | 24.2 | 97.25 | 0.477 |
| PAMU 3.0/8.0/38 | 364.0 | 3.95 | 20.32 | 38.4 | 1435.6 | 21.0 | 94.53 | 0.485 |

NOTA: Fuerza de hundimiento incluye el peso del paño de las redes de multifilamento.

Embade: Es la porción de paño estirado que se distribuye en las rellenas de la red durante el proceso de armado.

N. Ap.: Eficiencia de aprovechamiento de paño.

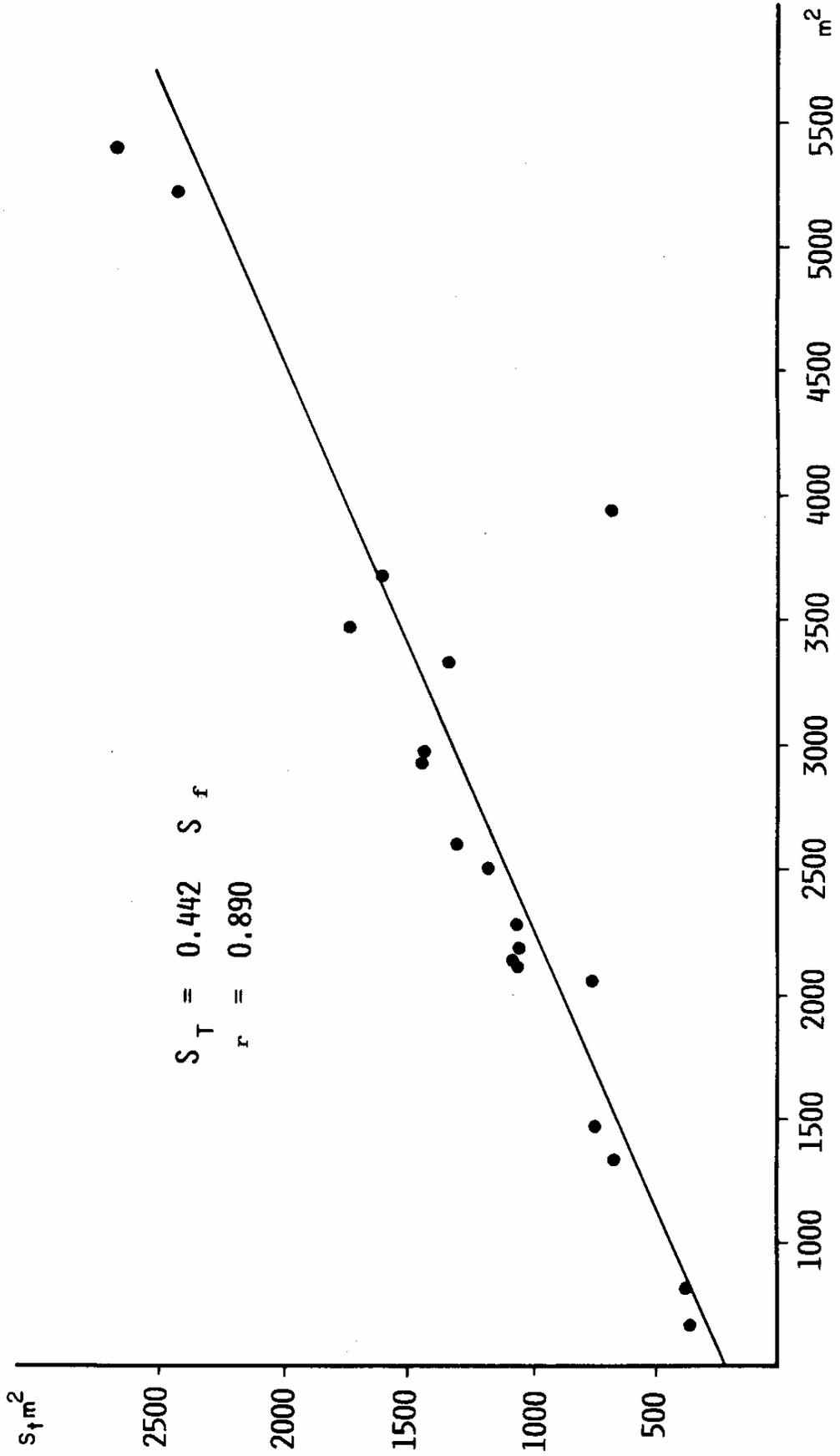
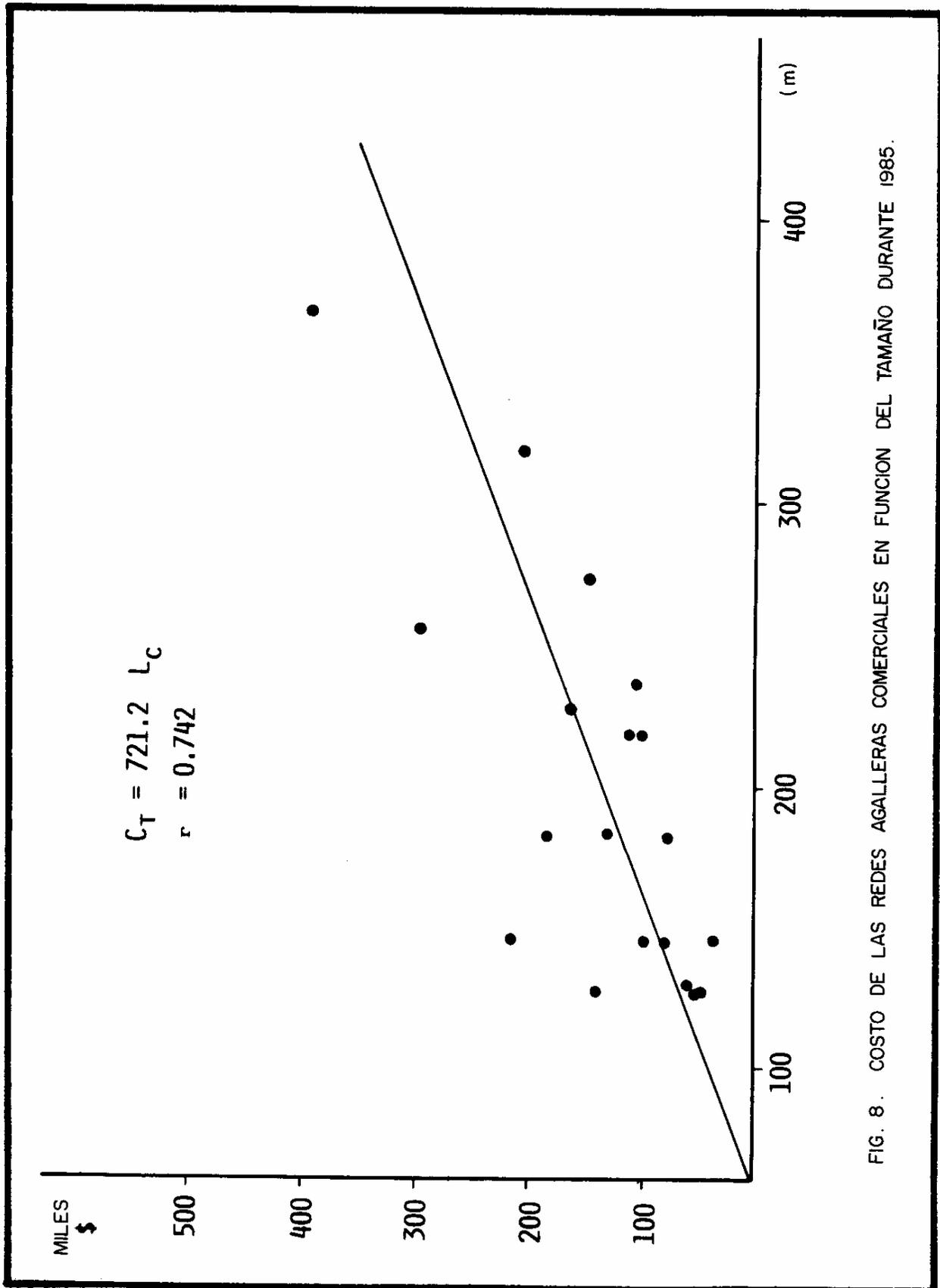


FIG. 7. RELACION ENTRE LA SUPERFICIE DE TRABAJO Y LA SUPERFICIE FICTICIA DE LAS REDES AGALLERAS COMERCIALES.



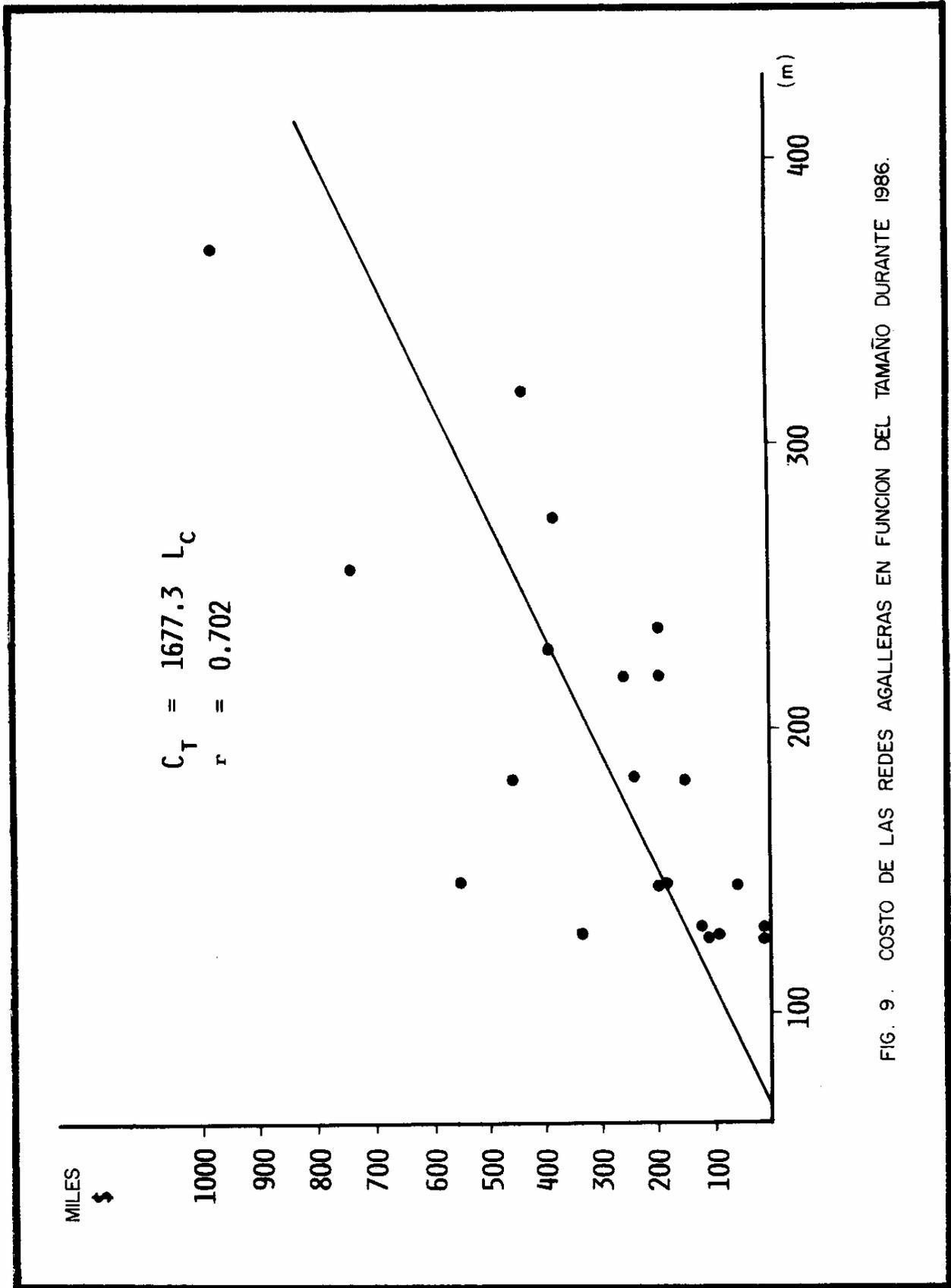


FIG. 9. COSTO DE LAS REDES AGALLERAS EN FUNCION DEL TAMAÑO DURANTE 1986.

TABLA 2. COSTO TOTAL DE LAS REDES AGALLERAS COMERCIALES DURANTE 1985 Y 1986.

| Tipo de red | Long. (m.) | Altura (Mallas) | Costo total (1985) | Costo total (1986) |
|------------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| PAMO .50/3.5/44 | 318.2 | 100 | 201,999.00 | 430,471.30 |
| PAMO .50/4.0/60 | 129.3 | 50 | 54,330.00 | 112,480.90 |
| PAMO .60/4.0/48 | 127.5 | 33 | 50,502.90 | 104,916.80 |
| PAMO .70/4.5/45 | 218.0 | 50 | 110,879.20 | 250,486.40 |
| PAMO .70/6.0/34 | 236.0 | 47 | 104,068.90 | 194,494.70 |
| PAMO .80/5.0/33 | 183.2 | 50 | 127,203.00 | 236,165.00 |
| PAMO .70/6.0/35 | 218.4 | 50 | 99,553.30 | 189,165.00 |
| PAMO .80/5.0/52 | 145.7 | 85 | 96,795.60 | 190,843.70 |
| PAMO .80/6.0/34 | 127.4 | 50 | 46,270.40 | 91,809.50 |
| PAMO 1.0/6.0/34 | 145.6 | 20 | 31,979.60 | 57,634.10 |
| PAMO 1.0/6.0/45 | 182.0 | 50 | 76,167.00 | 144,144.00 |
| PAMU 1.2/7.0/30 | 146.6 | 36 | 76,068.70 | 186,177.30 |
| PAMU 1.3/5.5/35 | 273.9 | 91 | 145,115.00 | 376,062.00 |
| PAMU 1.7/6.0/35 | 182.0 | 50 | 179,397.40 | 450,055.00 |
| PAMU 1.8/6.0/1.5 | 255.0 | 100 | 294,152.70 | 732,584.40 |
| PAMU 1.8/6.5/24 | 145.6 | 92 | 213,315.30 | 549,537.50 |
| PAMU 2.4/8.0/50 | 127.4 | 70 | 138,392.00 | 328,421.90 |
| PAMU 2.4/9.0/40 | 227.5 | 25 | 160,774.30 | 387,457.50 |
| PAMU 3.0/8.0/38 | 367.0 | 25 | 392,209.20 | 974,109.80 |

El esfuerzo pesquero se midió en días efectivos de pesca, número de lances de control, tiempo de reposo de las redes y, finalmente, en metros cuadrados de paño bajo condiciones de trabajo.

Los índices de eficiencia pesquera se expresan por tipo de red en función de las unidades de esfuerzo mencionadas.

Resultados por prospección pesquera

Se utilizaron en promedio cinco prototipos de redes durante cada prospección. El trabajo efectivo se realizó en 53 días de pesca con un promedio de 22 lances/prospección, equivalentes a 265.5 horas de tiempo efectivo de pesca. En cada prospección se utilizaron en promedio 24,846.13 m.² de paño bajo condiciones de trabajo. La captura promedio por prospección fue de 943.5 kg. equivalentes a 820 ejemplares (Tabla 5).

La composición de la captura comprende una gran variedad de especies, de las cuales destacan la mojarra chata (*Calamus brachysomus*) la cho-pa blanca o amarilla (*Kyphosus incisor*), el ronco rayado (*Haemulon bonariense*) y el peluquero o mona (*Chaetodipterus zonatus*).

Las figuras 11 y 12 ilustran la composición porcentual de las capturas de cada 23 prospección pesquera.

Captura, esfuerzo pesquero y CPUE

Los prototipos de redes se diseñaron y construyeron en función de la disponibilidad de materiales en el momento de realizar las diferentes prospecciones pesqueras. En algunas ocasiones se tuvieron que reconstruir los prototipos de redes, cuyos materiales estaban disponibles.

Esta situación dio como consecuencia que la intensidad de muestreo fuese diferente para cada prototipo de red. La intensidad de muestreo se estimó en función del tiempo de reposo y la proporción de captura se estimó considerando el volumen total de ejemplares capturados.

La figura 13 ilustra la relación entre la proporción de la captura obtenida por cada prototipo de red con respecto a la intensidad del muestreo.

Los resultados globales de captura, esfuerzo e índices de eficiencia de captura/prototipo de red, se concentran en la tabla 6; en la cual se observa que los valores promedio de eficiencia son de 37.09 peces/lance (42.64 kg/lance) 3.09 peces/hora (3.23 kg/hora) y 3.30 peces/100 m.² (3.80 kg/100 m.²).

TABLA 3. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS REDES AGALLERAS EXPERIMENTALES

| Parámetro Tipo de Red | Longitud (m.) | Altura Trabajo (m.) | Tamaño de Malla (cm.) | Embande (%) | Superficie de Trabajo (m ²) | Fuerza de Flotación (Kg. F) | Fuerza de Hundimiento (Kg. F) | N. Ap. |
|--------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--------|
| PAMO 0.40/3.5/35 | 200 | 3.36 | 8.89 | 35.0 | 671.3 | 17.5 | 21.31 | 0.490 |
| PAMO 0.40/3.5/50 | 200 | 3.85 | 8.89 | 50.0 | 769.8 | 17.5 | 21.31 | 0.432 |
| PAMO 0.55/5.0/35 | 200 | 4.82 | 12.70 | 35.0 | 967.0 | 17.5 | 19.91 | 0.492 |
| PAMO 0.55/6.0/35 | 200 | 5.77 | 15.24 | 35.0 | 1157.0 | 15.0 | 21.04 | 0.492 |
| PAMO 0.55/5.0/50 | 200 | 5.50 | 12.70 | 50.0 | 1099.0 | 17.5 | 21.31 | 0.433 |
| PAMO 0.55/6.0/50 | 200 | 6.58 | 15.24 | 50.0 | 1316.0 | 17.5 | 21.31 | 0.430 |
| PAMO 0.70/4.0/50 | 200 | 4.40 | 10.16 | 50.0 | 880.0 | 17.5 | 21.31 | 0.433 |
| PAMO 0.70/5.0/50 | 200 | 5.50 | 12.70 | 50.0 | 1099.0 | 17.5 | 21.31 | 0.433 |
| PAMO 0.70/7.0/35 | 200 | 6.74 | 17.78 | 35.0 | 1349.0 | 15.0 | 21.03 | 0.494 |
| PAMO 0.70/7.0/50 | 200 | 7.90 | 17.78 | 50.0 | 1539.9 | 17.5 | 19.91 | 0.434 |
| PAMU 1.2/5.0/40 | 200 | 5.08 | 12.70 | 40.0 | 1018.0 | 16.0 | 25.10 | 0.480 |

PAMO = Hilo nailon de monofilamento.

PAMU = Hilo nailon de multifilamento.

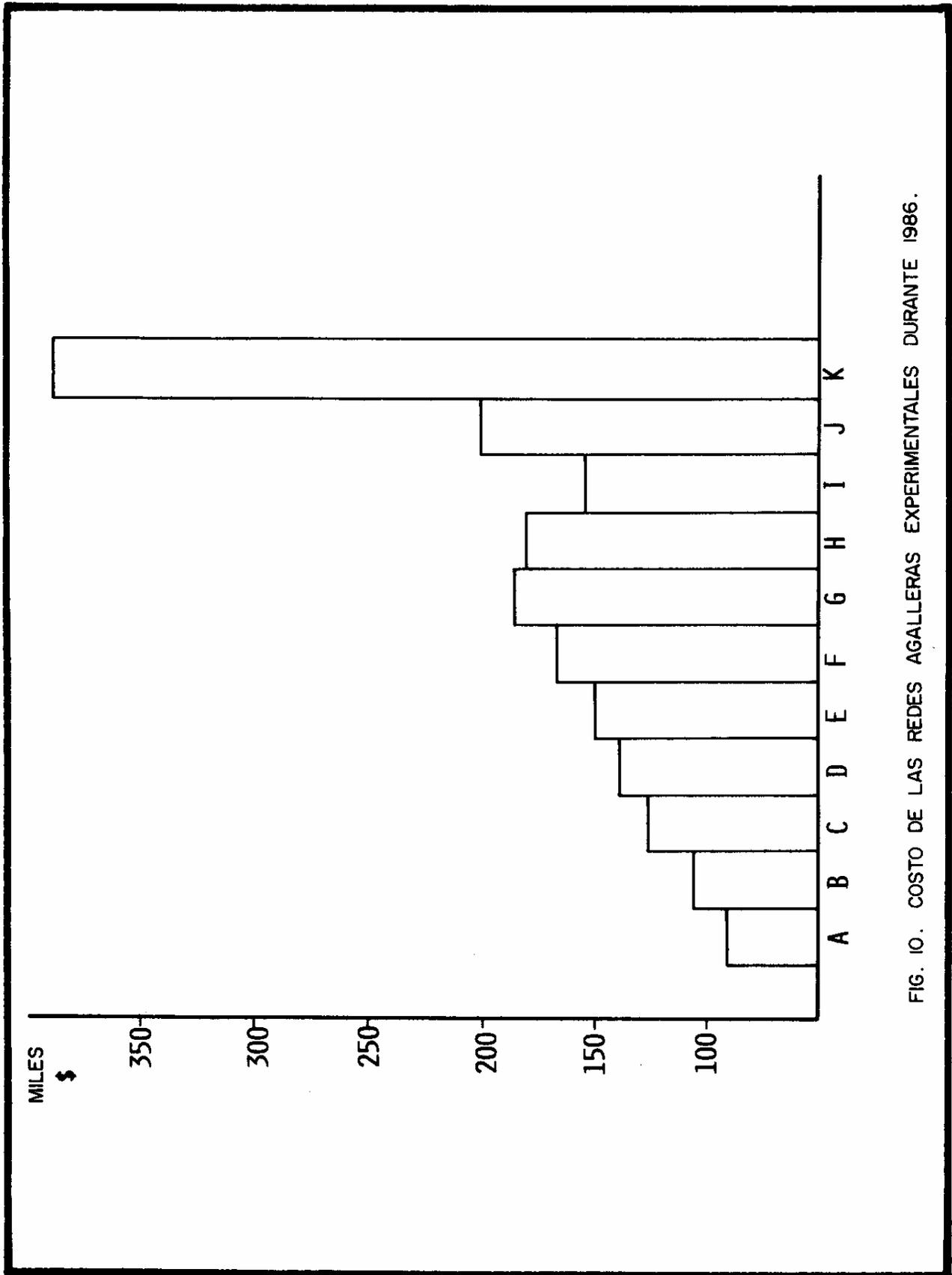


FIG. 10. COSTO DE LAS REDES AGALLERAS EXPERIMENTALES DURANTE 1986.

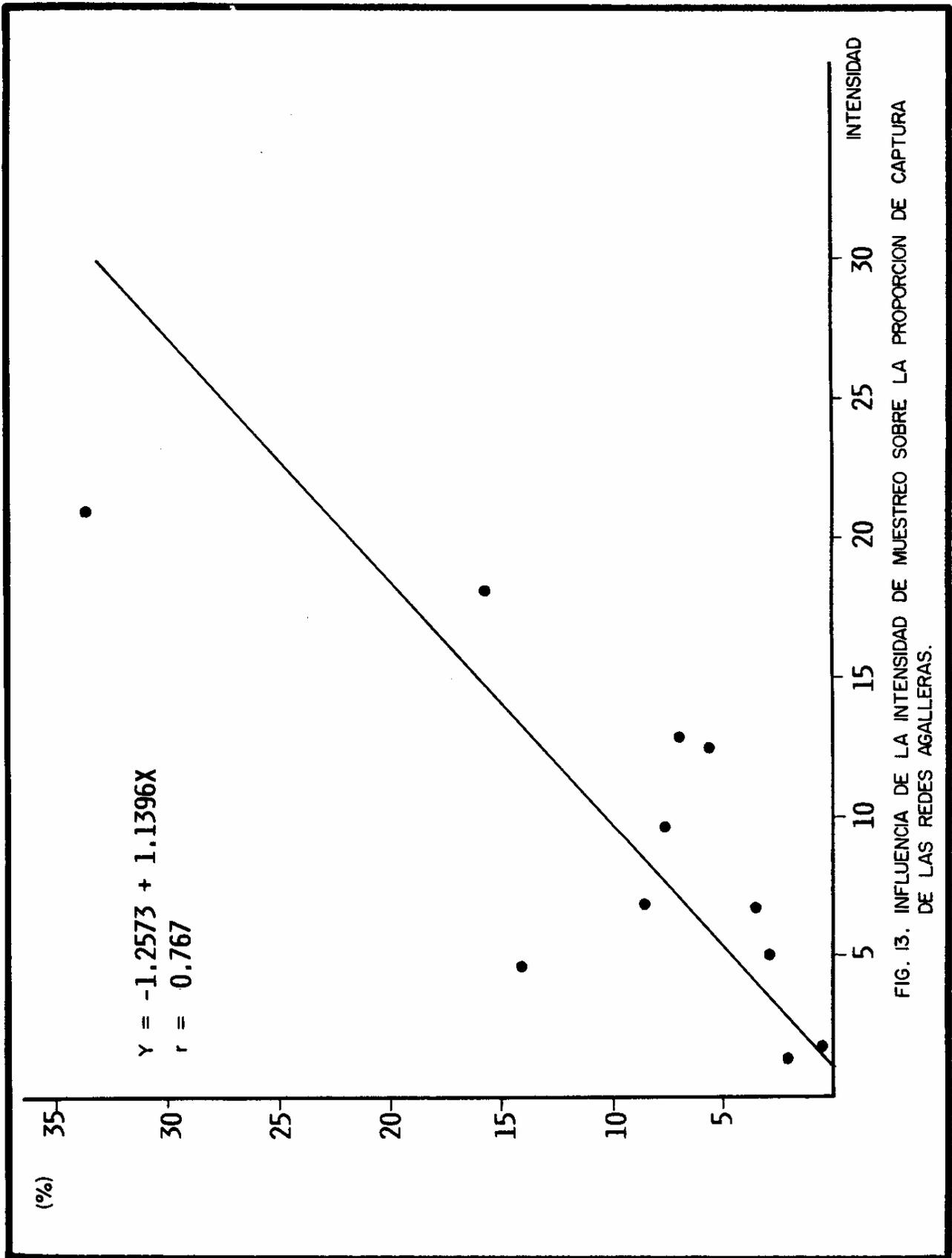


FIG. 13. INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE MUESTREO SOBRE LA PROPORCIÓN DE CAPTURA DE LAS REDES AGALLERAS.

Eficiencia de captura

Indices de eficiencia en función de capturas estandarizadas

El enfoque inicial para el tratamiento analítico de la eficiencia de captura de las redes es la simple comparación de las capturas estandarizadas; con el propósito de detectar diferencias específicas provocadas por el efecto de las combinaciones de diámetro del hilo, tamaño de malla y embande que se hicieron durante el proceso de experimentación, ya que las dimensiones básicas de las redes permanecieron constantes.

Los resultados de eficiencia relativa expresada en función del tiempo de reposo se indican en la tabla 6 para los 11 prototipos de redes experimentadas.

Se puede observar que el prototipo construido con hilo de 0.40 mm. de diámetro, malla estirada de 8.89 cm. (3.5 pulgadas) y encabalgada al 35 por ciento, obtiene la eficiencia más alta de 9.53 individuos/hora.

La eficiencia más baja la obtuvo la red construida con hilo de 0.70 mm. de diámetro, 10.16 cm. de tamaño de malla (4.0 pulgadas) y encabalgada al 50 por ciento.

En términos generales, podemos decir que los valores más altos de eficiencia de captura estimados con este método, no reflejan necesariamente que las capturas sean óptimas, ya que las especies capturadas por la red que obtuvo el valor más alto de eficiencia, corresponden a tallas pequeñas.

Adicionalmente y considerando el efecto de la intensidad de muestreo, se observa que los valores de eficiencia más consistentes durante las prospecciones pesqueras, se obtuvieron con las redes cuya clave corresponden a C, D, E, F, H, I, J y K. De estas redes, la más eficiente es la red (E), construida con mallas de 12.70 cm. (5.0 pulgadas) hilo de 0.5 mm. de diámetro y encabalgada al 50 por ciento.

La mortalidad de pesca como índice de la eficiencia de captura

La aplicación del método de Leslie y Davis (1939) permite obtener una relación lineal entre la eficiencia de captura y las capturas acumuladas (Fig. 14), obteniéndose un coeficiente de correlación $r = 0.928$. Con base en lo anterior, se distribuyó proporcionalmente la probabilidad de captura entre los distintos tipos de redes ex-

perimentadas. El resultado se aprecia en la figura 15, en donde la red (E) alcanza el nivel más alto en la probabilidad de captura.

Las figuras 16 y 17 ilustran los resultados obtenidos de la aplicación del método de De Lury (1947), observándose que existe una correlación más alta ($r = 0.954$). La probabilidad de captura estimada con este método, es aproximadamente un 13.6 por ciento menor que el resultado obtenido por el método anterior. Esto significa que los estimados son más realistas, tomando en cuenta que se logra un mejor ajuste en la recta de mínimos cuadrados.

Adicionalmente existe la ventaja de establecer una correlación entre la eficiencia de captura y el esfuerzo de pesca aplicado.

Poder de pesca relativo

La figura 18 ilustra los resultados obtenidos por este método y se observa que son congruentes con los obtenidos a través de los métodos de Leslie y Davis (1939), de De Lury (1947) para los distintos prototipos de redes. Sin embargo, los valores de capacidad de captura expresan solamente la proporción relativa en la eficiencia de una red con respecto a otra.

Los resultados también se indican en la tabla 7, en donde se observa que las mejores redes en orden decreciente son las siguientes: Red E (2.89), Red A (1.75), Red H (1.49), Red F (1.40). Una categoría intermedia son las redes K, C, D e I con valores de (Z_j) que fluctúan entre 0.75 y 1.07. Finalmente, las redes G, J y B alcanzan los valores más bajos entre 0.011 y 0.56.

Curva de captura

La figura 19 muestra la distribución de frecuencias de tallas de todos los ejemplares capturados para los 11 prototipos de redes experimentadas. Se observa un nivel de eficiencia del 20.8 por ciento en la captura de ejemplares de 34.07 cm. de longitud furcal.

Las capturas totales de cada prototipo de red se agruparon por intervalos de clases de 5 cm. y se suavizaron mediante el método de promedios móviles con el propósito de favorecer las tendencias de cada distribución de datos observados.

La curva global de captura se construyó tomando logaritmos naturales a las capturas estandarizadas de cada talla en función del tiempo de reposo y graficando los valores correspondientes contra el esfuerzo pesquero aplicado. El resultado se puede apreciar en la figura 20, en donde

TABLA 6. RESULTADOS DE CAPTURA, ESFUERZO E INDICES DE EFICIENCIA DE LOS PROTOTIPOS DE REDES EXPERIMENTALES

| Resultado Tipo de Red | Esfuerzo Pesquero | | | Captura Total | | Índice de Eficiencia de Captura | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------|---------|---------------------------------|-------|-------|------|----------------------|------|
| | Lances (No.) | Tiempo Pesca (Hr.) | Superficie (m ²) | No. | Kg. | C/Lance | | C/Hr. | | C/100 m ² | |
| | | | | | | No. | Kg. | No. | Kg. | No. | Kg. |
| PAMO/0.40/3.5/35 | 8 | 96 | 5,362 | 915 | 470.5 | 114.3 | 58.82 | 9.53 | 4.90 | 17.06 | 8.77 |
| PAMO/0.40/3.5/50 | 2 | 24 | 1,539 | 126 | 77.0 | 63.0 | 38.50 | 5.25 | 3.21 | 8.18 | 5.00 |
| PAMO/0.55/5.0/35 | 17 | 204 | 16,439 | 499 | 564.3 | 29.3 | 33.19 | 2.44 | 2.76 | 3.03 | 3.43 |
| PAMO/0.55/6.0/35 | 12 | 144 | 13,884 | 217 | 329.1 | 18.1 | 27.42 | 1.50 | 2.28 | 1.56 | 2.37 |
| PAMO/0.55/5.0/50 | 37 | 444 | 40,663 | 2,232 | 2,384.1 | 60.3 | 64.43 | 5.03 | 5.37 | 5.49 | 5.86 |
| PAMO/0.55/6.0/50 | 12 | 144 | 15,792 | 553 | 537.7 | 46.1 | 44.80 | 3.84 | 3.73 | 3.50 | 3.40 |
| PAMO/0.70/4.0/50 | 3 | 36 | 2,640 | 22 | 14.4 | 7.3 | 4.80 | 0.61 | 0.40 | 0.83 | 0.54 |
| PAMO/0.70/5.0/50 | 30 | 384 | 35,168 | 1,021 | 1,256.0 | 31.9 | 39.25 | 2.65 | 3.24 | 2.90 | 3.50 |
| PAMO/0.70/7.0/50 | 9 | 108 | 13,859 | 179 | 465.0 | 19.8 | 51.66 | 1.66 | 4.30 | 1.29 | 3.35 |
| PAMO/0.70/7.0/35 | 23 | 276 | 31,027 | 443 | 623.7 | 19.2 | 27.11 | 1.60 | 2.26 | 1.42 | 2.01 |
| PAMU/1.2/5.0/40 | 22 | 264 | 22,396 | 356 | 825.9 | 16.1 | 37.54 | 1.35 | 3.13 | 1.59 | 3.70 |
| | 177 | 2,124 | 198,769 | 6,563 | 7,547.7 | 37.09 | 42.64 | 3.09 | 3.23 | 3.30 | 3.80 |

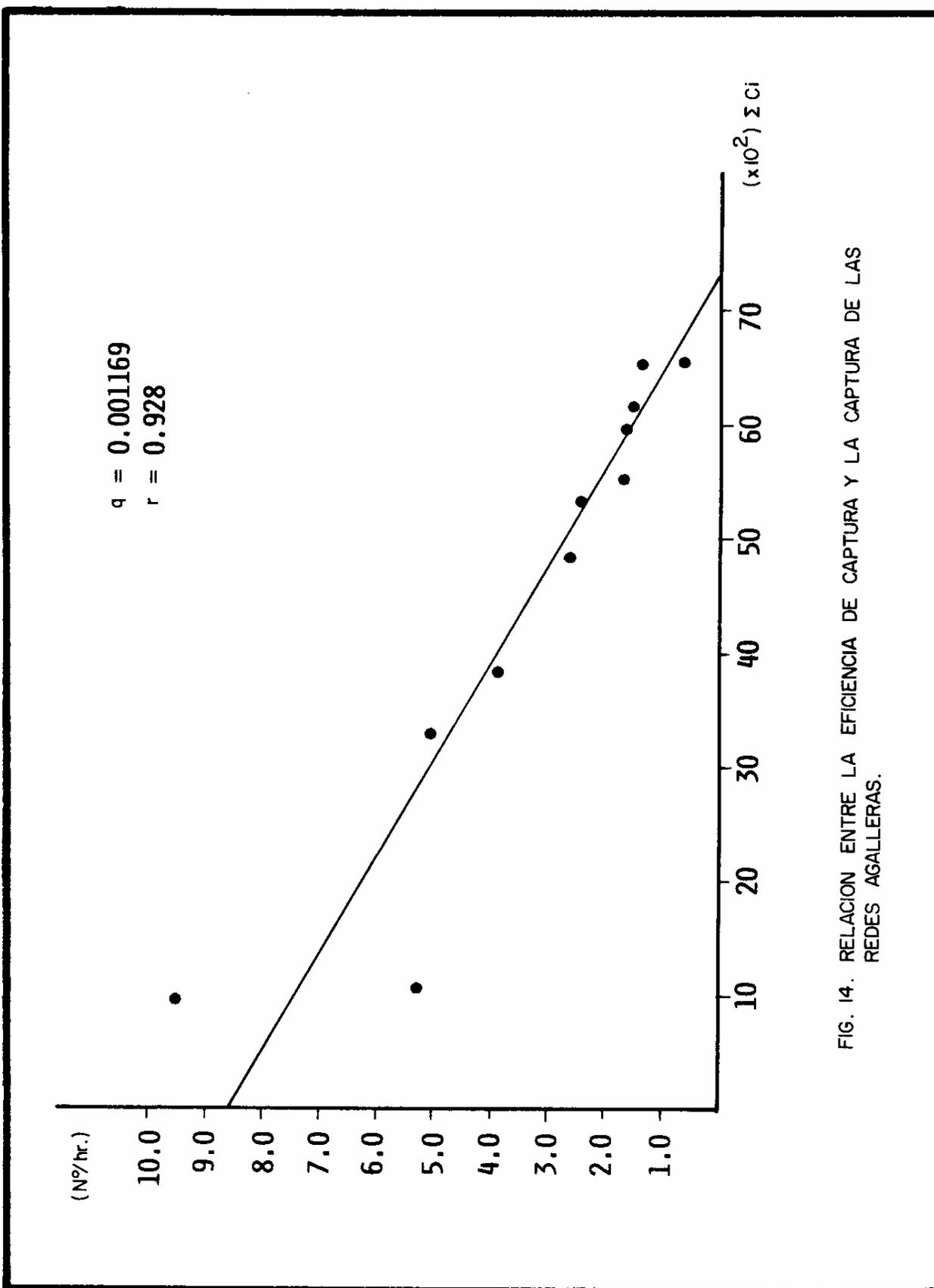


FIG. 14. RELACION ENTRE LA EFICIENCIA DE CAPTURA Y LA CAPTURA DE LAS REDES AGALLERAS.

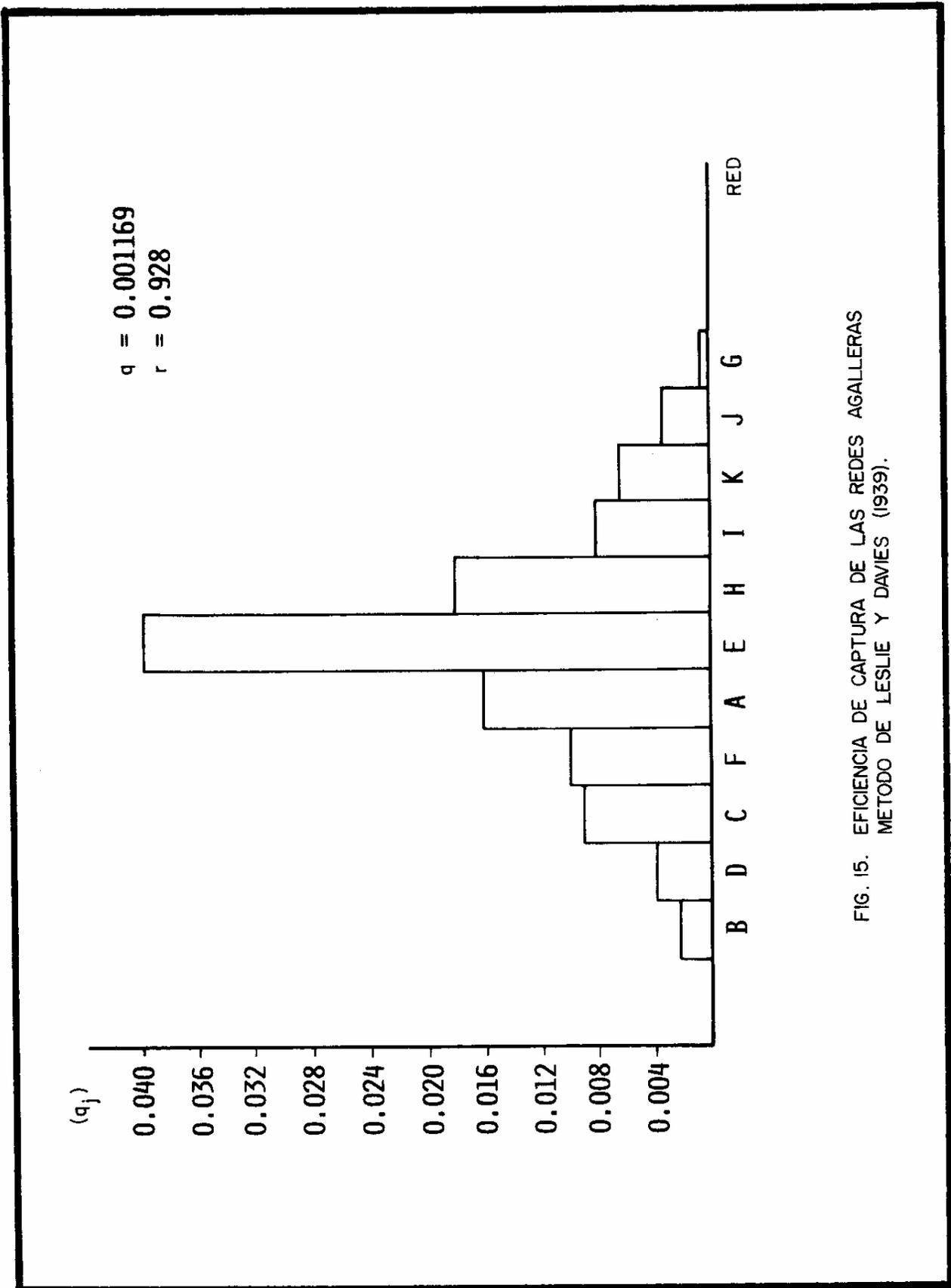


FIG. 15. EFICIENCIA DE CAPTURA DE LAS REDES AGALLERAS METODO DE LESLIE Y DAVIES (1939).

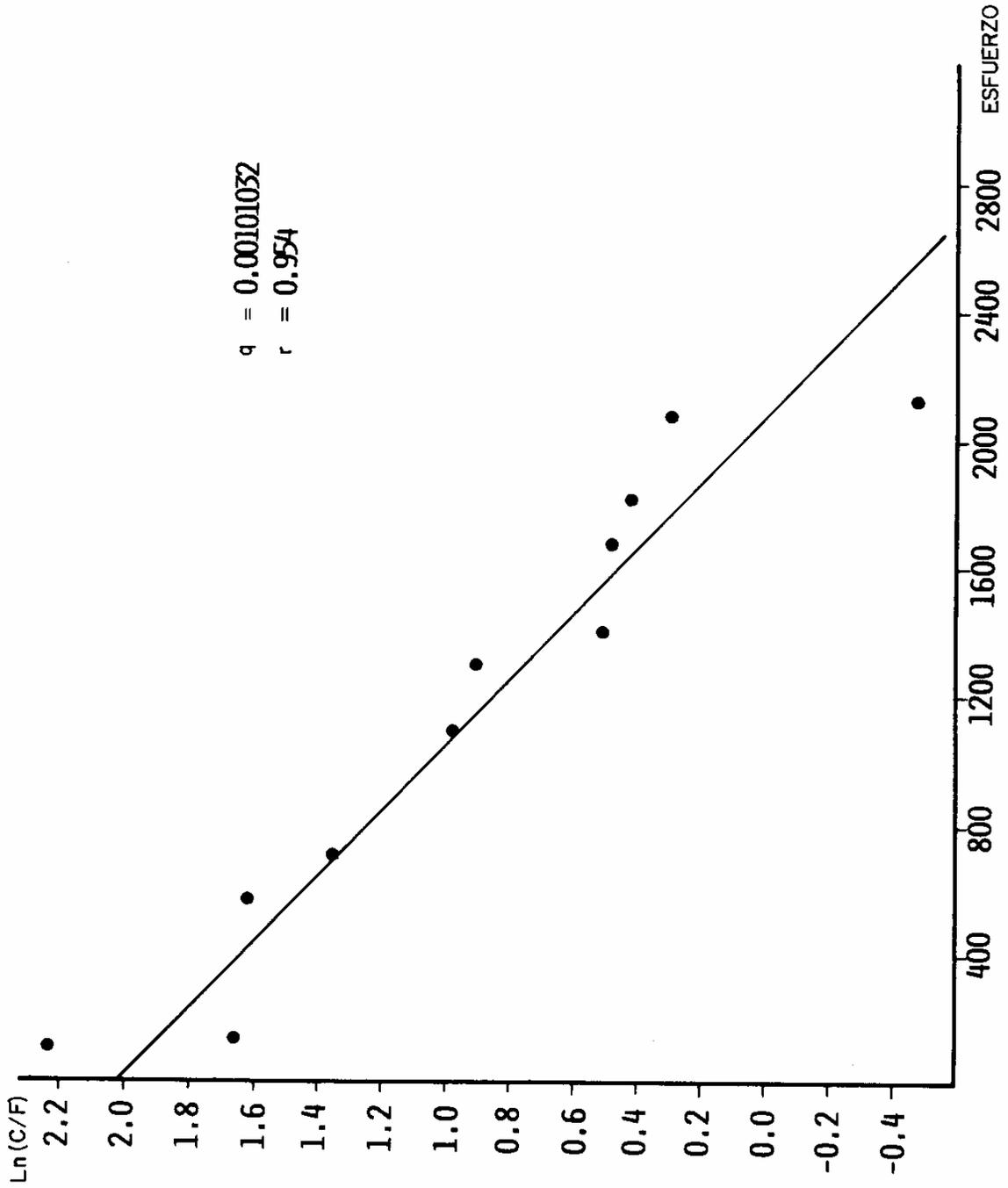


FIG. 16. RELACION ENTRE LA EFICIENCIA DE CAPTURA Y EL ESFUERZO PESQUERO DE LAS REDES AGALLERAS.

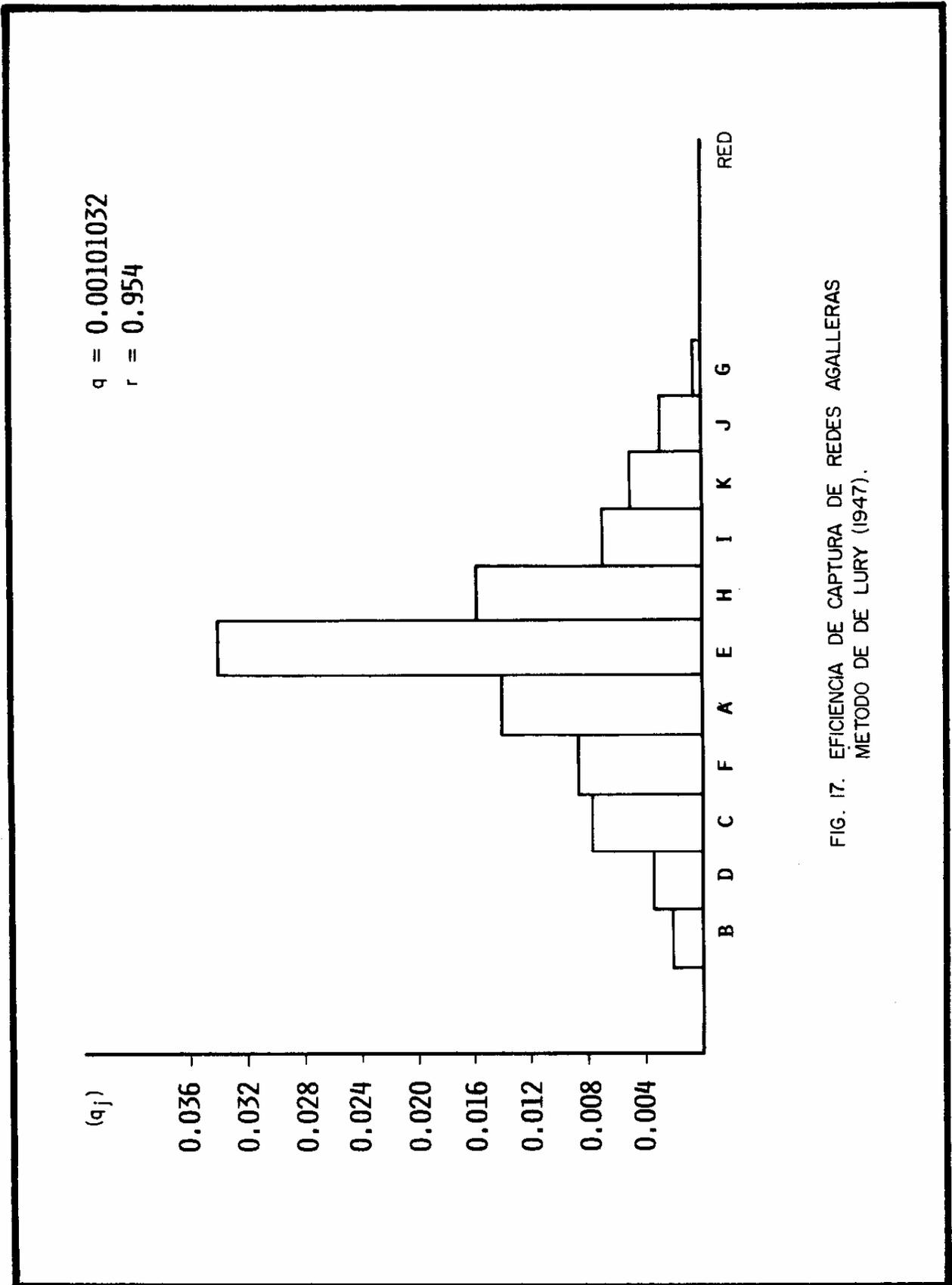


FIG. 17. EFICIENCIA DE CAPTURA DE REDES AGALLERAS METODO DE DE LURY (1947).

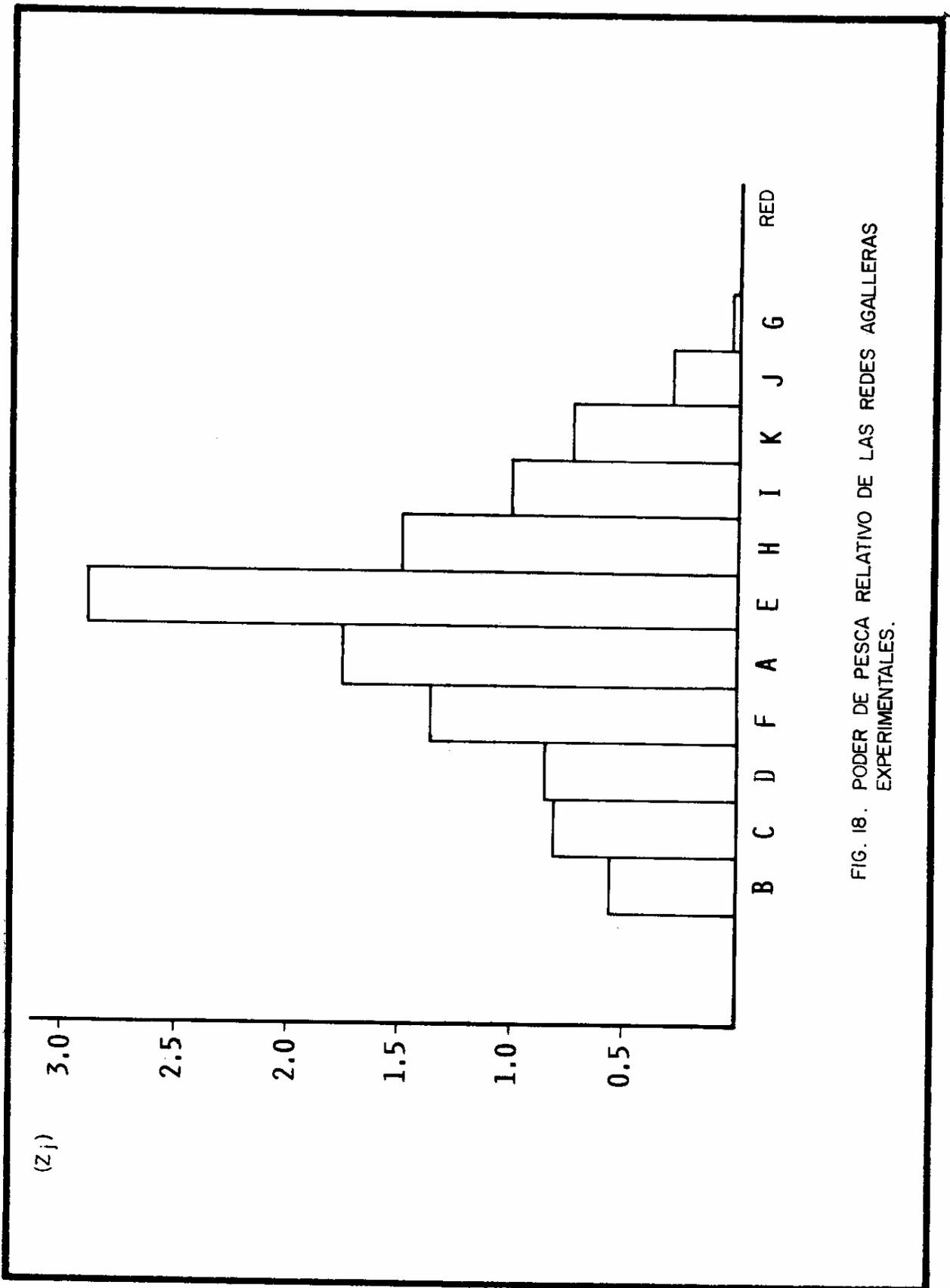


FIG. 18. PODER DE PESCA RELATIVO DE LAS REDES AGALLERAS EXPERIMENTALES.

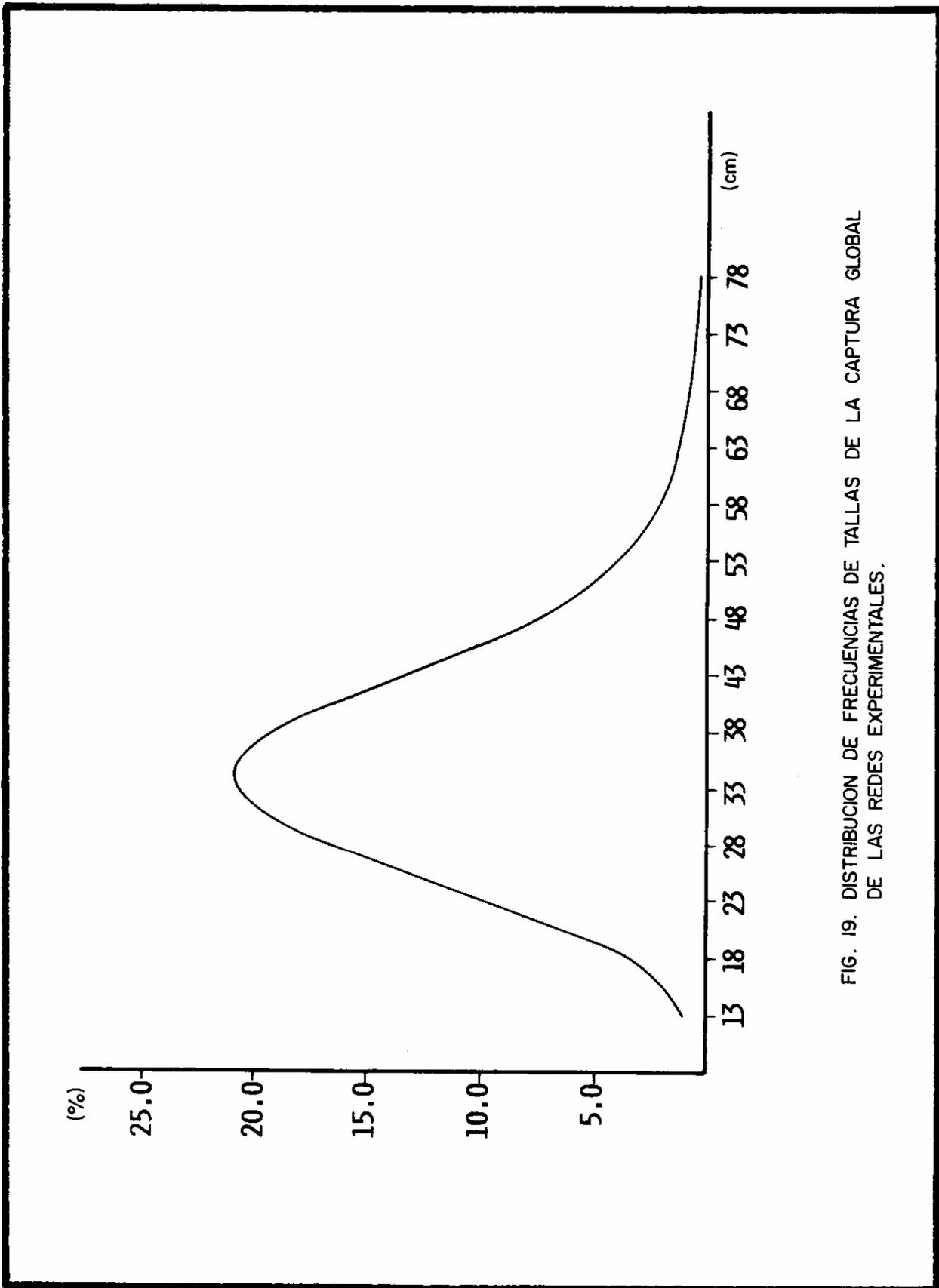


FIG. 19. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE TALLAS DE LA CAPTURA GLOBAL DE LAS REDES EXPERIMENTALES.

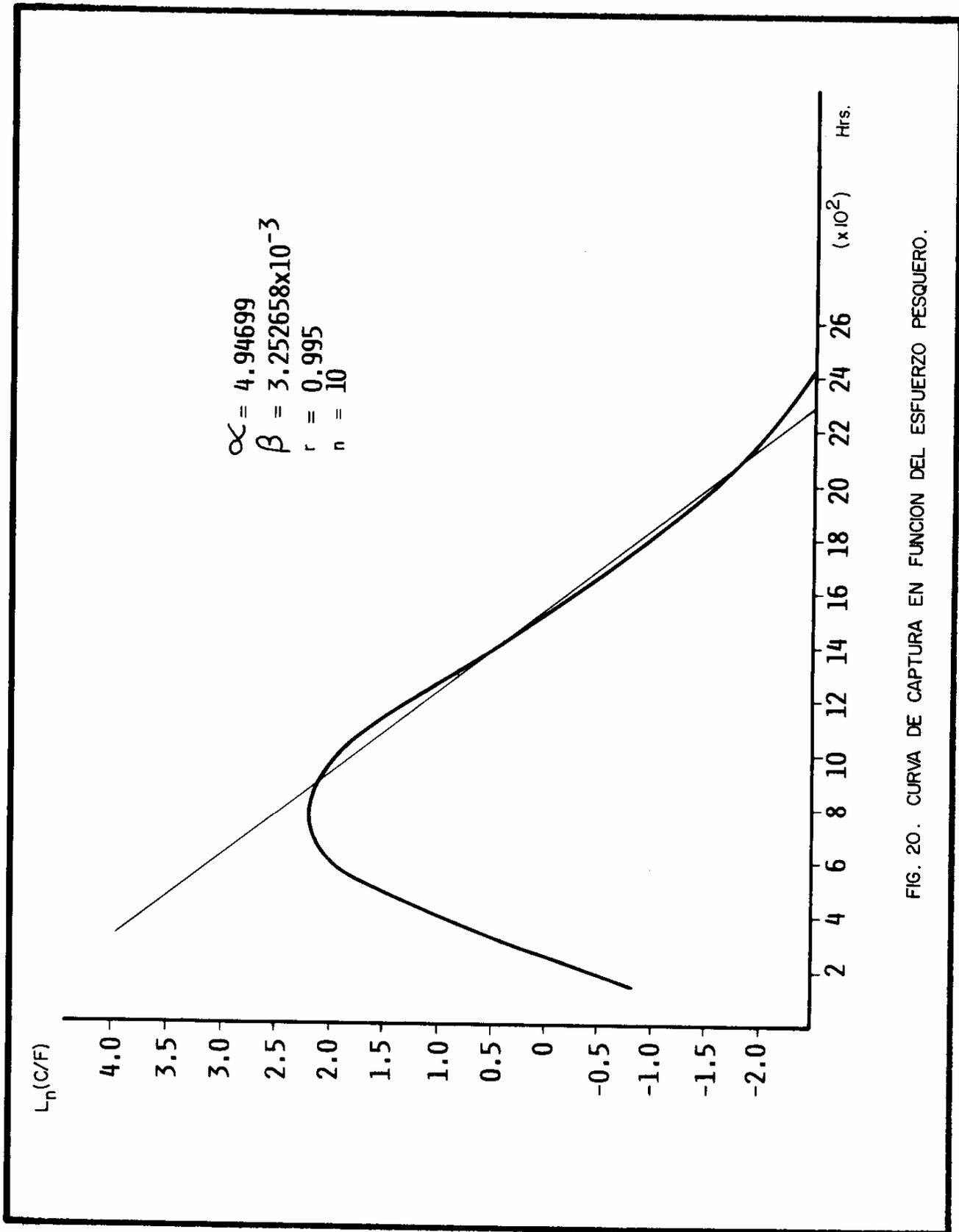


FIG. 20. CURVA DE CAPTURA EN FUNCION DEL ESFUERZO PESQUERO.

TABLA 7. PODER DE PESCA RELATIVO DE LAS REDES EXPERIMENTALES

| <i>Prototipo de red</i> | <i>Poder de Pesca Relativo</i> |
|-------------------------|--------------------------------|
| (A) PAMO 0.40/3.5/35 | 1.754 |
| (B) PAMO 0.40/3.5/50 | 0.560 |
| (C) PAMO 0.55/5.0/35 | 0.831 |
| (D) PAMO 0.55/6.0/35 | 0.902 |
| (E) PAMO 0.55/5.0/50 | 2.894 |
| (F) PAMO 0.55/6.0/50 | 1.398 |
| (G) PAMO 0.70/4.0/50 | 0.011 |
| (H) PAMO 0.70/5.0/50 | 1.492 |
| (I) PAMO 0.70/7.0/35 | 1.071 |
| (J) PAMO 0.70/7.0/50 | 0.281 |
| (K) PAMU 1.2/5.0/40 | 0.748 |

además, se incluye una recta de mínimos cuadrados que ajusta las variables con un coeficiente de correlación $r = 0.995$. La curva de captura en función de las longitudes furcales de las especies, se indica en la figura 21, en donde se aprecia que la talla completamente reclutada a la población pescable es de 33.0 cm.

Selectividad

En términos estrictos, la aplicación del método requiere en primer instancia obtener registros de captura por tallas en forma sistemática para todos los tipos de redes que se deseen analizar.

Por otra parte, es fundamental obtener dichos registros preferentemente en la misma zona de pesca y durante un ciclo anual, con el propósito de detectar las variaciones estacionales en la eficiencia de captura de las redes y por supuesto en la selectividad por tallas para una determinada especie.

Finalmente, es requisito básico satisfacer los supuestos teóricos del método, descritos anteriormente.

En nuestro caso, se cumplieron todas las consideraciones mencionadas y se aplicó dicho método para cada par de redes agalleras experimentadas, haciendo las comparaciones pertinentes en función del tamaño de la malla, embande y diámetro del hilo.

La figura 22 muestra la relación logarítmica de las capturas de cada par de redes con respecto a la longitud furcal de los peces. Esto permite demostrar que la distribución de probabilidad de las curvas adopta una función normal.

El supuesto teórico que establece Holt (1963) referente a que debe existir una relación proporcionada entre la longitud modal del pez y el tamaño de la malla, se satisfizo para las redes encabalgadas al 35.0 por ciento y al 50 por ciento en forma separada. La figura 23 indica la relación proporcional entre dichas variables. El factor de selección optimizado es de $k = 3.325$ para las redes encabalgadas al 50.0 por ciento y $k = 3.017$ para las redes al 35 por ciento.

Con respecto al supuesto de homogeneidad de las varianzas de las curvas de selectividad, se encontró que éstas aumentan en función del tamaño de malla, aunque en las redes con embande del 35.0 por ciento se presenta un incremento de casi tres veces en las redes de 5.0" con respecto a las 3.5" de tamaño de malla. Esta misma tendencia se presenta en las redes encabalgadas al 50.0 por ciento, aunque no hay mucha diferencia entre las redes con mallas de 5.0" y 7.0".

La aplicación del método de Holt/Baranov (*op. cit.*) da como resultado las curvas de selectividad para las redes experimentadas, aceptando los supuestos teóricos inherentes al método.

La figura 24 ilustra los resultados para las redes con embande al 35 por ciento y la figura 25 muestra las curvas de selectividad para las redes con embande al 50.0 por ciento. Aparentemente los incrementos en el embande de las redes producen incrementos en la captura de longitudes modales.

Un somero análisis de estas curvas de selectividad demuestra que las longitudes modales calculadas son mayores que las longitudes observadas en las distribuciones de frecuencia de tallas de cada prototipo de red. Esta situación se puede deber a que el método de Holt/Baranov considera el análisis de las capturas de 2 redes ≥ 50 individuos; lo cual hace que las tallas se desplacen ligeramente.

De acuerdo con Regier y Robson (1966) y Hamley (1975) resulta poco realista y representativo del proceso de captura, que todas las redes agalleras adopten curvas de selectividad cuya altura y forma sean la misma.

La aplicación del nuevo método de estimación de selectividad en función de la interacción pez/malla y del poder de pesca relativo, permite obtener curvas de selectividad más congruentes con los resultados de captura obtenidos por cada prototipo de red.

La figura 26 muestra la relación óptima entre las longitudes modales de las especies capturadas y el área de trabajo de las mallas y la figura 27 contiene las curvas de selectividad para cada red

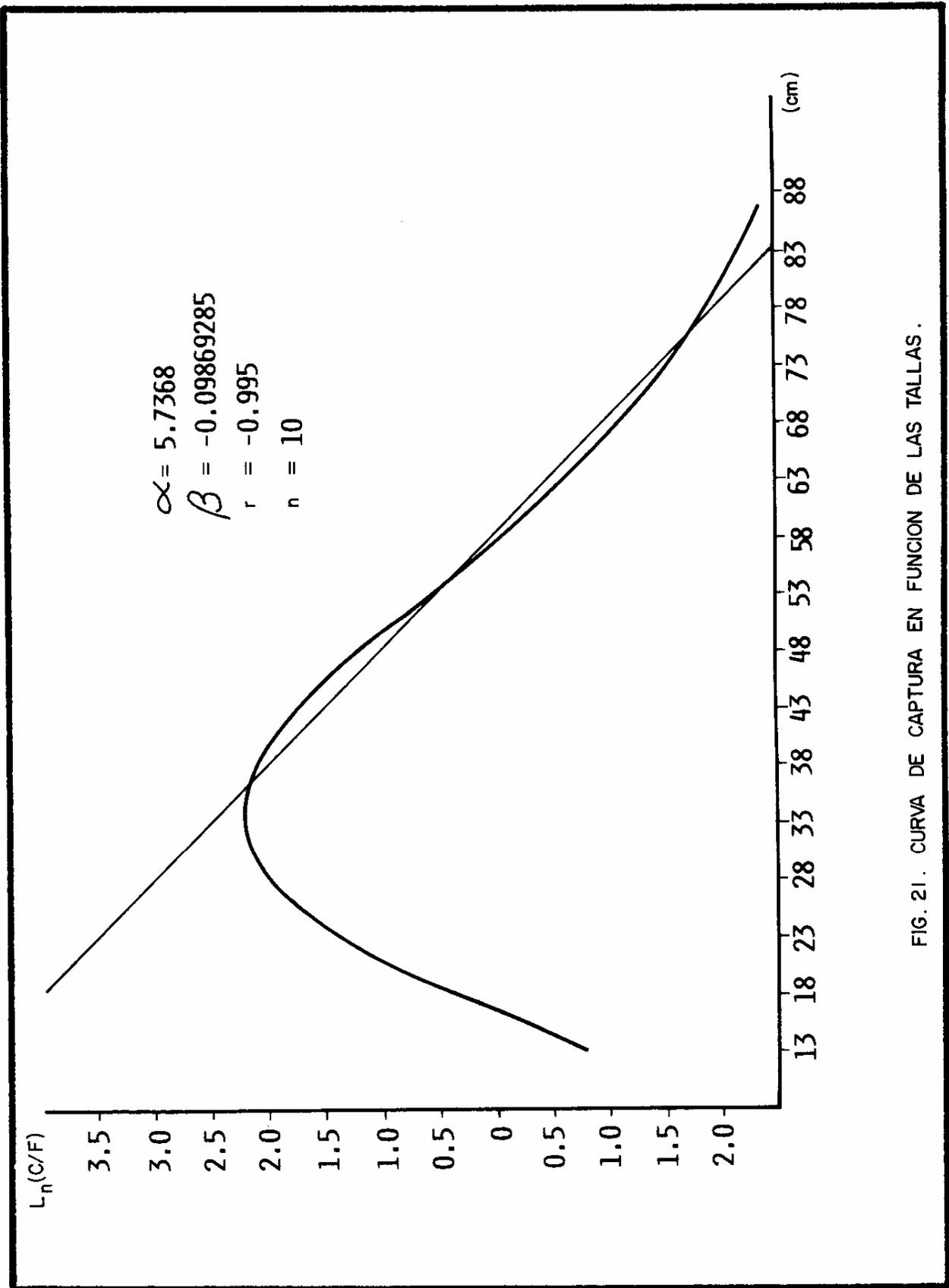


FIG. 21. CURVA DE CAPTURA EN FUNCION DE LAS TALLAS .

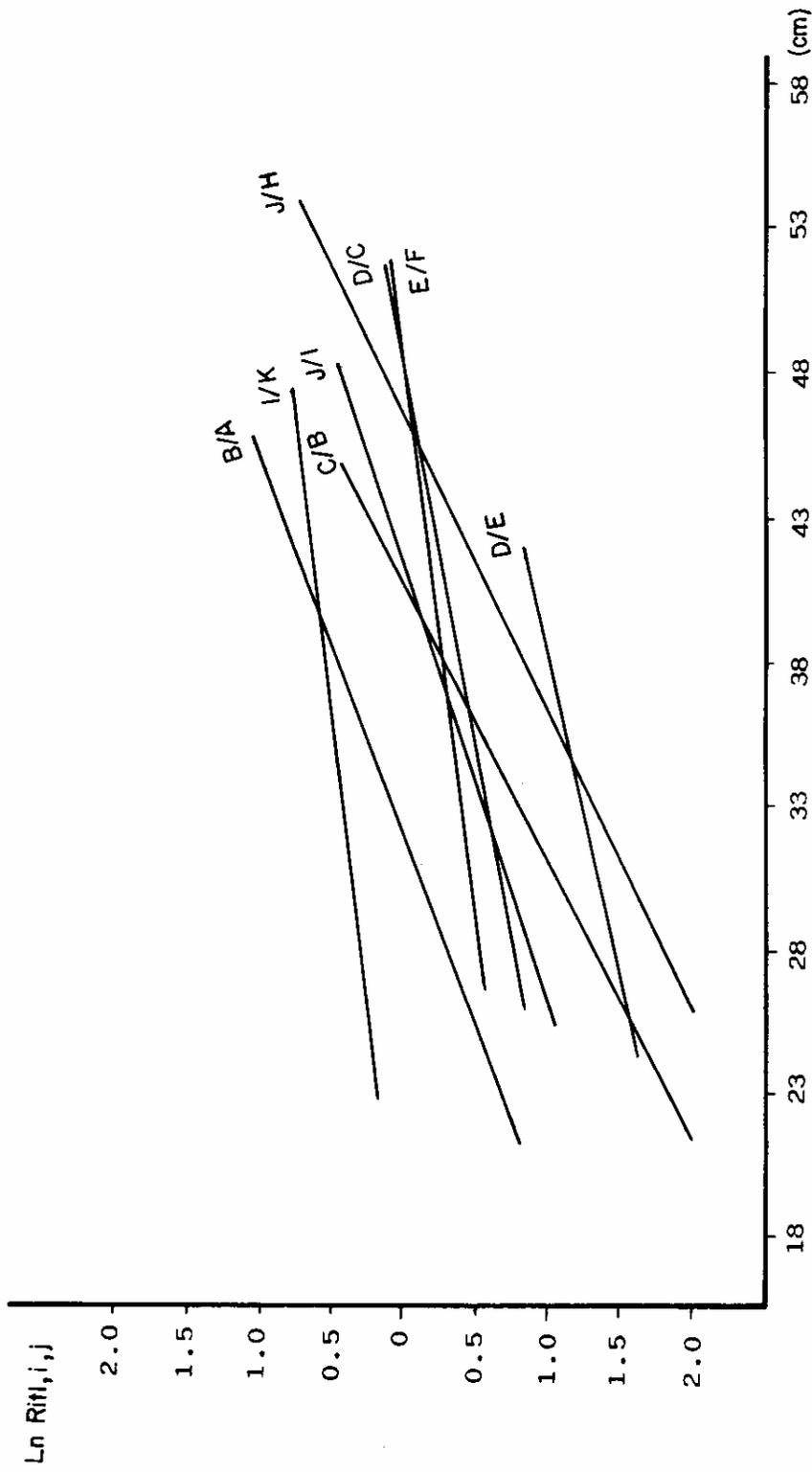


FIG. 22. RELACION ENTRE $\ln R(i), i, j$ Y LAS LONGITUDES MEDIAS DE LAS ESPECIES CAPTURADAS.

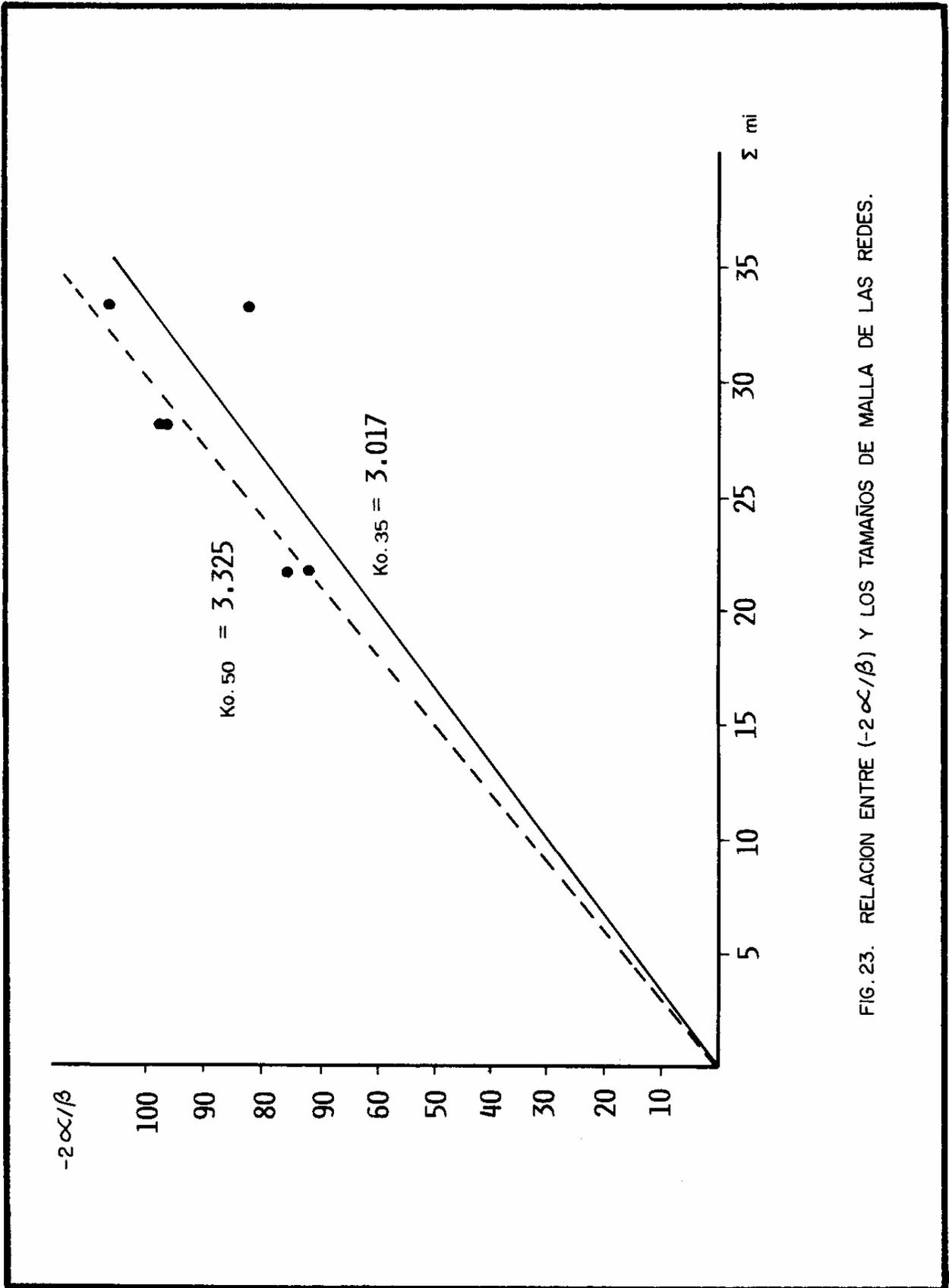


FIG. 23. RELACION ENTRE $(-2\alpha/\beta)$ Y LOS TAMAÑOS DE MALLA DE LAS REDES.

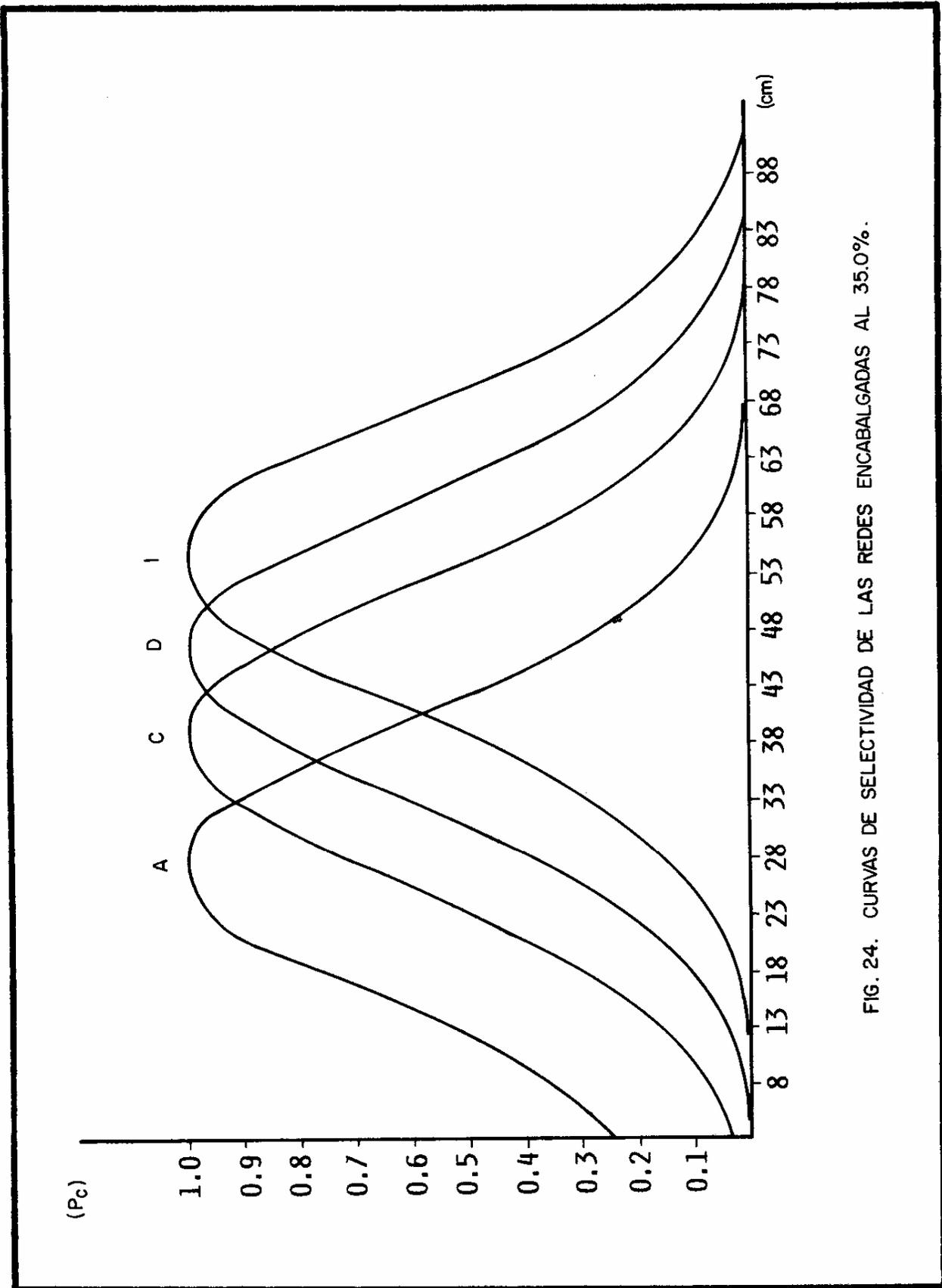


FIG. 24. CURVAS DE SELECTIVIDAD DE LAS REDES ENCABALGADAS AL 35.0%.

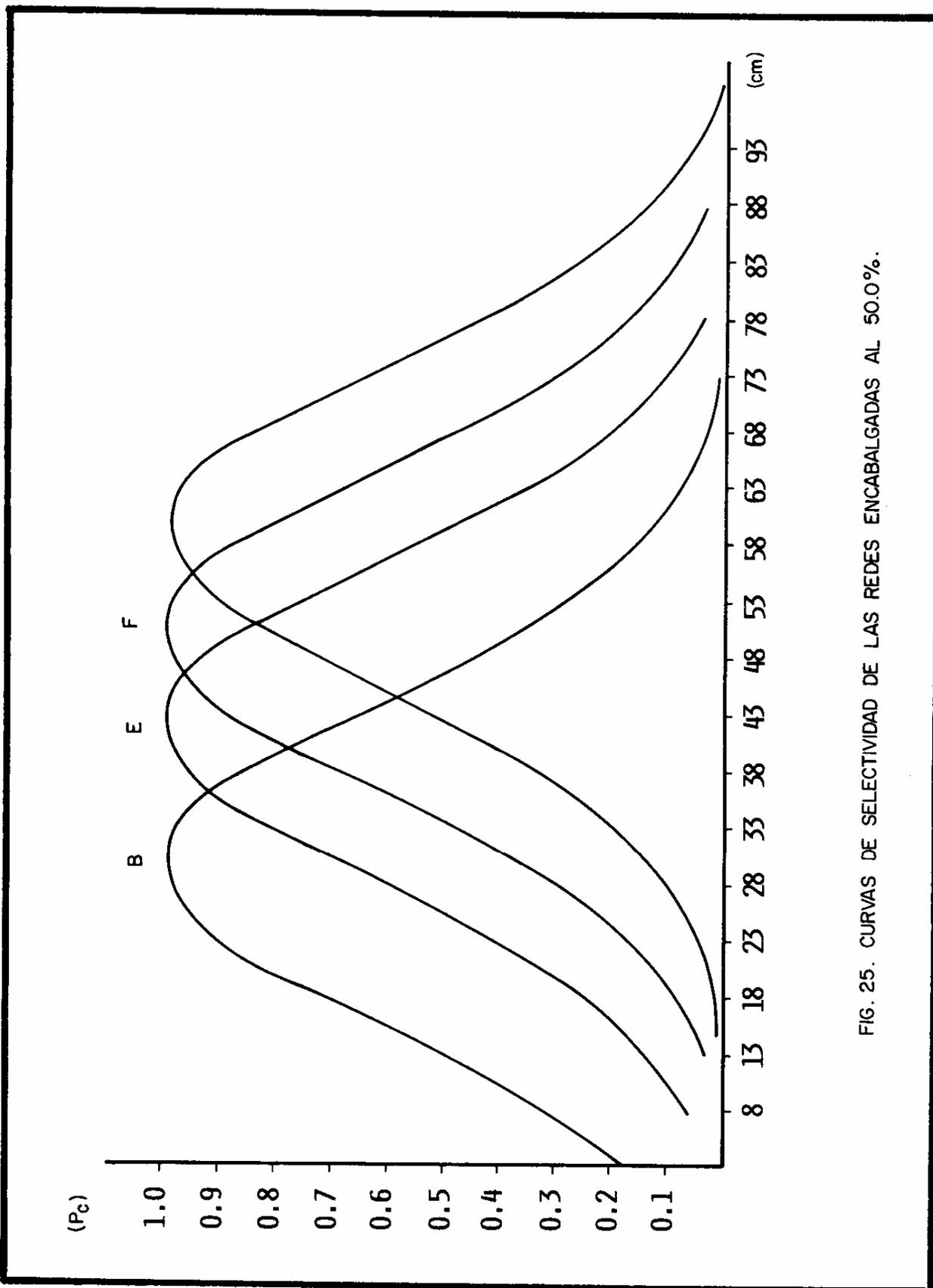


FIG. 25. CURVAS DE SELECTIVIDAD DE LAS REDES ENCABALGADAS AL 50.0%.

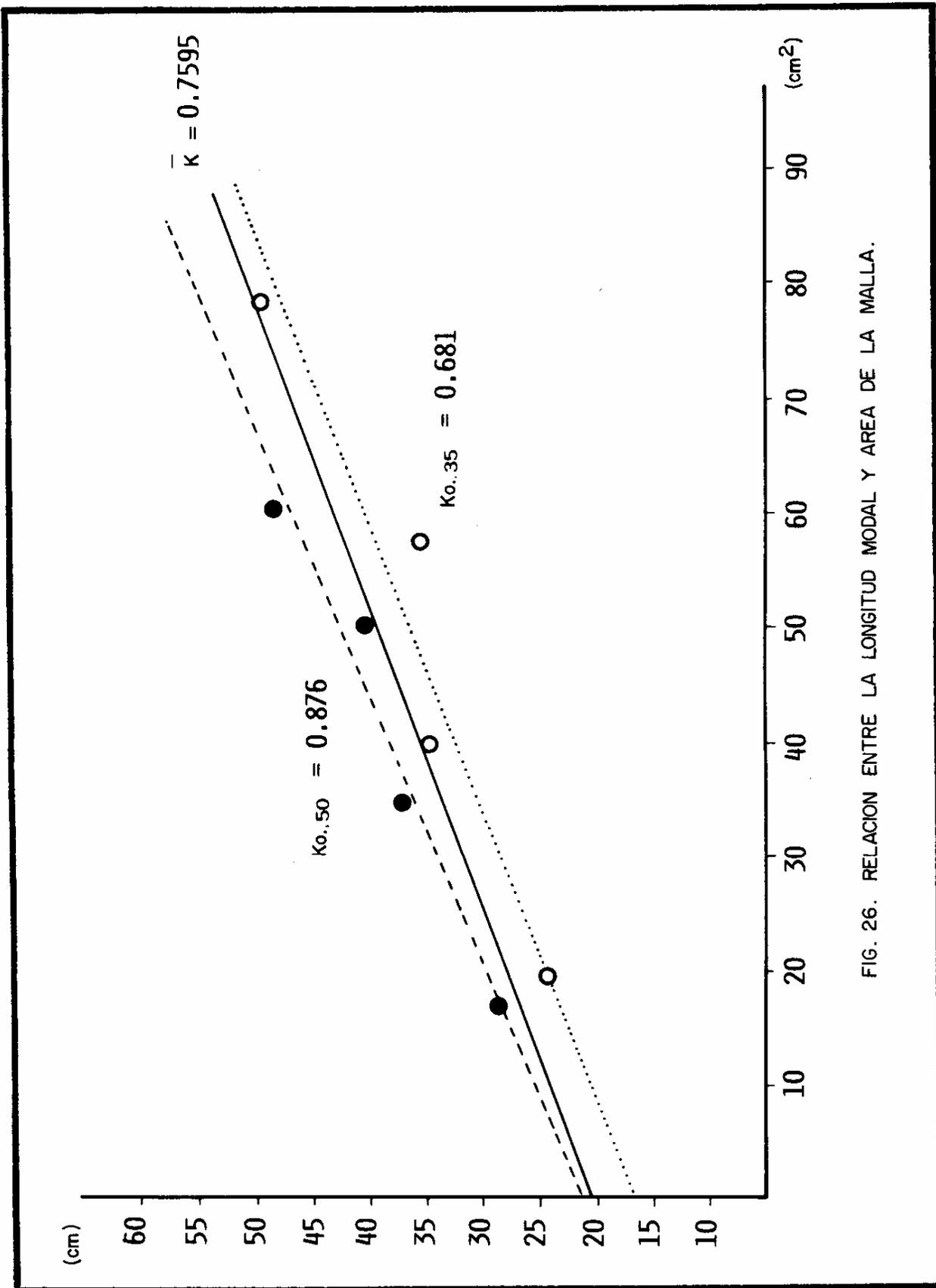


FIG. 26. RELACION ENTRE LA LONGITUD MODAL Y AREA DE LA MALLA.

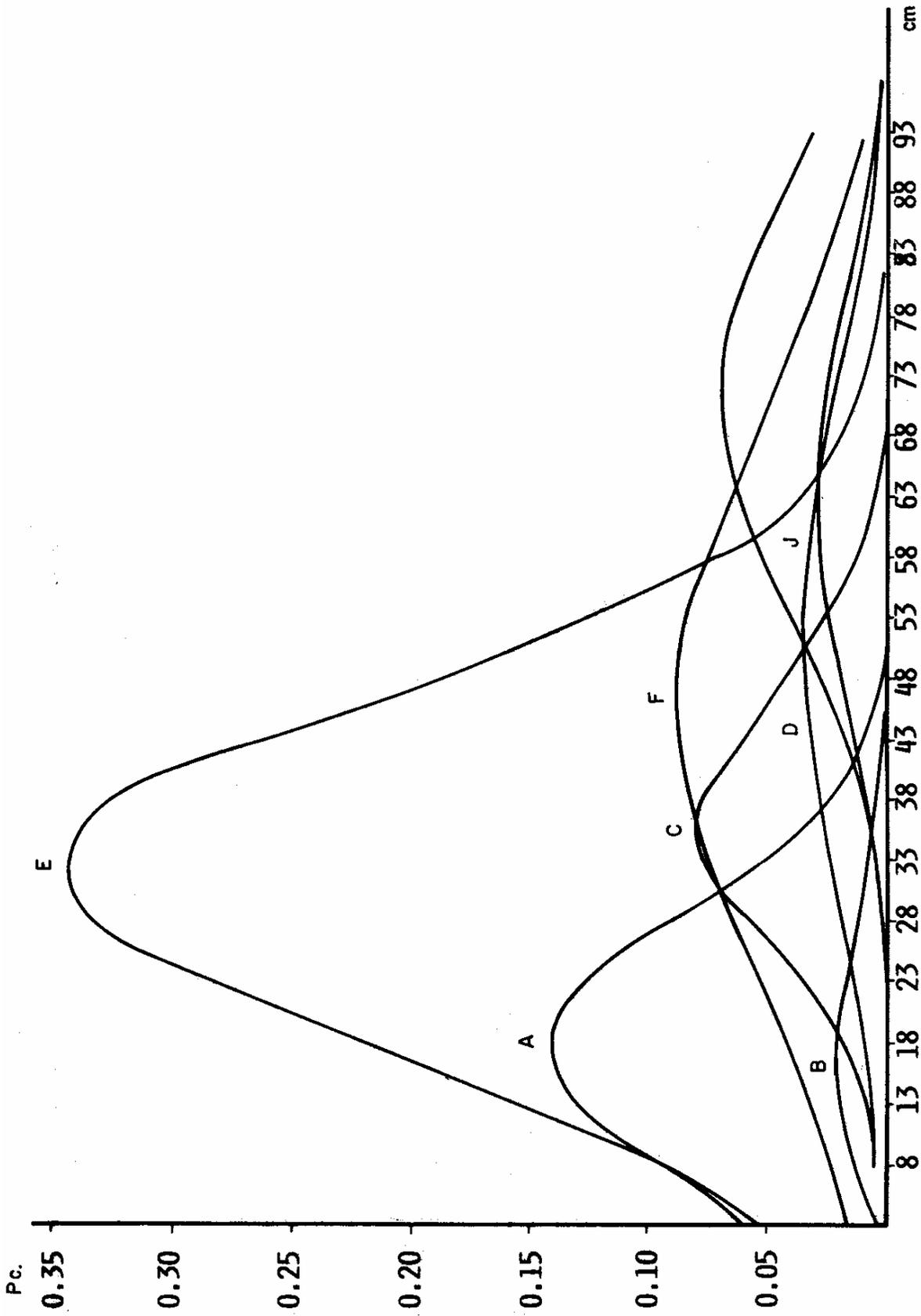


FIG. 27. CURVAS DE SELECTIVIDAD ESTIMADAS EN FUNCION DEL AREA DE MALLA Y EL PODER DE PESCA ($\theta_1 \neq \theta_2$).

agallera. Se observan los distintos niveles de eficiencia de captura en función del poder de pesca relativo. Igualmente se aprecia que las distribuciones de probabilidad de captura adoptan una forma y amplitud consistente con el proceso de captura por tallas.

CONCLUSIONES

El ámbito de las pesquerías artesanales en Baja California Sur, es demasiado amplio debido a la diversidad de recursos pesqueros que se capturan, lo que trae como consecuencia que se utilicen diversos tipos de artes de pesca, entre los cuales los más sobresalientes son las redes agalleras.

El proyecto de investigación ejecutado satisface los objetivos previstos relativos a la evaluación tecnológica de los principales sistemas de captura utilizados, así como también en lo que respecta a la optimización tecnológica de los mismos y el establecimiento de alternativas tecnológicas que coadyuven al crecimiento y desarrollo de la actividad pesquera regional.

Los resultados obtenidos reflejan la situación tecnológica predominante en la utilización de los medios de producción pesquera y permiten definir líneas de acción específicas, tendentes a favorecer el incremento de la productividad pesquera artesanal. Lo anterior, mediante una estrategia de trabajo que incorpore un avance tecnológico a los medios de producción, acorde con la realidad nacional y congruente con el objetivo de superar estadios de desarrollo tradicionales y limitantes para el crecimiento del sector social dedicado a la actividad pesquera.

Las principales conclusiones que se derivan del estudio son las siguientes:

1. Los sistemas de captura utilizados son producto de esquemas tradicionales y obsoletos de realizar la pesca; de tal forma, que el calificativo de "pesca artesanal" tipifica claramente la situación prevaleciente tanto en las artes de pesca, embarcaciones, materiales y equipamiento pesquero, como también en lo que se refiere a los esquemas mentales relativos a la construcción de artes de pesca y el empleo de técnicas y tácticas de pesca empíricas y arbitrarias dependiendo de la experiencia y habilidades personales de cada pescador. Como consecuencia de lo anterior, no existen criterios definidos de carácter tecnológico que permitan organizar y planificar la

producción pesquera y elevar los niveles de producción actuales.

2. El proceso de experimentación efectuado, aunque se restringe al ámbito de las redes agalleras, establece una guía detallada para evaluar y optimizar el diseño, construcción y operación pesquera, partiendo de la premisa fundamental de explotar racionalmente los recursos pesqueros, respetando las restricciones de carácter biológico que establece el medio ambiente natural.
3. Los resultados específicos del estudio de pesca experimental comparativa, permiten evaluar y optimizar diseños, la eficiencia de captura, el poder de pesca y la selectividad de las redes agalleras de la región de Baja California. La aplicación de los diversos métodos y modelos para la estimación de parámetros se ha realizado, teniendo siempre en cuenta las características técnicas, económicas y sociales que rodean al pescador mexicano.

Estas consideraciones prácticas han obligado a los autores a introducir y/o adaptar modelos de análisis foráneos a las condiciones existentes en nuestras pesquerías.

La estimación de la eficiencia de captura y el poder de pesca relativo de las redes agalleras, establecen la pauta para optimizar diseños bajo diferentes enfoques metodológicos.

La estimación de la curva de captura y la selectividad de las redes agalleras, contribuyen a fortalecer el proceso de optimización tecnológica incorporando elementos biológicos de las especies capturadas, los cuales favorecen la toma de decisiones racionales en el campo de la administración y regulación pesquera.

4. Resulta particularmente importante mencionar que las características del estudio efectuado, lo ubican en la frontera con la biología pesquera, especialmente porque los resultados obtenidos tienen una aplicación directa y permiten profundizar el conocimiento biológico de los recursos considerados, estableciendo criterios adecuados para su explotación racional. Es decir, que a partir de los resultados del presente estudio se pueden recomendar medidas tecnológicas tendentes a elevar la productividad y, al mismo tiempo, establecer tallas mínimas de captura, tamaños óptimos de malla y medidas de regulación del esfuerzo pesquero.

RECOMENDACIONES

En virtud de los resultados obtenidos de la información científica y tecnológica recopilada, así como de la necesidad de impulsar el crecimiento y desarrollo de las pesquerías artesanales en Baja California Sur, se consideran prioritarias las siguientes recomendaciones:

1. Promover el crecimiento y desarrollo de la pesca artesanal con redes agalleras mediante la ejecución de un programa de extensivismo pesquero que incorpore los aspectos de desarrollo tecnológico considerados en el presente estudio, capacitación tecnológica de los pescadores, asistencia técnica continua y asistencia administrativa y financiera.
2. En el contexto de desarrollo tecnológico el programa que se propone debiera de contener los siguientes aspectos:
 - Estandarizar los diseños de artes de pesca utilizados con el propósito de normalizar los índices de eficiencia pesquera y además, normalizar el esfuerzo pesquero aplicado.
 - Incorporar avances tecnológicos en relación con los materiales y equipamiento pesquero que favorezcan el crecimiento de la actividad.
 - Ampliar el radio de acción de las embarcaciones, incrementando la seguridad a bordo y la capacidad de captura de cada unidad.

En el campo de la capacitación pesquera se consideran importantes los siguientes aspectos:

- Favorecer la organización laboral a través de cooperativas sujetas de crédito en el caso de los permisionarios libres.
- En el caso de las cooperativas ya establecidas, proporcionar asistencia administrativa necesaria.
- La organización laboral no debe limitarse a las actividades de tierra; sino hacer énfasis en optimizar los métodos de producción, mediante la incorporación de técnicas de captura en flotillas.
- Proporcionar capacitación técnica en diseño y construcción de artes de pesca, así como

en los aspectos básicos del comportamiento biológico de los recursos sujetos a explotación comercial.

- Proporcionar capacitación en todos los aspectos relativos al equipamiento pesquero de las embarcaciones, a fin de favorecer el incremento en la capacidad de captura.

Desde el punto de vista de la comercialización, los esfuerzos se deben centrar en lo siguiente:

- Garantizar un mercado para los productos pesqueros durante toda la temporada de pesca, estableciendo una política de precios realista. Resulta evidente que se debería evitar, a toda costa, la participación de intermediarios, de tal forma que las propias cooperativas se organicen para cubrir los canales de transporte y distribución al mercado.
- Asegurar la infraestructura pesquera básica para conservación de la captura en tierra o bien para su procesamiento industrial, siempre y cuando exista una demanda real de productos pesqueros en diferentes presentaciones.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo fue factible gracias a la participación de los CC. Leonardo Méndez López, Prisciliano Méndez Castro y Fernando Collins M., quienes colaboraron con gran entusiasmo en la preparación de los equipos y materiales de trabajo, así como en las actividades propias del trabajo de campo.

Especial agradecimiento al C. Francisco Gerardo Bravo M., por su colaboración en el trabajo de campo y el procesamiento parcial de la información técnica recopilada.

El trabajo de dibujo estuvo a cargo del Sr. Ricardo Flores Rosales* en la primera etapa y del Sr. Fermín López Siliceo en la segunda fase; la mecanografía a cargo de la secretaria Gabriela Arce Hernández en la primera versión y por la C. Anastasia Santiago Juvencio en la versión definitiva.

* CRIP La Paz, B.C.S.

LITERATURA CITADA

- ANDREV, N.N. 1962. Handbook of fishing gear and its rigging. Israel Program for Scientific translations.
- BARANOV, F.I. 1948. Theory and calculation of fishing gear (manuscrito).
- FRIDMAN, A.L. 1969. Theory and design of commercial fishing gear.
- GULLAND, J.A. 1969. Manual of methods for fish stock assessment Part. I. Fish population analysis. FAO.
- HAMLEY, J.M. 1972. Use of the De Lury method to estimate gillnet selectivity. J. Fish. Res. Board Can. 29.
- _____. 1975. Review of gillnet selectivity. J. Fish Res. Board Can, 32.
- HOLT, S.J. 1963. A method for determining gear selectivity and its application icnaf. Spec. Public. No. 5.
- JONES, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data. FAO Fish. Tech. pap. (256).
- MOTTE, G.A. e IITAKA, Y. 1975. Evaluation of trawl performance by statistical inference of the catch. Marine Technical Report 36. NOAA. Sea Grant.
- NOMURA, M. 1976. Gillnet fishery. Japanese Fishing Gear and Methods Japan International Cooperation Agency.
- NOMURA, M. and YAMAZAKI, T. 1975. Fishing techniques. Japan International Cooperation Agency.
- PAULY, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programable calculators. ICLARM Contribution No. 143.
- POPE, J.A. 1966. Manual of methods for fish stock assessment. Part III Selectivity of Fishing gear.
- REGIER, H.A. y ROBSON, D.S. 1966. Selectivity of gillnets, especially to table white fish. I. Fish. Res. Bd. Canadá 23.
- TRENT, L., SALOMAN, C.H. y NAUGHTON, S.P. 1983. Selectivity of gillnets of Spanish mackerel, (*Scomberomorus maculatus*), king mackerel, (*S. cavalla*) and bluefish (*Pomatomus saltatrix*). U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-119.
- TRESCHEV, A. 1963. On the selectivity of trawls and drift nets. ICNAP, Spec. Publ. No. 5.
- _____. 1975. Fishing unit measures. ICES, C.M. Comp. Fish. C'tte, DOC. (B: 9).