

I N S T I T U T O D E L M A R D E L P E R U

SERIE DE INFORMES ESPECIALES N° IMP - 15

**ANALISIS PRELIMINAR DE LA DINAMICA DE
POBLACIONES DE LA ANCHOVETA PERUANA**

Por

GARTH I. MURPHY

Chucuito, Setiembre 1967

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INVENTARIO 2008

INDEP PERU

16607



Instituto del Mar del Perú
Control Patrimonial

Informe Especial IMARPE 15.



5403404410

**IMARPE
INVENTARIO
2010**

**IMARPE
INVENTARIO
2011**

**IMARPE
INVENTARIO
2009**

ANALISIS PRELIMINAR DE LA DINAMICA DE POBLACIONES DE LA ANCHOVETA PERUANA*

por

GARTH I. MURPHY **

(Figuras 1-8 y Tablas 1-6)

CONTENIDO

	Págs.
1. Introducción	3
2. Medidas de la abundancia de la población	3
3. La validez de la captura por tonelaje mensual	4
4. Dinámica de población	5
4.1 Análisis de las regiones Norte y Central	5
4.1.1 Análisis de la captura por embarcación estandar — Año calendario (Regiones Norte y Central)	5
4.1.2 Análisis por captura por tonelaje bruto — Año biológico (Regiones Norte y Central)	6
4.1.3 Análisis por captura total y estructura de edad	8
4.1.4 Rendimiento por recluta	10
4.2 Análisis de la Región Sur	11
5. Sumario y conclusiones	12

* Autorizado para su publicación en octubre 1965.

** Scripps Institution of Oceanography. Actualmente en la Universidad de Hawaii.

1. INTRODUCCION

El presente informe se basa en estudios hechos en Lima, Perú, del 31 de Agosto al 16 de Setiembre de 1965. Por razones obvias, estos análisis y sus resultados deben considerarse como preliminares. Son expuestos ahora para proveer una pauta inmediata tanto al personal del Instituto del Mar como a la Sociedad Nacional de Pesquería; pero principalmente pueden servir de modelo para análisis más completos que se realizarían en un futuro próximo.

Reconocimientos: No hubiera sido posible llevar a cabo los análisis comprendidos en este informe sin la generosidad del Instituto, que puso a mi disposición todos los datos, y cuyo personal trabajó sin desmayo para proporcionarme tabulaciones especiales, como por ejemplo, las capturas por cada embarcación con uno o más viajes por mes. El Instituto debe ser congratulado por el magnífico trabajo de compilar las estadísticas vitales de la pesquería. Estas compilaciones, junto con la excelente investigación sobre la biología y ecología de la anchoveta, hacen posible estudiar la dinámica de la población de esta especie con cierta confianza en los resultados.

El Sr. Ulises Robles, de la Sociedad Nacional de Pesquería, y sus asistentes, me han ayudado con entusiasmo e inclusive han hecho algunos de los análisis. El Dr. Herman Einarsson proporcionó una ayuda inestimable.

2. MEDIDAS DE LA ABUNDANCIA DE LA POBLACION

Anteriormente a este estudio, el Instituto había usado como medida de abundancia, la captura por GRT* por mes para todas las embarcaciones con 10 o más viajes en un mes. Se escogió esta medida por la creencia demostrable hasta 1962 que las embarcaciones con menos de 10 viajes por mes no podían considerarse como completamente activas durante ese tiempo.

En vista de la declinación del éxito de la pesca, en 1964 y 1965, la validez de este criterio se puso en duda, ya que cuando la pesca es pobre, la selección de embarcaciones con 10 capturas resulta en un índice de abundancia sobreestimado, porque las embarcaciones escogidas con tal criterio, vendrían a ser las manejadas con una mayor habilidad, o las que tuvieron una suerte extraordinaria, o las que cayeron en ambas categorías. El índice resultante tendría entonces una tendencia a enmascarar la disminución de la población.

La duda sobre el criterio de los 10 viajes se dedujo de algunos análisis hechos por el Instituto. Los datos de sólo dos puertos (Callao y Chimbote, figuras 1 y 2) se presentan aquí ya que ilustran suficientemente los resultados.

En la Figura 1 se ve claramente que durante los primeros años los dos índices son bastante proporcionales excepto durante los meses de pesca pobre, por ejemplo, Agosto. Durante los últimos años los dos índices divergen sistemáticamente.

* Tonelaje bruto de registro.

Las series captura-esfuerzo para estos dos puertos pueden ser comparadas en las Figuras 2a y 2b. (El índice usado es la captura por GRT por mes, corregido por el efecto de eficiencia del macaco, tamaño de red y saturación. Los ajustes son los desarrollados por Saetersdal, Tsukayama y Alegre (1965)*.

El nuevo índice claramente sugiere una mayor declinación que el anterior. La tendencia errónea del índice anterior ha sido discutida. El no hacer más de una captura en un mes podría resultar de una escasez de pescado o de problemas de operación, por ejemplo, desperfecto de máquinas. Estas dos causas no se pueden separar en las series estadísticas. El nuevo índice tiene un sólo supuesto importante y es que la fracción de la flota en condiciones de no operar habría permanecido constante a través de los años. Aunque este supuesto puede no ser completamente válido parece mejor que el índice que supone que una embarcación en pleno "estado de operación" producirá por lo menos 10 días de pesca exitosa por mes.

3. LA VALIDEZ DE LA CAPTURA POR TONELAJE MENSUAL

El uso del tonelaje bruto de registro por mes como la unidad básica del esfuerzo de pesca fue propuesto por Saetersdal, et al. (op. cit.). La validez de esta unidad fue reexaminada, comparando tal índice con la captura por embarcación estandarizada. (Este aspecto del estudio fue hecho en gran parte por Ulises Robles).

Todas las capturas hechas por embarcaciones de tamaño conocido durante 1962-1965 fueron usadas en los análisis. Estas capturas abarcaron más del 80 por ciento del tonelaje desembarcado. La clase de embarcaciones de 65-69 pies de eslora fue escogida como estandar por ser relativamente nueva y suficientemente representada a través del período estudiado. La cantidad de embarcaciones de esta clase (con una o más capturas) se dan para cada mes en la Tabla 1.

Las restantes clases examinadas fueron 30-34; 35-39; 40-44; 45-49; 50-54; 55-59; 60-64; 70-74; 75-79; 80-84 y 90-94 pies. Todos los puertos fueron reunidos y se calculó la captura promedio para cada clase. Luego la captura promedio por mes de la clase 65-69 fue considerada con un valor promedio de 1.0, y se calcularon factores relativos para todas las otras clases. Para cada año se calculó un índice promedio, a base de los promedios de los factores mensuales y finalmente un promedio general.

En la Tabla 2 se presenta un resumen de estas estadísticas.

A fin de comparar estos resultados con el índice usado anteriormente por el Instituto (basado en captura por tonelaje bruto), los factores promedios de eficiencia se han planteado (eje de las Y) como función del tonelaje

* Saetersdal G., I. Tsukayama y B. Alegre, 1965. Fluctuaciones en la abundancia aparente del stock de anchoveta en 1959-62. Bol. Inst. Mar Peru, Callao, Vol. I, N° 2, pp. 33-104.

bruto estimado en cada clase (Figura 3) incluyéndose una línea de valor proporcional. Si el tonelaje bruto de registro reflejara exactamente la eficiencia y los datos fueran correctos, todos los puntos deberían caer sobre la línea.

Es claro (Figura 3), que en general, el tonelaje bruto de registro mide el esfuerzo de pesca determinado por la técnica empírica descrita anteriormente. La mayor discrepancia (el punto que representa la clase 70-74) es 25 por ciento más alto que lo esperado, pero en realidad sólo una pequeña fracción de los desembarques (alrededor del 10 por ciento) corresponden a esta clase. Además, si se considera la serie en su totalidad, las desviaciones positivas son en parte compensadas por las negativas. Se concluye entonces que, para el periodo en consideración (1961-1965) la medida "tonelaje bruto" refleja adecuadamente el esfuerzo de pesca; sin embargo, debe tenerse presente que la flota está cambiando rápidamente y que esta unidad puede no ser válida en el futuro inmediato, por lo que el problema debe ser estudiado en forma continua. Debido a que los registros básicos del Instituto están dados en captura por tonelaje bruto, esta medida ha sido la usada para la mayor parte de los análisis en este informe.

4. DINAMICA DE POBLACION

4.1 Análisis de las regiones Norte y Central

Puertos incluidos: Región Norte: Casma a Chimbote
Región Central: Pucusana a Huaramey

4.1.1 Análisis de la captura por embarcación estandar (año calendario).

Habiendo desarrollado un índice empírico de esfuerzo de pesca usando la clase de 65 a 69 pies como estandar, se juzgó de utilidad continuar el análisis de los resultados.

Las tres clases 55-59, 60-64 y 65-69 pies, son las que tienen la mayor representación en la captura y fueron por consiguiente usadas para el análisis. Por ejemplo, en 1964 la captura total fue de 8.9 millones de toneladas métricas, de las cuales estas tres clases capturaron más de 6 millones de toneladas. Las estadísticas respectivas se presentan en las Tablas 3a, 3b y 3c.

La captura total de las tres clases es sumada. La cantidad de esfuerzo de las clases pequeñas se reduce mediante el factor promedio (Tabla 2) que se suma al esfuerzo de la clase 65-69 y después se divide la captura total entre el esfuerzo a fin de obtener una captura conjunta por unidad de esfuerzo.

Se supone que la población y el esfuerzo se equilibran dentro del año calendario, entonces el efecto del esfuerzo sobre el stock puede ser examinado planteando la captura por unidad de esfuerzo (que es una medida del tamaño del stock) en la abscisa, comparándola con el esfuerzo total en la ordenada. Claro que el supuesto no es completamente válido, pero en el caso de un pez de corta vida tal como la anchoveta peruana, debe ser aproximadamente cierto.

Luego se puede ajustar una regresión por el método de cuadrados mínimos, la cual puede ser transformada en una parábola multiplicando la captura por unidad de esfuerzo por el esfuerzo total. De la parábola se obtiene un estimado del **promedio** de rendimiento sostenido. Debe ponerse énfasis en que éste es un **promedio**. Aún en el caso de que los supuestos en que se basa el modelo fueran absolutamente válidos, la producción sostenida en un año dado variaría de acuerdo a la abundancia de las clases anuales participantes (abundancia que podría variar, por ejemplo, con las condiciones oceanográficas durante el desove).

Los resultados se presentan en la Figura 4. El panel inferior muestra los datos observados y la línea de regresión. El panel superior muestra la parábola y los puntos observados. El rendimiento máximo promedio calculado es:

7.56×10^6 toneladas

Si se hace el mismo cálculo, pero suprimiendo el punto de 1965 (que se basa en una extrapolación) el rendimiento máximo promedio es:

7.36×10^6 toneladas

Ambos procedimientos sugieren notoriamente que la captura de 1965 representa una sobrepesca o que la captura de 1964 de 8.9×10^6 toneladas es parcialmente el resultado de una clase anual muy abundante (1963). Casi con certeza ambas alternativas han estado en juego ya que la captura por unidad de esfuerzo en 1964 (481) es menor que la que correspondería a la producción máxima sostenida (549). Esto es, hay indicación que la pesca ha reducido la población por debajo del nivel de rendimiento máximo.

Si se aceptan los estimados extrapolados por proyección para 1965, la intensidad de pesca al nivel alcanzado, ha reducido la población en tal forma que su promedio de rendimiento sostenido es sólo:

6.76×10^6 toneladas

En promedio, la pérdida es entonces de $.80 \times 10^6$ toneladas por año. Puede ser éste un valor extremo, pero en todo caso este análisis demuestra claramente que la producción ha alcanzado su máximo y sugiere que ha habido sobrepesca.

4.1.2 Análisis por captura por tonelaje bruto - (año biológico)

El conjunto de estos análisis se basa en el nuevo índice de captura por tonelaje bruto basado en todas las embarcaciones, con una o más capturas por mes y ajustado por los efectos del macaco y tamaño de red. Tal como se discutió en la sección anterior hay muchas razones para creer que este índice es más real que el que se basa en embarcaciones con 10 o más capturas por mes.

Los datos se han reunido de acuerdo con un año biológico o de pesca (Setiembre-Agosto) en lugar de un año calendario (Enero-Diciembre). En vez de reunir los datos de todo el país, se separó la región norte (Casma a

Chimbote) de la región central (Pucusana a Huarmey). Los datos de captura por tonelada-mes, en Chimbote fueron usados como índice de abundancia para la región norte y los del Callao para la región central. La captura total de la región respectiva fue dividida entre la captura por tonelaje bruto para cada uno de estos puertos, para obtener el índice de esfuerzo total en cada región, para cada mes. Estas cantidades fueron después reunidas, de acuerdo al año de pesca para obtener series de captura y esfuerzo totales para cada región. Los resultados se presentan en las Tablas 3d y 3e. A Chimbote le corresponde cerca del 90 por ciento de la captura de la región norte. A Callao cerca del 40 por ciento de la captura de la región central.

Los datos de las dos tablas anteriores están ploteados en las Figuras 5 y 6 (paneles inferiores) y transformados en parábolas en los paneles superiores. El promedio de máximo rendimiento sostenido estimado para la región norte es de 2.83 millones de toneladas y el máximo al nivel actual de pesca es 2.71 millones de toneladas. Por consiguiente el promedio estimado de la pérdida anual es de .12 millones de toneladas. Para la región central el promedio de rendimiento máximo sostenido es 4.93 millones de toneladas y a la actual intensidad de pesca, es de 4.14 millones de toneladas. Por consiguiente, la pérdida promedio es .79 millones de toneladas. La suma de los promedios de pérdida es .91 millones de toneladas por año. Esta cantidad es sorprendentemente cercana a los .80 millones de toneladas estimadas en el primer análisis, el que abarcó todo el país (incluyendo la región del sur) por año calendario. Cualquiera de estos dos valores podría ser responsable de la diferencia, pero lo importante no está en el monto exacto de la sobrepesca, sino más bien en que los dos procedimientos acusan sobrepesca. Aunque la pérdida estimada de producción (cerca de un millón de toneladas por año) puede no ser seria, respecto a la condición biológica de la población, de todos modos representa una gran cantidad de pescado. Las implicancias comerciales son, sin embargo, aún más sorprendentes. Por ejemplo, en la región central una mayor cantidad de pescado (el máximo de la producción sostenida) podría haberse obtenido con 30 por ciento menos de esfuerzo.

Como consecuencia del examen separado de las dos regiones surge una pregunta respecto al movimiento de la población. Esta es ¿existe una población costera que se mezcla libremente?, o, para los efectos de la reglamentación, ¿debe considerarse la población dividida en segmentos?. Desde el punto de vista evolucionista una tasa de mezcla de 1% al año sería suficiente para mantener la homogeneidad genética de la población. Tal tasa de mezcla no es suficiente para intermezclar las poblaciones en la escala de tiempo de la pesquería (1 ó 2 años). El hecho que las "poblaciones" de las dos regiones no han respondido similarmente a la pesca sugiere que no se están mezclando rápidamente. Si se mezclasen rápidamente, la pesquería del norte hubiese mostrado el mismo grado de sobrepesca que la del centro. Este problema no puede considerarse como resuelto. Los límites geográficos fijados para el estudio fueron escogidos arbitrariamente. Otra subdivisión podría dar diferente resultado. En realidad sería posible identificar regiones naturales de reglamentación por medio de una cuidadosa extensión de este método, esto es, examinando diferentes combinaciones de puertos pesqueros adyacentes, se podría determinar grupos para los cuales la reacción de la población es la más similar.

4.1.3 Análisis por captura total y estructura de edad.

Los análisis que se acaban de presentar consideran a la población como un todo y no ofrece, por ejemplo, un medio de examinar de inmediato la relación stock-reclutamiento. La cuestión es "¿la población ha sido reducida por la pesquería hasta un nivel tal que el número de huevos desovados está produciendo un efecto notorio en el tamaño de cada clase recluta?".

La mayor parte de las poblaciones naturales tienen una tendencia a regularse a sí mismas; pues a altos niveles de población la supervivencia de los huevos es baja (tal vez por canibalismo) y a niveles bajos de población la supervivencia es más alta. A menudo, a un nivel intermedio se obtiene el máximo número de reclutas. Esta elasticidad reproductiva es el mecanismo que por un lado impide que una población exceda sus recursos alimenticios y por otro permite que crezca rápidamente cuando se ha reducido.

Así la pesca es compensada por una reproducción más eficiente hasta cierto punto, más allá del cual la pesca reducirá el número absoluto de reclutas.

El método usado aquí parte del hecho que en la región central, en la estación 1964-65, la pesca, junto con la mortalidad natural, eliminaron los peces de dos años de edad, es decir, aquellos que nacieron en la estación de desove que comenzó en Agosto-Setiembre 1963. En segundo término tiene en cuenta el hecho que tanto la mortalidad natural, como la de pesca son ahora bastante altas. El resultado práctico de esto es que una buena estimación de la intensidad de ambas mortalidades proporcionará una aproximación útil de la magnitud de la población.

Una buena estimación del coeficiente de mortalidad basada en toda la información disponible es 1.5. La mortalidad por pesca en la estación 1964-1965 de la clase anual de 1963 fue estimada en 1.5. La captura de esta clase anual para la estación 1964-65 en la región central fue $197,187 \times 10^6$ peces. La población de esta clase anual al comienzo de la estación 1964-65 puede ser entonces estimada usando la ecuación estandar de captura.

$$C_2 = N_2 \frac{F_2}{F_2 + M} (1 - e^{-F_2 - M})$$

$$\text{Usando: } C_2 = 197,187 \times 10^6$$

$$F_2 = 1.5$$

$$M = 1.5$$

El resultado es $415,131 \times 10^6$. El número de reclutas N del desove de 1963 puede entonces ser estimado por una solución simultánea de las siguientes ecuaciones:

$$N_2 = N_1 e^{-F-M}$$

$$C_1 = N_1 \frac{F_1}{F_1 + M} (1 - e^{-F_1 - M})$$

donde: N_1 = número de reclutas, número de individuos en su primer año en la pesquería.

N_2 = número de individuos del mismo desove al comienzo de su segundo año, por ejemplo, Setiembre de 1964 en el caso de la clase anual de 1963 (según la solución de arriba).

F_1 = la mortalidad por pesca de los reclutas durante su primer año (por ejemplo: 1963-64 para la clase anual de 1963).

M = Mortalidad natural (considerada de 1.5 como arriba).

Esta técnica se aplicó retrospectivamente. El valor de F_2 en cada año se disminuyó de acuerdo con la relación entre el esfuerzo total de pesca en 1964-65 y el año en cuestión.

La misma técnica se aplicó a los datos de la región norte (Chimbote), sólo que el valor de F_2 para comenzar (el de la clase anual de 1963) fue reducido de 1.5 a .903; porque el análisis de la captura por tonelaje bruto (sección anterior) indica que el esfuerzo en la región norte tiene solamente 60% de la intensidad del de la región central (respecto al tamaño de la población).

Los datos básicos, captura en números, por clase anual para cada año de pesca se obtuvieron de las frecuencias de tamaño en Callao y Chimbote. Estas frecuencias de tamaño se separaron por clase anual para cada mes. El total del número de peces cogidos cada mes fue estimado a base de los datos de promedio de peso total desembarcado. Estos fueron entonces repartidos por clase anual de acuerdo con las proporciones estimadas a base de las frecuencias de tamaño. Aunque obtenidos independientemente, los resultados son casi idénticos a los estimados por Saetersdal y Boerema, (informe en prensa). Finalmente los números totales fueron aumentados, de acuerdo a la razón de la captura por puerto (Chimbote y Callao) a la captura de la región.

Muchos aspectos de este análisis pueden ser discutidos. El más obvio es la más o menos arbitraria designación de un valor inicial de F (1.5) para el Callao, y del valor de M (1.5). De hecho, otros valores (por ejemplo $M = 1.0$) dan prácticamente resultados idénticos en un sentido relativo. Esto refleja simplemente la relativa estabilidad de la ecuación básica a altos niveles de F y M .

A pesar de estas limitaciones vale la pena considerar los resultados especialmente porque ellos representan una forma casi completamente independiente de examinar el estado de una población (independiente de las series captura-esfuerzo), y ofrecen una base para considerar el efecto del tamaño de la población en el número de reclutas. Los resultados numéricos se presentan en las Tablas 4, 4a, 4b, 5, 5a, y 5b.

Como población desovante puede considerarse el número de peces mayores presente en la población al comienzo del año de pesca (Setiembre). Los reclutas son el número resultante de peces jóvenes. Los datos para las dos áreas están ploteados en la Figura 8. Los resultados son sorprendentemente concordantes con los otros análisis. La región del norte no indica una relación discernible entre el número de desovantes y el número de reclutas, lo cual concuerda con el previo análisis que indicaba poca o ninguna sobrepesca. (Como corolario se puede pensar que la variación observada es una función del medio ambiente, el cual probablemente causa variaciones en el éxito del desove). Los datos de la región central indican que la disminución de la población (por pesca) está reduciendo el número absoluto de reclutas. Esto está de acuerdo con la clara indicación de sobrepesca en la región central basada en la captura por tonelaje bruto.

4.1.4 Rendimiento por recluta.

Otro aspecto del problema pesquero es la producción por recluta. El problema reducido a sus elementos, es bastante sencillo. El número de peces de un desove determinado disminuye constantemente con el tiempo. El tamaño de los individuos aumenta constantemente hasta el tamaño de máximo rendimiento.

En todas las poblaciones el aumento de peso de los individuos es mayor que la pérdida de su número, hasta cierto punto, más allá del cual, la pérdida en número es mayor que la ganancia por crecimiento. Idealmente los peces deberán ser pescados a la edad en que los dos procesos están exactamente balanceados. Por supuesto esto no puede hacerse, pero es posible, disponiendo de información apropiada, obtener el rendimiento máximo por recluta mediante el apropiado desplazamiento de esfuerzo.

Una manera simple de examinar el problema, es calcular el cambio de peso a edades predeterminadas de una camada de peces. Se empleó como datos básicos el promedio mensual del tamaño de reclutas estimado por Saetersdal y Valdivia (1964)* y el peso estimado de los mismos reclutas. A fin de examinar el efecto de la mortalidad natural se han simulado dos modelos: uno que asume $M = 1.5$ como en la sección anterior y el otro $M = 1.0$.

Los resultados que se presentan en la Tabla No. 5c trazan la historia crecimiento-mortalidad de una camada de 1,000 "reclutas".

Los resultados de este análisis sugieren que no habrá pérdida, sino más bien ganancia si se pospone o de alguna otra manera se reduce la pesca de peces jóvenes hasta Setiembre. La ganancia es casi de un factor de 3 si la mortalidad natural es tan baja como 1.0 y casi de 2

* Saetersdal G. y J. E. Valdivia, 1964.— Un estudio del crecimiento tamaño y reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao, Vol. I, N° 4, pp. 85-136.

si ésta es de 1.5 (valor que parece más real), considerando el cambio de peso de una camada de Enero a Setiembre. La ganancia económica es ciertamente mayor. Esto por supuesto presupone que la pesquería es capaz de aprovechar posteriormente estos peces cuando han crecido.

El problema, como se insinuaba al comienzo del párrafo es mucho más complicado en su aplicación, que en su concepción. La baja tasa de aprovechamiento del pescado juvenil (no más del 10 por ciento, ver Tabla 5), sugiere que la ganancia, reduciendo la intensidad total de pesca lo suficiente como para dar a estos pequeños peces protección de alguna significancia, traería consigo pérdidas compensatorias resultantes de reducir la tasa de aprovechamiento de los peces más viejos.

Un método de mayor aproximación es examinar los datos de producción por recluta durante el período de intensidad de pesca creciente. Esto requiere de un estimado del número de reclutas, tal como el que se ofrece en las Tablas 4 y 5 y un estimado de la cosecha obtenida de cada camada. Saetersdal y Boerema han tratado tal análisis y han concluido que hasta la clase anual de 1963 (reclutas de 1964 inclusive) la intensidad de pesca no ha sido suficientemente alta como para causar una reducción en la producción por recluta. Todavía el autor no ha desarrollado un estimado de la captura por cada clase de reclutas que se puede referir a los estimados en número (Tablas 4 y 5), pero cálculos burdos sugieren que estos números son correctos en lo esencial.

4.2 Análisis de la región sur.*

Puertos incluidos: Ilo, Mollendo, Atico, La Planchada.

Datos usados: El índice de captura por tonelaje bruto basado en embarcaciones con uno o más desembarques por mes y los desembarques totales en cada puerto, según las estadísticas oficiales del Instituto.

Los datos de captura por tonelaje bruto existen sólo para los puertos de Ilo y Mollendo (5/6 del desembarque total de la región). El esfuerzo total en cada puerto por mes se estimó dividiendo la captura total por el tonelaje bruto. El esfuerzo total de cada puerto fue sumado luego para obtener el esfuerzo de "cada año de pesca", de Setiembre a Agosto inclusive. Las capturas totales también se sumaron para cada año de pesca. Los datos de los dos puertos fueron luego reunidos para derivar la captura y el esfuerzo totales en cada año de

* El análisis de la región sur fue presentado por el autor con posterioridad (Noviembre 1965), en consecuencia las conclusiones no incluyen los resultados de esta región (N del E.)

pesca. A continuación se calculó un índice conjunto de la captura por tonelaje bruto en cada año. Este índice fue usado para estimar el esfuerzo aplicado para las capturas de Atico y La Planchada (para los cuales no hay datos directos sobre captura por tonelaje bruto). Ya que las capturas de Atico y La Planchada alcanzan solamente a 1/6 de la captura total de la región, este procedimiento no parece originar un error significativo.

A continuación se han tabulado los resultados numéricos. En este caso se han incluido cinco años de pesca en vez de los cuatro usados en el análisis para las regiones norte y central. (Tabla 6).

Estos datos se presentan gráficamente en la Figura 8. La parábola del panel superior se ha computado multiplicando la captura por tonelaje bruto por el esfuerzo total (abscisa y ordenada, respectivamente, de la línea de regresión del panel inferior).

Como se puede ver, los resultados son similares a los del análisis de la región central en que también indican cierto grado de sobrepesca. El promedio de producción máxima sostenible estimado es de 700,000 toneladas. Al nivel actual de intensidad de pesca el promedio de producción máxima sostenible es de 646,000 toneladas, siendo la pérdida promedio de 54,000 toneladas.

Estos resultados sugieren, sobre la base del conocimiento actual que es razonable el aplicar una cuota de captura o cualquier otra medida a todo el país como una unidad.

5. SUMARIO Y CONCLUSIONES

1. Parece bastante claro que la captura de la anchoveta peruana está cerca o ya corresponde al **promedio** del rendimiento máximo sostenido, el cual se estima alrededor de 7'500,000 toneladas.
2. La evidencia disponible sugiere que el presente nivel de intensidad de pesca ha conducido a la población a un nivel tal que el **promedio** de rendimiento sostenido es menor que 7'500,000 toneladas, tal vez por 800,000 toneladas. La evidencia de sobrepesca es más acentuada en la región central.
3. Las capturas de un año calendario, o de uno biológico, son ahora en gran parte dependientes del desove de un sólo año, lo cual significa que a un nivel de intensidad de pesca dado, la captura anual fluctuará de acuerdo al éxito de la clase anual, el que es en parte función de las condiciones oceanográficas. Se estima que al nivel de población necesario para producir el rendimiento máximo **promedio** sostenido, la producción real anual fluctuará entre 6.5 y 8.5 millones de toneladas.
4. En el calendario anual de actividades pesqueras es necesario considerar la población por regiones. Sin embargo, para imponer medidas de regu-

lación no es necesaria esta consideración, debido a que factores económicos pueden hacer posible una distribución más uniforme del esfuerzo pesquero.

5. El problema del origen de la "sobrepesca", esto es, si ella se debió a una baja producción y/o a insuficiencia de desovantes, por recluta, no se ha resuelto completamente todavía. Hay buenas indicaciones para la región central, de que se trata de insuficiencia de desovantes.
6. En cualquier caso, ambas fuentes de pérdida de producción pueden ser mitigadas por vedas durante la primavera, por ejemplo: Mayo a Agosto. Tal veda aumentaría el desove, y a causa del tipo de crecimiento de la anchoveta se redundaría por lo menos en alguna ganancia debida al incremento de la producción por recluta. (Podría ser necesario incluir Abril en la veda para alcanzar el efecto deseado y/o restringir el aumento de la flota pesquera, hasta que el esfuerzo y la capacidad de la población, para producir el máximo, se balanceen).
7. Debe notarse también que los problemas discutidos en este informe son mucho más serios desde el punto de vista industrial que desde el biológico. Por ejemplo, en la región central hay algo como 25 a 30 por ciento más esfuerzo aplicado de lo que es necesario para obtener la producción máxima sostenida. Por otra parte las características biológicas de la población son tales que podría reaccionar rápidamente a una reducción de la mortalidad por pesca.

Tabla 1.—Cantidad de embarcaciones con una o más capturas:

Mes	Número de anchoveteras de 65-69 pies			
	1962	1963	1964	1965
Enero	87	337	905	933
Febrero	113	349	816	808
Marzo	115	458	862	883
Abril	117	496	878	888
Mayo	132	539	831	928
Junio	143	497	759	978
Julio	163	497	779	
Agosto	186	537	640	
Setiembre	205	560	581	
Octubre	242	695	836	
Noviembre	271	715	835	
Diciembre	288	695	937	

Tabla 2.—Factores de eficiencia por tamaño de embarcación:

Año	Tamaño de embarcación (límite inferior de la clase)												
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
1962	.195	.115	.225	.274	.482	.611	.819	1.0	1.343	1.012	1.292	—	.111
1963	.185	.299	.192	.250	.417	.528	.764	1.0	1.151	1.017	1.069	—	2.093
1964	—	.162	.205	.178	.387	.507	.762	1.0	1.357	1.146	1.374	—	3.240
Prome- dio	.190	.192	.207	.234	.428	.542	.781	1.0	1.283	1.058	1.245	—	1.814

Tabla 3a.—Embarcación-mes, por año por clases seleccionadas:

Año	Clase de longitud (pies)		
	55-59	60-64	65-69
1961	470	1,153	217
1962	1,409	3,729	2,062
1963	1,148	4,199	6,375
1964	785	3,784	9,659
1965*	399	1,981	5,418
1965**	653	3,538	10,360

* Enero a Junio 1965.

** Enero a Diciembre 1965.- Datos extrapolados a base de los de 1964.

Tabla 3b.—Captura total anual por clases seleccionadas (toneladas métricas).

Año	Clase de longitud (pies)		
	55-59	60-64	65-69
1961	213,124.7	617,068.3	111,961.9
1962	720,835.9	2'556,713.6	1'756,021.3
1963	323,151.4	1'625,784.4	2'997,310.1
1964	198,828.0	1'421,291.0	4'655,563.2
1965*	106,400.5	762,966.9	2'618,156.6
1965**	148,536.0	1'065,102.0	3'707,590.8

* Enero a Junio 1965.

** Datos extrapolados sobre la base de la estimación de que la captura de Julio-Diciembre 1965 será de 2×10^6 toneladas para todo el país, ya que de Enero a Junio de 1965 se capturaron 5'049,500 toneladas y la estimación para todo el año es de 7'049,500. Si se aumenta la captura observada de Enero a Junio por un factor de 1,936 se ajusta las capturas de estas clases.

Tabla 3c.—Captura por unidad de esfuerzo de las tres clases estandarizadas a la clase 65-69.

Año	Captura por unidad estandar de esfuerzo	Captura total para todo el país (millones de toneladas)	Estimado del esfuerzo estandar total (miles de embarc.-meses)
1961	687	4,580	6.66
1962	877	6,275	7.15
1963	481	6,423	13.34
1964	481	8,863	18.41
1965	361	7,050	19.51

Tabla 3d.—Región Norte:

Año	Captura total (miles de toneladas)	Esfuerzo total (miles)	Captura por tonelaje bruto por mes C E
1961-62	1,827.2	140.9	12.97
1962-63	2,246.0	223.7	10.04
1963-64	2,702.4	402.5	6.71
1964-65	2,970.5	439.8	6.75

Tabla 3e.—Región Central:

Año	Captura total (miles de toneladas)	Esfuerzo total (miles)	Captura por tonelaje bruto por mes C E
1961-62	3,457.3	345.9	10.00
1962-63	4,235.6	691.0	6.13
1963-64	4,590.0	1,086.1	4.23
1964-65	4,478.7	1,117.1	4.01

Tabla 4.—Estadísticas sumarias de la captura y población de anchoveta. Región norte.

Captura —sólo Chimbote— Miles de millones de peces.

Estación	Clase anual				
	1960	1961	1962	1963	1964
1961-62	63.0	32.4			
1962-63		85.9	28.9		
1963-64			55.6	157.5	
1964-65				119.0	65.8

Tabla 4a.—Captura —Región norte— Miles de millones de peces:

Estación	Clase anual					F ₂
	1960	1961	1962	1963	1964	
1961-62	69.5	35.8				.312
1962-63		93.2	31.4			.492
1963-64			62.1	176.0		.798
1964-65				134.2	74.2	.903

Tabla 4b.—Población en números —Región norte— Miles de millones de peces:

Estación	Clase anual							
	1960	1961	1962	1963	1964	E ₂ *	F ₁	E ₁ *
1961-62	482.5	2,057.6				.144	.034	.0174
1962-63		437.2	955.3			.213	.065	.0329
1963-64			198.6	2,095.2		.313	.173	.0840
194-65				392.3	833.0**	.342		

$$*E = \frac{F}{F+M} (1 - e^{-F \cdot M})$$

Es la fracción de peces presente al comienzo del período y que son capturados durante el mismo.

** Asumiendo E₁ (64-65) = E₁ (63-64).

Tabla 5.—Estadísticas sumarias de la captura y población de anchoveta. Región Central.

Captura —sólo Callao— Miles de millones de peces:

Estación	Clase anual				
	1960	1961	1962	1963	1964
1961-62	80.3	30.0			
1962-63		101.2	41.1		
1963-64			85.5	80.0	
1964-65				65.5	51.7

Tabla 5a.—Captura —Región Central— Miles de millones de peces:

Estación	Clase anual					
	1960	1961	1962	1963	1964	F ₂
1961-62	141.3	52.8				.519
1962-63		214.8	87.2			.903
1963-64			234.3	219.1		1.499
1964-65				197.2	155.8	1.500

Tabla 5b.—Población en números —Región Central— Miles de millones de peces:

Estación	Clase anual							
	1960	1961	1962	1963	1964	E ₂ *	F ₁	E ₁ *
1961-62	633.9	2,951.4				.223	.035	.0179
1962-63		628.1	2,368.6			.342	.073	.0368
1963-64			493.2	2,278.6		.475	.200	.0961
1964-65				415.1	1,620.3**	.475		

$$*E = \frac{F}{F+M} (1 - e^{-F \cdot M})$$

Es la fracción de peces presente al comienzo del período y que son capturados durante el mismo.

** Asumiendo E₁ (64-65) = E₁ (63-64).

Tabla 5c.—Ganancia de peso de una camada.

Mes	Longitud (cm.)	Peso* (grs.)	Peso de la camada M = 1.0	Peso de la camada M = 1.5
Ene.	8.0	3.0	3,000	3,000
Feb.	9.0	4.4	4,050	3,883
Mar.	9.6	5.5	4,659	4,283
Abr.	10.44	7.3	5,692	5,017
May.	11.01	8.6	6,172	5,216
Jun.	11.24	9.3	6,143	4,977
Jul.	11.60	10.3	6,262	4,865
Ago.	11.78	10.9	6,099	4,543
Set.	12.98	15.1	7,777	5,555
Oct.	13.61	17.6	8,343	5,713
Nov.	14.31	20.7	9,031	5,930

* Curva de longitud-peso de Saetersdal y Boerema.

Tabla 6.—Zona Sur:

Año	Ilo y Mollendo		Atico y La Planchada		Toda la Región Sur		
	Captura total (miles de tone- ladas)	Esfuerzo total (miles)	Captura por to- nelaje bruto por mes C/E	Captura	Captura total	Captura por to- nelaje bruto por mes C/E	Esfuerzo total
60-61	139,062	10,216	13.61	—	139,062	13.61	10,216
61-62	217,207	16,083	13.51	—	217,207	13.51	16,083
62-63	398,554	37,778	10.55	26,426	424,980	10.55	40,282
63-64	635,194	92,575	6.86	77,838	713,032	6.86	103,940
64-65	519,411	97,683	5.32	146,746	666,175	5.32	125,284

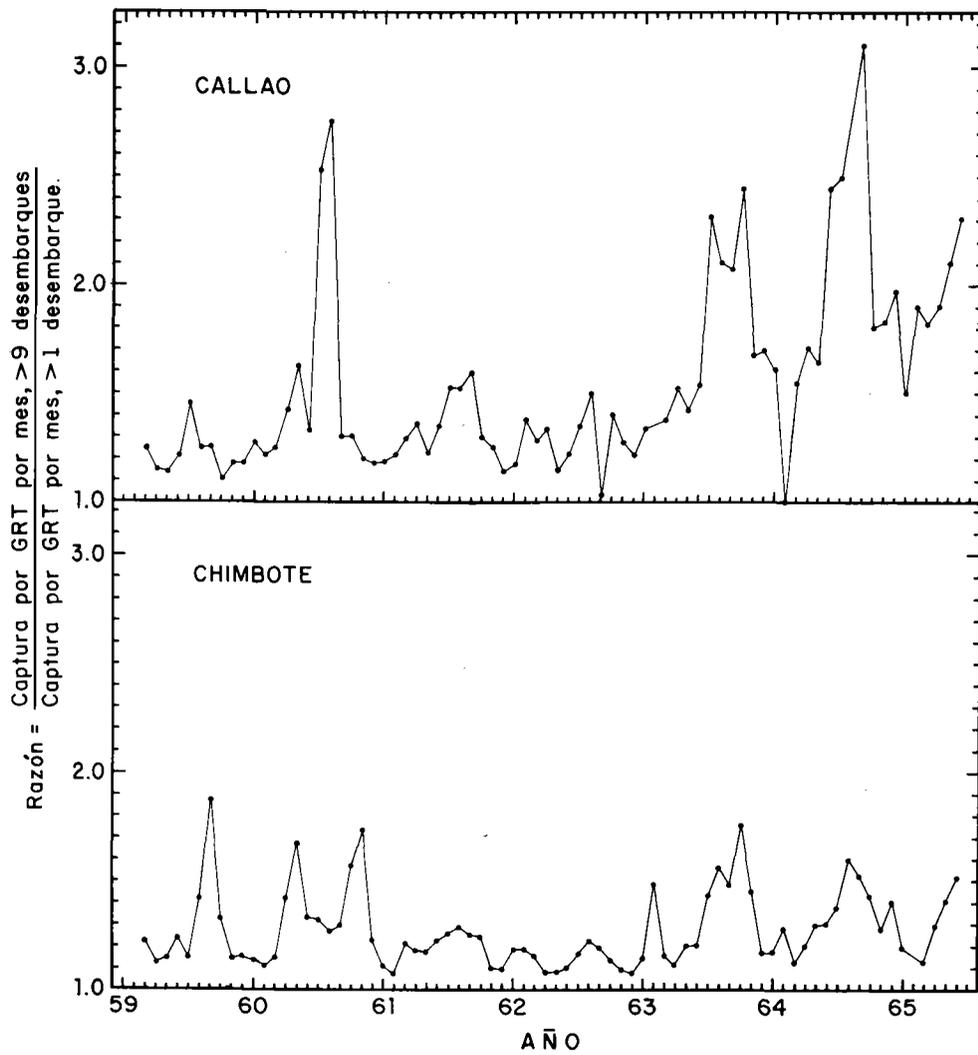


Figura 1. Captura por tonelada bruta basada en embarcaciones con 10 o más descargas por mes dividida por la captura por toneladas bruta basada en embarcaciones con una o más descargas.

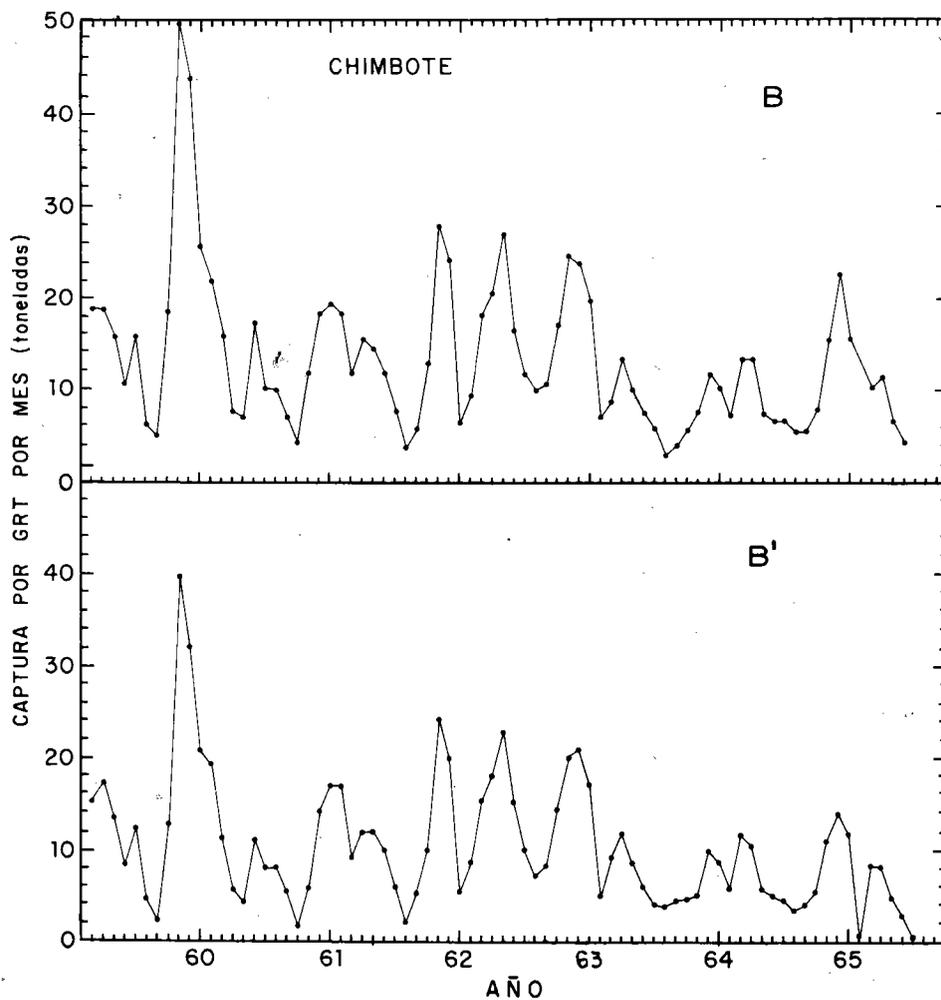


Figura 2a. **Chimbote**. Parte Superior, índice B basado en embarcaciones con 10 o más descargas por mes; parte inferior, índice B', basado en embarcaciones con una o más descargas por mes.

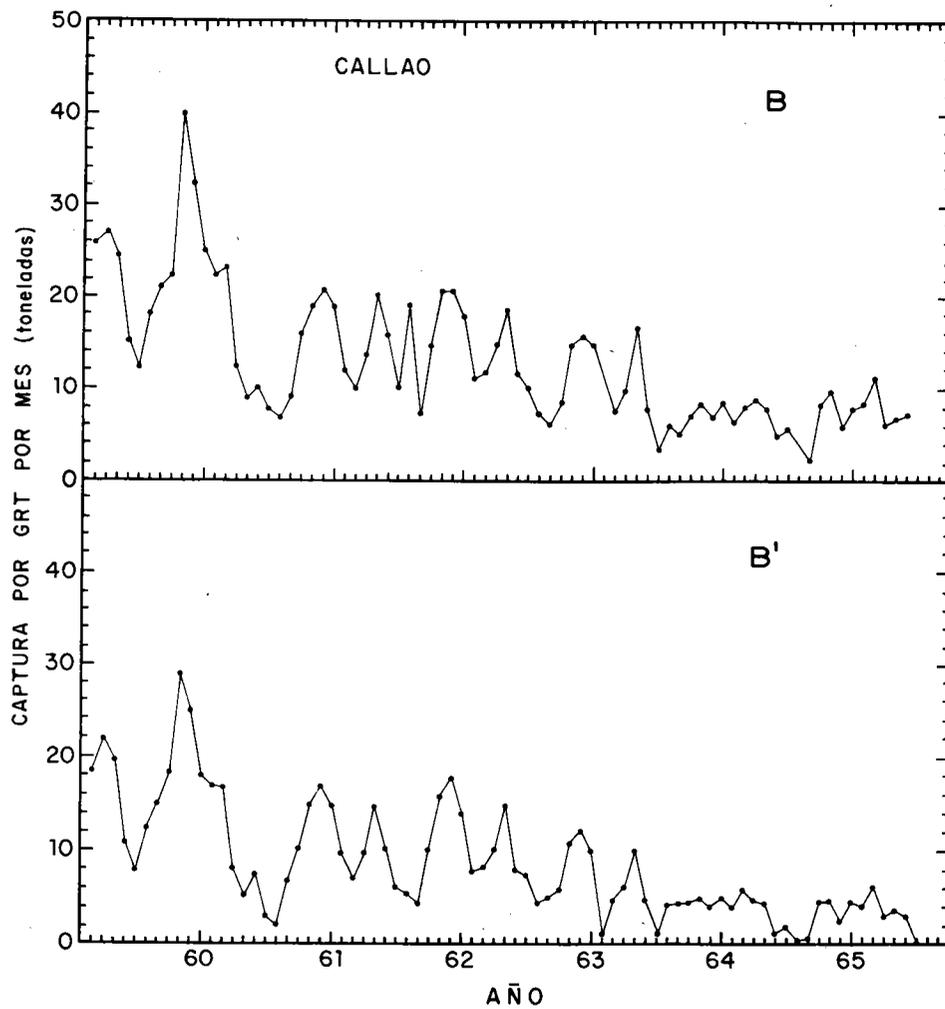


Figura 2b. Callao. Parte superior, Índice B basado en embarcaciones con 10 o más descargas por mes; parte inferior, Índice B' basado en embarcaciones con una o más descargas por mes.

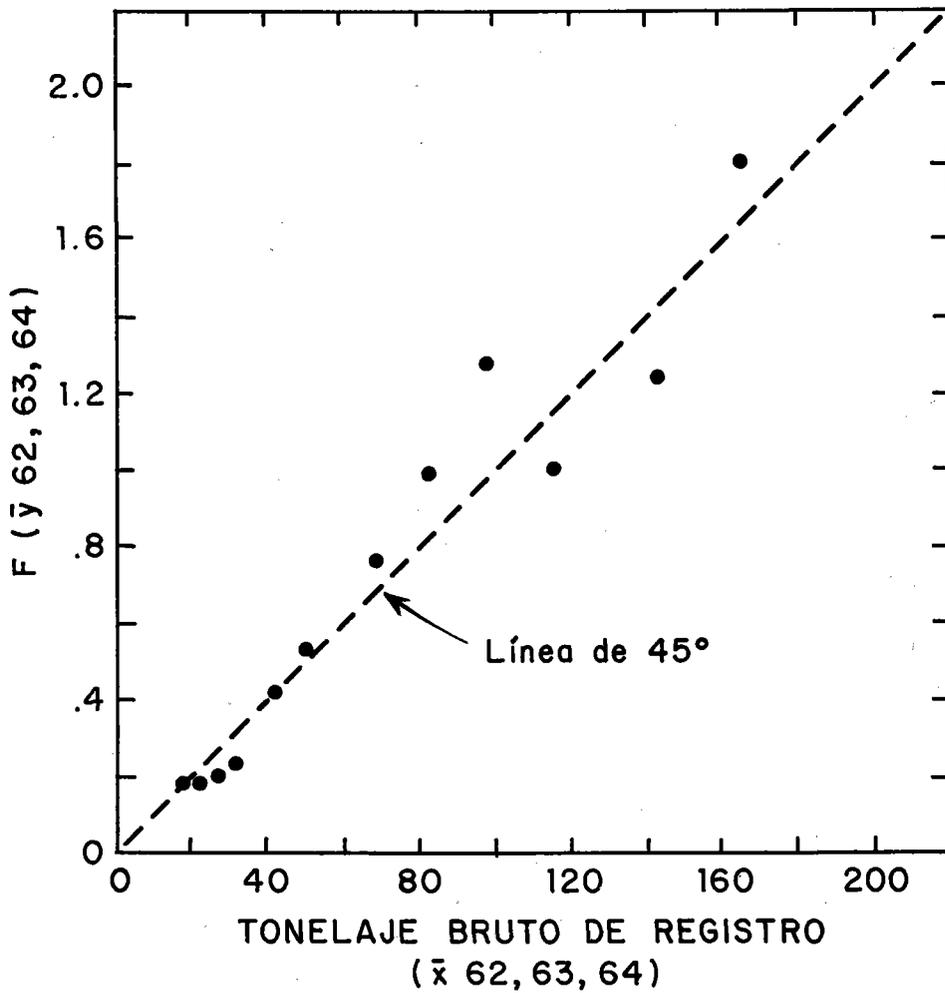


Figura 3. Comparación de la eficiencia media de pesca de las embarcaciones de diferentes clases de tamaño (F de la Tabla 2) con el promedio del tonelaje bruto de registro de las mismas clases. Si la eficiencia fuese exactamente proporcional al tonelaje, todos los puntos estarían exactamente sobre la línea discontinua.

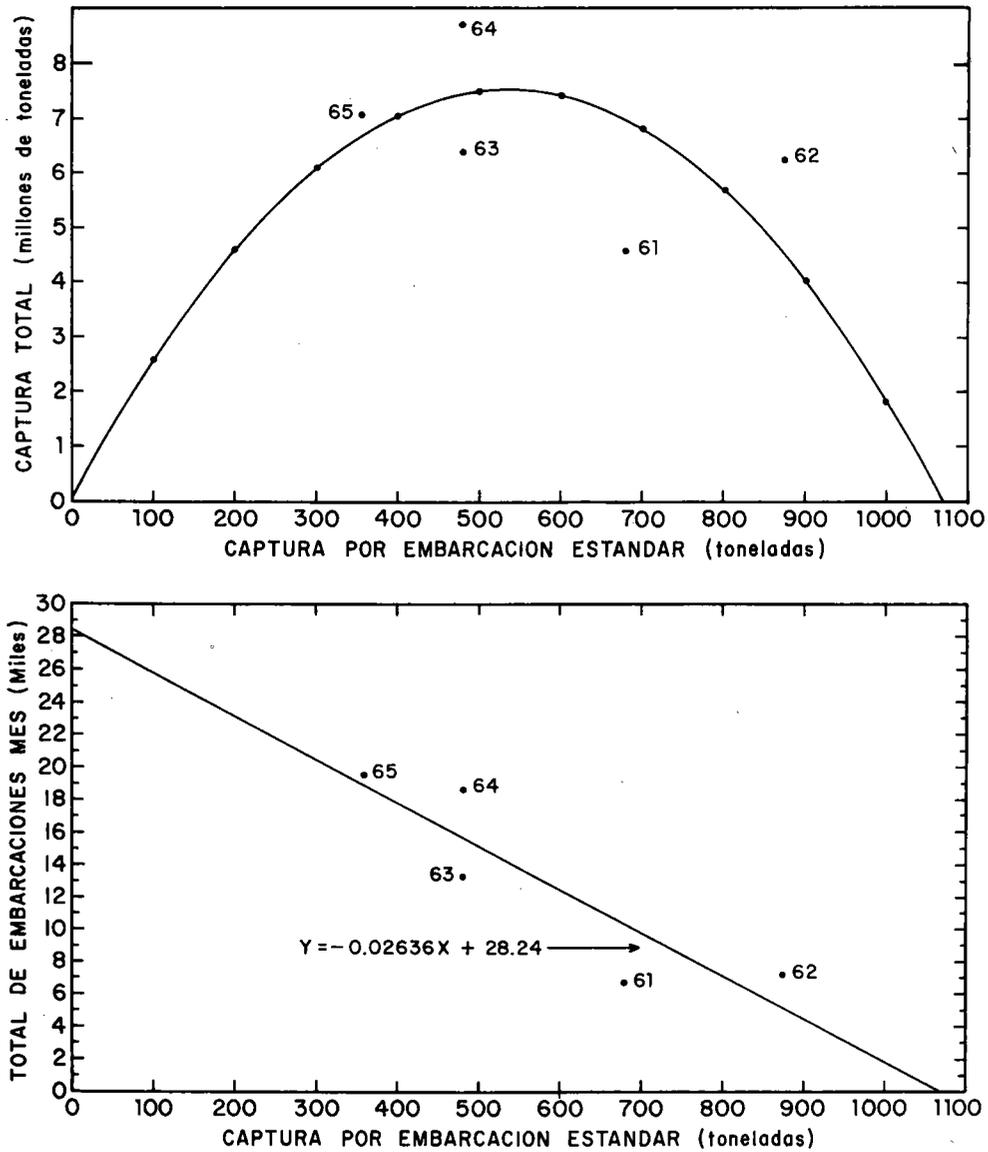


Figura 4. Análisis de las estadísticas de captura, todo el país, basado en la captura por embarcación estandarizada por mes (la clase de 65-69 pies usada como estandar). (Año calendario).

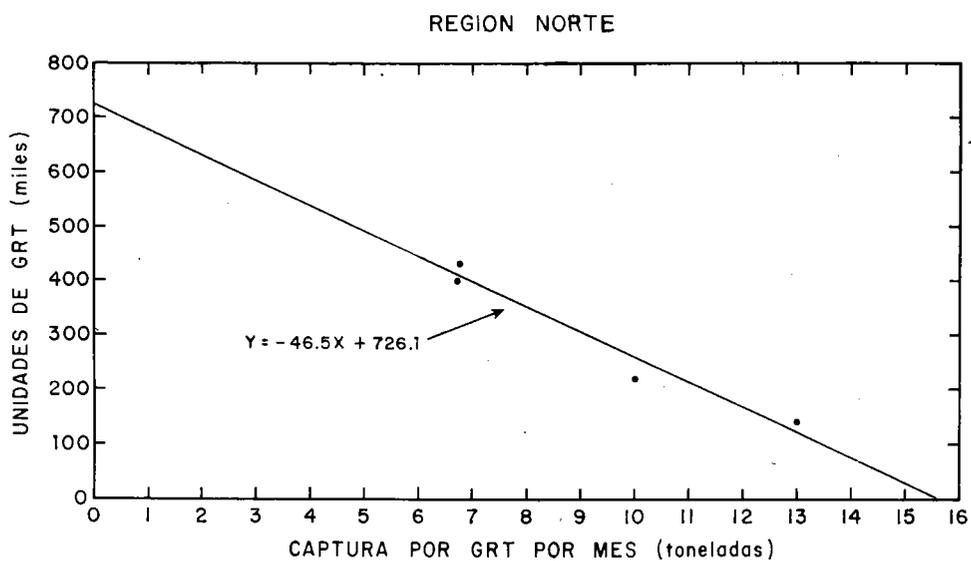
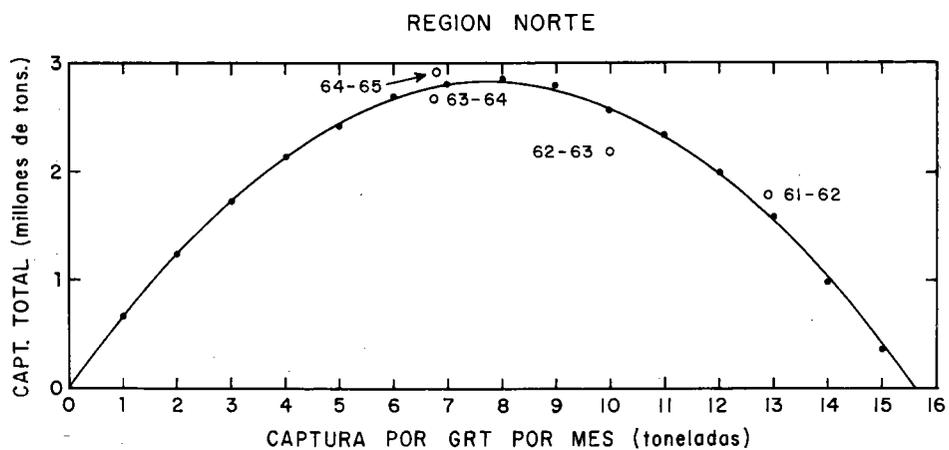


Figura 5. Análisis de las estadísticas de captura, Región del Norte, basada en la captura por tonelada bruta por mes. (Año de Pesca).

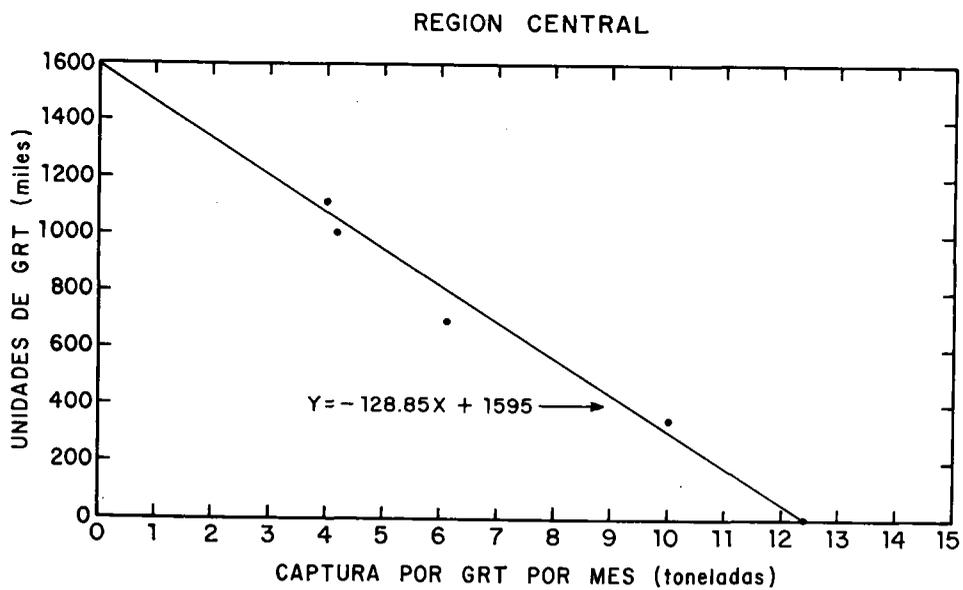
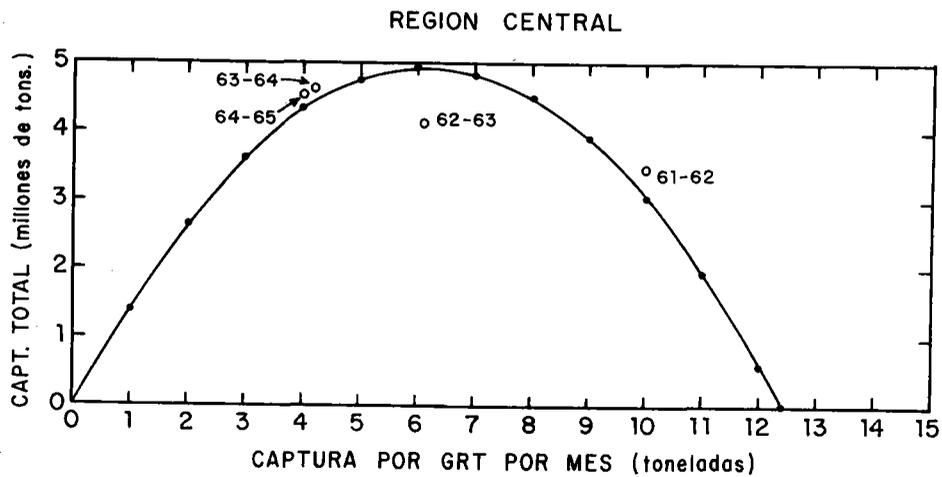


Figura 6. Análisis de las estadísticas de captura, Región Central basada en la captura por tonelada bruta por mes. (Año de Pesca).

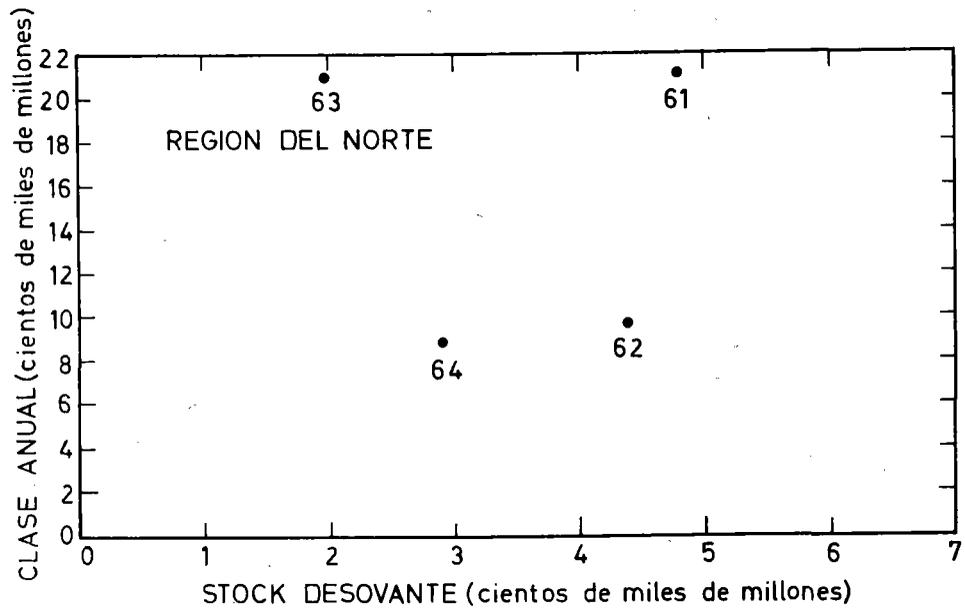
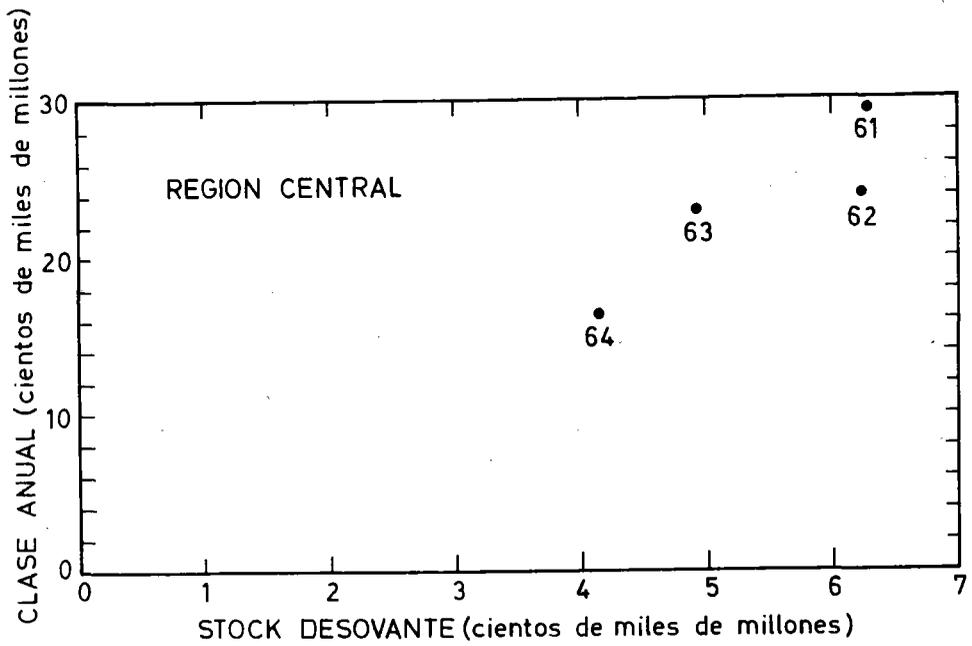


Figura 7. Relación entre el tamaño del stock desovante y el tamaño de la clase anual para las dos regiones. Datos de las Tablas 4 y 5.

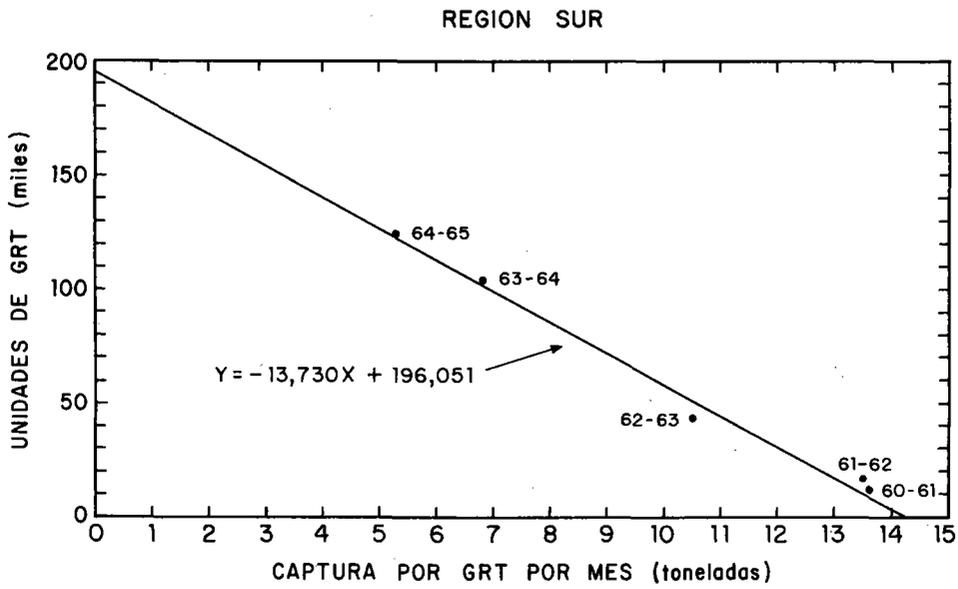
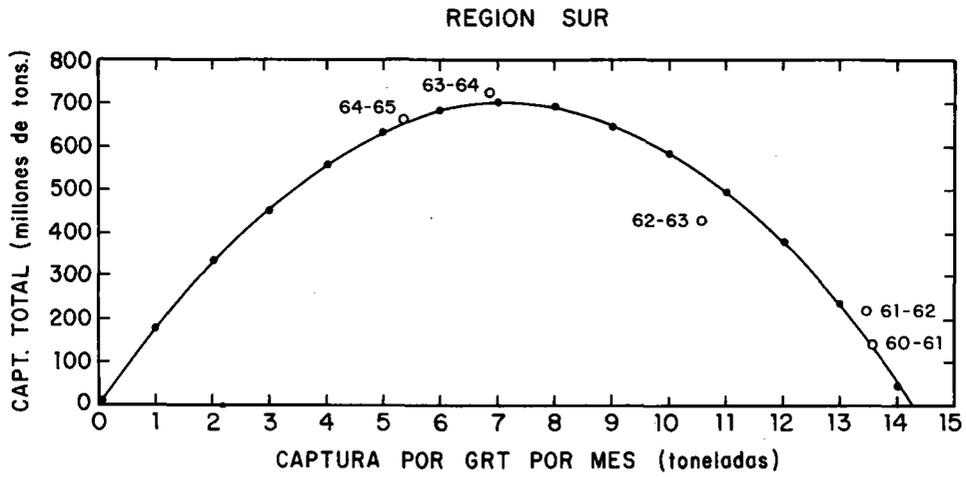


Figura 8. Análisis de las estadísticas de captura, Región Sur, basada en la captura por tonelada bruta por mes (Año de Pesca).